

Grup de remugants "Ramon Trias"

La explotación de vacas de leche

Factores de producción y bases de la comunicación para la innovación

Antoni Seguí Parpal

Este libro se publicó en 2009 con los siguientes créditos:

Título del libro: *L'explotació de vaques de llet: factors de producció i bases de la comunicació per a la innovació*

Autor: Antoni Seguí Parpal

Coedición: Ediciones de la Universidad de Lleida, 2009; DAR (Generalitat de Catalunya)

Datos CIP Servicio de Biblioteca y Documentación de la Universidad de Lleida

Con el apoyo de: Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Cataluña

Este libro ha sido subvencionado parcialmente por la Generalidad de Cataluña, mediante la Convocatoria de ayudas a la edición y la difusión de libros de texto o manuales universitarios en catalán.

© Ediciones de la Universidad de Lleida, 2009

© DAR (Generalitat de Catalunya)

© del texto: el autor

© de las fotografías: Antoni Seguí Parpal

© de las ilustraciones: Carlos Zaragoza

© de la traducción: Volare

Maquetación: Ediciones y Publicaciones de la UdL

Diseño de portada: Miguel Oliva Sánchez

Impresión: INO Reproducciones, S.A.

ISBN: 978-84-8409-288-9 (Ed. Universidad de Lleida)

ISBN: 978-84-393-8014-6 (DAR)

DL: L-425-2009

Contenido del libro

El libro ofrece una visión general de la explotación de vacas de leche, repasando los aspectos y factores técnicos que conforman el manejo y determinan los resultados económicos. La explotación en su conjunto es el eje argumental del libro, siguiendo los principios del modelo de comunicación para la innovación. La nutrición de la vaca, como rumiante, los ingredientes de la ración, la concepción de la estabulación y de las instalaciones para el ordeño, son algunos de los temas que se tratan, simulando un intercambio de ideas entre el autor y el hipotético comunicador o extensionista, el cual, conjuntamente con el o la titular de la explotación, debe detectar problemas y encontrar innovaciones que los resuelvan.

Nota sobre el autor

Antoni Seguí Parpal es Dr. ingeniero agrónomo (ETSIA, Valencia, 1972; ETSIA, Lleida, 2005). Como funcionario de carrera, desde 1974, ha trabajado en el SEA como especialista en ganadería y forrajes (1974 a 1980) y como especialista en experimentación agraria (1981-1982). Desde 1983 ha estado en diferentes puestos técnicos del Departamento de Agricultura de la Generalitat de Cataluña. Toda su actividad profesional la ha centrado sobre aspectos de la explotación de vacas de leche, siempre desde un punto de vista extensionista, priorizando la comunicación para la innovación. Ha colaborado en numerosas publicaciones y jornadas técnicas dirigidas a ganaderos.

Dedicatoria: A Ramón Trias, *cinquanta mil històries*

Índice

1.- Introducción.....	5
Características de las explotaciones de vacas de leche	6
La revisión bibliográfica	8
2.- El modelo de comunicación para la innovación agraria	10
Introducción.....	10
El sector agrario	10
El agricultor y el ganadero	10
La explotación.....	11
Los problemas del sector agrario en Europa	13
Las crisis alimenticias y el hambre en el mundo.....	13
Visión del experto y del consumidor ante los riesgos	13
Las reacciones del sector.....	14
Cambios de contexto.....	14
El sistema integrado de explotación	14
Modelo de comunicación para la innovación	16
Concepto de <i>Extensión o comunicación para la innovación</i>	16
Metodología	18
Influir en el comportamiento humano para estimular a tomar decisiones.....	19
Conocimientos y actitudes del agricultor	20
La transmisión de ideas y mensajes	21
Proceso para introducir una innovación.....	21
Recursos y herramientas para la introducción de innovaciones	23
Evolución de la extensión agraria en el mundo	25
Valor público de la comunicación para la innovación agraria.....	27
3.- Gestión Técnica y Económica.....	29
Introducción.....	29
Esquema de análisis económico de una explotación	31
Resultados de la gestión	39
Análisis individual y de grupo	41
Preparación de un análisis de gestión.....	42
Estudio de las medias y su desviación típica.....	42
Estudio comparativo de las medias de algunas variables técnicas	42
Estudio de algunas variables productivas aplicando el análisis de regresión	43
Estudio de las relaciones entre variables técnicas y económicas	45
Estudio de regresión de los resultados económicos.....	46
Influencia de los diferentes factores de la producción sobre los costes variables	48
4.- Alimentación	49
Introducción.....	49
Factores ligados a la dieta.....	50
Ingestión de materia seca.....	52
Contenido energético de la ración.....	53
Composición lipídica de la leche.....	54
Relación entre forrajes y alimentos no forrajeros	55
Complementación con grasa y efectos sobre la producción	56
El almidón en las raciones	60
Contenido proteico de la ración	63
Composición nitrogenada de la leche.....	64
La nutrición nitrogenada, la nutrición proteica y la ingestión	65
La urea en la leche y factores de variación	67
Los aminoácidos digestibles en intestino en el racionamiento	70
Contenido de minerales de la ración	72
Contenido vitamínico de la ración	73
Tamaño de las partículas de los ingredientes y propiedades de los alimentos	73
Fibra.....	73
Alimentos	75
Cálculo de las necesidades nutritivas de una vaca.....	76
Unidades y conceptos.....	77
Producción leche	82

Capacidad de ingestión.....	83
Necesidades de energía.....	83
Necesidades de proteína.....	85
Necesidades de Calcio y Fósforo.....	86
El punto estricto de cumplimiento energético y planteamiento de la ración.....	87
El punto estricto.....	87
Planteamiento de la ración.....	91
La ley de los rendimientos decrecientes.....	92
Formulación de la ración.....	93
Factores del manejo de la alimentación.....	96
Composición organizativa de las vacas.....	96
Relación entre ganadero y vacas.....	97
Suministro de agua.....	97
Forma de distribución de la ración.....	98
<i>Ración única, unifeed</i>	99
Uso de aditivos y probióticos.....	101
La alimentación y las instalaciones.....	102
Condición corporal de las vacas.....	102
<i>La proteína y la condición corporal</i>	106
Comprobación de raciones.....	107
Ejemplo de comprobación de una ración.....	107
El racionamiento visto a través de las deyecciones.....	111
Alimentación de terneras de reposición.....	112
Capacidad de ingestión.....	114
Necesidades nutritivas.....	115
5.- Los ingredientes.....	116
Introducción.....	116
Ensilados.....	116
Fermentaciones.....	117
Estabilización de las fermentaciones y consumo.....	122
<i>Pérdidas y conservantes</i>	122
Valor sensorial de los ensilados.....	123
Tipos de silos y elaboración del ensilado.....	125
<i>Dimensiones</i>	126
<i>Llenado del silo</i>	128
Características de los principales ensilados.....	128
Ensilado de maíz.....	128
Potencialidad del forraje.....	133
Ensilado de raigrás italiano.....	136
<i>Valoración nutritiva</i>	136
Ensilados de cereales de invierno y de primavera (trigo, cebada, avena y triticale).....	138
Ensilado de sorgo.....	140
Ensilado de alfalfa.....	141
<i>Valoración nutritiva</i>	142
Ensilado de hierba de prado.....	142
Henos.....	144
Valor sensorial.....	146
Deshidratados.....	146
Características de los principales henos.....	148
Heno de alfalfa (alfalfa en rama).....	148
<i>Valoración nutritiva</i>	148
Alfalfa deshidratada.....	150
Heno de raigrás italiano.....	151
Heno de cereales de invierno.....	153
Subproductos y concentrados.....	154
Incorporación de grasa a las raciones.....	154
Principales concentrados y subproductos.....	155
5.- Sanidad, Reproducción y mejora genética.....	168
Introducción.....	168

Enfermedades o disfunciones digestivas y metabólicas	168
Cetosis	169
Retención de placentas	170
Infertilidad	171
Síndrome de la vaca gorda	171
Acidosis ruminal	171
Hinchamiento o hinchazón	176
Laminitis (problemas de pies).....	176
Indigestiones	176
Abscesos hepáticos.....	176
Desplazamiento de abomaso	176
Tasa de grasa muy baja	176
Esteatosis hepática	177
Edemas en la ubre	177
Fiebres de la leche (Hipocalcemia puerperal, Paresia puerperal)	177
Hipomagnesemia (Tetania de la hierba).....	178
Disfunciones de sodio y potasio	178
Manejo de la reproducción.....	179
Mejora genética	183
7.- Los alojamientos	186
Introducción.....	186
Comportamiento y hábitos de la vaca	187
Orientación de las naves y distribución espacial	188
Evolución de los alojamientos	189
Estabulación libre con cama	190
Estabulación libre con cubículos.....	193
Área de alimentación.....	201
Los bebederos.....	203
Recogida, almacenamiento y tratamiento de deyecciones	208
8.- Instalaciones para el ordeño.....	213
Introducción.....	213
Tipos de salas de ordeño	214
Aspectos importantes en el diseño de una sala de ordeño	220
Elección de la sala de ordeño.....	225
La maquina de ordeño	226
Elementos de producción y control de vacío.....	228
Elementos para la extracción y la recogida de la leche	232
Cálculo de los elementos de la máquina de ordeño.....	234
Sistemas de ordeño automático	243
El ordeño robotizado y aspectos funcionales y productivos	245
Guía para decidir si comprar o no un robot.....	245
Manejo del ordeño	247
La rutina en el ordeño	247
El ordeño y el tiempo libre	248
9.- Bibliografía	251

1.- INTRODUCCIÓN

El sector del vacuno de leche, con sus peculiaridades propias – productivas, económicas y su fijación sobre el territorio –, necesita de manera continua la adaptación de nuevas tecnologías, compatibles con la preservación del medio, para asegurar su viabilidad.

El problema de la enfermedad de la *encefalopatía espongiforme bovina* creó, en el año 2001, una profunda crisis de confianza en el consumidor hacia todo el sector bovino, igual que diez años antes de esta crisis pasara con el uso fraudulento de aditivos no autorizados en engorde de terneros. La escasez de productos lácteos en la segunda mitad de 2007 hizo que subieran los precios de la leche, generando, nuevamente, en algunos profesionales, la necesidad de intensificar la producción. Hubo una corriente de opinión favorable a la supresión de las cuotas. No obstante, la disponibilidad de materias primas para los piensos fue menor y aumentaron sus precios. Pasado el ecuador del año 2008 parece que ni está tan clara la escasez de materias primas, ni que la solución sea la supresión de las cuotas. El sector productor, y concretamente el productor como titular de su explotación, no podrá sustraerse a estas situaciones de crisis, porque, entre otras razones, sobrepasan su cometido. No obstante, el técnico, como asesor, debería verse obligado a replantear los sistemas productivos, con el objetivo de que tanto el uso racional de las materias primas en la alimentación, como el sistema de manejo de las explotaciones, estuviesen más acordes con las limitaciones del medio, y de los animales, con cierta independencia de las crisis coyunturales. No puede producirse todo a cualquier precio.

Hay que ir a sistemas productivos, que por sí mismos sean distintivos de calidad ética, tanto desde el punto de vista del entorno, como desde el de bienestar de los animales (Asenjo, 2000; Bonny 2000).

Las explotaciones de vacas de leche pueden ubicarse o desarrollarse en lugares sin tierra, es decir sin superficie agrícola útil, pero la necesidad de la incorporación de forrajes a la dieta, en proporciones adecuadas para una correcta rumia (Van Soest, 1982, 1994; INRA, 1988; NRC, 2001), y el indispensable requisito de reciclar estiércol y residuos, obligan a adaptar el modelo de producción a unas necesidades mínimas de territorio. No cabe duda que, de una forma u otra, el sector de vacuno de leche depende del uso de la tierra, y que, como bien escaso, va a condicionar el futuro del sector.

En las décadas de los 80 y 90 del siglo XX, el crecimiento espectacular de la producción de leche (Institut de l'Élevage, 2001; García Pascual, 2001) y su implantación sobre el territorio, propició que las casas comerciales, de una manera directa, proporcionaran los factores de la producción (semen, semillas, abonos, maquinaria agrícola y ganadera, etc.), y promocionaran sus productos y servicios a través de sus equipos de asesores y de propaganda. Estas casas comerciales, junto con las entidades bancarias, ofrecieron a sus clientes viajes técnicos al extranjero, para visitar explotaciones modelos, muy atractivas para los ganaderos de explotaciones en continua expansión, y, también, para sus intereses de venta. En muchas ocasiones faltó la planificación del viaje técnico, entendida como la adaptación a la solución de los problemas de manejo de las explotaciones de aquí. Este período coincidió, también, con la paulatina y constante dilución del Servicio de Extensión Agraria (SEA) dentro del entramado burocrático de la administración en España. Al SEA se le encargaron campañas de divulgación sobre las posibilidades del mercado y su relación con la administración de la Comunidad Económica Europea (CEE), entre otras, y prácticamente se dejó de actuar en los aspectos técnicos de las explotaciones.

A su vez, la masificación de las universidades y el consecuente aumento de titulados, junto a la escasa oferta de puestos técnicos en la administración, así como el crecimiento de las explotaciones, hizo que surgieran gabinetes de servicios veterinarios para la gestión sanitaria, para la mejora genética, etc., y

Introducción

gabinetes de ingenieros dedicados casi en exclusivo a la elaboración de proyectos. Situación que se ha mantenido hasta el momento actual.

Dada la complejidad de los factores de esta actividad, el titular de la explotación o el ganadero para conseguir la producción de leche, en la cantidad y contenido requeridos, necesita un asesoramiento técnico, entendido éste como la labor del técnico encaminada a formar, informar e influir en la toma de decisiones del ganadero en la utilización de sus recursos.

La pretensión de este libro es ofrecer una visión general de la explotación, en los aspectos y factores técnicos, partiendo de la experiencia profesional, del bagaje como extensionista.

La génesis del libro parte de la visión que se tiene de las explotaciones de vacas de leche, en Cataluña, para revisar aquellos aspectos del manejo que puedan influir en el resultado final de la actividad, intentando hacerlo con un lenguaje lo más sencillo posible. Quizá lo importante sea el método, más que el resultado. Y el método consiste en revisar qué se sabe sobre tal o cual factor – ingrediente, instalación, etc. – de la explotación, o explotaciones, que son o han sido objeto del trabajo del técnico. Digamos que es una visión natural, en la que la explotación es el eje argumental, aplicando el método clásico de extensión: detectar problemas, buscar soluciones a estos problemas y ofrecer opciones para decidir.

Sirva esta introducción, por tanto, para advertir que algunos datos, de gestión económica o de carácter técnico, son datos de explotaciones del sector lechero en Cataluña, que nos sirven de base para adentrarnos en los conocimientos más generales, huyendo, eso sí, de generalizaciones y de aquellas conclusiones de artículos científicos, de investigación y de extensión, cuyos materiales y métodos estén alejados de las explotaciones del entorno en que se ha movido el autor.

CARACTERÍSTICAS DE LAS EXPLOTACIONES DE VACAS DE LECHE

La explotación media tiene 49,34 hectáreas de superficie agraria útil (SAU) dedicadas a la producción de leche, 149 vacas presentes, 3,3 unidades de trabajo agrario (UTA) y 3.727 Euros de capital invertido por vaca presente. Una producción de 9.527 litros por vaca presente, del 3,61% de tasa de grasa y 3,27% de tasa de proteína (datos Observatorio de la leche, Cataluña, 2014).

La práctica de la doble cosecha forrajera se realiza en un 28% de la superficie, y generalmente corresponde a un cereal de verano (maíz o sorgo) precedido por un cereal de invierno (cebada, avena o triticale) o bien el raigrás italiano.

El **sistema de alojamiento** de las vacas en producción es la estabulación libre, con predominio de los cubículos respecto de la cama caliente.

Por lo que respecta al **sistema de ordeño**, predomina la sala de ordeño en espina de pescado.

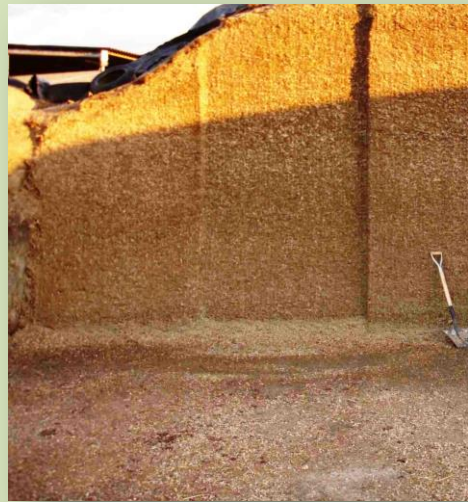
Los principales cultivos son el maíz y el raigrás, la alfalfa, el prado natural, el sorgo y los cereales de invierno. En las explotaciones con maíz, éste ocupa el 56% de la superficie agrícola, y el raigrás el 45%. Las explotaciones que tienen prado natural, en general son explotaciones de montaña.

El maíz y el sorgo se aprovechan, casi exclusivamente, como ensilados. El raigrás, se utiliza en todas las modalidades estudiadas: ensilado exclusivamente, como seco y ensilado, en verde, seco y ensilado, etc. La alfalfa, en la mayoría de casos, se aprovecha exclusivamente como heno.

La explotación de vacas de leche



Estabulación libre con cubículos



Ensilado de maíz

Los prados, al igual que en el caso del raigrás, se destina a todas las modalidades de aprovechamiento, siendo el heno en exclusivo, y el heno y el ensilado, las dos más frecuentes. En cuanto al manejo de la reproducción las principales características son las siguientes: en la mayoría de las explotaciones se hace el control de la gestación, y el control de la reproducción, en general, se hace apuntando las incidencias en un calendario, libreta, u otro sistema similar.



Carro unifeed, comedero con rastrillo vertical



Comedero con altura del rastrillo suficiente

En primera opción eligen semen americano, seguido del canadiense y del semen probado en el país. En la mayor parte de explotaciones la primera causa de reposición, o el motivo por el cual se decide renovar, es la “fertilidad”, que significa que las vacas no quedan preñadas. Esto coincide con algunos autores (McGowan *et al*, 1996) cuando afirman que el mayor problema de las explotaciones de vacas de

Introducción

leche es la infertilidad, siendo, a su vez, una de las causas importantes de las bajas voluntarias. Otros motivos pueden ser la mastitis y la producción por motivos de edad.

Los principales problemas de manejo y sanitarios son la infertilidad, la mastitis, las cojeras y las torsiones de cuajar.

En cuanto a la alimentación el sistema *unifeed* se practica en la mayoría de las explotaciones, con una sola distribución diaria, sin lotes de racionamiento y con el forraje incluido totalmente en la ración, así como los concentrados y subproductos.

LA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

A la vista de las conclusiones del estudio sobre el manejo y el grado de implicación del ganadero, en cuanto a gestión y conocimientos (Seguí, 2005), se deduce que algún tipo de asesoramiento técnico es necesario, y, por ello, se dedica un capítulo al modelo de extensión o **modelo de comunicación para la innovación**, repasando desde el inicio este concepto, comparándolo con otros tales como divulgación, transferencia, capacitación, etc. En este capítulo, si bien no es específico de la explotación de vacas de leche, se repasa la evolución de este modelo de asesoramiento.

Para la revisión de los factores de producción de las explotaciones de vacas de leche, se empieza con un capítulo dedicado a la **gestión económica**, con la finalidad de enmarcar la importancia de los factores y, así, seguir con los factores principales, tales como la **alimentación**, los **ingredientes**, la **sanidad**, la **reproducción** y la **mejora genética**, los **alojamientos** y las **instalaciones para el ordeño**.

En toda la revisión y en su plasmación escrita, se ha seguido el objetivo de dar rigor científico a los datos que se generan y obtienen en las visitas que se hacen a las explotaciones, y, a su vez, dar flexibilidad y comprensión a los datos que la investigación pone a nuestro alcance, a través de las obras de referencia consolidada, como por ejemplo NRC (1989, 2001), INRA (1988, 2007), entre otras, y a través de los artículos científicos de revistas especializadas.

No se tuvo la pretensión de que la revisión bibliográfica, de los factores de producción de la explotación de vacas de leche, fuese universal pero sí que fuese lo más amplia posible y abarcase la globalidad de la explotación. Se buscó tener a la explotación de vacas de leche como objeto de revisión, antes que las vacas, o que los cultivos, u otros factores.

En todo trabajo de comunicación para la innovación importa sobretodo saber qué sabe y lo que opina el agricultor o ganadero sobre un tema determinado. La percepción o apreciación de una cosa, depende de nuestra manera de ver, y al verla se está previamente influenciado por aquello que sabemos o creemos saber sobre la cosa (Berger *et al*, 2000). Para hacer la revisión bibliográfica se tiene que saber qué sabe y qué percibe el ganadero sobre el factor o el manejo estudiado.

El crítico de arte Gombrich (2000) decía que en cualquier obra el artista lo primero que hace es construir el modelo, y después lo va modificando gradualmente, a la luz de la reacción del espectador, hasta ajustarlo a la impresión deseada. Igualmente, en el trabajo de extensión, como oficio de artesano, como en muchos otros, se deberá realizar la revisión bibliográfica, de acuerdo con un modelo que incluya el agricultor o ganadero y la explotación agraria como principales objetivos, y a partir de aquí se deberá desarrollar y ajustar aquello que se quiere transmitir o extender.

La explotación de vacas de leche

Smith (2002), acerca de los artículos científicos, decía que sólo entre el 5 y el 10% de los artículos que se publican en las mejores revistas médicas, tienen validez y contienen algún mensaje para el médico. Y que la información por sí misma no cambia la práctica, salvo en contadas ocasiones, y que aquello que interesa a los investigadores no es lo mismo que interesa a los médicos. En definitiva, Smith (2002) proponía que los artículos científicos debían de ser rigurosos, accesibles y entretenidos.

Evidentemente que si se utilizan estas citas es por el paralelismo que se da entre el médico y el asesor, si bien el asesor se dirige a un receptor que conoce el tema y no depende de su criterio. Han de intercambiar información y conocimientos. Ésta fue, por tanto, la posición adoptada en la revisión bibliográfica, intercambiar mentalmente con el asesor, entendido como generador de conocimientos para la innovación, todo lo que se iba revisando.

Es cierto, como afirmaba Kapuscinski (2000), que cualquier selección de la información es censura, y que el papel del intelectual está en arrancar esta cortina o censura. En la revisión hecha se dieron por ciertos, lógicamente, los conocimientos adquiridos en las obras de referencia, y, en aquellos temas en que se establece cierta duda, o que hay opiniones muy divergentes, para decantarse hacia uno u otro punto de vista, se optó por elegir aquel más próximo a las obras de referencia, dejando para los investigadores las experiencias y discusiones. Igualmente, la experiencia ajena y la propia decantaron el punto de vista.

En la lectura de artículos científicos, el asesor en temas técnicos deberá aprender los planteamientos que se dan para solucionar problemas, e indagar en los conocimientos que los autores intentan transmitir, con especial dedicación a la lectura de los materiales y métodos antes que las conclusiones. Si aquellos están próximos a la realidad que se estudia a lo mejor se podrán extraer y extender las conclusiones. Muchas conclusiones son idénticas pero difícilmente lo serán los materiales y métodos utilizados. La labor del asesor radicará en saber comparar los materiales y los métodos, para proponer una serie de soluciones a los problemas que se vayan planteando.

2.- EL MODELO DE COMUNICACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA

INTRODUCCIÓN

Con la revisión bibliográfica del modelo de extensión agraria o modelo de comunicación para la innovación agraria se ha pretendido, por un lado, conocer sus principales características de trabajo, contrastándolo con otros modelos de asesoramiento o de difusión, así como con otras disciplinas, tales como la enseñanza o formación, la investigación, la transferencia tecnológica, entre otras, que en muchos casos se complementan y, a veces, se confunden entre sus modelos. Por otro lado, se ha pretendido repasar la evolución del sector agrario y el modelo de extensión que se aplicó, y aquel, que según diversas fuentes consultadas, se debería aplicar en el futuro.

Si bien se han hecho algunas incursiones en el campo concreto del sector de vacas de leche, el esquema de esta revisión pretendía abordar el concepto y el modelo de comunicación para la innovación en general. Por este motivo, cuando en el texto se habla del agricultor o del ganadero hay que entender que se está refiriendo al titular de la explotación agraria, el cual es empresario y trabajador al mismo tiempo, distinguiéndolo de aquellas explotaciones de carácter agroindustrial, en las cuales hay que referirse al trabajador agroindustrial, en el sentido de que el control final de la explotación no depende de él, aunque sí dependa el manejo de diferentes factores de la producción.

Hay que observar, a su vez, que en toda esta revisión la aspiración ha sido buscar fuentes bibliográficas que aclarasen el modelo, para así evitar en la medida de lo posible relatar la experiencia profesional que se ha tenido en esta disciplina; aunque a veces sea inevitable apostillar citas, hechos o circunstancias con la realidad vivida.

En resumen, la revisión bibliográfica que a continuación se presenta se puede dividir en cuatro apartados, en el primero, sobre el sector agrario, se hace un repaso a la figura del agricultor, a las características de su explotación y a los cambios habidos, algunos de ellos motivados por las crisis alimenticias, que han generado la aparición o reafirmación de sistemas de producción distintos al convencional, a los cuales se podría aplicar el modelo objeto de estudio. En el segundo apartado, sobre el modelo de comunicación para la innovación, se define el concepto de extensión, y se establecen cuáles son sus herramientas, para seguir con el tercer apartado, acerca de la evolución de la extensión agraria en el mundo, en el que se hace un repaso a la evolución de estos servicios en los países más industrializados. Por último, en el apartado valor público o valor privado, se creyó conveniente preguntarse si un servicio de comunicación para la innovación debe considerarse como un bien público o privado, y, por tanto, como valor público o privado, y con ello sentar algunas bases sobre las que pueda edificarse un servicio tal.

EL SECTOR AGRARIO

EL AGRICULTOR Y EL GANADERO

El agricultor, en sentido amplio de la palabra, que vive en una explotación, se ha venido basando en los ciclos vitales: planta, animal, tierra. Si se tuviera que definir al agricultor, en sus innumerables tareas y vivencias, se tendría que relacionar todas sus actividades con aquello que no es. Podríamos decir que el agricultor sin ser botánico conoce las plantas, sin ser etólogo conoce el comportamiento de los

La explotación de vacas de leche

animales, sin ser mecánico repara y acondiciona la maquinaria más elemental, sin ser ecólogo respeta, vive y aprovecha los recursos de la naturaleza. Bien es cierto que el concepto que de todo esto se saca pertenece más al pasado que al presente. Con frecuencia nos encontramos con la dificultad de reconocer a este agricultor en algunos sistemas intensivos de producción.



Asesoramiento directo al ganadero



No obstante, el agricultor, incluso en algunos casos como trabajador agroindustrial, y sobre todo en los dedicados a la explotación agraria como un conjunto productivo, tiene un conocimiento sobre la vida de los animales, que ni el investigador ni el asesor tienen (Van den Ban y Hawkins, 1996). Posee un instinto adquirido, junto con una inmensa capacidad de observación, que lo hace sabio en el sentido de conocer la naturaleza (Kapuscinski, 2002). Sabiduría que, a nuestro entender, corroboraría lo que decía Severo Ochoa: “sólo hay pequeños sabios que lo saben todo sobre casi nada”. Saben de su mundo, porque necesitan conocer para producir. En su trabajo se dan al mismo tiempo hábito, rutina y costumbre, tres sinónimos con sus semánticas propias por los que el técnico debería acercarse a su mundo. Con frecuencia se tiende a creer que intercambiar conocimientos con el agricultor es difícil, cuando en realidad, como dice Francisco de Ayala (2003), la base del entendimiento entre personas – agricultor y técnico, en este caso – es la sensibilidad y un cierto bagaje de ideas.

LA EXPLOTACIÓN

La política agraria comunitaria (PAC) se sustenta en dos pilares, la política de precios y mercados y la política del desarrollo rural. Se incluye en ella un apartado importante como es la conservación y gestión de los recursos naturales. Se aprecia en todo una pérdida de peso del sector agrícola, entendido como sector productor de alimentos. El papel básico de la agricultura es producir alimentos para la población. No obstante, hay una serie de funciones o servicios que también competen a la agricultura, entre ellos destacan los siguientes (Poux *et al*, 1995):

- a) Es una fuente energética

Modelo de comunicación

- b) Debe proteger la disponibilidad del agua
- c) Tiene como misión fijar el CO₂
- d) Participa en el reciclaje de emisiones y de residuos urbanos
- e) Tiene como función el conservar la Naturaleza, así como el manejo de la biodiversidad
- f) Es un espacio turístico y de ocio
- g) La actividad agrícola y ganadera debe conservar el suelo, es decir no puede aprovecharse sin contrapartida
- h) Es una actividad enriquecedora del paisaje
- i) Procura la seguridad y la defensa alimenticia de la población
- j) Contribuye a conservar las tradiciones culturales



Visita técnica a una explotación de vacas de leche



Reuniones de Extensión

Algunas de estas funciones o servicios están en el haber y otras en el debe. La discusión sobre cuál de éstas debe estar a un lado y cual a otro, requerirá de un análisis y un consenso social, ya que esto obliga a toda la sociedad. De aquí nació el concepto de agricultura sostenible, la cual ha de atender a tres objetivos: la producción, la protección del entorno y el mantenimiento de la estructura social y económica de las áreas rurales.

Es posible que el principal problema para poder aplicar una política agraria comunitaria sea el de querer servir a todos los objetivos a la vez, y que sea uniforme con todos los sectores, sin causar agravios entre ellos. No pueden compaginarse objetivos y métodos de la agricultura y la ganadería ligada a la tierra con los de la agroindustria. No son iguales los problemas de contaminación de una explotación de producción intensiva que los de extensiva.

El agricultor ya no se relaciona sólo con su explotación de manera casi exclusiva, hoy está inmerso en un entorno complicado, tanto en sus intercambios comerciales como en sus relaciones con la administración. Se le plantean muchas decisiones, con un alto grado de incertidumbre, tanto en el aspecto puramente productivo como en el de las alternativas a la misma producción. En el mundo occidental o industrial, las explotaciones de vacas de leche ya no sólo tienen límites a la producción, sino que tienen límites en la generación de residuos. La producción de leche debe adaptarse a las limitaciones, no es suficiente saber producir, deben producir por debajo de la producción de referencia

La explotación de vacas de leche

(cuota), y lo deben hacer sin contaminar. Es evidente, que tanto el papel del ganadero como el del asesor han cambiado con relación a décadas anteriores en que lo importante era producir.

LOS PROBLEMAS DEL SECTOR AGRARIO EN EUROPA

Los problemas de la agricultura europea van desde los costes de financiación hasta la pérdida de confianza de los consumidores en relación con la seguridad y calidad de los alimentos, pasando por la superproducción, la disminución de las rentas agrarias, el endeudamiento y el peligro de la contaminación ambiental, y, ante todo esto, no se ve cómo la agricultura podrá enfrentarse en busca de soluciones (Morris y Winter, 1999). Actualmente el tipo de consejo no es como lo fue a mitad del siglo XX, en que se buscaba cómo producir un determinado producto. Hay un sector que produce alimentos y un sector que los procesa, y, sobre todo, hay una sociedad que pide alimentos ajustados en precio y calidad, que sean seguros sanitariamente, y que los procesos productivos respeten el bienestar animal, el equilibrio biológico y el entorno. Todo esto son esquemas nuevos que requieren un tratamiento nuevo y un control global (Whittemore, 1998). Estas citas de hace ya diez años, nuevamente son actuales a raíz de la redefinición de los objetivos de la política agraria comunitaria.

LAS CRISIS ALIMENTICIAS Y EL HAMBRE EN EL MUNDO

Desde finales de la década de los 80, las crisis alimenticias se suceden de manera casi sistemática en la mayoría de los sectores agrícolas y ganaderos de los países más industrializados. Casi nadie asume las causas, y la mayoría esquivo las consecuencias. Todos dicen buscar la verdad, investigar para causas nobles, para erradicar el hambre, pero pocos se preocupan de los procesos que hacen cambiar el entorno, de los problemas de la reversibilidad, del impacto ambiental, entre otros muchos; este vacío deja en manos de ecologistas temas que deberían abordar las instituciones oficiales de investigación, que por su mera adscripción a la función pública deben ser independientes. Con demasiada frecuencia se mezclan, por ejemplo, las virtudes de los transgénicos con la lucha contra el hambre, como años atrás la revolución verde debería haber acabado con el hambre. En nuestra opinión, solo la aplicación de modelos de comunicación para la innovación, no dirigidos a un fin concreto desde instancias alejadas de los países menos industrializados, podrá ayudar a erradicar el hambre y a acortar las distancias entre unos y otros. Si para una persona alcanzar la dignidad es vivir su propia vida y conducir los asuntos que le incumben, por modestos que sean (T. Mann), lo mismo debería aplicarse a esos países menos industrializados, a los que todos pretenden ayudar.

VISIÓN DEL EXPERTO Y DEL CONSUMIDOR ANTE LOS RIESGOS

Los riesgos se ven de manera diferente, según sea el experto en el tema que ocasiona el riesgo, o según sea el consumidor (Bonny, 2000). Para el experto, el riesgo es la probabilidad de que alguna cosa no deseada pase, y la gravedad de sus consecuencias (nº muertes/año, etc.). Para el consumidor, el riesgo es un conjunto de factores, y su reacción depende del conocimiento que tenga del riesgo. El consumidor no admite no estar informado, y no se le debe confundir, ya que él quiere asumir el riesgo al tomar una decisión (Bonny, 2000). Sobre la actitud del consumidor influye, también, la proximidad o lejanía del riesgo. Cuando en los años 1996 y siguientes se hablaba de las *encefalopatías espongiiformes (vacas locas)* que ocurrían en Inglaterra, se veía más la anécdota que el problema, pero cuando a finales del 2000 se detectaron los primeros casos en España, se desató el pánico hacia el consumo de carne de bovino.

Modelo de comunicación

Por tanto, la aceptación del riesgo es función de la confianza que el consumidor tenga hacia las instituciones que gestionan la crisis (Bonny, 2000). Si percibe que privan los intereses económicos, la aceptación será baja y de difícil recuperación, y si percibe que hay acumulación de poder en los gestores, la sensación de impotencia aumenta y opta por no consumir, en definitiva no acepta el riesgo, aún a sabiendas que la probabilidad de contagio o de contaminación sea muy pequeña. En las crisis alimenticias el modelo de comunicación para la innovación, en cuanto modelo de información y proximidad al consumidor, podría ser un elemento clave en su gestión.

LAS REACCIONES DEL SECTOR

Las respuestas del sector ante una crisis alimenticia, o crisis de confianza por parte del consumidor, pasan por diferentes modalidades y etapas: la primera tendencia es ignorar las motivaciones, y pasar al contraataque condenándolas por irracionales; si la crisis continua, se cree que hay que educar al consumidor, con las consiguientes puestas en escena, por parte de los administradores y los responsables del sector, para incitar al consumo. A continuación, se insiste en comparaciones de riesgos con otros más inmediatos. Si la crisis no desaparece, el sector se divide, unos se aferran a continuar como antes, a la espera de tiempos mejores, otros creen que se tienen que hacer campañas más progresistas, con la esperanza de seguir con los mismos procesos productivos, y unos pocos se apuntan a cambiar los métodos de producción (Bonny, 2000).

CAMBIOS DE CONTEXTO

La producción de leche está en continua reestructuración, baja el número de vacas, aumenta el rendimiento por vaca, y cada vez hay menos explotaciones. Para hacer llegar a estas explotaciones la información y la formación necesarias se requiere de nuevos planteamientos en su ejecución (Hutjens y Baltz, 2000). La explotación debe estudiarse en su conjunto, y debe estudiarse el conjunto de explotaciones.

En Europa, desde finales de 1970, se investiga para dar respuesta a los problemas de contaminación ambiental causados por las modernas prácticas de explotación puestas en boga desde los inicios de los años 60. La lucha integrada contra plagas ya se investigaba desde los años 20. En los Países Bajos desde 1994 se abre paso al sistema integrado de producción. En el Reino Unido también hay proyectos de investigación, como son el estudio de sistemas de control de plagas, sin pesticidas, supervisado e integrado, etc. Se constata un interés por nuevos modelos de producción, que va en aumento a partir de las crisis alimenticias (Morris y Winter, 1999).

EL SISTEMA INTEGRADO DE EXPLOTACIÓN

Entre la agricultura convencional y la ecológica o biológica se abre paso, al menos en el terreno teórico, el sistema integrado de explotación ("*integrated farming system*"), también conocido como el manejo integrado de cultivos ("*integrated crop management*"), el cual proporciona al agricultor la oportunidad de ir hacia un sistema que no es tan riguroso o extremado como la agricultura ecológica, en cuanto a requisitos legales de manejo, ni tan inaceptable como es, por ejemplo, el monocultivo de cereales. Es un sistema que busca un equilibrio entre la producción y el mantenimiento del entorno (Morris y Winter, 1999).

La explotación de vacas de leche

Los principios del sistema integrado de explotación son los siguientes (Morris y Winter, 1999): a) Rotación de cultivos, b) Arar el mínimo posible, para evitar la erosión del suelo y la volatilización del N, c) Implantar cultivares resistentes a las enfermedades, d) Modificar el tiempo de las siembras, e) Aplicar objetivos y racionalizar los nutrientes, f) Hacer un uso racional de los pesticidas en caso necesario, g) Dedicar los márgenes de los campos para crear hábitat para los depredadores, h) Utilizar sistemas de arar que favorezcan el control natural de plagas, mejorar la estructura del suelo y reducir la demanda externa de N, i) Modificar las secuencias de cultivos para así aumentar la diversidad, y j) Promocionar la biodiversidad, para que entre el 3 y 5% de la SAU sea para la vegetación no agrícola. Todo esto es un conjunto de técnicas que no son nuevas, pero que se deberán aplicar simultáneamente, de manera integrada o combinada (Morris y Winter, 1999). Todos estos principios, en general bien formulados, en cuanto aparece una época de escasez de alimentos y, por consiguiente, el aumento de los precios, se abandonan y su puesta en práctica casi pasa desapercibida.

Si bien este sistema integrado de explotación se ha desarrollado, principalmente, para las explotaciones agrícolas, se cree que sus principios se podrían aplicar a las explotaciones de vacas de leche, y a otros tipos de explotaciones ganaderas. Cabría pensar que muchas prácticas realizadas en las explotaciones de vacas de leche, podrían formar parte de un sistema integrado de explotación. Los ejemplos que se pueden señalar son los siguientes: que en el racionamiento alimenticio se respeten las condiciones fisiológicas de la vaca como rumiante; que en la reproducción se promueva la vigilancia de los celos antes que el uso de prostaglandinas; que en la recría o renovación de animales se respete su bienestar, evitar cubriciones antes de los 15 meses, y que la renovación de las vacas no sea una consecuencia de la presión productiva; que en el ordeño no se sobrepasen los dos ordeños diarios, ni se utilicen prácticas hormonales para la venida de la leche; que la gestión del estiércol se haga conforme a la capacidad de absorción del suelo y los cultivos, y que, en consecuencia, las cargas ganaderas sean óptimas para la producción y la conservación del suelo agrícola y para el mantenimiento de los acuíferos; que en el diseño y en la práctica se eviten situaciones de estrés, provocadas por falta de espacio.

La aplicación de un sistema integrado de explotación, tanto en agricultura como en ganadería, no es instantáneo, requiere de un período de transición durante el cual el margen económico de la explotación podrá verse afectado negativamente. Los agricultores o los ganaderos que quisieran poner en práctica este sistema, deberían prepararse tanto en aspectos técnicos como en actitudes y en conocimientos. Se necesita un tipo de formación, de información y de equipamiento adecuados al sistema integrado que se quiera desarrollar. Sea este el sistema del futuro, o sea otro por descubrir, lo cierto es que cualquier proceso productivo deberá respetar las limitaciones y las condiciones del medio donde vaya a desarrollarse. Y para su puesta a punto se requiere, además, una nueva concepción de transferir conocimientos y métodos.

Modelo de comunicación



Experiencias sobre producción forrajera (Sa Granja, Visita de ganaderos a una explotación de vacas de leche Maó)

MODELO DE COMUNICACIÓN PARA LA INNOVACIÓN

CONCEPTO DE EXTENSIÓN O COMUNICACIÓN PARA LA INNOVACIÓN

Lo que se entiende por comunicación para la innovación agraria no está bien expresado con el término extensión, ya que éste tiene un sentido lineal, de flujo unidireccional de la información hacia los agricultores, cuando en realidad la comunicación para la innovación agraria se basa en acciones multidireccionales (Farrington, 1995).

Extensión no es una palabra que se encuentre fácilmente definida; ni aún en los diferentes diccionarios consultados, al igual que pasa con el verbo extender. En sus primeras acepciones no hay ninguna definición o descripción que se adapte a la labor de extensión agraria. En el diccionario de la Real Academia Española (1992) en su novena acepción del verbo extender, se dice: *“alcanzar la fuerza, virtud o eficacia de una cosa a influir u obrar en otras”*. No es del todo satisfactoria, pero al fin se encuentra una definición próxima a lo que se quiere expresar. No parece, por tanto, que se pueda dar una definición clara, corta y concreta de este trabajo. Al menos, se deberá desechar la posibilidad de que la palabra extensión sea entendida por todo el mundo como actividad determinada y requerirá de explicaciones complementarias. Y, por ello, siguiendo a Leeuwis (2004), se opta por comunicación para la innovación, en lugar de extensión, tratando con ello de englobar a todo el personal técnico dedicado a la labor de inducir y ayudar al cambio en el sector agrario. Según este autor, la comunicación para la innovación engloba una serie de intervenciones técnicas de carácter comunicativo, llevadas a cabo por profesionales, las cuales van encaminadas a desarrollar, a inducir, nuevas formas de comunicación y de compromiso entre la gente; encaminadas, también, a desarrollar nuevos dispositivos técnicos y fenómenos naturales, y todo ello con la finalidad de que, supuestamente, se va ayudar a resolver

La explotación de vacas de leche

situaciones problemáticas, situaciones que podrán ser definidas o interpretadas de manera diferente por los actores implicados en el proceso.

Hay ejemplos de disciplinas o de actividades que quedan más o menos claros con sólo pronunciar las palabras que pretenden definirlos. Por enseñanza, formación o capacitación, se entiende que son palabras que indican un carácter docente; y que pueden definirse como la acción de transmitir conocimientos de manera sistemática y regulada, sin que ello signifique que en el desarrollo de esta disciplina se utilicen métodos de otras actividades. El profesor, el educador, transmite sus conocimientos, de manera sistemática y regulada, con programas, horarios, dependencias, etc., hacia un determinado alumnado, sea en educación primaria, en formación profesional o en la universitaria. En principio el alumno no tiene por qué tener conocimientos previos sobre la materia que se le va a transmitir.

Otra actividad con nombre propio puede ser la investigación, investigar, que se define, como la realización de actividades intelectuales y experimentales de manera sistemática, con el objetivo de aumentar los conocimientos. Al igual que pasa con la formación, el investigador puede analizar y detectar problemas sobre los cuales quiere encontrar soluciones a preguntas o hipótesis planteadas, asimismo el investigador puede estudiar medidas alternativas, o investigar aquello que crea necesario para la sociedad. En algunos casos, los organismos de investigación requieren a sus investigadores que realicen tareas divulgativas, cuando en realidad lo que se busca es dar a conocer aquello que se investiga. A veces se confunde el dar a conocer los resultados de la investigación realizada, con la divulgación de conocimientos, y ésta con la transmisión de conocimientos.

Otra actividad objeto de este análisis es la divulgación, y, también, la transferencia de tecnología. La divulgación pone al alcance del público una idea, una cosa, un conocimiento. El destinatario de la acción divulgadora no tiene por qué tener conocimientos previos de lo divulgado, al igual que le pasa al alumno, en la mayoría de casos. El divulgador, conocedor de esta posibilidad, deberá saber transmitir con claridad, de manera concisa un mensaje, para que el destinatario aumente sus conocimientos, y que, en algunos casos, sea capaz de emprender una acción o actividad. Si bien en esta última opción es mejor hablar de información. En realidad en la acción divulgativa no se busca una reacción inmediata. En cambio se informa para que el destinatario realice algo de manera inmediata, y de acuerdo con el mensaje de la información. Por ejemplo, informar sobre cómo actuar frente a una epidemia. En cada acción, del divulgador, del educador o del investigador, puede haber retroalimentación en los casos en que su trabajo se dirija a terceras personas, que enriquecerá al actor de la misma, pero a veces no es una premisa necesaria para el desarrollo de sus trabajos.

Está muy arraigado en los ambientes universitarios y de investigación, asimilar asesoramiento o extensión con transferencia tecnológica, creándose una cierta confusión. El problema no está tanto en su denominación, como en su contenido, y sobre todo en su método. Lo que se entiende por extensión, en su terminología pretérita, o comunicación para la innovación, tiene un sentido más abierto que el de transferencia tecnológica, pudiéndose describir como el proceso de *“ayudar a los agricultores, mediante un uso sistemático de la comunicación, a resolver sus problemas, contribuyendo los dos – asesor y agricultor – con sus conocimientos y capacidades”* (Albrecht, en Kidd *et al*, 2000).

Extensión también se asocia a la transferencia tecnológica y a proyectos de *“arriba abajo”* propios de un Estado centralizado y burocratizado (Kidd *et al*, 2000). En la misma línea se expresan otros autores al referirse a la organización de extensión en el mundo, ya que, en general, el papel tradicional de extensión en los países menos industrializados es la transferencia de tecnologías desarrolladas en los institutos de investigación (Van den Ban y Hawkins, 1996). En cambio, en los países más industrializados

Modelo de comunicación

la comunicación para la innovación detecta problemas, o ayuda a detectarlos, y juntamente con el agricultor se buscan las soluciones. En definitiva, para algunos autores, la transferencia de tecnologías tiene como punto de partida una nueva tecnología desarrollada en un instituto de investigación, y, en cambio, en la moderna extensión el punto de partida es el problema del agricultor.

Los que han trabajado en extensión agraria pueden aplicarse también lo que decía Cervantes en boca de Don Quijote: *“los oficios mudan las costumbres”*, ya que el trabajo de extensión implica integración con el destinatario. Sea como sea, lo cierto es que es, o debería ser, una manera de entender y de acercarse al mundo real del agricultor.

El trabajo de comunicación para la innovación debe explicarse a través de los siguientes puntos del proceso (Van den Ban y Hawkins, 1996):

- Ayudar a los agricultores a analizar la situación presente y las expectativas de futuro
- A través de este análisis se les ayuda a tomar conciencia de los problemas detectados
- El análisis de la situación y la detección de los problemas incrementarán sus conocimientos, a la vez que los estructurarán
- Los problemas detectados obligan a adquirir conocimientos específicos, para así solucionarlos con medidas alternativas
- El agricultor, de esta forma, se encontrará ante una serie de soluciones a los problemas planteados, debiendo elegir la más conveniente o la óptima y, en este punto, el profesional podrá ayudarle en la toma de decisiones
- Con todos estos pasos se aumentan las motivaciones del agricultor, de tal manera que en el futuro será capaz de implementar sus propias elecciones, y a tomar decisiones óptimas para su explotación
- Este proceso, por último, tiene como estímulo el intercambio de información con sus colegas.

En conclusión, y como resumen, las etapas de este trabajo de comunicación son el análisis y la detección de los problemas, el incremento de los conocimientos, interactuando entre sí, el asesor y el agricultor, el estudio de las medidas alternativas a los problemas, la elección de las soluciones óptimas, y, por último, el intercambio de informaciones y experiencias. Ninguna de las etapas puede eludirse si se quiere realizar el trabajo en plenitud, ya que el objetivo final no es otro que el agricultor sea dueño de sus decisiones, y, por tanto, también de sus errores.

El inicio del trabajo está en el diagnóstico de las condiciones agrarias, ecológicas, sociales y económicas del agricultor, así como de sus limitaciones y oportunidades, para así continuar con la necesaria transmisión de mensajes y la creación de conocimientos, dando una importancia capital a la retroalimentación, como eje de reorientaciones futuras (Farrington, 1995). El trabajo de comunicación para la innovación ha de desarrollar las relaciones con los investigadores, con los gobiernos, con las ONG, con las organizaciones de los agricultores, con las entidades bancarias y con el sector comercial (Farrington, 1995). Se entiende, en todos los casos, que esta relación debe basarse en la independencia de los actores.

METODOLOGÍA

La comunicación para la innovación como disciplina o materia de estudio es una ciencia orientada a la toma de decisiones, en el sentido de que hay en ella una preocupación por saber si el cambio se ha

La explotación de vacas de leche

producido. En las ciencias orientadas a las conclusiones, en general, el esfuerzo científico cesa cuando se ha producido o creado la cosa que pueda aplicarse. El mismo hecho de investigar sobre la educación en comunicación para la innovación es una herramienta para el cambio (Van den Ban y Hawkins, 1996). El acto de preguntarse sobre alguna cosa puede inducir a cambiar una actitud, en cambio, en las ciencias físicas, por ejemplo, cuando se hace una medición, este acto no cambia la cosa medida.

Con ello se quiere decir que se requieren investigaciones sobre la educación en comunicación, ya que el profesional encargado de este trabajo necesitará de un equipo de investigadores, que le ayuden en el proceso de comunicación para la innovación. Equipo que abarcará desde aspectos psicológicos a sociales, sin descuidar los antropológicos, entre otros.



Reunión informativa de técnicos de extensión



Educar para la comunicación

INFLUIR EN EL COMPORTAMIENTO HUMANO PARA ESTIMULAR A TOMAR DECISIONES

Uno de los aspectos más importantes del trabajo de comunicación para la innovación es influir en el comportamiento humano. Sin duda hay muchas maneras y métodos de hacerlo, y ninguno, en principio, es excluyente de los demás, ya que hay tantas o más circunstancias que métodos, y en muchas ocasiones se pueden complementar.

Pueden citarse los siguientes (Van den Ban y Hawkins, 1996): la compulsión o coerción, que es el que se ejerce desde posiciones de poder, y no necesariamente se han de referir a actos represivos; el intercambio, referido a servicios, favores, entre personas o grupos, incluyendo también el intercambio comercial; el asesoramiento, que es la elección de una solución a un problema planteado, y en el que el destinatario está de acuerdo sobre la materia objeto de asesoramiento; el método de influir directamente, cuando se sabe que el destinatario no es capaz de solucionar un problema, por desconocimiento o incapacidad, y en este método se pueden incluir la mayoría de programas formativos y educativos; la manipulación, que es la influencia sobre el conocimiento y sobre las actitudes, sin que el destinatario sea consciente de la acción, y tampoco necesariamente es un método negativo, ya que en muchas ocasiones se requiere, por ejemplo, alertar sobre la peligrosidad de algún producto, o de la obligatoriedad de cumplir con un código de convivencia; proporcionar recursos, propio de las administraciones públicas, en que si el destinatario quiere alcanzar un objetivo y no tiene suficientes medios para hacerlo a corto plazo, la administración, por ejemplo, abre la línea de créditos blandos; proporcionar servicios, es un método de influir en el comportamiento humano en el que se suplanta la

Modelo de comunicación

acción del usuario, y éste está de acuerdo; y, por último, el método de cambiar la estructura socioeconómica, el cual es un método que se hace desde el poder, en el sentido de que el cambio propuesto sobrepasa una explotación, e incluso un grupo.

Sin duda el profesional deberá estar preparado para afrontar cualquiera de los métodos anteriores. En general, su actuación podrá ir en dos direcciones, una en la cual se persuadirá o incitará al agricultor, o a los agricultores, a cambiar, y otra en que se intentará crear una situación propicia para que sean los agricultores los que tomen decisiones por sí mismos, para de este modo incrementar la habilidad de hacerlo. Dependerá de los objetivos que se hayan planteado en el trabajo de comunicación para la innovación. Persuadir al cambio crea dependencia hacia el asesor o el funcionario, en cambio estimular a tomar decisiones da autonomía y responsabilidad al agricultor, siendo, por tanto, un método que crea opinión (Van den Ban y Hawkins, 1996).

Cuando se habla de cambiar se refiere a la adopción de una solución a un problema detectado, o planteado. Evidentemente que la labor de comunicación para la innovación no es incitar al cambio, ni tampoco es la de enseñar, es la de hacer aflorar problemas subyacentes, hacerlos visibles. El sentido de cambio no sólo debe darse en el campo de las tecnologías de la producción (*hardware*), sino en el de los sistemas de manejo de la explotación (*software*), que son los que en definitiva controla el agricultor.

CONOCIMIENTOS Y ACTITUDES DEL AGRICULTOR

Si, como se ha visto, una de las misiones y métodos de este trabajo, es la de influir en el comportamiento humano, de tal manera que se le estimule a tomar decisiones, se deberá conocer previamente qué conocimientos y actitudes tiene el agricultor, y lógicamente el agricultor es un elemento más de la sociedad, con las peculiaridades que se quiera, y como tal requerirá de un análisis con profundidad de cada caso. Análisis que sólo se producirá desde el contacto y la proximidad del profesional.

Conviene no olvidar, sin embargo, que hay dos tipos principales de conocimiento, el estándar o codificado, que es explícito y fácil de transferir, y el tácito o local, que es personal y depende del contexto, y que para su transferencia se requiere de la interacción personal en un marco de experiencias compartidas (Morris y Winter, 1999).

En el proceso de modernización de la agricultura, se aplica, mayoritariamente, el esquema I+D basado en el sistema tradicional de conocimientos, sin tener en cuenta, y en muchos casos desplazando, el proceso de conocimientos del agricultor, sin preocuparse siquiera de cuáles son sus principales fuentes de información, como si se tratará de un elemento pasivo (Morris y Winter, 1999). Se deben conocer cuáles son las principales fuentes del conocimiento para el agricultor en activo. La primera y principal, y a veces única, es la que obtiene a través de la experiencia de sus colegas. Le sigue en importancia la que le dan las organizaciones de asesoramiento, y de información en general. Otra fuente es lo que el agricultor, por sus propios medios, obtiene de la consulta de algunas disciplinas sobre el manejo de las explotaciones, como pueden ser libros y diversas informaciones técnicas, o también de la vida cotidiana, medios de comunicación y, sobretodo, de los mercados de productos. También las compañías privadas de servicios y productos, los consultores privados, los veterinarios, la política gubernamental, las organizaciones sindicales, son otras fuentes del conocimiento (Van den Ban y Hawkins, 1996).

Puede deducirse que este listado de las fuentes del conocimiento es propio de aquellos países o zonas en donde está, o estaba, en activo alguna organización de extensión o de asesoramiento. También cabe

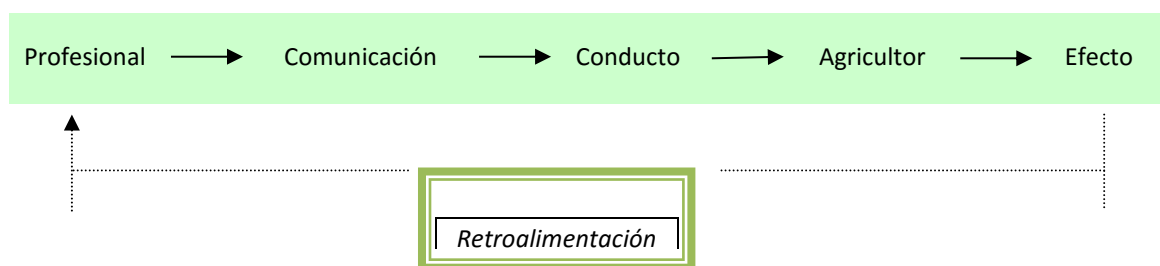
La explotación de vacas de leche

aclarar que, en los países en que existía, o existe, algún trabajo de este tipo, los sindicatos u organizaciones sindicales no suplían su labor, es decir, se dedicaban a temas sindicales y no a labores de formación y asesoramiento en temas técnicos.

LA TRANSMISIÓN DE IDEAS Y MENSAJES

Es evidente, por tanto, que acercarse al mundo del agricultor requiere algo más que paciencia. Saber transmitir ideas, conocimientos y mensajes es una de las funciones del profesional de la comunicación y, por tanto, una de sus herramientas principales. Está, sin embargo, muy en boga hablar de buenos comunicadores, confundiendo la actitud con la aptitud, como si la actitud sea más importante que la capacidad para comunicar, y no hay buen comunicador si no hay nada para comunicar.

En el siguiente esquema se resume la comunicación entre el técnico de comunicación para la innovación y el agricultor (Van den Ban y Hawkins, 1996):



En este proceso, la comunicación se hace a través de un canal, que puede ser un contacto directo, una reunión participativa, un medio audiovisual, etc.; el agricultor lo recibe, y a su vez, tiene una opinión sobre el mensaje, una opinión y una posición previa, y puede cambiar de opinión o no, puede añadir algún punto de vista, o simplemente puede rechazarla, con o sin argumentos, pero en cualquier caso el profesional recibirá un mensaje, y lo recibirá porque va implícito en su trabajo, se espera la influencia que se ha hecho en el receptor.

Los símbolos son importantes en este proceso de transmisión. Por símbolo debemos entender palabras, signos, gestos, dibujos, etc. Un símbolo no tiene significado por sí mismo, su significado está en las personas que los emiten y reciben. Dos personas no dan el mismo significado a las palabras, sin embargo sí que debe haber una zona de intersección en la que se encuentren (Van den Ban y Hawkins, 1996). En el trabajo de comunicación para la innovación hay un reconocimiento del profesional y del agricultor, reconocimiento que habrá sido trabajado previamente. Sin duda, recordar es más difícil que reconocer, ya que el reconocimiento es inconsciente y automático, pero sólo se reconoce algo que previamente se ha conocido (Gombrich, 2000). El reconocimiento requiere cierta base de codificación, del uso de símbolos, que hagan más fácil la comunicación (Gombrich, 2003).

PROCESO PARA INTRODUCIR UNA INNOVACIÓN

Llegados a este punto, en que se tienen que transmitir ideas y mensajes, con los medios más adecuados, y siempre basándose en los conocimientos del agricultor, y en sus formas de recibirlos, con el objetivo último de incitarle a tomar decisiones, se hace conveniente dedicar un espacio al proceso que se sigue o debería seguirse para introducir una innovación.

Modelo de comunicación

Una innovación es una idea, método u objeto que es percibido como novedad por un individuo, o por un grupo de individuos. Por tanto, el concepto de innovación es distinto del de invención, y tiene como sinónimos el cambio, la novedad, y hasta la sustitución (Van den Ban y Hawkins, 1996). El proceso que sigue una innovación está compuesto por los siguientes puntos, en orden secuencial:

1. Conocimiento de su existencia;
2. Interés por la misma;
3. Evaluación de su adaptación o no;
4. Probarla;
5. Adoptarla;
6. Implementarla;
- y 7. Confirmarla

La adopción e implementación total de una innovación dependen de la cosa innovada y de la preparación para esta cosa, y, contrariamente a lo que se supone, la edad no tiene demasiada influencia en la definitiva confirmación de la innovación (Van den Ban y Hawkins, 1996). A veces se tiene la fijación de que el agricultor es conservador por naturaleza, y que le cuesta adoptar innovaciones, en cambio, en la mayoría de casos, es la estructura social la que es rígida e impide el cambio. Para el proceso de innovación hay interrelaciones entre el medio o entorno, la innovación propiamente dicha, el agricultor y su explotación, los cuales deben conocerse para que el proceso se lleve a cabo. Los intercambios entre los agricultores, como ya se ha indicado, son determinantes, y en ellos juega un papel destacado el líder, que no necesariamente tiene porqué ser el más innovador, puede ser el líder de la estructura social.

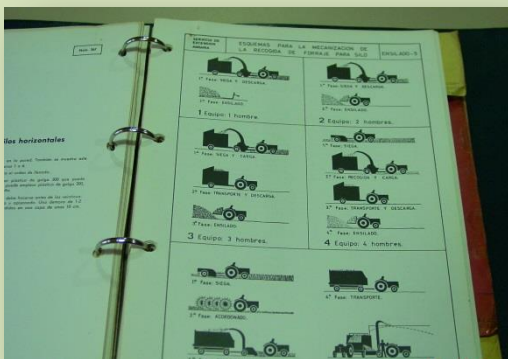
Las características principales para conocer la tasa de adopción de una innovación son las siguientes: **ventaja relativa, compatibilidad, complejidad, que se pueda probar, y que pueda observarse**. La ventaja relativa es lo que percibe el agricultor en la adopción o no de una innovación, y que muchas veces no coincide con la ventaja que ve el técnico. Por ejemplo, la ventaja de aumentar la producción puede convertirse en un problema, sobretodo en una zona donde ésta se controle. La compatibilidad significa que toda innovación deberá ser factible, no sólo con el manejo de la explotación, sino con los valores socio culturales y de creencias. Esto último, será importante, sobre todo, en el aspecto innovador de ideas. En toda adopción de una innovación las experiencias previas influirán sobremedida en su implantación efectiva.

La complejidad es un aspecto muy importante ya que, con mucha frecuencia, no se adoptan innovaciones por la complejidad en su implementación dentro del manejo de la explotación. Sobre esto habría innumerables ejemplos en que la supuesta bondad o ventaja de la innovación topan en la adaptación a las condiciones del manejo. Qué se pueda probar, y observar, son las características más importantes en la adopción. Y si se puede probar y observar en la misma explotación aún mejor. La implementación final, que es la puesta a punto en la propia explotación, puede introducir cambios en el manejo, e incluso en la propia innovación. Hay muchos agricultores que cambian el sentido inicial de la innovación para hacerla compatible con su sistema productivo. Es este un aspecto que el técnico en comunicación para la innovación no debe descuidar, y el investigador debería interesarse por este proceso o etapa de la innovación.

La explotación de vacas de leche



Material técnico para introducir innovaciones



RECURSOS Y HERRAMIENTAS PARA LA INTRODUCCIÓN DE INNOVACIONES

Los recursos y herramientas que un profesional puede utilizar para la introducción de innovaciones son múltiples: las visitas a la explotación, las charlas, cursos y conferencias, las hojas de información y de divulgación, técnica y general, los artículos en las revistas más comunes a los agricultores, los programas de medios audiovisuales, las reuniones participativas, los ensayos y demostraciones de resultados, etc. El asesor deberá discernir sobre qué método es el más adecuado para cada tipo de innovación, o simplemente para cada tipo de actuación, y si es más importante ayudar a comprender un fenómeno que ayudar a implementar una innovación, ya que éstas no se adaptan si el agricultor no ha entendido el fenómeno de cambio que se pueda producir.

MODELOS DE ESTUDIO

El profesional necesita modelos que le ayuden a estudiar la explotación y su entorno, no es suficiente tener buena disposición en atender al agricultor, deberá hacer estudios de viabilidad, estudios sobre la

Modelo de comunicación

influencia de una innovación en todos los parámetros de la explotación, y de optimización, en los que se incluyan los costes de oportunidad y las interacciones biológicas (Pannell, 1999). La dificultad en obtener datos requiere de modelos que prevean la falta de algunos de ellos, y que sean fáciles de manejo, y que empleen un lenguaje informático amable con el usuario. Los modelos de análisis, a su vez, deben ser flexibles y abarcar toda la explotación, y no sólo un tipo de producción, en los casos de diversidad. A veces una sencilla hoja de cálculo puede abarcar todos los factores de la explotación (Bernet *et al*, 2001). En definitiva, un modelo será bueno cuando sea capaz de captar la realidad, a través de un uso sencillo. Con demasiada frecuencia la complejidad de la implementación informática los hace de difícil manejo, y con ello se impide una comunicación fluida entre investigadores, asesores, y agricultores.

MODELOS DE UNIÓN O RELACIÓN ENTRE LA INVESTIGACIÓN Y LA DIFUSIÓN

Otro de los recursos del asesor, como profesional de la comunicación para la innovación, es la relación con los institutos de investigación. De cómo esté estructurada esta relación dependerá la manera de llegar al agricultor. Se pueden considerar tres tipos de modelos para difundir los conocimientos o las innovaciones: modelo clásico, modelo de interacción social, y el modelo de comunicación para la innovación.

El modelo clásico es un modelo “arriba abajo”, ya que se inicia en la investigación y acaba en la difusión. Es, por tanto, lineal y unidireccional, y sus eslabones son: investigación básica, investigación aplicada, desarrollo y difusión.

El modelo de la interacción social es aquel en que se fuerza la difusión de innovaciones. La investigación ha creado una invención, y alguien cree que debe convertirse en innovación, para lo cual realiza campañas para darla a conocer, con la intención de que sea adoptada e, incluso, adaptada por un agricultor.

El modelo de comunicación para la innovación es el modelo que parte de la detección de un problema hasta llegar a su solución. En él no necesariamente interviene la investigación directamente, a veces la resolución parte de investigaciones ya realizadas pero no conocidas o aplicadas. El técnico de comunicación para la innovación actúa como tutor, no como conductor del cambio.

HOJAS DE COMUNICACIÓN PARA LA INNOVACIÓN

Otra de las herramientas son las hojas informativas y de divulgación, técnicas y generales. Las hojas informativas de carácter general son elementos de comunicación del asesor con el agricultor, en las cuales se dan a conocer anuncios de diversos eventos, desde la convocatoria de una reunión hasta el anuncio de las normas para obtener una subvención. Por tanto, deberán ser fáciles de leer y de comprensión total.

Las hojas de información técnica se utilizan para dar respuesta a una inquietud del agricultor, y para ello requieren de un conocimiento previo sobre lo que realmente el agricultor puede captar, y sobre la tecnología que se quiere transmitir. La estructura de la hoja deberá tener entidad propia, es decir que se deberá entender en su totalidad, aunque sí que es posible incluir en su redacción incitaciones, directas o indirectas, a la lectura de otras informaciones. Para incitar a la búsqueda de otras informaciones es importante utilizar contrastes o novedades que seduzcan la atención del lector. Sin perder de vista que

La explotación de vacas de leche

no se debe frustrar al lector con algo inexistente o incomprensible. Por otro lado, si se incluyen imágenes, el texto pasará a ser su acompañante y no al revés (Berger *et al*, 2000).

Es importante que en la redacción de una hoja de información técnica se tenga presente que la percepción o apreciación de una cosa, depende de nuestra manera de ver, y al verla se está previamente influenciado por aquello que sabemos o creemos saber sobre la cosa (Berger *et al*, 2000; Berger, 2001), y, por esto mismo, se recurrirá al uso de fotos y esquemas sólo en el caso de conocer, previamente, el impacto producido.

Las hojas de divulgación son un material no específico para el trabajo cotidiano del asesor. La pretensión de una hoja de divulgación es dar a conocer un fenómeno – físico, químico, biológico, o de cualquier otra modalidad–, un sistema de producción, un método técnico, etc., a un público no especializado en el tema a divulgar.

LAS REUNIONES PARTICIPATIVAS

Una herramienta o método de trabajo importante son las reuniones participativas, distintas de las charlas, conferencias y cursos. El objetivo es discutir sobre un tema concreto, o sobre una innovación, entre el técnico especialista en el tema de la reunión, y un grupo de agricultores. La mayor utilidad de las reuniones participativas está en hacerlas con el objetivo de cambiar las prácticas de los sistemas de manejo de las explotaciones.

En una reunión es importante que las explicaciones sean técnicamente correctas, pero para adoptar las propuestas o las soluciones, según el *Institut de l'Élevage* (1993), se debe seguir un largo proceso que abarca las siguientes etapas y características:

- 1) Proceso de convicción, 2) Proceso de comunicación, 3) Proceso participativo, en el que las personas a las que hay que convencer participen en las discusiones, 4) Proceso de expresión, en el que es importante saber escuchar e interpretar las manifestaciones, 5) Proceso de exposición, con coherencia y suficientes ejemplos, 6) Proceso de argumentación y de debate, se tiene que debatir y argumentar aquello que se quiere transmitir, 7) Proceso de gestión de las objeciones, y 8) Final y balance, cuando la reunión se acaba se debe hacer un balance de los temas tratados, de las objeciones y de las conclusiones.

RELACIÓN CON OTRAS PROFESIONES

El técnico en comunicación para la innovación debe recurrir a la interacción con otras profesiones, aparte de las relaciones con la investigación agraria, o la educación agraria, o las ciencias de la comunicación, etc., como por ejemplo, la salud, la nutrición y planificación familiar; la economía familiar; el medio ambiente y conservación de la naturaleza; las oficinas de cambio o de búsqueda de trabajo; la educación continuada para adultos; los organismos de desarrollo rural, agrícola y ganadero, servicios gubernamentales de información; periodistas, etc.

EVOLUCIÓN DE LA EXTENSIÓN AGRARIA EN EL MUNDO

Hasta 1980, en la mayor parte del mundo industrializado, el sector público se encargó de la financiación y de la estructura de extensión agraria (Farrington, 1995). La producción de alimentos era el principal

Modelo de comunicación

objetivo, y toda innovación encaminada a satisfacerla era considerada un bien público. Había, a su vez, una conciencia generalizada de lo complicado de hacer llegar las innovaciones al mundo rural, y no había otro medio de información que la pública.

Dicha situación también fue idéntica en el Reino Unido (Whittemore, 1998) en donde los Servicios de Extensión (*National Agricultural Advisory Service*) se crearon a mitad del siglo XX, respondiendo a una situación en que había muchas explotaciones ineficientes, y una población activa que necesitaba alimentos en abundancia y baratos. El Estado no sólo subvencionaba la producción sino que daba un servicio de extensión gratuito.

A partir de la década de los 80, hay un rearme ideológico, coincidente con la superproducción en los países industrializados. Los puntos básicos de esta posición ideológica, que muchos abrazaron como dogma de fe para abrir el debate de la financiación de estos servicios, se indican a continuación (Kidd *et al*, 2000):

- Había una necesidad de reducir costes y ajustar las finanzas de los Estados
- Se creía que los gobiernos debían intervenir menos en las actividades productivas, con el argumento de que su intervención era ineficaz
- Había una necesidad de crear un entorno favorable a lo que se vino en llamar “*cultura de empresas*”
- La economía de mercado, a pesar de su potenciación, tenía algunos efectos negativos en el desarrollo de la sociedad que se debían corregir
- Se creía que era necesario aumentar la participación del destinatario, en este caso el agricultor, en la planificación de los servicios
- Se creó como base argumental en contra de los servicios públicos la denominada “*sociedad civil*”.

Todos estos puntos, convenientemente tratados, sirvieron para argumentar la necesidad de privatizar los servicios de asesoramiento en muchos países, asumiendo, para su finalidad, que el sector privado es más libre, sin trabas políticas y administrativas, que el público, y, en consecuencia, sería más ágil (Kidd *et al*, 2000). En realidad, cuando se pone a un usuario entre la disyuntiva de pagar unos servicios u otros, elegirá pagar por aquellos que le son de primera necesidad, como la salud, y dejará de hacerlo para aquellos que su eficacia no se alcanza más que a largo plazo. Además, en general, se tiende a pensar que un servicio gratuito es menos interesante que si se tiene que pagar directamente.

La cuestión de la necesidad de privatizar o no cualquier servicio, se tiene que ver desde el punto de vista de las prestaciones que se obtienen, no en elegir entre privado o público (Kidd *et al*, 2000). Lo importante no es cómo se paga, sino qué control se ejerce al pagar de una forma u otra, en función de la calidad de sus prestaciones.

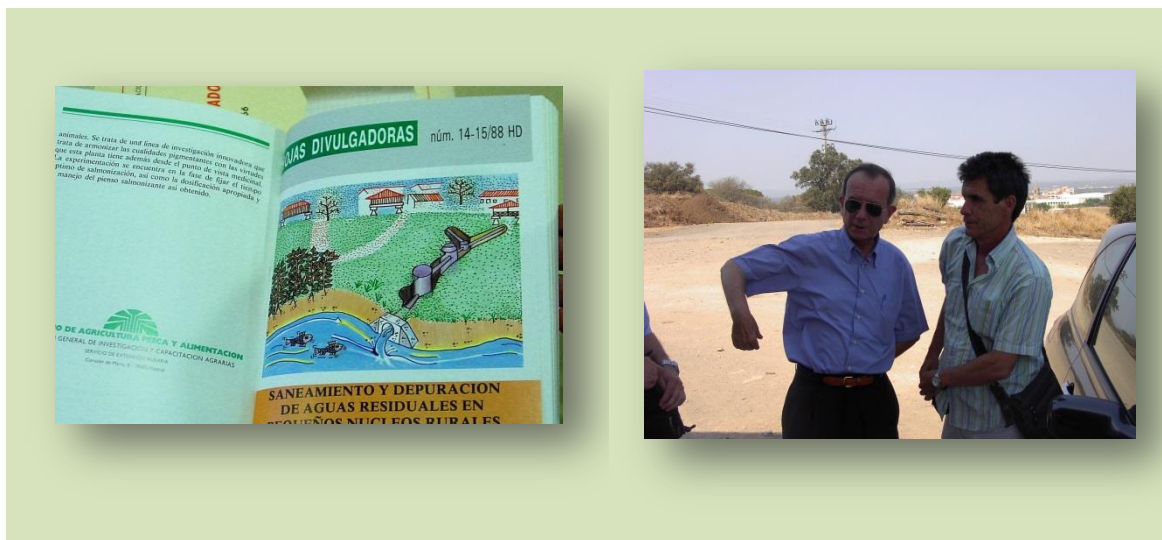
En los países industrializados, como pasó en el Reino Unido, el problema de privatizar los *agricultural advisory services* en la década de los 80, residía en la dificultad que suponía convertir, de repente, un servicio público en privado, ya que ni los funcionarios conocían las relaciones mercantiles ni el usuario estaba dispuesto a pagar por el mismo servicio hasta aquel momento gratuito (Whittemore, 1998). En muchos ambientes favorables a la privatización de los servicios públicos, se confundía, y se confunde, la competitividad con la competencia.

Lo cierto es que en muchas partes del mundo, los servicios públicos de asesoramiento, como el de extensión agraria, entró en crisis, y muchas ONG trataron de llenar su vacío. Sin embargo, en los países

La explotación de vacas de leche

menos industrializados, por la envergadura de los programas, fue muy difícil, y en la mayoría imposible, llevarlos adelante por falta de financiación (Bernet *et al*, 2001).

Según el informe NASULGC (2002), al inicio del siglo XX la sociedad es eminentemente agrícola, la población predominantemente rural, la revolución industrial estaba en auge, y todos los cambios sociales ocurrían dentro de los límites de una nación o estado. Ahora, la sociedad, según este informe, es heterogénea y urbana, y los vocablos más en uso son: globalización, consolidación, integración, absorción, entre otros. Los cambios demográficos y de implantación geográfica son amplios. Las áreas rurales, igual que pasa en los cascos antiguos de las ciudades, pierden población, pierden peso económico y vitalidad, hay deficiencias estructurales, y, por tanto, pierden peso político. En consecuencia, el capital inversor es escaso. No hay más solución que sus habitantes se esfuercen en la adaptación, y que los servicios de extensión reordenen su campo de acción, orientándolo a toda la sociedad (NASULGC, 2002).



Hojas de divulgación SEA

Personal eficiente en técnicas de comunicación para la innovación

En los últimos años hay una disminución de financiación de extensión en Estados Unidos, y hay voces que incitan a realizar programas más abiertos, en el sentido de abarcar más sectores de la población, y sus problemas, precisamente por la preparación de su personal. Y, en este sentido, diputados de Estados eminentemente agrícolas, reclaman que hay que demostrar que extensión es una inversión rentable, y creen que hay que hacer programas urbanos de extensión. Dichos programas van desde el uso racional del agua, a la mejora de la nutrición, buscándose, en definitiva, una sociedad responsable.

VALOR PÚBLICO DE LA COMUNICACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA

La corriente económica e ideológica, a la que se ha aludido anteriormente, ha colocado la presión sobre los gobiernos locales, o de los distritos federales de Estados Unidos de América (NASULGC, 2002) y estos la han traspasado a los *Cooperatives Extension Services*, de tal manera que estos servicios deben defender su trabajo y su financiación. Esto también ha pasado en otros países como por ejemplo en Nueva Zelanda (Allen y Kilvington, 2002), sin necesidad de hablar de aquellos países en que sí hubo extensión y ya no la hay, como en el nuestro, porque en estos casos ya no hay presión al no existir a quien presionar.

Modelo de comunicación

Los programas de comunicación para la innovación podrían identificarse como valor público (Kalambokidis, 2003). En contraste con el valor privado, que favorece a un individuo cuando compra un bien privado, el valor público se crea cuando un servicio beneficia al conjunto de la sociedad. No hay, en consecuencia, otra alternativa que preguntar al resto de la sociedad, sobre si un servicio que no reciben directamente lo consideran público o privado. Lo que no se puede hacer es preguntar al destinatario directo para discernir sobre su calificativo. Será necesario explicar al resto de la sociedad los beneficios que reciben indirectamente de un servicio público.

Hay que hacer un análisis para cada tipo de bien en su aspecto cualitativo, y, a partir de ahí, decidir el tipo de financiación a que hubiera lugar (Allen y Kilvington, 2002). La cualidad del bien podría ser de dos tipos: exclusiva y competidora. Hay cuatro tipos de bienes: privado, monopolio, recursos naturales públicos y bien público. La diferencia entre los recursos naturales públicos y un bien público estriba en que los naturales son competidores, porque son recursos limitados, ya que el uso que uno hace puede impedir que lo haga otro, en cambio el bien público no es competidor (Allen y Kilvington, 2002).

En cualquier caso para evaluar el trabajo de comunicación para la innovación, y por ende el de investigación, se deberá tener en cuenta una serie de factores o componentes del beneficio que genera, entre los cuales hay los siguientes: a) Hacer una predicción (antes) y una estimación (después) de los cambios biológicos, técnicos y de manejo que se generaran por la acción de comunicación para la innovación, b) Evaluar los efectos colaterales, como por ejemplo sobre los precios, la oferta y la demanda, etc., c) Evaluar los costes de llevar la acción propuesta a la práctica, d) Evaluar todo lo anterior en el ámbito de las explotaciones, e) Determinar el número de la explotaciones que quedarán afectadas por la acción propuesta, o por la innovación implementada f) Determinar el tiempo necesario para la adopción de la innovación, y g) Evaluar los costes de aplicar la innovación fuera del momento adecuado (Pannell, 1999).

En España se creó el Servicio de Extensión Agraria (SEA) en el año 1955, dependiendo su estructura y funcionamiento de la administración central hasta 1980, año en que se hicieron los primeros traspasos de competencias a las administraciones autonómicas. A partir de 1980, la evolución del SEA hasta su desaparición como servicio público es muy similar a lo que se ha venido exponiendo. La función esencial de los servicios públicos es satisfacer las necesidades de los ciudadanos, y los políticos deben establecer las bases del servicio y determinar quiénes son sus beneficiarios (Olías de Lima, 2003). Determinar quién es el cliente de un servicio público es una labor complicada, ya que si bien se puede definir que el cliente es todo aquel a quien se reconoce el derecho para acceder a un servicio, determinar a quién corresponde este derecho requiere una apuesta de futuro. Sobre todo en el caso de la comunicación para la innovación agraria.

3.- GESTIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

INTRODUCCIÓN

Para tomar decisiones en una explotación hace falta conocer los resultados económicos globales y la participación de cada factor en el conjunto. Es necesario diferenciar entre lo que es contabilidad y lo que es gestión. En un cuaderno de divulgación editado por el SEA (1983) se definen los dos conceptos de manera muy clara: Contabilidad es el registro de los datos económicos, y en tal sentido solamente es historia y, en cambio, la gestión económica es el análisis de resultados que se hace a partir de la contabilidad con la finalidad de prever el futuro.

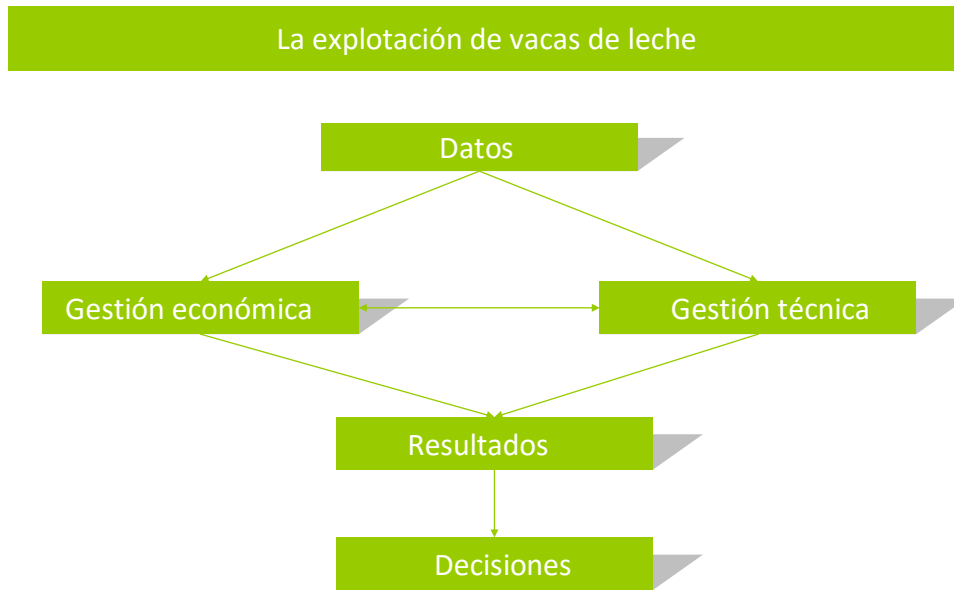
Gestionar es tomar decisiones basándose en los resultados económicos, y una gestión económica acertada o precisa ayudará al empresario a descubrir fallos en la empresa, y a plantear el interés económico de posibles reformas técnicas o cambios de orientación productiva. En definitiva, la gestión económica pone a disposición del empresario la información necesaria para una mejor distribución de los recursos. También es una herramienta que solamente el empresario, y en este caso el ganadero, puede utilizar con conocimiento de causa.

La gestión económica, por si sola, no resuelve nada pero ayuda a descubrir problemas, siendo el inicio de cualquier solución a los problemas. En este sentido es necesario decir que la gestión es una herramienta básica de la extensión agraria, ya que ésta se define a través de un proceso sistemático de actividades (Van den Ban y Hawkins 1996), en el cual se detectan problemas y arbitran soluciones.

En los siguientes esquemas se representa la explotación y su entorno hasta la consecución de los datos para poder realizar la gestión técnica i económica.



Gestión técnica y económica



Organigrama sobre la gestión técnica y económica

En el ámbito de las explotaciones ganaderas es prácticamente imposible que el titular controle el papeleo generado, desde los aspectos financieros y administrativos, hasta los específicos de la actividad, como son, por ejemplo, los datos del control lechero, los del análisis químico y nutritivo de los ingredientes, los del control reproductivo, los de la identificación de animales, los de la gestión técnica y económica, etc. Siendo, como ya se ha comentado, la gestión técnica y económica una de las herramientas más importantes para conocer la marcha de las explotaciones, es imprescindible utilizar un método sencillo de análisis de gestión económica de cada explotación. Por este motivo, el uso del esquema del estudio de costes "*Estudio comparativo del coste de producción de leche de vacuno en diferentes comunidades autónomas*" (López Garrido *et al*, 2000), parece el más adecuado, ya que en él se da prioridad a los factores de producción más influyentes en los resultados de una explotación de vacas de leche.

En la tabla 3.1, elaborada a partir del estudio comentado (López Garrido *et al*, 2000), puede observarse que los gastos de alimentación van del 57% al 77% de los gastos variables según el tipo de explotación.

La explotación de vacas de leche

Tabla 3.1. Características de las explotaciones analizadas y costes variables. Importancia de los costes de alimentación

Estrato cuota en Tm.	<16	16-36	36-68	68-120	120-212	212-460	>460
Número de explotaciones analizadas	22	81	117	102	106	120	178
Número de vacas por explotación	4,5 e	7,0 de	12,2 de	19,9 cd	29,3 c	53,8 b	135,2 a
Litros por vaca y año	3.164 e	4.129 d	4.424 cd	4.818 c	5.888 b	6.276 b	7.080 a
Costes variables por litro (cts. €/l)	17,13 a	14,72 b	14,36 b	15,51 b	17,07 a	18,09 a	18,33 a
% Costes alimentación	57,88 d	63,1 c	61,0 cd	69,4 b	74,2 a	76,2 a	77,5 a

Letras iguales indican que no hay diferencia significativa entre los estratos para cada variable

En todos los casos quedó de manifiesto la importancia económica de la alimentación, con porcentajes superiores a 57, claramente superiores en los estratos de más cuota.

De resultados más recientes (Observatori de la llet, 2008) relativos a la gestión económica de 2007 de 45 explotaciones del Observatorio de la leche de Cataluña, también se obtuvieron porcentajes altos de la importancia de los gastos de alimentación. Las explotaciones del grupo estudiado, de medias, tenían 2,49 UTA por explotación, con el 79% de mano de obra familiar, 95,13 vacas presentes, con una superficie media dedicada a la producción de leche igual a 41,68 Ha. Los gastos medios de la alimentación fueron de 19,25 cts. €/litro del 4%, los cuales representan el 83% de los costes variables y el 56% de los costes totales.

ESQUEMA DE ANÁLISIS ECONÓMICO DE UNA EXPLOTACIÓN

Se entiende por actividad lechera la parte de la explotación que incluye las vacas, las terneras de reposición, los terneros de menos de 15 días de vida, que posteriormente se venderán para engorde, y la producción de forrajes para la alimentación de estos animales (EDF, 2002).

El modelo utilizado para el análisis de costes es el del Presupuesto Empresarial, el cual se puede adoptar de manera general en los análisis de las explotaciones de vacas de leche, ya que su sencillez y rigor lo avalan (López Garrido *et al*, 2000). Los capítulos del mismo son los siguientes:

- Ingresos
- Costes variables
- Costes fijos
- Costes de oportunidad
- Costes totales

Gestión técnica y económica

- Márgenes brutos
- Márgenes netos
- Beneficio
- Umbrales de rentabilidad
- Renta unitaria del trabajo

En los análisis de gestión de las explotaciones de vacas de leche, en general, se llega hasta el cálculo del margen neto (MN), y se da mucha prioridad al margen bruto (MB) como herramienta de análisis de los factores de producción y de comparación entre explotaciones (SEA, 1983). Se considera que, aunque es suficiente esta manera de acercarse a los resultados, hace falta utilizar el modelo de presupuesto empresarial, para que el ganadero tenga suficientes datos sobre la situación de su explotación, y, a la vez, que el trabajo de la gestión, también, pueda servir para tener referencias objetivas y/o independientes del conjunto del sector.

Los **ingresos** se componen de las siguientes partidas:

- Venta de leche, es la leche vendida, incluida la del consumo familiar al precio de venta.
- Venta neta de terneros/as, es la diferencia entre la venta y la compra de estos animales.
- Venta neta del resto de animales, es la diferencia entre la venta y la compra de terneras de reposición, vacas y toros.
- Variación de inventario animal, incorpora la modificación en el valor del ganado a causa de los cambios en el número de efectivos, para valorar los gastos originados en la formación de la ganadería. Para su cálculo, se multiplica la diferencia entre efectivos finales e iniciales, por un precio unitario estimado en función de la producción de leche de cada explotación.

Por ejemplo se puede fijar un valor **V** en Euros para una vaca que produzca anualmente **P_L** litros del 4% de grasa (la media del control lechero de la zona), y, a partir de aquí, estimar el conjunto de la ganadería. Si se valora en **v** € 1.000 litros de leche se tendrá el valor de cada vaca:

$$V + \left(\frac{\text{producción vaca} - P_L}{1.000} \right) \times v$$

Para las novillas puede tomarse el 70% del valor de la vaca, y para las terneras el 30%.

Hay otras formas de realizar la valoración del ganado. Se puede valorar una vaca de primer parto, que es la que tiene un mercado más conocido, o bien una novilla a punto de parir, y a partir de este valor se calculan mediante coeficientes los valores de las vacas de los partos siguientes, multiplicando el valor por el coeficiente (0,9, 0,8, etc., según número de parto).

- Venta de estiércol, en el caso de que se vendiera.
- Subvenciones, son las ayudas recibidas de la administración (zona desfavorecida, zona de montaña, cultivos destinados a producción de leche, prima láctea, etc.).

En la tabla 3.2 se incluye un ejemplo (Observatori de la llet, 2008) de los ingresos de las explotaciones del Observatorio de la leche de Cataluña, según los cuatro estratos que se estudiaron (A: menos de 250 Tm. de cuota; B: de 250 a 500; C: de 500 a 1.000; D: más de 1.000), del ejercicio económico de 2007.

De esta tabla 3.2 se deduce que los ingresos de la producción lechera han representado, de media para el conjunto de explotaciones de referencia (n = 45), 44,50 cts. € por litro, de los cuales los ingresos de la venta de leche representan el 82,91%.

La explotación de vacas de leche

Tabla 3.2. Ejemplo de ingresos en cts. €/litro según estratos de cuota de producción

Estratos de cuota (toneladas)	≥250		251-500		501-1.000		>1.000	
	X	IC (±)	X	IC (±)	X	IC (±)	X	IC (±)
Ingresos totales leche	43,11	2,23	46,17	1,73	44,40	1,12	43,66	1,12
<i>Venta de leche</i>	36,10	2,52	37,18	1,63	36,73	0,73	37,10	0,86
<i>Venta neta vacas</i>	0,53	2,84	1,05	0,85	1,03	0,63	0,33	1,66
<i>Venta neta terneros</i>	0,68	0,18	0,84	0,24	0,70	0,17	0,53	0,09
<i>Otros ingresos (subvenciones y otros)</i>	6,25	0,88	6,47	0,96	5,29	0,59	4,80	0,45
Variación inventario ganado	-0,46	4,36	0,64	1,70	0,65	1,17	0,91	1,66

Resultados Observatorio de la leche, 2007. (A: menos de 250 Tm. De cuota; B: de 250 a 500; C: de 500 a 1.000; D: más de 1.000); X media, IC (±) intervalo de confianza.

Los **costes variables** no forman parte de la estructura de la explotación y son función del volumen de producción, y por este motivo también se incluyen los gastos en maquinaria, energía y mano de obra eventual. Las partidas son las siguientes:

- Productos comprados para la alimentación, son las compras de ingredientes y mezclas para las vacas y cría, incluyendo forrajes, subproductos, concentrados, correctores, leche en polvo, y específicos para los lactantes. Se agrupan en: a) No concentrados, b) Concentrados para vacas, y c) Concentrados para cría.
- Costes de los cultivos destinados a vacas lecheras, es una partida que incluye desde las semillas, abonos, productos fitosanitarios, plásticos, conservantes para los ensilados, etc., los cuales se agrupan en: a) Semillas, b) Abonos, c) Herbicidas y tratamientos fitosanitarios, d) Plásticos y conservantes, y e) Otros no incluidos en los anteriores.
- Sanidad y reproducción, incluye las partidas siguientes, a) Veterinario, b) Medicinas, y c) Inseminaciones.
- Maquinaria, con los apartados siguientes: a) Combustibles y lubricantes, b) Alquiler de maquinaria.
- Electricidad, incluyendo también los gastos de telefonía.
- Mano de obra eventual asalariada, con la seguridad social incluida.
- Otros gastos variables, los no incluidos en los anteriores apartados

Lo importante de estos costes variables no es su desglose, ya que cada asesor puede hacerlo según el objetivo del asesoramiento para el grupo de explotaciones. Lo que interesa es que en la partida de

Gestión técnica y económica

costes variables se incluyan aquellos costes que de una manera directa se relacionan con la producción anual de leche. En la tabla 3.3 se relacionan los costes del ejemplo que se va desarrollando.

Tabla 3.3. Ejemplo de distribución de costes variables en cts. €/litro según estratos de cuota de producción

Estratos de cuota (toneladas)	≥250		251-501		501-1.000		>1.000	
	X	IC (±)	X	IC (±)	X	IC (±)	X	IC (±)
Costes variables	22,15	4,31	20,43	2,01	21,04	2,04	22,78	1,51
<i>Productos comprados para la alimentación</i>	16,00	5,21	12,95	2,22	13,98	1,61	15,42	1,44
<i>Coste parcela forrajes leche</i>	0,63	0,68	1,63	0,76	0,86	0,29	0,74	0,40
<i>Variación inventario alimentos propios</i>	0,01	1,49	-1,05	0,85	-0,43	0,69	0,24	0,40
<i>Sanidad y reproducción</i>	1,79	1,20	1,54	0,32	1,84	0,29	2,04	0,41
<i>Maquinaria</i>	1,23	0,55	3,35	1,19	2,79	0,53	2,24	0,43
<i>Luz/teléfono</i>	0,86	0,31	0,75	0,15	0,63	0,11	0,56	0,15
<i>Agua ganado</i>	0,21	0,33	0,08	0,11	0,08	0,08	0,09	0,10
<i>Detergentes y desinfectantes</i>	0,26	0,14	0,27	0,10	0,36	0,12	0,32	0,08
<i>Material diverso</i>	0,39	0,20	0,66	0,25	0,50	0,18	0,54	0,11
<i>Material cama/lecho</i>	0,57	0,94	0,54	0,33	0,54	0,29	0,60	0,31
<i>Sueldos eventuales</i>	0,10	0,29	0,04	0,06	0,02	0,05	0,02	0,03
<i>Variación inventario otros propios</i>	0,09	0,26	-0,33	0,40	-0,14	0,15	-0,03	0,05

Resultados Observatorio de la leche, 2007. (A: menos de 250 Tm. De cuota; B: de 250 a 500; C: de 500 a 1.000; D: más de 1.000); X media, IC (±) intervalo de confianza.

La explotación de vacas de leche

Los costes variables medios del conjunto de explotaciones (n = 45) fueron de 21,54 cts. €/l, de los cuales cabe destacar, por orden de importancia, los productos comprados para alimentación (14,38 cts. €/l), la maquinaria (2,60 cts. €/l) y la sanidad y reproducción (1,82 cts. €/l), que representan el 66,74%, el 12,05% y el 8,43%, respectivamente, de los costes variables. Cada una de las partidas de la tabla puede desglosarse según los criterios que se quiera. Así, por ejemplo, es interesante que la relativa a los productos comprados para la alimentación se detalle al máximo, para, de este modo, poder asesorar sobre el porqué de los gastos de estos alimentos, que en general corresponden a los piensos y concentrados. A efectos de comparación entre explotaciones se puede realizar un asesoramiento directo, encaminado a reducir estos gastos.

En el ejemplo desarrollado se desprende que, dentro del capítulo de productos comprados para la alimentación, la partida más importante fue, efectivamente, la de los piensos y concentrados para vacas con 9,93 cts. €/l, la cual representa el 69,04% de este gasto. Adentrarse en este coste o gasto directo en cada explotación, estudiando las particularidades del manejo y el aprovechamiento de la base territorial, es un ejercicio de un elevado valor de asesoramiento.

En cuanto a los **costes fijos**, de manera casi general constantes, no dependen de la producción, incluyéndose en ellos las amortizaciones – que son gastos calculados – y la mano de obra fija. Las partidas de estos costes son los siguientes:

- Mano de obra fija asalariada, con la cuota de la Seguridad Social.
- Amortizaciones, son las pérdidas de valor que experimentan los capitales inmovilizados a lo largo del tiempo. Para el cálculo se utiliza el método de cuotas constantes, dividiendo la diferencia entre el valor de adquisición y el valor residual por el número de años de duración del mismo. El valor residual se estima en el 10% del valor de adquisición para la maquinaria e instalaciones, y en el 5% del valor de la construcción para los edificios. Las amortizaciones se calculan para los edificios, para la maquinaria, y para las instalaciones, siguiendo para cada partida las siguientes consideraciones:

Por lo que respecta a los **edificios** se consideran 20 años de amortización. Para cada edificio se requieren los siguientes datos:

Tipo de edificio: almacén, estabulación libre, sala de ordeño, etc.

Superficie construida: en m². De esta manera se obtienen referencias en caso de falta de datos para algunas construcciones.

Año de la construcción: que también sirve para calcular el capital actual, en el cálculo de los costes de oportunidad, que se verán más adelante.

Coste de la construcción: Es imprescindible para un cálculo afinado de costes, debiendo esforzarse en obtener estos datos.

Tiempo de amortización: 20 años

Valor residual: 5% del valor o el coste de la construcción

El capital en el año de la toma de datos para la gestión económica sirve para calcular los costes de oportunidad. Si la diferencia entre el año de la toma de datos y el año de la construcción, es igual o superior a 20, el capital actual de la construcción será el 5% del valor de la construcción, es decir será el valor residual. Si se está dentro del periodo de amortización, el capital actual será igual a:

$$\text{Coste construcción} \times \left[1 - 0,95 \times \left(\frac{\text{año actual} - \text{año construcción}}{20} \right) \right]$$

Gestión técnica y económica

Para la **maquinaria** se consideran 10 años de amortización, si bien para algunas de ellas, a criterio del asesor, puede ser inferior, como por ejemplo para camiones, coches furgonetas, etc., en que se suelen considerar 7 años.

Para cada máquina se tienen que entrar los siguientes datos:

Tipo de maquinaria: tractor, remolque, *unifeed*, etc.
Año de la compra: servirá, también, para calcular el capital actual.
Valor de la compra.
Tiempo de amortización: 10 años
Valor residual: 10% del valor de compra

Si la diferencia entre el año de la toma de datos y el año de la compra, es igual o superior a 10, el capital actual de la construcción será el 10% del valor de la compra, es decir será el valor residual. Si se está dentro del periodo de amortización, el capital actual será igual a:

$$\text{Valor compra} \times \left[1 - 0,9 \times \left(\frac{\text{año actual} - \text{año compra}}{10} \right) \right]$$

Para todas las **instalaciones** (des de la máquina de ordeño, a bebederos, cubículos, molinos, instalaciones de agua, electricidad, etc.) se consideran 10 años de amortización. Para cada caso se deben entrar los siguientes datos:

Tipo de equipo: sala de ordeño, tanque, etc.
Año de la compra: servirá para calcular el capital actual.
Valor de la compra.
Tiempo de amortización: 10 años
Valor residual: 10% del valor de compra.

Si la diferencia entre el año de la toma de datos y el año en que se realizó la instalación, es igual o superior a 10, el capital actual de la misma será el 10% del valor de la compra de la instalación, es decir será el valor residual. Si se está dentro del periodo de amortización, el capital actual será igual a:

$$\text{Valor instalación} \times \left[1 - 0,9 \times \left(\frac{\text{año actual} - \text{año instalación}}{10} \right) \right]$$

El resto de partidas de los costes fijos son las siguientes:

- Contribuciones e impuestos, son todos los gravámenes oficiales de los municipios, comunidad autónoma y estado, en concepto de contribución rústica e inmobiliaria directamente imputable a la explotación de vacas de leche.
- Seguros, son los seguros contratados para el ganado, la maquinaria, los edificios, los cultivos, entre otros.
- Conservación de edificios, se contabilizan los gastos realizados en los edificios. Si no se suministrasen las facturas, a los efectos de comparar con otras explotaciones, se puede registrar un valor igual al capital amortizable multiplicado por 0,015, es decir el 1,5% del capital en edificios como coste calculado en conservación anualmente.
- Reparación de maquinaria, se registran los gastos en reparación y mantenimiento de toda la maquinaria i de las instalaciones. Si no se tuvieran las facturas de una explotación, miembro de un grupo de gestión, se puede asignar el 35% del valor amortizable de la maquinaria e

La explotación de vacas de leche

instalaciones, dividido por el número de años de amortización, en este caso se suele tomar 10 años.

- Seguridad Social familiar, es la cantidad ingresada anualmente a la Seguridad Social para el conjunto de los miembros de la familia.
- Arrendamientos de tierras y locales, son las cuotas de alquiler de las tierras, que no son de la propiedad de la explotación, incorporadas a la actividad de leche, y de los locales, si los hubiera.
- Intereses de créditos pendientes, es la cantidad anual de los intereses que se deben pagar a los bancos, o a los acreedores en general, en concepto de los préstamos o créditos aceptados para la compra de cuota, de planes de mejora, compra de maquinaria, etc.
- Otros costes fijos, se incluyen, a parte de los que no aparecen en los anteriores conceptos, las asesorías y el control lechero, así como la *compra neta de cuota*, que es la diferencia entre compra y venta de cantidades de referencia desde 1992. La cuota es una inversión, y como tal debe de tener un tratamiento parecido a una amortización lineal, con un período que se puede calcular hasta el año 2014.

En la tabla 3.4 se incluyen los resultados del Observatorio de la leche (Observatori de la llet, 2008) relativos a los costes fijos agrupados en pocas partidas.

Tabla 3.4. Ejemplo de costes fijos en cts. €/litro según estratos de cuota de producción

Estratos de cuota (toneladas)	≥250		251-502		501-1.000		>1.000	
	X	IC (±)	X	IC (±)	X	IC (±)	X	IC (±)
Costes fijos	10,42	5,85	11,58	1,94	8,90	1,35	10,52	1,16
Contribuciones, seguros y conservación edificios, maquinaria e instalaciones	1,62	1,86	2,01	0,71	1,88	0,51	1,96	0,34
Arrendamientos	0,48	0,78	1,72	0,82	0,83	0,38	0,74	0,36
Amortizaciones técnicas	3,83	3,12	4,94	1,51	3,65	1,00	4,50	0,49
Sueldos y Seguridad Social familiar	3,71	5,67	1,43	0,67	1,65	0,62	2,29	0,57
Otros fijos	0,78	1,03	1,47	0,62	0,89	0,31	1,03	0,41

Resultados Observatorio de la leche, 2007. (A: menos de 250 Tm. De cuota; B: de 250 a 500; C: de 500 a 1.000; D: más de 1.000); X media, IC (±) intervalo de confianza.

Los costes fijos medios fueron de 10,29 cts. €/l, de los cuales las amortizaciones técnicas son las de más peso en los costes fijos (41,61% del total), le siguen los sueldos y la seguridad social familiar (19,63%) y las contribuciones, seguros y conservación de edificios y maquinaria (18,57%). Los arrendamientos representan el 9,73% del total.

Gestión técnica y económica

Para conocer el grado de endeudamiento de la explotación se puede comparar la diferencia entre las amortizaciones técnicas de los edificios, maquinaria, instalaciones y la compra de cuota (según la vida útil de cada elemento a amortizar) y las amortizaciones financieras (lo que realmente ha amortizado la explotación durante el año de referencia) en todos los estratos las financieras superan las técnicas. Este hecho es un indicador del grado de inversión que han llevado a cabo en los últimos años las explotaciones

Los **costes de oportunidad**, son la suma de la renta de la tierra, la mano de obra familiar y los intereses de los capitales propios, y representan el valor de los recursos propios que están dedicados la actividad, para así tener una idea de las posibilidades de invertirlos o dedicarlos a otra actividad. Con ellos se intenta retribuir la mano de obra familiar, contabilizar la tierra dedicada a la actividad y los capitales propios invertidos. De esta manera pueden compararse explotaciones con diferentes recursos.

- La renta de la tierra es el producto de la superficie de la explotación en propiedad por el precio de mercado de arrendamiento.
- La mano de obra familiar, su importe, se calcula multiplicando el número de unidades trabajo agrícola (UTA) por 1.920 horas al año, según decretos al respecto (a partir de la Ley 19/1995, de 4 de julio, de Modernización de las explotaciones agrarias, y por el precio de la hora. El precio por hora trabajada se obtiene dividiendo la renta mínima de referencia publicada por el Ministerio de Agricultura por 1.920.
- Para el cálculo de los intereses anuales del capital propio se han de tener en cuenta la suma de los capitales siguientes: edificios, equipo móvil, equipo auxiliar, ganado, capital circulante y cuota invertida. El capital circulante es la suma de los siguientes conceptos: gastos de alimentos forrajeros comprados, gastos de los cultivos para vacas, y gastos de cama (paja u otro material para cama). Se considera que los intereses del capital circulante en una explotación de vacas es el equivalente a 3 meses del capital circulante anual.

En la tabla 3.5 se incluyen los resultados de los costes de oportunidad del Observatorio de la leche.

Tabla 3.5. Ejemplo de distribución de costes de oportunidad en cts. €/litro según estratos de cuota

Estratos de cuota (toneladas)	≥250		251-503		501-1.000		>1.000	
	X	IC (±)	X	IC (±)	X	IC (±)	X	IC (±)
Costes de oportunidad	21,97	13,61	14,33	2,08	7,65	1,13	5,48	1,24
Renta de la tierra	1,35	2,10	0,59	0,28	0,38	0,25	0,35	0,16
Mano de obra familiar	18,81	12,15	11,60	2,06	5,68	1,13	3,36	1,13
Intereses capital propio invertido	1,82	1,00	2,16	0,49	1,60	0,26	1,78	0,15

Resultados Observatorio de la leche, 2007. (A: menos de 250 Tm. De cuota; B: de 250 a 500; C: de 500 a 1.000; D: más de 1.000); X media, IC (±) intervalo de confianza.

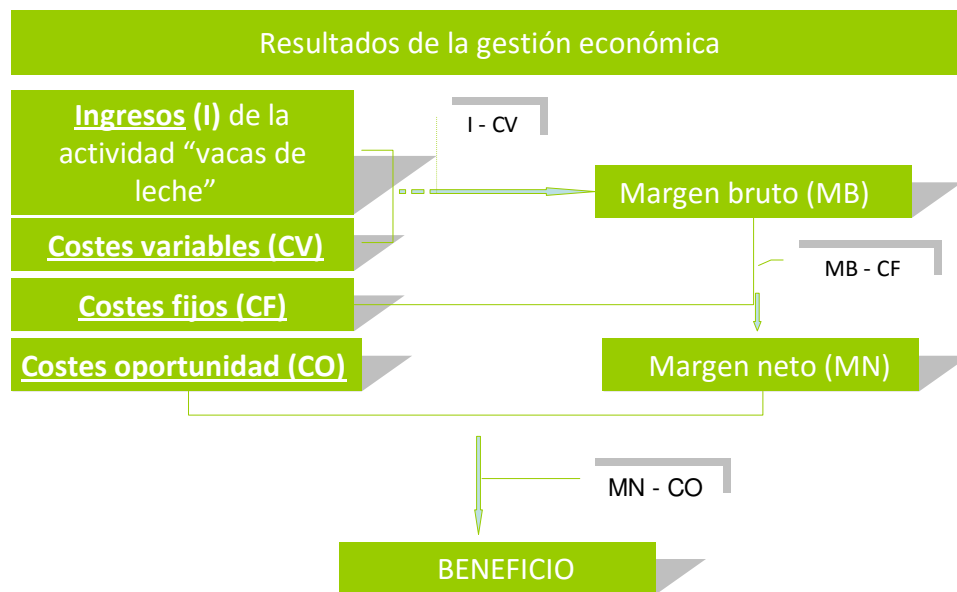
La explotación de vacas de leche

Como puede observarse los costes de oportunidad son muy altos en los estratos de explotaciones con menos cuota, ya que la mano de obra familiar, en UTA por litro, es superior. Son estratos en los cuales la producción es baja comparativamente a la mano de obra de la explotación.

En los estratos superiores, en principio, hay una mejor productividad por UTA. No obstante, que esto se mantenga hasta los resultados económicos es más complicado, puesto que intervienen los costes variables y fijos, es decir la manera como se gasta

RESULTADOS DE LA GESTIÓN

El esquema de los resultados es sencillo y se adapta al siguiente organigrama:



Los costes totales pueden calcularse sin los costes de oportunidad, siendo, por lo tanto la suma de los costes variables y los costes fijos, o también incluyéndolos.

El **margen bruto** (MB) es la diferencia entre los ingresos y los costes variables. El MB por litro es un resultado económico que expresa mejor que el MN, o que el beneficio, la eficiencia técnica del uso de los factores de la producción, de ahí su utilidad en los grupos de gestión (SEA, 1983, Cordonnier, 1986).

El **margen neto** (MN) se obtiene deduciendo del MB los costes fijos, y significa o equivale al incremento patrimonial o renta disponible de la explotación (SEA, 1983, Cordonnier, 1986, Metge, 1990).

El **beneficio** es el resultado de restar los costes de oportunidad del MN.

El **umbral de rentabilidad** indica el precio mínimo a partir del cual la producción se realiza sin pérdidas. Se calcula por la diferencia entre el coste total unitario y los ingresos no provenientes de la venta de leche. Cuando en los costes totales no se incluyen los de oportunidad se obtiene el punto en que el MN es nulo. Cuando sí se incluyen, se obtiene el punto en que el beneficio es nulo.

Gestión técnica y económica

La **renta unitaria del trabajo**, definida en la Ley 19/1995 de Modernización de las explotaciones agrarias de 4 de Julio de 1995 y en el RD. 204/1996 de 9 de Febrero de 1996, es el rendimiento generado en la explotación por unidad de trabajo, obteniéndose dividiendo la suma del MN, la Seguridad Social familiar y los salarios pagados, incluida la seguridad social, por el número de unidades de trabajo ocupadas en la explotación. Esto cada año varía en función de los presupuestos del Estado.

En la tabla 3.6 se incluyen los resultados de 2007 del Observatorio de la leche (Observatori de la llet, 2008).

El MB, en términos cualitativos, explica el manejo de cada explotación, y depende totalmente de lo que se ingresa y de lo que se gasta en un año en factores ligados directamente a la producción, y por ello no hay las diferencias tan pronunciadas entre estratos de producción, como las que se producen en el beneficio, el cual recoge las diferencias en el coste de oportunidad.

Tabla 3.6. Resultados del ejemplo de costes en cts. €/litro según estratos de cuota de producción

Estratos de cuota (toneladas)	≥250		251-504		501-1.000		>1.000	
	X	IC (±)	X	IC (±)	X	IC (±)	X	IC (±)
RESULTADOS	X	IC (±)	X	IC (±)	X	IC (±)	X	IC (±)
Ingresos totales (I)	43,11	2,23	46,17	1,73	44,40	1,12	43,66	1,12
Costes variables (CV)	22,15	4,31	20,43	2,01	21,04	2,04	22,78	1,51
Margen bruto (MB)	20,95	3,05	25,74	2,66	23,36	2,47	20,88	1,27
Costes fijos (CF)	10,42	5,85	11,58	1,94	8,90	1,35	10,52	1,16
Coste total producción litro (CV y CF)	32,57	7,66	32,01	3,58	29,94	2,10	33,30	2,18
Margen neto (MN)	10,53	6,22	14,16	4,16	14,46	2,43	10,36	1,88
Costes de oportunidad (CO)	21,97	13,61	14,33	2,08	7,65	1,13	5,48	1,24
Beneficio (B)	-11,44	9,16	-0,17	3,93	6,80	1,90	4,88	2,13

Resultados Observatorio de la leche, 2007. (A: menos de 250 Tm. De cuota; B: de 250 a 500; C: de 500 a 1.000; D: más de 1.000); X media, IC (±) intervalo de confianza.

Siguiendo con el mismo ejemplo, a continuación (tabla 3.7) se incluyen los umbrales de rentabilidad y las rentas unitarias del trabajo.

La explotación de vacas de leche

Tabla 3.7. Umbral de rentabilidad y renta unitaria de trabajo, en cts. €/litro, según estratos de cuota

Estratos de cuota (toneladas)	≥250		251-505		501-1.000		>1.000	
	X	IC (±)	X	IC (±)	X	IC (±)	X	IC (±)
Umbral de rentabilidad del MN	25,11	5,98	23,65	3,56	22,92	1,73	27,65	2,75
Umbral de rentabilidad del B	47,08	7,08	37,98	3,69	30,57	1,45	33,13	3,07
Renta unitaria de trabajo	9,46	3,91	8,73	3,09	8,60	1,41	3,39	0,56

Resultados Observatorio de la leche, 2007. (A: menos de 250 Tm. De cuota; B: de 250 a 500; C: de 500 a 1.000; D: más de 1.000); X media, IC (±) intervalo de confianza.

Para el ejemplo explicado hasta ahora, y con la finalidad de que el lector pueda interpretar los resultados, el **umbral de rentabilidad del MN**, sin tener en cuenta los costes de oportunidad, se sitúa de media en 24,83 cts. €/l. Este umbral oscila entre 22,92 cts. €/l en el estrato C (500-1.000 Tm.) y 27,65 cts. €/l en el estrato superior D (más de 1.000 Tm). No es, por tanto, el estrato de explotaciones más pequeñas el menos eficiente, como pudiera suponerse.

El **umbral de rentabilidad del B** se sitúa de media en 35,18 cts. €/l. Este umbral oscila entre 30,57 cts. €/l en el estrato C (500-1.000 Tm.) y 47,08 cts. €/l en el inferior. Aquí, efectivamente, los costes de oportunidad, o lo que viene a ser lo mismo para las explotaciones de vacas de leche, los costes que se deben imputar a la mano de obra familiar, penalizan las explotaciones pequeñas.

La **renta unitaria de trabajo** (RUT) media es de 7,11 cts. €/l. La RUT se reduce progresivamente conforme se incrementa el estrato productivo, desde 9,46 en el estrato inferior hasta alcanzar los 2,80 cts. €/l en las explotaciones de >1.000 t.

ANÁLISIS INDIVIDUAL Y DE GRUPO

Hasta aquí se ha visto el esquema empresarial utilizado para la gestión económica, siguiendo un ejemplo real de datos y resultados del Observatorio de la leche para el año 2007. La gestión económica, como herramienta de análisis, tiene que servir para detectar los fallos o irregularidades en el funcionamiento de los diferentes factores de la producción. Hay, lógicamente, mucha disparidad de resultados entre explotaciones, no solamente a causa de la dimensión física – superficie agrícola – o del tamaño de la ganadería, sino a causa del manejo, lo cual dificulta, y en muchos casos imposibilita, la generalización de opiniones.

Para que la gestión económica se convierta en una herramienta válida, no solamente para la explotación que la sigue, sino para el conjunto del sector, hay dos tipos de análisis (SEA, 1983), uno es el análisis de grupo y el otro el análisis de regresión. El primero se basa en métodos comparativos, al relacionar diferentes índices entre explotaciones de características similares. El análisis de regresión trata de encontrar los factores que puedan tener más influencia en el desarrollo de una actividad.

El análisis individual es el estudio de los resultados de una explotación, en comparación con los de otras explotaciones de la misma categoría, o bien en comparación con los de la misma explotación para ejercicios anteriores. En todo caso, el análisis individual se puede hacer mediante el intercambio de

conocimientos entre el asesor y el ganadero, y, también, entre ganaderos afines. El asesor, como ya se ha indicado en su momento, se limitará a resaltar los puntos críticos de los costes a la luz de los resultados obtenidos, para así, conjuntamente, diseñar la corrección de los mismos.

El análisis de grupo se basa en la participación activa y convencida del ganadero. Debido a que las condiciones del trabajo en las explotaciones son extremas, dificultando con ello la información y la formación, sobre todo por la falta de tiempo, se requerirá que la acción de asesoramiento sea clara, tanto en los objetivos como en el método. No debe perderse de vista que el asesoramiento de grupo (Benedictus, 1983) tiene como objetivo la comunicación de nuevos métodos tecnológicos y, sobre todo, inducir el cambio a través de las discusiones y análisis de los datos.

A partir de estas reuniones deberán discutirse y analizarse los datos técnicos, mediante el método de gestión técnica, que no es otra cosa que la visión técnica de los resultados económicos, es decir es la interpretación que el técnico especialista en explotaciones de vacas lecheras da a los resultados. Como ya se ha visto, similares explotaciones, en tamaño y en superficie, dan resultados dispares, siendo necesaria una interpretación minuciosa, que en general saldrá de las discusiones de grupo.

PREPARACIÓN DE UN ANÁLISIS DE GESTIÓN

A partir de datos del análisis de costes de explotaciones, se deducen los posibles pasos o razonamientos preparatorios de un análisis de gestión; el agente o técnico encargado de discutirlos deberá prepararlos para su total comprensión. A continuación se explican diversos análisis que podrían servir de guía para una reunión de gestión.

ESTUDIO DE LAS MEDIAS Y SU DESVIACIÓN TÍPICA

En el análisis de los resultados del estudio de costes en diferentes comunidades autónomas (López Garrido *et al*, 2000), se observó que los gastos de alimentación, que en definitiva son la expresión del manejo de los recursos de una explotación, inciden directamente sobre la rentabilidad de la producción. Si se compara la dispersión de los ingresos por litro de leche (ingreso medio = 32,25 cts. €/l, desviación típica **de = 5,23**), con la de los costes variables por litro (coste variable medio = 16,67 cts. €/l, desviación típica **de = 5,07**), se observa que en estos últimos la variabilidad en los resultados es el doble que la de los ingresos (Coeficiente de variación de los ingresos = 16,22%; Coeficiente de variación de los costes variables = 30,41%) lo cual confirma la existencia de diferentes tipos de manejo y de utilización de recursos. A partir de aquí el asesor podrá encaminarse a su estudio en mayor profundidad.

ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS MEDIAS DE ALGUNAS VARIABLES TÉCNICAS

En caso del ejemplo que viene siendo el hilo conductor del capítulo, los productos comprados para la alimentación forman una partida muy importante de los costes, y, por ello, el asesor deberá estudiar para cada explotación la cuantía de este coste y entrar en su estudio pormenorizado. A continuación se explica, a partir de los datos y resultados de 2006 del Observatorio de la leche (Observatori de la llet, 2007), las características del consumo de concentrados, que es una variable de carácter técnico que se debe recoger de cada explotación.

El consumo de concentrados, cantidad en Kg Por vaca y año, de media para el año 2006, fue de 4.238. Dar los datos, por ejemplo, con el intervalo de confianza al 95%, es una manera de guardar la

La explotación de vacas de leche

confidencialidad de la gestión económica, ya que con ello se evita que con los datos se pueda descubrir la explotación. En el caso del consumo de concentrados, el intervalo de confianza, al 95%, estuvo entre los límites de 3.855 y 4.621 Kg/vaca y año. A partir de aquí es interesante aplicar algún test estadístico de comparación de medias, para saber si entre estratos se debe considerar que tienen el mismo consumo o no. En el caso estudiado, se aplicó la prueba de rangos múltiples Duncan y con ello, se concluía que en los estratos más grandes el consumo era más alto ($a = 3.351$; $b = 3.738$; $c = 4.425$; $d = 4.996$), si bien entre los dos más grandes, c y d, la diferencia no es significativa, igual que entre los dos más pequeños, a y b. El asesor deberá preguntarse por qué en los estratos superiores se consume más concentrado, y, sobre todo, deberá estudiar si la media está muy ajustada, o bien hay diferencias sustanciales entre las explotaciones de cada estrato.

A partir de aquí, se puede seguir de la siguiente forma: del consumo y de la producción anual por vaca presente se obtiene la variable transformación de concentrado en leche (dividiendo la producción anual por el consumo de concentrado), que indica la eficacia del uso de concentrado. El asesor deberá, lógicamente, expresar el consumo de concentrados en Kg MS o bien en Kg De concentrado de un contenido medio de MS del 85%, por ejemplo. Para, de esta manera, incluir en esta partida todos los ingredientes que no son forrajes, dándoles el mismo peso. Si, por ejemplo se consume bagazo de cervecería a razón de 10 Kg Por vaca y día, se deberá contabilizar como un consumo de 1,5 Kg De MS de bagazo del 15% en MS, o bien como un consumo de 1,76 Kg De bagazo del 85% en MS.

Calculando este índice, se obtuvo un valor medio de 2,14 l/Kg Concentrado (intervalo de confianza, al 95%, entre 1,92 y 2,37). Entre estratos no había diferencias significativas, si bien había una tendencia a que la eficacia sea menor cuanto mayor sea el estrato. Las explotaciones con índice más pequeño serán las que peor revalorizan el consumo de concentrados. Aquí el asesor encontrará un motivo para estudiar con el ganadero el porqué.

Si se sigue con este método, se puede observar el cumplimiento de la ley de rendimientos decrecientes en la producción de leche. Se vio que en el estrato B de explotaciones con cuota entre 250 y 500 Tm., el consumo de concentrado era de 3.737 Kg/vaca y año, con una producción media de 7.557 l/vaca presente y año (eficiencia igual a 2,43 l/Kg De concentrado). En el estrato D de explotaciones mayores (más de 1.000 Tm. De cuota), el consumo de concentrado era de 4.996 Kg/vaca y año, con una producción media de 9.522 l/vaca presente y año (eficiencia igual a 1,96 l/Kg De concentrado). Si en el estrato D se mantuviera la eficiencia del estrato B, para obtener los 1.975 litros de más que la producción de B, en lugar de consumir 1.259 Kg De más debería haber consumido 808 Kg Hay, por tanto, respecto de la eficiencia conseguida en el estrato B una pérdida de 451 Kg De concentrado.

ESTUDIO DE ALGUNAS VARIABLES PRODUCTIVAS APLICANDO EL ANÁLISIS DE REGRESIÓN

El asesor deberá conocer las inquietudes de cada ganadero, y saber incidir en los aspectos que puedan inducir al cambio, de ser necesario. Lo importante será disponer de muchas variables de la producción con la mayor cantidad de datos posible. El análisis de regresión es una herramienta muy útil al asesor, si bien puede resultar engorroso dar sus resultados sin la suficiente y adecuada explicación didáctica y divulgativa, en este caso.

Si se tienen suficientes explotaciones y datos de las variables más importantes, el asesor puede preparar sus charlas si previamente ha realizado algún análisis de regresión. Los paquetes informáticos de estadística permiten estudios otrora imposibles de realizar. A continuación se explica un ejemplo realizado con los datos del Observatorio de la leche para el 2006 (Observatori de la llet, 2007). Una

variable objeto de discusión entre ganaderos es la producción por vaca en lactación. El asesor deberá llevar al ganadero a la conveniencia de comparar la producción anual por vaca presente, ya que en esta variable se incluyen también las vacas secas, que no producen pero consumen. A partir de aquí puede ser conveniente saber de qué depende que una explotación tenga mayor o menor producción que la media del grupo, o que otra explotación de la cual tiene referencias. Un método aconsejable es, siempre en el supuesto de disponer de suficientes datos del máximo de variables, aplicar el análisis de regresión lineal, siguiendo el método de selección *stepwise* (paso a paso) con la finalidad de encontrar las variables significativas ($p < 0,05$) que determinarán los valores de la producción anual por vaca presente. Se trata de seleccionar la variable dependiente, en este caso los datos de la producción, y seleccionar aquellas variables que a criterio del asesor puedan tener influencia en ella. Es aconsejable realizar previamente un análisis de correlación entre las variables disponibles, y seleccionar aquellas que estén mejor correlacionadas con la variable dependiente.

En el ejemplo conductor, se aplicó este método, previa introducción de variables, y se obtuvo el siguiente resultado:

$$P_L^{anual} = 56,73 + 0,40 \times C_{vaca}^{año} + 210,53 \times I_{ICO} + 189,4 \times N_{Ha}^{vaca} \quad (R^2 = 0,74 \quad p < 0,0001)$$

P_L^{anual} la producción anual por vaca presente

$C_{vaca}^{año}$ la cantidad en Kg. de concentrado consumido por vaca y año;

I_{ICO} índice selección genética ICO

N_{Ha}^{vaca} número de vacas por Ha.

El asesor debe interpretar esta ecuación para poder explicar mejor su significado en el sentido de responder a la inquietud del ganadero. Una interpretación podría ser la siguiente: para el conjunto de explotaciones, o para la población de explotaciones en el caso de ser una muestra representativa, la producción de leche de una explotación respecto de la de otra viene determinada en un 74% por los factores o variables siguientes: el consumo de concentrados, de manera que a más consumo más producción, el índice ICO, a mayor índice mayor producción, y la carga ganadera, a mayor carga más producción.

Hasta aquí estos resultados de la regresión confirman la que era esperable, y de hecho el asesor puede interpretar lo anterior, sin necesidad de explicar en detalle la ecuación de regresión, diciendo que la producción por vaca presente es superior en aquellas explotaciones en las que el sistema de producción es más intensivo. No obstante, esto no garantizará que este sistema, en las condiciones del estudio, sea el que mejor resultados económicos dé.

Ciertamente en la interpretación de los resultados caben muchas versiones, dependiendo en cada caso de la independencia del asesor. Es evidente que a más concentrado más producción de leche, como también lo es que a mayor carga ganadera se van a necesitar más productos comprados. El asesor deberá incidir en este aspecto, y de hecho la experiencia demuestra que las explotaciones que por estas razones acuden a la compra de productos para la alimentación, lo hacen mayoritariamente a favor de la

La explotación de vacas de leche

compra de concentrados y no de forrajes, como podría ser más necesario por la escasez de superficie forrajera respecto del número de vacas.

Es por ello que el asesor debe huir de las generalizaciones, ya que es posible que una explotación con elevada carga ganadera también compre más forrajes, evitando la ley de rendimientos decrecientes entre la producción y el consumo de concentrados. Lo que sí es evidente es que la gestión técnica y económica da una visión global de la explotación, y la experiencia del asesor deberá aprovechar esta posición y no caer en interpretaciones parciales. A este respecto es interesante, a la vista de la gestión técnica y económica de un grupo afín de explotaciones, realizar los análisis de correlación entre el máximo de variables.

Del análisis de correlación hecho en el ejemplo estudiado se obtuvieron los siguientes resultados, todos ellos significativos, y su posible interpretación:

La producción anual de leche por vaca presente tiene una alta correlación con el consumo de concentrados ($R = 0,70$, $p < 0,0001$), y, también, con el índice ICO ($R = 0,69$, $p < 0,0001$), tal y como se ha puesto de manifiesto en la anterior ecuación de regresión.

La variable % de primeras lactaciones sobre el total de vacas y la producción tienen una correlación de 0,51 (el coeficiente de correlación toma valores entre -1 y +1), de manera que a más presencia de primeras lactaciones más producción, lo cual corrobora que a mayor ICO más producción. En pocas palabras, a más intensificación mayor producción.

En el estudio se valoró el índice de confort a través de los datos técnicos de las explotaciones (Seguí, 2008) y su correlación con la producción fue de 0,46. Puede interpretarse que en unas buenas condiciones de confort se aumenta la producción.

El número de UTA familiares y la producción tenían una correlación negativa, de -0,40, indicando que las explotaciones con más mano de obra familiar tienen tendencia a la intensificación.

Lógicamente, a partir de aquí el asesor deberá analizar y estudiar la relación entre las variables económicas y las técnicas.

ESTUDIO DE LAS RELACIONES ENTRE VARIABLES TÉCNICAS Y ECONÓMICAS

Los resultados económicos, desde el MB hasta el Beneficio, se pueden estudiar realizando el análisis de correlación con las variables técnicas disponibles, y a continuación entrar en el análisis de regresión siguiendo el método de selección en *stepwise*, entre las económicas, una a una, y aquellas que han tenido una correlación más alta.

Este tipo de análisis es conveniente realizarlo para cada ejercicio para saber las variaciones que se van produciendo en el uso de los factores productivos. En el caso estudiado se halló la siguiente ecuación de regresión entre la variable dependiente, el MB, y una serie de variables técnicas:

$$MB = -3,48 + 0,96 \times I_L + 0,59 \times I_{otros} - 0,73 \times A_C - 2,12 \times P_C$$

$$(R^2 = 0,70 \text{ } p < 0,0001)$$

Todas las variables expresadas en cts. €/litro del 4%. I_L son los ingresos de la venta de la leche, I_{otros} son los ingresos de subvenciones y otros, A_C son los gastos de alimentos comprados para la alimentación, P_C son los gastos de paja para cama.

Por tanto, el MB, que es el resultado que mejor expresa el manejo de la explotación en términos económicos, viene explicado en un 70% por el modelo que incluye los ingresos (de la leche y otros) y los gastos en productos comprados para la alimentación. Y en estas variables es donde se pueden encontrar las diferencias entre explotaciones. El análisis de regresión, siguiendo el método de selección en *Stepwise*, al seleccionar las variables por orden de significación y de determinación, informa del peso de cada una de ellas en la variable dependiente. En este caso se puede afirmar que el MB depende en un 31% de los ingresos y en un 39% de los gastos, en resumen el MB depende más de lo que se gasta que de lo que se ingrese.

ESTUDIO DE REGRESIÓN DE LOS RESULTADOS ECONÓMICOS

Para el conjunto de las explotaciones, y para cada estrato de explotaciones afines, es interesante plantear un análisis de regresión lineal *stepwise*, paso a paso, entre la variable dependiente, beneficio, y el resto de variables agrupadas en ingresos (I), costes variables (CV), costes fijos (CF) y costes de oportunidad (CO). Es evidente que matemáticamente el B es función directa de todas ellas, puesto que en el esquema de contabilidad empresarial $B = I - CV - CF - CO$; aun así, se trata de ver cuál de estas variables determina el beneficio, o qué peso tiene cada una de ellas en el beneficio, para el conjunto de las explotaciones.

Siguiendo con el ejemplo, los costes de oportunidad penalizan las explotaciones pequeñas en relación a las de más tamaño y el beneficio depende de una forma determinante de estos costes. Según los resultados del análisis de regresión el coeficiente de determinación para cada variable (el peso que tiene sobre el beneficio, de 0 a 1), con un alto nivel de significación $p < 0,0001$, es el siguiente: CO (0,6150), CF (0,1534), CV (0,1300), I (0,0921).

La ecuación de regresión fue la siguiente, todo expresado en cts. €/litro del 4%:

$$B = 0,93 \times I - 0,85 \times CV - 1,09 \times CF - 0,99 \times CO$$
$$R^2 = 0,99; p < 0,0001$$

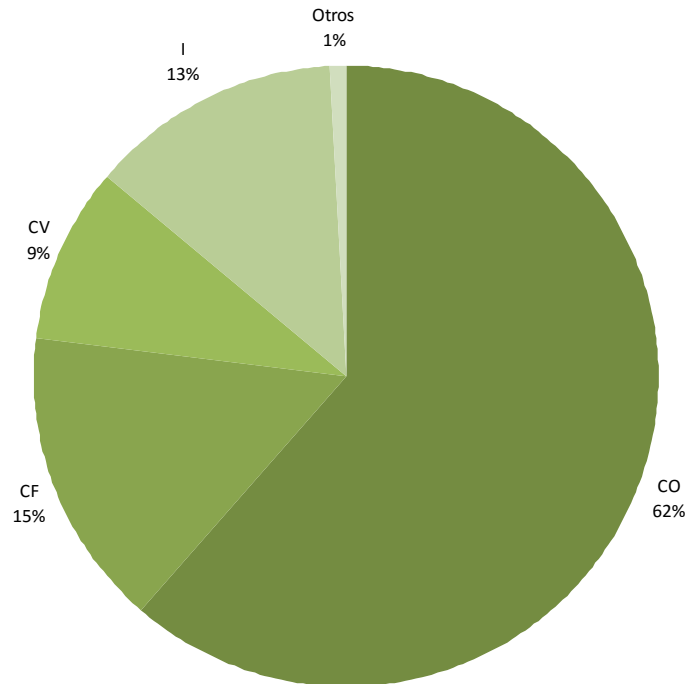
En el gráfico 3.1 se representan los coeficientes de determinación en porcentajes. Se incluye una variable **otros** que significa lo que falta a la regresión para tener un coeficiente 1. De esta manera se intenta dar una visión comprensible del análisis de regresión. Esta variable, **otros**, que no son ni los costes ni los ingresos, se interpretan como el valor del azar o el error del modelo.

Se puede afirmar que el beneficio de las explotaciones estudiadas depende mayoritariamente de los costes de oportunidad (62%), seguido por los costes fijos (15%) y los costes variables (9%); y, en cambio, los ingresos sólo influyen en un 13%. En términos de gestión económica el B es función directa, por lo tanto, de la estructura de la explotación, medida según los costes de oportunidad y los costes fijos (77%), y, por contra, el sistema de manejo (costes variables e ingresos) tienen un efecto menor.

Esto, en realidad, no significa que el sistema de manejo no sea importante para la producción de leche, únicamente quiere decir que el sistema de manejo para ser determinante se deberá adaptar a la estructura de la explotación, incluyendo en la estructura los condicionamientos territoriales, sociales y económicos de dónde se ubique la explotación.

La explotación de vacas de leche

Gráfico 3.1.- Participación de los ingresos y los costes en el beneficio, conjunto de explotaciones



Los costes de oportunidad son específicos de cada zona o área productora, y si en una zona no determinan o no condicionan el beneficio, o no lo hacen de manera tan concluyente, querrá decir que la actividad en cuestión no tiene alternativas claras de ser sustituida. O dicho de otra manera, la actividad, pese a las alternativas que pueda tener, es o puede ser francamente viable. En el caso analizado, parece por lo tanto que es una actividad con alternativas de ser sustituida.

En aquellos lugares donde los CO sean bajos, o muy bajos, en comparación al resto de partidas, es evidente que el sistema de manejo y la manera de practicarlo serán determinantes en el beneficio.

No obstante estas consideraciones, en la población estudiada, los costes de oportunidad son significativamente diferentes entre estratos de producción, y, por lo tanto, interesa conocer en cada uno de ellos el comportamiento del peso de estas partidas. Para ello también se recomienda realizar el análisis de regresión para cada estrato o grupo de explotaciones afines.

Respecto de los costes de oportunidad cabe hacer algunas consideraciones. Algunos profesionales no entienden por qué entran en el análisis de gestión económica, o simplemente creen que distorsiona el análisis. El esquema de análisis empresarial que se sigue aquí se confeccionó para el estudio de costes

en explotaciones de vacas de leche de diferentes comunidades autónomas (López Garrido, 2000), y es comparable con el utilizado en grupos de gestión europeos, tal como EDF (*European Dairy Farmers*).

Los costes de oportunidad al incluir la valoración de la mano de obra familiar facilita la comparación de resultados con las explotaciones eminentemente empresariales, en las cuales la mayoría del personal es asalariado. La discrepancia puede venir del método de su valoración. En el esquema que se sigue se considera un salario medio que se obtiene de los presupuestos estatales, y que es el salario medio de los trabajadores no agrícolas. Para algunos ganaderos este salario puede resultar alto y para otros bajo, de ahí que se incluya en los costes de oportunidad y no en los costes fijos, para de este modo no distorsionar el análisis del margen neto. Al considerarlo un coste de oportunidad lo que se hace es trasladar al empresario la potestad de decidir su renta o su salario. El empresario de manera individual puede valorar su mano de obra, su dedicación a la explotación y asignar el sueldo al resto de familiares, y también puede incluir estos costes en la partida de costes fijos. No obstante, para que la gestión técnica y económica adquiera la cualidad del asesoramiento, es conveniente atribuir para todas las explotaciones del grupo un valor idéntico a la mano de obra familiar, sabiendo que el tiempo de trabajo que corresponde a una UTA es de 1.920 horas al año. Lo que no debería cuestionarse, a nuestro entender, es que de una forma u otra los costes de oportunidad son necesarios para calcular el beneficio. Cada empresario podrá estudiar las alternativas a su negocio, en función de sus habilidades productivas, financieras y sociales, y esto no es lo que se obtiene del cálculo de los costes de oportunidad, en todo caso el cálculo de los costes de oportunidad ofrecen al empresario la cuantía del capital invertido para poder tener la oportunidad de buscar otras alternativas. En definitiva, calcular el coste de oportunidad no es calcular las alternativas al negocio, tiene por sí mismo la función de calcular el beneficio de una explotación y hacerlo comparable con otras actividades económicas.

INFLUENCIA DE LOS DIFERENTES FACTORES DE LA PRODUCCIÓN SOBRE LOS COSTES VARIABLES

De los diferentes estudios comentados (López Garrido *et al.* 2000; Seguí y Trias, 2001; Observatori de la llet, 2008) y la bibliografía consultada (SEA, 1983; Cordonnier, 1986; Schmidt y Pritchard, 1987; Metge, 1990), la alimentación es la partida de mayor influencia en los costes variables, incluyéndose en ella desde los alimentos comprados hasta los producidos en la explotación.

Por esta causa, en el libro la alimentación y los ingredientes (su compra y su producción) destacan sobre los demás factores. Asimismo se consideró necesaria la revisión de otros factores del manejo, como son los alojamientos y el ordeño, por su importancia en la calidad de la leche y en los aspectos sanitarios. En cuanto a la reproducción la revisión realizada se centró en buscar aquellos índices de mejor comprensión por parte del ganadero. Si bien la sanidad y la reproducción no generan gastos tan importantes como la alimentación, su influencia es indirecta, y, por tanto, debe ser objeto de máxima atención.

4.- ALIMENTACIÓN

INTRODUCCIÓN

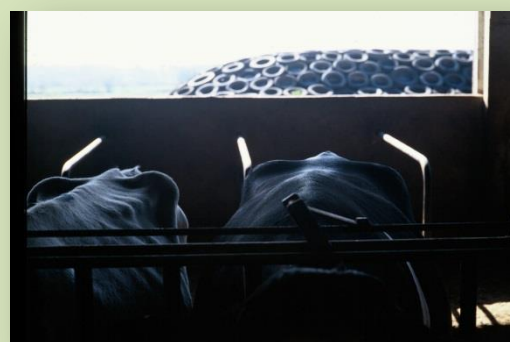
En el racionamiento para vacas lecheras se tienen que tener en cuenta, como mínimo, cuatro aspectos principales: a) determinación y cálculo de las necesidades nutritivas del conjunto de vacas, b) disponibilidad y características de los ingredientes para el racionamiento, c) suministro de la ración y características del proceso, aspecto que puede llamarse manejo del racionamiento, y d) posterior seguimiento del racionamiento. Estos aspectos del racionamiento son los puntos sobre los cuales el asesor o técnico de extensión tendrá que incidir con la completa participación del ganadero.

El racionamiento alimenticio de vacas lecheras se puede dividir en tres pasos o etapas que llevan a un tipo de ración: a) ración *teórica*, b) ración *real*, y c) ración *efectiva*, siguiendo los cuatro aspectos comentados en el párrafo anterior.

El cálculo de las necesidades nutritivas, basándose en datos propios del control lechero y de la gestión técnica – número de lactación o partos, peso vivo, estado de lactación, producción y composición de la leche, etc. –, juntamente con los ingredientes disponibles, de características conocidas – forrajes y no forrajes (granos y derivados, subproductos no forrajeros, aditivos, minerales, etc.), valoración nutritiva, disponibilidad, precio o coste por Kg, etc. –, servirá para calcular la ración *teórica*, que tendrá que cumplir con el requisito de ser posible y económicamente óptima.



Control de pesos en unifeed. Raciones bien formuladas y controladas diariamente



La ración ideal es la que se adapta a las necesidades de cada vaca

La experiencia y el contacto con los ganaderos informan que en la mayoría de los casos, la formulación de esta ración teórica es el único paso o etapa del asesor o nutricionista.

En el mejor de los casos, se hace uso de programas informáticos que incluyen las necesidades nutritivas de los diferentes sistemas de alimentación, según áreas geográficas, ARC (ARC, 1980, MAFF, 1978), INRA (INRA, 1978, 1988, INRAP, 1984, Soltner, 1979), NRC (NRC, 1981, 1985, 1987, 1989, 2001, Shirley, 1986), y otros (Burgstaller, 1981), así como los valores nutritivos de los ingredientes de las respectivas tablas. En muchos casos no se plantea la solución óptima. En general, en los casos en que sí se hace el planteamiento, se hace mediante la programación lineal, sin tener en cuenta la ausencia de linealidad de al menos dos restricciones, la de la ingestión y la de la energía (Seguí y Serra, 2000).

Alimentación

Para la mayoría de ingredientes se consultan las tablas NRC (NRC, 1988, 1989), INRA (INRA, 1978, 1981, 1988, INRAP, 1984, ITEB-EDE, 1989), etc., sin fijarse en el estado vegetativo o en la forma de conservación, en el caso de los forrajes. Los casos en que se recurre a los análisis convencionales se mezclan conceptos de interpretación del valor nutritivo, de uno y otro sistema de alimentación.

La determinación de la ración real, la que se obtiene de aplicar las condiciones de la explotación y el manejo a la ración teórica, en general no se calcula, sino que se observa, se interpreta. La definen los siguientes puntos: a) Como se dan los alimentos – pesaje, mezcla, manera de suministrarlos en el comedero etc., b) Acceso y disponibilidad de agua y características de la misma – temperatura, composición –, y c) Acceso al comedero.

Una vez determinada o intuida la ración real, que se puede definir como la cantidad y la composición de nutrientes realmente disponibles en el comedero, se pasará a la ración efectiva, que es la que ingiere cada vaca de la explotación. El cálculo de las necesidades del conjunto de la explotación de vacas, o de cada grupo en el caso de agrupación, si se hace correctamente, se tiene que hacer para reducir al máximo las desviaciones respecto de las medias.

Estos factores que condicionan la ración efectiva son propios del comportamiento de la vaca, tal como el estado sanitario, el ambiente, el factor social o jerárquico, el factor ración – la humedad, la presentación, etc. –, los cuales tienen mucha relación con la actitud y profesionalidad del ganadero.

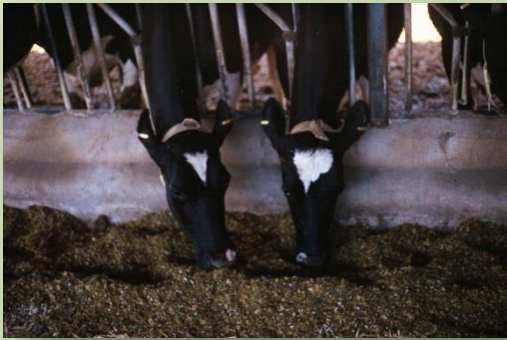
FACTORES LIGADOS A LA DIETA

Aunque la formulación de las raciones sea correcta, hay muchas fuentes de variación que influyen en las cantidades realmente consumidas por las vacas (Buckmaster y Muller, 1994), y estas fuentes de variación se acentúan si se comparaban las producciones entre diferentes explotaciones, de igual situación geográfica y características productivas semejantes, siendo necesario buscar las causas en el manejo de los animales (Bouisson, 1992).

No es de extrañar que una misma composición en una ración obtenga resultados diferentes según el estado fisiológico de la vaca, ya que las necesidades energéticas se modulan en función del estado fisiológico y de los factores del entorno y del manejo (Vermorel y Coulon, 1992), y es en este sentido donde se destaca que las necesidades nutritivas de la vaca en producción – mantenimiento y producción de leche – al inicio de la lactación, para una determinada producción de leche, son muy diferentes de las que le corresponderían a la mitad de la lactación. Concretamente las necesidades de una vaca en producción, en el pico de la lactación, pueden ser hasta cuatro veces superiores a las del mantenimiento (INRA, 1988; NRC, 1988). Si en la formulación de raciones se utiliza la producción de leche estándar, y se ignora la variación de las necesidades relativas a un nutriente para un animal, las necesidades solamente se aciertan o se consiguen en el 50% de los casos (Sniffen *et al*, 1993).

Los grandes factores externos, de carácter alimenticio, que influyen en los cambios de la composición de la leche, son el suministro de forrajes, la relación entre la MS forrajera y la MS no forrajera, la composición de los alimentos no forrajeros, los hidratos de carbono, y los lípidos de la ración, así como la ingestión y la frecuencia de ingestión de la ración (Sutton, 1989). De acuerdo con esto, existen una serie de factores o conceptos que definen la alimentación de un grupo de vacas, más allá del cálculo matemático de una ración y de la composición porcentual de los ingredientes en materia seca, y que son los siguientes: uniformidad fisiológica del grupo de vacas, contenido y naturaleza de las aportaciones, la forma de presentación de la ración, la frecuencia de la distribución, la higiene del entorno, la facilidad y el tiempo disponible para acceder al comedero, así como la temperatura del agua y la facilidad de acceso a ella (Agabriel *et al*, 1993 a, 1993 b).

La explotación de vacas de leche



Controlar la ingestión es una garantía para un buen racionamiento

Por estas razones, para plantear correctamente la alimentación en una explotación de vacas lecheras, se tiene que tender a una combinación de los siguientes factores: animal, entorno, alimentos o ingredientes y manejo (Sniffen *et al*, 1993), necesitándose modelos técnicos que abarquen el uso completo de los nutrientes para la vaca, a los cuales se tienen que añadir los factores económicos que, en definitiva, serán los que determinarán qué modelos serán o no aplicables en el ámbito de las explotaciones (Sutton, 1989).

Evidentemente que todo esto conlleva en si mismo un aumento de las medidas de todo tipo de datos, así como de unos modelos informáticos que los integren (Sniffen *et al*, 1993).

En definitiva, el racionamiento alimenticio no debe ser solamente una herramienta para calcular con mayor o menor rapidez una ración económica y fisiológicamente apta, para una vaca o para un grupo de vacas de similar producción, sino que tiene que integrar los parámetros propios de la explotación, como son la producción y composición de la leche, el estado fisiológico, el número de lactación, al igual que los datos de los forrajes, la base territorial disponible, los sistemas de manejo, y todas aquellas restricciones de carácter físico que puedan intervenir – capacidad potencial del tracto digestivo, dimensiones de la vaca, etc. – (Sniffen *et al*. 1993).

Parece entonces, que si en la formulación de raciones se tienen que incluir estos factores, también en los análisis posteriores, encaminados a conocer la rentabilidad de la explotación, o en los análisis relativos a la eficiencia nutritiva (producción, tasa de grasa, tasa de proteína, recuento de células somáticas), se tendrán que tener en cuenta todos los factores que, de una manera o de otra, definen el manejo de la alimentación. Se debería plantear, por lo tanto, el estudio de los factores intrínsecos de la ración, y los del manejo, y hacerlos más comprensibles al ganadero.

Interesa conocer sobre qué aspectos de la producción se ha de actuar, sobre cuáles ha de vigilar el ganadero, para que las explotaciones no pierdan eficiencia al aumentar el número de vacas, o la producción de cada una de ellas.

Entre los factores ligados a la dieta, con potencial para modificar el contenido y composición de la leche, están los siguientes: ingestión de MS, contenido energético de la ración, relación forraje y concentrado, contenido proteico de la ración, contenido de minerales y vitaminas, tamaño de las partículas forrajeras, procesado de los ingredientes en general, y las propiedades de cada ingrediente que entren en la ración. Todos ellos, que a continuación se detallan, serían suficientes para caracterizar una ración y su potencial para producir leche.

Aunque, al tratarse de medidas que se tienen que realizar en las visitas de extensión o asesoramiento, se debería intentar escoger aquellas, sean cualitativas o cuantitativas, que definan el manejo. Evidentemente que conociendo la ingestión de MS por vaca, el contenido energético de la ración, el contenido proteico y las aportaciones en minerales y vitaminas, no habría ninguna duda de su potencial, no obstante conocer la ingestión por vaca es casi imposible.

INGESTIÓN DE MATERIA SECA

La ingestión de materia seca (MS), con casi toda seguridad, es el concepto nutritivo más difícil de cuantificar, por la gran variedad de factores que influyen y la diversidad en los resultados obtenidos (Faverdin *et al*, 1992). Existen muchos sistemas de predicción de las cantidades ingeridas, unos utilizan ecuaciones de regresión múltiple, en general empíricas, provenientes de la experimentación, otros utilizan la regulación del apetito – la repleción del tracto digestivo – la satisfacción de las necesidades energéticas, y otros lo hacen mediante el sistema basado en las unidades de repleción “*encombrement*” (UE), al aplicar el fenómeno de la sustitución entre forrajes y concentrados (Faverdin *et al*, 1992).

La influencia de las reservas corporales, las interacciones digestivas y metabólicas, y la naturaleza de los alimentos, son, entre otros, las variables que se deberían integrar en la predicción de la ingestión (Vermorel y Coulon, 1992).

De todas formas, para aumentar la precisión y la optimización de los sistemas de formulación de raciones, son necesarias ecuaciones de predicción de la ingestión más potentes (Roseler *et al*, 1993). Los errores en la formulación de raciones están ligados a la variación en la ingestión, el manejo o sistema de suministro. Los errores en los análisis de los nutrientes, los relativos a la formulación de raciones, y los de la provisión de cantidades, son las causas de estas diferencias (Buckmaster y Muller, 1994). En las raciones únicas, se sugiere que la diferencia entre las producciones obtenidas con una ración y las teóricamente esperadas de la formulación, se tienen que hallar en las cantidades realmente consumidas.

Los factores que afectan a la ingestión de MS, con su variabilidad son los siguientes: producción 45%, alimentación y manejo 22%, peso 17%, clima 10%, y condición corporal 6% (Roseler *et al*, 1997^a). Son necesarios estudios que mejoren la predicción de la ingestión, basándose en la descripción de los alimentos, del manejo, y de las condiciones del entorno (Roseler *et al*, 1997^b).

De la misma manera que existe esta dificultad en la predicción de la ingestión, para el técnico en extensión y, en general, para los técnicos que estudian las variables de las explotaciones, también es muy difícil conocer con exactitud la ingestión de cada vaca de una explotación.

La ingestión juntamente con la digestibilidad de la MS o de la MO son los dos componentes principales para definir el valor nutritivo de un forraje (INRA 1981, 1988; Harrison y Blauwiekel, 1994).

A continuación se incluyen unos gráficos sobre la producción de leche (gráfico 4.1), la ingestión en Kg De MS (gráfico 4.2), y sobre la diferencia entre las necesidades y las aportaciones (Seguí y Serra, 2000) (gráfico 4.3), en UFL, a lo largo de una curva de lactación, para una vaca de 9.000 Kg De leche y 3,6% de tasa de grasa, de un ejemplo real del Centro de Capacitación y Experimentación Agraria de Mahón.

En ellas se puede apreciar la dificultad de adaptar la ración a las necesidades de producción y a la capacidad de ingestión, de manera que no se tendrá otra opción que la adaptación de la ración al estado fisiológico y a la curva de lactación.

La explotación de vacas de leche

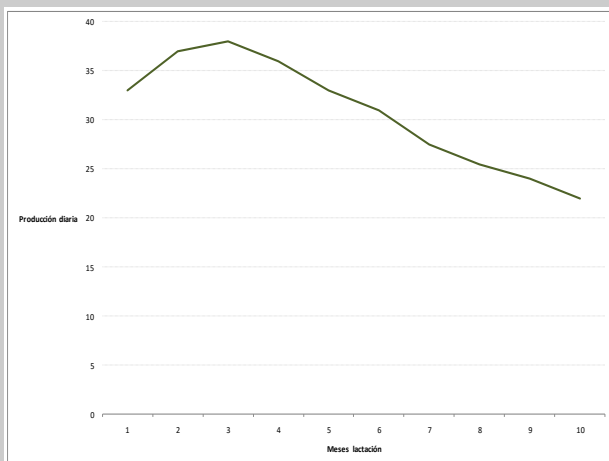


Gráfico 4.1.- Curva de lactación Vaca 9.000 kg leche 3,6% grasa

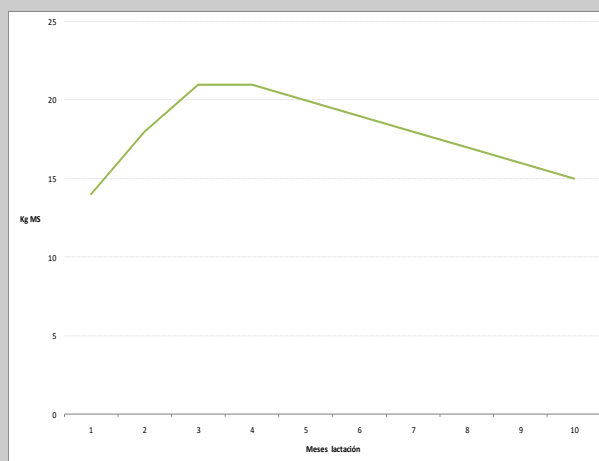


Gráfico 4.2.- Curva de la capacidad de ingestión

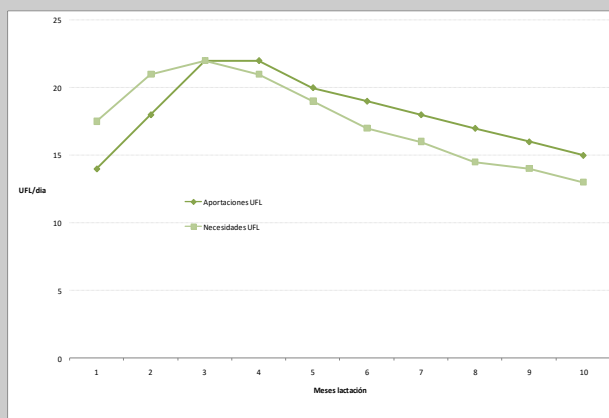


Gráfico 4.3.- Necesidades y aportaciones de energía (UFL)



Control y limpieza

CONTENIDO ENERGÉTICO DE LA RACIÓN

Más del 85% de las paredes celulares son digeridas en el rumen y este porcentaje depende de la habilidad, actividad y duración del ataque de los microorganismos sobre la fibra (Michalet-Doreau y Sauvant, 1989). Su conocimiento es importante ya que la variación del crecimiento microbiano puede provocar una variación del 44% en la producción (Nocek y Russell 1988).

La densidad energética y la concentración en fibra de la ración son conceptos que están relacionados negativamente, y que tienen una marcada influencia en la cantidad de materia seca ingerida por el animal durante el día. La ingestión se regula principalmente por mecanismos fisiológicos, por la capacidad ruminal para dietas con elevada concentración energética o para dietas con baja concentración energética (Garnsworthy y Huggett, 1992). En general, en la práctica de las explotaciones, las raciones, tanto en la formulación como en la elaboración y distribución, no se adaptan a las necesidades energéticas calculadas según los datos del control lechero (Martí, 1997).

COMPOSICIÓN LIPÍDICA DE LA LECHE

La composición de la leche está fundamentada, en la necesidad de las especies mamíferos de aportar a través de ella todas las sustancias necesarias para asegurar la supervivencia y el desarrollo de la descendencia durante su fase de lactación.

La leche es plasma (parte líquida de la sangre), con gotas de grasa en suspensión. En el plasma se encuentran las proteínas, la lactosa, los minerales, las vitaminas, las materias nitrogenadas no proteicas y el agua. Desde el punto de vista de la alimentación se pueden distinguir dos partes bien diferenciadas: una sin valor nutritivo que corresponde al agua y otra que contiene todo el valor y que corresponde al extracto seco.

Un litro de leche de vaca pesa 1.030 gramos de media, con una densidad que depende de la vaca y de otros factores, y que contiene, en condiciones normales, de 120 a 130 gramos de extracto seco, y el resto es agua.

El extracto seco de la leche se puede dividir, por tanto, en diferentes fracciones: nitrogenada, lipídica, carbohidratos, vitaminas, minerales y células somáticas.

La fracción nitrogenada y la lipídica serán objeto de revisión, aunque sea someramente, para enmarcar el racionamiento alimenticio y su repercusión en la calidad nutritiva de la leche, medida, principalmente, por las tasas de proteína y de grasa.

La **fracción lipídica** de la leche de vaca se compone principalmente de triglicéridos y fosfolípidos. El 99% de estos lípidos se encuentra en suspensión en forma de glóbulos de 2 mm de diámetro.

Los **triglicéridos** son ésteres de glicerol con tres ácidos grasos comunes al resto de las grasas animales. De la composición en ácidos grasos depende la calidad tecnológica y dietética de la leche y de sus productos. Los ácidos grasos de la leche tienen un número de átomos de carbono comprendidos entre 4 y 18, siendo los más numerosos los de cadena corta (entre 4 y 10) y media (entre 12 y 16), mientras que los ácidos grasos procedentes del tejido adiposo son básicamente de cadena larga (de 18 átomos).

Los **fosfolípidos** son compuestos de glicerol en los que los grupos hidróxilos del primer y segundo carbono se hallan esterificados por sendas moléculas de ácidos grasos, mientras que el tercero se halla esterificado por el ácido fosfórico. Representan como máximo el 1% de los lípidos totales. Su principal función es la de actuar como agentes emulsionantes gracias a su elevada polaridad. Entre los fosfolípidos más importantes están las lecitinas y las cefalinas.

Antes de entrar en el racionamiento alimenticio conviene resumir el proceso de formación de la grasa de la leche, que es uno de los principales elementos de la calidad de la leche, y es objeto de pago según el destino de la leche. El 98% de la tasa de grasa está formada por los triglicéridos, que son los ácidos grasos y el glicerol. Los ácidos grasos de cadena corta a larga (C4:0 a C15:0) y la mitad de C16:0 dependen del suministro de **acetato**, que tiene su origen en el acetato ruminal, y del β -hidroxibutirato, que también tiene su origen en el rumen (butirato ruminal). La otra mitad del C16:0 y la totalidad de los ácidos grasos de cadena superior a 18, provienen de los ácidos grasos de cadenas largas transportados por los quilomicrones, de origen exógeno, por las proteínas de baja densidad (VLDL), de origen endógeno, y por la albúmina, de origen endógeno. Los triglicéridos al ser insolubles en agua se combinan con determinadas lipoproteínas (apoproteínas) formando los quilomicrones y las proteínas de baja densidad (VLDL). Estos son transportados por el sistema linfático desde el intestino hasta la vena yugular donde son liberados al sistema sanguíneo. Desde el hígado, el transporte se realiza exclusivamente en forma de VLDL. Una vez han llegado los quilomicrones y las VLDL a la ubre, los

La explotación de vacas de leche

triglicéridos son hidrolizados y transformados en ácidos grasos, monoglicéridos y glicerol para poder atravesar los capilares. Una vez dentro, los triglicéridos se sintetizan y empaquetan de nuevo en forma de glóbulos de grasa que se desplazan hacia el ápice de la célula, aumentando progresivamente su tamaño durante su salida hacia el lumen.

A su vez, el suministro de glicerol, necesario para la síntesis de los triglicéridos, proviene de la glucosa captada en la ubre y del glicerol que se libera en la hidrólisis de los quilomicrones y los VLDL.

En definitiva, la tasa de grasa, y más concretamente su variación, depende de factores alimenticios, puesto que su síntesis metabólica depende del ácido acético, del butírico y del propiónico, todos ellos (ácidos grasos volátiles, AGV) producidos en el rumen por la fermentación, así como de los ácidos grasos largos y de la glucosa absorbidos en el intestino delgado. La cantidad de AGV, de ácidos grasos largos y de glucosa depende, a su vez, del flujo digestivo (Rulquin *et al.*, 2007). El flujo digestivo dependerá del equilibrio físico y químico de las raciones, es decir, de la composición química de la ración, de la velocidad de degradación de sus constituyentes y de la talla o tamaño de sus partículas.

RELACIÓN ENTRE FORRAJES Y ALIMENTOS NO FORRAJEROS

La relación entre la MS de los forrajes y la MS de los concentrados (alimento no forrajero) (F:C) está muy estudiada por muchos autores, y es de fácil comprensión por el ganadero, si bien la mayoría de autores no se refieren a su cuantificación sino a la composición de uno y otro componente (forrajes y concentrados). La relación F:C es muy variable según sea el sistema productivo de las explotaciones.



La calidad de los forrajes es imprescindible para un racionamiento adecuado

Algunos autores (Yang y Beauchemin, 2006b) comprobaron que, en raciones con ensilado de maíz complementado con concentrados, basados en grano de maíz, con la proporción F:C igual a 45,8:54,2, la ingestión de MS ni la digestibilidad de la MO variaban según fuese el contenido de fibra, medida como NDF físicamente efectiva, ni tampoco variaba la producción de leche ni su composición. Esto puede explicarse en que se partía de raciones bajas, aunque no muy bajas, en contenido forrajero, y el efecto de los concentrados en las funciones ruminales eran superiores a los efectos beneficiosos que para estas funciones se obtendrían de la fibra físicamente efectiva.

Alimentación

Las dietas ricas en alimentos no forrajeros reducen la ingestión de materia seca forrajera, producen una reducción en la proporción de acetato, que es el precursor de la grasa en la leche, y un incremento en la del propionato en el rumen. En múltiples investigaciones, aunque su objetivo no fuera comprobar la relación entre la proporción de concentrados en la ración, se observa que las raciones con elevada proporción de concentrados producen leche con bajo contenido en grasa; así, por ejemplo, al comparar raciones con bajo contenido de concentrados (65:35) con otras de alto contenido (35:65), la tasa de grasa era de 2,31 frente a 3,38 (Lor et al., 2005). Existe, por otra parte, una correlación positiva entre la cantidad y la concentración de energía metabolizable con la producción de proteína y la tasa de proteína (DePeters y Cant, 1992). A su vez, el incremento de energía ingerida, producido por el decrecimiento de la relación F:C, aumenta la producción de leche, la tasa de proteína y la de lactosa, y baja la tasa de grasa. No obstante, la relación F:C, por sí sola, tiene efectos menores sobre la cantidad y la composición de la proteína de la leche (DePeters y Cant, 1992). Algunos autores observan que, de manera general, si la MS de concentrado de la ración supera el 60 % de la MS total las tasas de proteína son bajas, incluso muy bajas (Cragle et al, 1986).

Otros autores, que sí tienen en cuenta este aspecto de la relación entre forrajes y concentrados (Grummer et al, 1987), al comparar una ración, para vacas de leche, con el 76% de MS de concentrado, con otra con el 45%, con los mismos forrajes (ensilado de maíz del 33% de MS, y ensilado de alfalfa del 57%), observan que la tasa de grasa pasa del 3,33% (ración con el 45%) al 2,87% (ración con el 76%). También se midieron los contenidos en ácidos grasos volátiles y observaron que la relación entre *acético más butírico y propiónico* $((C_2 + C_4)/C_3)$ pasa de 2,7 a 2, y que el tiempo dedicado a la masticación es de 659 min./día, en la ración con 45% de MS de concentrado, y tan solo de 472 min./día en la ración con más concentrados.

Otro aspecto importante a tener en cuenta es la forma en que se complementa la energía de los forrajes. Suplir o complementar con carbohidratos o con grasa puede influir, por ejemplo, en la proteína de la leche (Mohamed et al, 1988, DePeters y Cant 1992). NRC (1989) sugiere que los hidratos de carbono de la ración deben oscilar entre el 30 y 40% de la materia seca ingerida. Para porcentajes menores, se observa una reducción de la actividad microbiana en el rumen por falta de substrato energético y, en consecuencia, una menor síntesis de proteína microbiana. Para porcentajes superiores, se observa un descenso del pH ruminal y la consiguiente acidosis que, a la vez, provoca la disminución de la capacidad de ingestión. La tasa de grasa disminuye si el almidón fermentable supera el 50% de la materia seca ingerida (Ashes et al, 1997).

COMPLEMENTACIÓN CON GRASA Y EFECTOS SOBRE LA PRODUCCIÓN

El aumento de la producción de las vacas ha hecho difícil formular raciones manteniendo el porcentaje de forrajes en el 50% de la MS total, y utilizando los ingredientes concentrados habituales. Esto puede ser así si se considera el racionamiento individual de la vaca, en casos puntuales, pero no debería presentar problemas si se formulase para un grupo afín, o incluso para el conjunto de vacas en lactación de una explotación. Sea por el motivo que sea, se ha recurrido a la complementación de las raciones con grasa. Su uso tiene efectos positivos y negativos, dependiendo de cada situación.

El incremento de la incorporación de grasa en la ración, puede tener efectos adversos en la degradación de otros componentes de la dieta en el rumen. A su vez, se produce una depresión energética, a causa de la saturación de los ácidos grasos insaturados, presentes en ciertas grasas, ya que los microorganismos no toleran bien las grasas insaturadas (Garnsworthy y Huggett, 1992).

Muchas investigaciones han demostrado que el incremento de grasa en la ración disminuye la tasa de proteína de la leche (Emery, 1978; DePeters et al., 1987; Garnsworthy y Huggett, 1992; DePeters y Cant, 1992; Ashes et al, 1997; Coppock y Wilks, 1991; Ferguson et al., 1989; Wu y Huber, 1994; Maiga y

La explotación de vacas de leche

Schingoethe, 1997; Mohamed *et al*, 1988). Otros autores no observan que la tasa de proteína baje al complementar raciones con grasa (Chan *et al.*, 1997).

Por lo que respecta a la influencia sobre la tasa de grasa, se observan incrementos y decrementos, asociados a los otros componentes de la ración. La producción de leche se ve favorecida, en general, por la adición de grasa. El incremento de la producción permite compensar las caídas de la tasa de proteína y de la tasa de grasa, obteniéndose un incremento de producción total en estos componentes (Maiga y Schingoethe, 1997).

Es importante recordar que ciertas grasas no tienen una buena palatabilidad, aspecto que puede afectar negativamente la capacidad de ingestión.

De cada vez hay un interés mayor en la dieta humana, en los aspectos relacionados con el contenido graso. Esto se traslada a la producción de leche y, en especial, a su contenido en grasa y en proteína. Se dispone de una amplia bibliografía que trata de las investigaciones, encaminadas a obtener leche de vaca con bajo contenido de grasa y con elevada proporción de ácidos grasos insaturados en relación al total de la materia grasa.

A veces, de algunas investigaciones, parciales en sus objetivos, se intenta pasar a su aplicación en las explotaciones, sin tener una visión integradora de todos los factores que influyen en la composición de la leche. Cabe, por tanto, recordar que hay siete nutrientes moduladores de la tasa de grasa de la leche (Rulquin *et al.*, 2007): tres ácidos grasos volátiles (acetato, propionato, butirato), glucosa (digerida en el intestino), dos ácidos grasos (*trans 10 C18:1*, *trans 10, cis 12 C18:2* o *trans 10, cis 12 CLA –linoleico conjugado-*), y otros ácidos grasos digeridos en el intestino. Algunos de ellos, como el propionato, la glucosa y los dos ácidos grasos, no son precursores directos pero sí que suministran cadenas largas de C (ácidos grasos no esterificados o triglicéridos circulantes) para la vía de síntesis de *novo*. Es importante destacar que el efecto de los nutrientes mencionados es conocido pero aún no está cuantificado.

De la revisión bibliográfica (Rulquin *et al.*, 2007) se desprenden los siguientes hechos:

- La reducción de materias grasas en la leche es linealmente proporcional al aumento de *C18:1*. Con lo cual la leche, teóricamente, puede ser de valor nutritivo superior a la normal.
- La ingestión de regímenes ricos en concentrados se traduce en un aumento de la producción *trans C18:1*.
- Las aportaciones post-ruminales de *trans10 cis12 CLA*¹ hacen descender linealmente la proporción de ácidos grasos sintetizados de novo (C4-C8, C10 a C15, y una parte de C16), y esto es debido a la disminución de la actividad de todos los enzimas lipogénicos mamarios.

No obstante, a pesar de los posibles beneficios, es difícil obtener unos productos alimenticios que de manera conjunta proporcionen una producción de leche con menos grasa, más ácidos grasos insaturados y que la relación entre la tasa de proteína y la de grasa aumente. Se argumenta, también, que añadir ácidos grasos *trans* a la ración de vacas de leche podría estar limitado por razones de precaución sanitaria, ya que no está demostrado que estos ácidos no presenten los mismos riesgos cancerígenos para la salud humana que los otros ácidos grasos *trans* de las grasas vegetales hidrogenadas (Rulquin *et al.*, 2007).

En definitiva, tocando todas las teclas de la alimentación, tales como la proporción de concentrado en la ración, la naturaleza del concentrado, finura de corte de los forrajes, frecuencia de la distribución de la ración, es posible modificar las aportaciones del conjunto de los nutrientes implicados en la producción de grasa, pero esto deberá hacerse de manera simultánea, y para ello no se disponen de suficientes

¹ CLA, isómeros ácido linoleico conjugado

Alimentación

investigaciones que lleven a una integración de datos y resultados capaces de ser llevados a la formulación de raciones.

Hay algunas referencias sobre la incorporación de semilla de lino o de aceite de lino² a las raciones para obtener leche más dietética (menos AG saturados, más AG insaturados), las cuales deben estudiarse sin perder de vista la lógica singularidad de las investigaciones, en cuanto a situaciones alimenticias para las cuales se realizan.

Así, por ejemplo, a dos tipos de raciones isoproteicas pero no isoenergéticas, una con alto contenido de forrajes (65:35) y la otra con bajo contenido (35:65)³, se les añadió aceite de lino a razón del 3% de la MS total – aproximadamente 0,6 Kg/vaca y día –, encontrándose, en general, que esta incorporación de aceite de lino hacía descender el contenido de ácidos grasos saturados, a la vez que aumentaba el contenido de los ácidos insaturados, en especial C18:2 (conjugados y no conjugados) y C18:3. Para las raciones con alto contenido forrajero, la incorporación de aceite disminuyó la tasa de proteína, mientras que para las raciones con bajo contenido de forraje se aumentó la tasa de proteína (Loor *et al.*, 2005).

Otro ejemplo de la incorporación de lino, en este caso semilla, se dio en raciones de ensilado de maíz con diferente finura de corte⁴ suplementadas con concentrados, según proporciones 45:55 y 55:45⁵, a las cuales se les añadía 0,5 Kg De semilla de lino a cambio de retirar 0,5 de cebada, para comprobar sus efectos en la composición de ácidos grasos en la leche producida. La proporción de C18:1 *cis*-9 y C18:2 *cis*-9 y *trans*-11 se incrementaban en la leche cuando la longitud de corte del ensilado era menor y en las raciones con más forraje (55:45) (Soita *et al.*, 2005).

Otros ejemplos se hacen con la incorporación de aceite de pescado y de girasol (Shingfield *et al.*, 2005) a raciones de ensilado de raigrás y a otras de ensilado de maíz, con diferentes proporciones de concentrados, concluyendo, que si bien es cierto que esta incorporación de aceites en la ración pueden cambiar la composición de la leche, con mayor proporción de ácido linoleico conjugado (*cis*-9 *trans*-11), su variación depende de la ración base, no pudiendo recomendar una formulación concreta.

Dentro de este apartado sobre la complementación con grasa y sus efectos sobre la composición de la leche, se añaden tres ejemplos de sendas investigaciones sobre el uso de forrajes verdes en la alimentación y sus efectos, precisamente, en la composición de la leche. Quizás alguien pueda sorprenderse de que el pastoreo, o simplemente la incorporación de forraje verde puedan tener esa influencia beneficiosa en la composición de la grasa de la leche. No obstante, si se conoce la fisiología de la vaca y su metabolismo, la sorpresa será menor.

Diversos autores de Nueva Zelanda (Schroeder *et al.*, 2005) argumentado las pocas referencias del contenido y composición de la grasa de la leche obtenida en regímenes de pastoreo, debido a las múltiples modalidades, tanto del tipo de hierba como de manejo, compararon la producción de vacas en pastoreo sin ningún tipo de complementación con la de las vacas alimentadas con *unifeed* a base de

² La semilla de lino contiene ácidos insaturados de cadena larga

³ La ración era de heno de raigrás, como único alimento forrajero, y el concentrado era una mezcla molida y tratada térmicamente de colza, girasol y salvado de trigo. La producción obtenida, de vacas de 650 Kg en el tercer mes de lactación, oscilaba entre 24 y 28 l/vaca y día, con tasas de grasa entre 2,2 y 3,5%.

⁴ Ensilado de maíz del 31% MS, muy picado (9,52 mm) o poco picado (19,05 mm)

⁵ Raciones suministradas en *unifeed* dos veces al día, formuladas para producciones entre 38 y 42 litros de leche del 3,5%,

La explotación de vacas de leche

ensilado de maíz y concentrado basado en maíz grano⁶. Se comprobó que la producción de leche al 4% de grasa era superior en el grupo *unifeed* (15,3 vs 13,1), y, en cambio, el contenido de N ureico en la leche era similar en los dos grupos (20,2). Y, en cuanto a la composición de la leche, se concluyó que el contenido de ácidos saturados era superior en el grupo *unifeed* y el de ácidos insaturados era superior en las de pastoreo, de manera que el ratio (saturados/insaturados) era de 1,85 en pastoreo y 2,22 en *unifeed*.

Otros autores (Couvreur *et al.*, 2006) plantearon reemplazar una parte de ensilado de maíz por hierba verde, en diferentes cantidades, para estudiar sus efectos en las características de la leche y en las propiedades de la mantequilla. Las raciones se formularon para el mismo nivel energético⁷. La conclusión que se podía resumir era que por cada 10% de incorporación de hierba verde, en % de MS, se incrementaba en 0,21 Kg/día la producción de leche. A su vez, la incorporación de hierba verde provocaba la bajada de la tasa de grasa, aumentando los ácidos grasos insaturados y reduciendo los saturados. Para aquellas zonas en que aún es posible el racionamiento alimenticio con hierba verde son interesantes estos tipos de investigaciones, abriendo la posibilidad de rentabilizar la producción ecológica a través de la revalorización del producto obtenido.

Es importante que el asesor no pierda de vista, sobre todo al adentrarse en las cualidades de un ingrediente en concreto y sus efectos sobre la producción, la complejidad de los factores, no solo nutricionales, que afectan la composición de leche de vaca en cuanto a ácidos grasos. Autores británicos (Ellis *et al.*, 2006) llevaron a cabo un estudio, con el objetivo de conocer los factores que afectaban la composición de la materia grasa de la leche, sobre 17 explotaciones calificadas de “orgánicas” y 19 calificadas de “convencionales”, en cuanto a su sistema de manejo⁸. Antes de explicar las conclusiones de este estudio, hay que mencionar los factores que inciden en la composición de la materia grasa de la leche, ya que ello nos prepara para descartar que un solo ingrediente sea capaz de alterar o modificar positivamente la composición de la leche. Estos factores citados por estos autores son los siguientes: raza de la vaca, estación del año, situación geográfica, acceso a pastoreo, acceso a hierba segada, tipo de ensilado, tipo de alimentación concentrada e incorporación de grasa.

Siguiendo con el estudio (Ellis *et al.*, 2006), las principales conclusiones fueron las siguientes: la leche de las explotaciones “convencionales” y la de las explotaciones “orgánicas” no difería en cuanto a contenido de ácidos grasos saturados, no obstante, las “orgánicas” tenían mayor proporción de ácidos grasos poliinsaturados y menor proporción de ácidos grasos monoinsaturados. En cuanto a los grupos de ácidos n-3 (omega-3) y n-6⁹, el contenido de n-3 en las “orgánicas” era 1,7 veces superior al de las convencionales, no encontrándose diferencias en contenido de n-6, ni en contenido de ácido linoleico conjugado (isómeros C18:2 cis-9 trans-11), ni tampoco en ácido vacénico (C18:1 trans-11).

⁶ Ración *unifeed* a base de ensilado maíz y concentrados (maíz, torta girasol, urea) (59:41) comparado con pastoreo de avena (único alimento, 15 a 16 Kg MS/vaca y día). Vacas Holstein en el cuarto mes de lactación, producción entre 14 y 16 litros/vaca y día.

⁷ Las raciones estaban calculadas para una potencialidad energética equivalente a una producción de entre 24 y 26 litros de leche. Se compararon raciones con 0% de hierba verde sobre el contenido de MS forrajera de la ración, con el 30%, con el 60% y con el 100%.

⁸ La clasificación en explotaciones “orgánicas” y “convencionales” se llevó a cabo en función del manejo (*unifeed* o no; pastoreo – con diversas modalidades - o no; cantidad de concentrados por vaca y día, menor o mayor de 6 Kg; uso de ensilado de maíz o no; otros ensilados o no; entre otros)

⁹ Grupo n-3 (omega-3) compuesto por C18:3 (α linolénico), C20:3, C20:5, C22:5 y C22:6. Grupo n-6 compuesto por C18:2, C18:3 (γ linolénico) C20:3 y C20:4. El grupo n-3 está probado que aumenta en los humanos la función neurológica, protege ante problemas coronarios del corazón, y previene de algunos cánceres.

Alimentación

A parte de estas conclusiones se destaca en el estudio la influencia de la estación, del manejo de la explotación y de los factores nutricionales. Por ejemplo, para el conjunto de explotaciones (“orgánicas” y “convencionales”) la proporción de ácidos grasos saturados era superior en los meses de otoño e invierno en comparación a los meses de primavera e inicio de verano. Se demostró, además, que el efecto explotación –manejo – el efecto producción – nivel de producción – y el efecto raza – Holstein pura o Holstein Frisian – influían de manera conjunta en la proporción de ácidos n-3 (omega 3). De estas relaciones, se pueden destacar, por ejemplo, que a igualdad de nivel productivo, las explotaciones “orgánicas” tenían mayor proporción de n-3 en la leche, y que en las explotaciones “convencionales” las de menor nivel productivo tenían mayor proporción de n-3. También cabe citar que el pastoreo se asoció con niveles más altos de n-3, y que el uso de raciones *unifeed* con elevado contenido de concentrado se asociaba a menores proporciones de n-3 en la leche. En relación al grupo de ácidos grasos n-6, su proporción en la leche era superior en los inicios de primavera e inferior en los meses de otoño.

Otros autores (Boken *et al.*, 2005) compararon dos tipos de raciones a las cuales se añadía aceite de soja refinado (0,5 Kg/día), una era de pastoreo y la otra *unifeed*¹⁰. Las raciones con aceite añadido no variaban la producción de leche, ni en cantidad ni en concentración de grasa ni de proteína, y la condición corporal de las vacas era algo superior a las de las vacas sin complemento¹¹. Aún con la peculiaridad de estas raciones, con alto contenido de concentrados, se observó que las raciones de pastoreo, en general, producían leche con menos grasa y con proporciones mayores de ácido linoleico conjugado.

Con estas referencias se hace difícil, en el estado de conocimientos, intentar siquiera una aproximación a una formulación de raciones que, de manera sistemática y duradera, influya en la obtención de una leche con contenido superior, o en proporción, en ácidos grasos insaturados, y en especial en n-3 (omega-3).

EL ALMIDÓN EN LAS RACIONES

Con frecuencia se alerta de la necesidad de racionar según el contenido en almidón, igual que hace unas décadas se hizo lo mismo con el contenido en fibra, presentándose como una novedad, precisamente, en la alimentación de las vacas. En general, todas estas, digamos viejas novedades, se adornan con el ineludible requerimiento de aplicarlo a las vacas de alta producción. No obstante, sin quitar importancia al racionamiento de las altas productoras, lo que aquí se trata es de aplicar un racionamiento

¹⁰ Ración de pastoreo mixto de ray-grass italiano y cereal (1.801 ± 245 Kg/Ha.), suplementada con maíz, melaza, semilla de algodón, cascarilla de soja, pulpa de cítricos y destilerías de cereales, y minerales, a la cual se añadía aceite de soja previa reformulación. Ración *unifeed* (34:66, relación F:C en MS) a base de heno de alfalfa, ensilado de maíz, como forrajes, y como concentrados los mismos que en la ración de pastoreo reformulados, con o sin aceite de soja.

¹¹ Obsérvese, no obstante, que se parte de raciones con alto contenido de concentrados (34:66) en la de *unifeed*, y en la de pastoreo se llegaba a suministrar 12 Kg de MS de la mezcla.

La explotación de vacas de leche

alimenticio acorde con la explotación de vacas, y ya se sabe que explotaciones de alta producción no hay tantas, aunque sí haya explotaciones con altos costes de producción.

En la tabla siguiente (tabla 4.1) se han ordenado, según su contenido en almidón, los principales alimentos que pueden complementar las raciones para las vacas de leche (Sauvant *et. Al.*, 1994). En ella se incluyen diferentes columnas referidas a la degradabilidad del almidón en el rumen, a su digestibilidad final, a la velocidad de degradación ruminal, y con ella se podrá discernir sobre el porqué de muchos interrogantes planteados en el quehacer de la formulación de las raciones.

Tabla 4.1. El almidón en los alimentos. Degradabilidad en el rumen

Alimentos	Almidón gr./Kg MS	Solubilidad %	Progresivamente degradable %	Velocidad degradación % por hora	Digestibilidad % en el rumen	% almidón protegido
Arroz	890	26	74	7,6	78,20	21,80
Mandioca	820	67,3	32,7	12,2	88,78	11,22
Maíz	740	23,4	76,6	4,9	73,65	26,35
Patata	740	26	74	4,9	74,19	25,81
Sorgo	740	17,8	82,3	4,4	70,95	29,05
Harina trigo	730	86	14	17,8	92,33	7,67
Trigo	690	70,8	29,3	19,4	90,58	9,42
Mijo	620	41	59	8,3	81,94	18,06
Cebada	595	59,3	40,7	32,2	90,92	9,08
Guisante	520	73,2	58,6	16,3	86,35	13,65
Guisante E.	520	41,4	26,8	39	92,12	7,88
Habas	450	42,5	57,5	10,1	83,56	16,44
Judías	440	14	86	10	78,41	21,59
Avena	400	95,7	4,3	11	93,25	6,75
Salvado	240	84,5	15,5	24,2	92,08	7,92
<i>Glutenfeed</i>	225	58,3	41,7	10,2	86,67	13,33
<i>Glutenmeal</i>	190	23	77	28,6	87,37	12,63

Por ejemplo, obsérvense las diferencias entre el *glutenfeed* (harina de maíz, salvado, gluten y agua de condensación) y el *glutenmeal* (gluten y almidón): el *glutenfeed* tiene más almidón (225 vs 190 g kg MS), y es mucho más soluble (58,3 vs 23), en cambio es de degradación lenta (10,2 vs 28,6% h), aun siendo más soluble. La digestibilidad final, en el rumen, es muy semejante en los dos (86,67 vs 87,37). Cuando

Alimentación

se trata de elegir uno u otro, en este caso, se tendrá que hacer en función de los otros ingredientes de la ración, y de las cualidades organolépticas de ellos, ya que cada uno aporta más o menos la misma cantidad de almidón digerido en el rumen (y, por tanto, aprovechado por los microbios) y, también, la misma cantidad de almidón protegido o *bypass*. A la vista de lo que pasa con estos dos alimentos, se puede decir, a efectos de asesorar sobre las particularidades del contenido de almidón de los ingredientes, que si la solubilidad es alta la disponibilidad de energía en el rumen es alta, y que si la solubilidad es baja pero la velocidad de degradación es elevada también puede ser alta la disponibilidad de energía en el rumen. La conveniencia de solubilidades altas y/o velocidades de degradación elevadas dependerá del resto de ingredientes, en especial de los forrajes.

En la tabla anterior, el maíz y la patata tienen el mismo contenido en almidón (740 gr./Kg MS), la solubilidad (23,4 vs 26) es muy parecida, y la velocidad de degradación idéntica (4,9), por tanto, la digestibilidad en el rumen del almidón es, prácticamente, la misma (74%). De hecho la patata podría ser un alimento interesante para la vaca de leche, en caso de excedentes. El problema está en el suministro, que ha de hacerse siempre a ras de tierra, y en que la piel no contenga solanina.

Otro alimento que se puede estudiar, a la vista de la tabla, es la mandioca, la cual contiene más almidón que el maíz (820 vs 740), no obstante, la solubilidad es muy superior (67,3 vs 23,4) y, a su vez, la velocidad de degradación en el rumen es más del doble que la del maíz (12,2 vs 4,9), y esto hace que la degradabilidad total sea muy superior (88,78 vs 73,65). La mandioca se degrada muy rápidamente y extensamente (pasa poca hacia el intestino). Su rapidez en la degradación lleva a recomendar un uso limitado de la mandioca en las raciones, en especial en raciones ya de por sí altas en concentrados, para evitar las acidosis ruminales.

Obsérvese que las digestibilidades del almidón en el rumen, del maíz (73,65 %), de la patata (74,19 %) y del sorgo (70,95 %), no llegan al 75%, y, en cambio, las de los cereales de invierno, como el trigo (90,58 %), de su harina (92,33 %), la cebada (90,92 %) y la avena (93,25 %), sobrepasan el 90%. De ahí que los cereales de invierno se incorporen en menor proporción a las raciones, si el forraje tiene una cantidad elevada de glúcidos altamente fermentescibles en el rumen, o si la cantidad de concentrados es alta en comparación a la de forrajes.

Parece que lo que está claro es que la velocidad de degradación no ha de ser demasiado alta, ya que en las condiciones actuales de racionamiento (altas concentraciones energéticas, bajo contenido en forrajes), el riesgo de provocar acidosis es alto.

Otra cuestión que se plantea en el racionamiento es saber si la vaca necesita que en su ración haya más o menos almidón protegido, que no se degrade en el rumen. La capacidad amilásica en el intestino es baja, los enzimas no tienen la capacidad de romper (digerir) las cadenas de almidón en la extensión que podría ser deseable. Tampoco la saliva del rumiante tiene amilasa (enzima que rompe las cadenas de almidón). Por tanto, el destino del almidón no degradado en el rumen es muy ineficaz en comparación con la proteína no degradada en el rumen. El intestino, en cierta manera, tiene el papel de hacer lo que no hace el rumen, de manera que el almidón no digerido al final de su paso por el trato digestivo no debería superar el 10% del ingerido. En resumen, si la ración contiene mucha cantidad de azúcares y almidón extensamente degradable, y el forraje tiene poca fibra y participa por debajo del 50% de la MS total, el riesgo de acidosis es muy alto; si la ración contiene, igualmente, el forraje en poca cantidad y muy fermentescible, y la parte concentrada tiene gran cantidad de almidón no degradable, el riesgo de acidosis es mucho menor, pero la probabilidad de encontrar el almidón en las heces es mayor.

La explotación de vacas de leche

A este respecto conviene recordar que las heces de la vaca lechera están constituidas por la fracción no digerida de la ración, y por los productos de origen endógeno o microbiano. La fracción no digerida se compone de las diferentes partes que se escapan, sucesivamente, de la degradación microbiana en el retículo-rumen, de la digestión en el cuajar, de la digestión en el intestino delgado, y de la fermentación microbiana y de la digestión en el intestino gordo. Esta fracción representa la mayor o menor eficacia de la utilización de los alimentos, o de las raciones. En algunos racionamientos para vacas de leche, el 60 % de la energía bruta ingerida se encuentra en las heces (Demarquilly *et al.*, 1995). Con ello, se da respuesta a la cuestión de si es o no conveniente que la ración contenga almidón de baja degradabilidad. En primer lugar, la ración deberá estar formulada correctamente en cuanto a energía y a proteína, y que con los componentes forrajeros estén en cantidad no inferior al 50% de la MS total. Si los forrajes se consumen en verde, el almidón de los concentrados será mejor que tenga una velocidad de degradación lenta; no obstante, si la ración contiene más del 60% de MS forrajera, la importancia de que el almidón sea poco o muy degradable decrece. Si la ración es a base de ensilado de maíz, lo mejor sería que el concentrado, o la parte concentrada, sea una mezcla de ingredientes, unos con almidón poco degradable y otros más degradable. Lo importante es que el forraje esté presente, como mínimo, en el 50% de la MS total de la ración. Si la ración está compuesta a base de ensilado de maíz, como único alimento forrajero, por debajo del 50% de la MS de la ración, y con un concentrado energético, basado mayoritariamente en el maíz grano, aunque esté bien equilibrada en energía y proteína, es posible que las vacas no tengan problemas de acidosis, pero es altamente probable que las heces contengan mucha energía.

CONTENIDO PROTEICO DE LA RACIÓN

La cantidad y la calidad de la proteína de la dieta pueden influir en la tasa de grasa (Chan *et al.* 1997) y en la tasa de proteína de la leche, siempre y cuando la ración esté equilibrada en energía y proteína (DePeters y Cant, 1992)

La proteína y la energía de la ración parecen ser la clave para incrementar la producción y mejorar la composición de la leche. La producción y composición de la leche se ven profundamente afectadas, sobre todo al inicio de la lactación, si el animal no tiene suficientes reservas corporales (Nocek y Russell, 1988). De aquí la necesidad de incorporar a los datos de explotación la valoración de la condición corporal de las vacas.



Determinar la condición corporal de las vacas ayuda a plantear el racionamiento

Unos autores creen que la complementación debía hacerse, para la proteína y energía, en cantidad y calidad idénticas (Ashes *et al*, 1997). En cambio, otros observan que los incrementos en proteína no degradable se tienen que hacer en las raciones equilibradas con respecto a la energía, ya que la tasa de proteína baja si se incrementa de manera exagerada la proteína no degradable (Maiga y Schingoethe, 1997).

COMPOSICIÓN NITROGENADA DE LA LECHE

Con la finalidad de conocer y comprender la nutrición proteica y su implicación en la calidad de la leche, se resume aquí la composición de la leche (Zaragoza, 1999).

La proteína de la leche se viene determinando, analíticamente, como N total; esto supone no conocer cuál es la variabilidad de la tasa de proteína verdadera de la leche, al compensarse las bajadas de ésta con las subidas del N no proteico (NNP). Por lo que sería importante no solo detectar el NNP sino adentrarse en las causas de su incremento en la leche de vaca. La bibliografía consultada y las experiencias propias, en este terreno, nos conducen a que la síntesis de proteína de la leche está condicionada por muchos factores; pero muy poco se conoce de su fundamento. La movilización lipídica, muy importante al comienzo de la lactación, implica un aumento del contenido de urea en orina y leche.

Así, la denominación genérica de proteína de la leche, para designar todas las fracciones nitrogenadas, unido a la variación en su concentración, presenta algunas dudas sobre la verdadera cuantía de la variabilidad del contenido proteico real de la leche.

Las proteínas de la leche tienen doble origen, por un lado en la extracción de proteínas del plasma sanguíneo (son las inmunoglobulinas que representan entre el 5 y 10% de las proteínas totales de la leche) y, por otro lado, en la síntesis en las células epiteliales de la glándula mamaria, a partir de los aminoácidos libres de la sangre.

La mayor parte de las proteínas son sintetizadas por las células secretoras, mientras que algunas de las inmunoglobulinas son sintetizadas, en los casos de infecciones, por unas células especiales del plasma que se encuentran localizadas en el fluido de los alvéolos de la ubre.

La materia prima de partida son los aminoácidos que llegan, vía sanguínea, a las células donde tendrá lugar la síntesis. Los aminoácidos provienen de la hidrólisis de las proteínas: del organismo, del alimento o de las proteínas microbianas, y de los aminoácidos sintetizados por el propio organismo. Las cantidades de aminoácidos extraídos no justifican siempre las cantidades de proteínas que son excretadas en la leche, pues, a parte de los aminoácidos esenciales que llegan y son determinantes, otra parte es sintetizada en la glándula mamaria a partir de otros aminoácidos no esenciales, de los hidrocarburos procedentes de los ácidos grasos, y de la glucosa.

El punto crítico de la síntesis de proteínas reside en la necesidad de aminoácidos esenciales y, como vía anabólica que es, de la energía. De los componentes de la leche, la proteína es la que más energía necesita para su síntesis (Rulquin, 1997).

Los otros compuestos nitrogenados no proteicos, como la urea se forma en el hígado, principalmente, a partir del amoniaco liberado en el proceso de fermentación en el rumen, y de la desaminación de los aminoácidos procedentes del catabolismo de las materias nitrogenadas en los tejidos. La urea llega a la ubre vía sanguínea, y su concentración se mantiene en la leche.

El resto del nitrógeno no proteico incluye aminoácidos libres entre los que se encuentran principalmente el ácido glutámico y la glicina, así como otros compuestos, residuos de la actividad de síntesis en la glándula mamaria, como nucleótidos, bases nitrogenadas y ácido orótico. El nitrógeno no proteico es pues, fundamentalmente de origen alimenticio y/o metabólico.

La explotación de vacas de leche

En la tabla 4.2 se resume la composición de las materias nitrogenadas de la leche.

Tabla 4.2.- Fracción nitrogenada de la leche

Materias nitrogenada de la leche

Las materias proteicas representan el 95% del nitrógeno total. Las características químicas y físicas de estas sustancias se diferencian entre sí, principalmente, en el contenido en fósforo de las mismas, aspecto que sirve para clasificarlas

Caseínas: Son fosfoproteínas, con grupos monoésteres del ácido fosfórico. Representan el 78% del nitrógeno total. En estado natural forman complejos coloidales o micelas y tienen la capacidad de coagular a pH ácido y/o bajo la acción de presión. Dentro del grupo se distinguen cuatro subgrupos fundamentales: las caseínas α (con dos variantes α_{s1} y α_{s2}), β , κ y γ .

Proteínas del lactosuero: No presentan aminoácidos fosforilados. Representan el 17% del nitrógeno total. Son solubles a pH ácido y por lo tanto permanecen en fase líquida después del proceso de coagulación, formando el lactosuero. Los principales grupos de proteínas que forman el lactosuero son: Las lactoalbúminas α y β , las inmunoglobulinas, lactoferrina y transferrina.

Las materias nitrogenadas no proteicas representan el 5% del nitrógeno total. No tienen ningún valor nutritivo ni tecnológico para la industria láctea. Su composición es muy heterogénea y recoge toda la materia nitrogenada no proteica, agrupada en: urea, el 50% de la fracción no proteica, y otras sustancias, el otro 50%, entre las que se encuentran nitrógeno amoniacal y peptídico, creatina, creatinina, aminas y ácidos úricos, hipourico y orótico.

LA NUTRICIÓN NITROGENADA, LA NUTRICIÓN PROTEICA Y LA INGESTIÓN

En la formulación de raciones las relaciones entre PDIN, PDIE y UFL, según el sistema INRA (1978, 1988), son importantes, además de para cubrir las posibles deficiencias en dichos nutrientes, por su influencia sobre la ingestión. Se han propuesto unos límites en dichas relaciones, tanto para cubrir las necesidades nitrogenadas para los microbios del rumen, como para maximizar la ingestión (Faverdin *et al*, 2003):

Si en el rumen hay déficit de N degradable se deprime la degradación y disminuye la ingestión. El déficit en N degradable se mide según la relación:

$$\frac{PDIN - PDIE}{UFL}$$

Relación que si está comprendida entre -20 y -25 g PDI/UFL la ingestión de MS baja. Esta relación puede tomarse como guía en el uso de urea en ensilados de maíz. Añadir 15 g de urea por Kg De MS

Alimentación

puede ser suficiente para restablecer el equilibrio en N degradable y maximizar la ingestión, sin necesidad de recurrir a otras fuentes proteicas (Faverdin *et al*, 2003). El uso de turtós de leguminosas, protegidos contra la fermentación ruminal, pueden dificultar el equilibrio en N degradable, si no existe otra fuente nitrogenada, al provocar que la proteína microbiana sea insuficiente para la nutrición de la vaca.

Siguiendo con esta relación,

Si $\frac{PDIN - PDIE}{UFL} < 0$ la complementación en N degradable aumentará la ingestión.

Si $\frac{PDIN - PDIE}{UFL} > 8$, hay exceso de N. En cambio si está comprendida entre 0 y 8 no es necesaria la complementación ya que el ligero déficit se compensa con el reciclaje de la urea a través de la saliva.

El otro extremo a vigilar es el superávit o exceso de N, ya que con ello se aumenta la producción de amoníaco, con la consiguiente parada ruminal, y la bajada de la ingestión. Por ello es muy importante buscar el equilibrio entre PDIN y PDIE en la ración.

En cuanto a los efectos de la nutrición proteica sobre la ingestión hay pocos estudios realizados, en contraposición a los que hay sobre la composición y producción de leche. La concentración proteica se mide por la relación PDIE/UFL (Faverdin *et al*, 2003).

En raciones 60:40 (F:C) con ensilado de maíz como parte forrajera, con concentración proteica igual a 88 g PDIE/UFL, y un equilibrio en N degradable igual a 2, al realizar perfusiones de proteína en el duodeno se logró incrementar la ingestión en 2 Kg MS/día, de manera significativa, siempre que esta perfusión se mantuviese durante 4 semanas o más (Faverdin *et al*, 2003). Es importante señalar que en este estudio se observó una variación en el comportamiento alimenticio de los animales, ya que aumentó la velocidad de ingestión y bajó el número de comidas al día.

Si en cualquier ensayo o estudio se concluye que hay un aumento en la producción, o en la ingestión en este caso, automáticamente se genera la necesidad de conocer los límites del aumento, y, a veces, se olvidan del punto de partida. En el caso analizado, conviene recalcar que la ración tenía una relación F:C igual a 60:40. Si las necesidades proteicas están cubiertas los efectos de la complementación sobre la ingestión son imperceptibles.

La mejora en la nutrición proteica (un aumento de 14 % en PDIE/UFL) incrementa la ingestión en 1 Kg MS/día, siempre que no se produzca déficit en N degradable en rumen. Y, en cualquier caso, parece que la duración del tratamiento como mínimo debe ser de un mes, confirmando que los ingredientes de la ración no son fórmulas mágicas de efectos inmediatos. En definitiva, la respuesta sobre la ingestión depende de las características de la ración y de la naturaleza del complemento proteico.

Para concentraciones proteicas (PDIE/UFL) entre 80 y 100 hay una respuesta positiva y creciente en la ingestión, pero a partir de 100 los efectos son más débiles (Faverdin *et al*, 2003), siguiéndose, como en todos los fenómenos del racionamiento, la ley de rendimientos decrecientes. Para maximizar la ingestión de la ración, como norma de seguimiento del racionamiento, los valores de PDIN y PDIE deben estar muy próximos, y la concentración proteica en plena lactación debe situarse entre 100 y 105 g PDIE/UFL, y para el inicio de la lactación entre 110 y 115 g PDIE/UFL.

La explotación de vacas de leche



+



Racionamiento racional: Forrajes ad libitum y concentrados limitados



+



Racionamiento irracional: Concentrados ad libitum y forrajes limitados

LA UREA EN LA LECHE Y FACTORES DE VARIACIÓN

Otra manera de hacer el seguimiento del racionamiento en cuanto al equilibrio en N degradable es la medida de urea en la leche, o del nitrógeno ureico en la leche. Hay modelos para predecir la excreción de N y la eficiencia del uso de la proteína en la alimentación a partir del contenido en urea en la leche, sobre todo en la última década, a raíz de la preocupación por la contaminación del medio. El modelo de Jonker *et al.* (1998) fue de los primeros en que se recurría al contenido en urea en la leche como un método práctico, y no invasivo, con un error de determinación próximo al 15%, imputable a la variación entre animales.

Reducir a unos pocos parámetros el manejo de la alimentación puede ser interesante para empezar a estudiar el conjunto, no obstante, no debería perderse de vista la complejidad de la explotación. Tanto los investigadores como los divulgadores, o al menos lo que se trasluce de sus trabajos escritos, intentan la reducción de variables en pos de la claridad, y siempre se busca que una sola variable sintetice el conjunto. Así ha pasado con la medición de la condición corporal, y así pasa con la urea en la leche. En una experiencia se relacionó la concentración de urea en la leche, medida sobre tanque, con la concentración de proteína bruta en la ración diaria, la energía neta ingerida y el estado de lactación, con una determinación del 52%, destacando que, efectivamente, la concentración de urea en la leche depende del equilibrio entre nitrógeno y energía de la ración, no obstante, hay muchos factores susceptibles de influir en la ureogénesis, y que, posiblemente, deberá buscarse una relación específica para cada modalidad de racionamiento, o por grupos de explotaciones (Frandsen *et al.*, 2003).

Alimentación

En otra experiencia, en explotaciones convencionales, se determinaron, efectivamente, que la concentración de urea en la leche varía según la estación del año, el estado de lactación, el número de lactación, el momento de la toma de la muestra, entre otros factores, con lo que son muchas las fuentes de variación para poder usar este índice como único registro, o como registro fiable, del seguimiento de la ración o del racionamiento (Godden *et al.*, 2001^a).

Sobre el exceso de proteína en la ración, la transformación en el hígado de amoníaco en urea, genera un coste energético, que sitúa en 12 Kcal/g de nitrógeno excretado en exceso, reduciéndose, por tanto, la producción de leche esperada (Van Soest, 1994). No obstante, otros autores (Godden *et al.*, 2001^a) demuestran que hay una relación positiva, aunque no lineal, entre la producción de leche y la concentración de urea en la leche, ya que el exceso de proteína en la ración puede poner, a disposición del metabolismo para producir leche, más energía generada por la desaminación de aminoácidos. La concentración de urea en la leche, en el conjunto de la explotación, puede ser, también, un índice económico, en el sentido de que cuanto mayor sea más altos son los costes de alimentación por vaca y día (Godden *et al.*, 2001^b).

Siguiendo en el intento de relacionar la urea en la leche con la alimentación proteica, se demostró (Nousiainen *et al.*, 2004), en explotaciones convencionales, mediante mediciones de nitrógeno ureico en partidas de leche, que éste es función directa de la concentración en proteína bruta de la ración, según la relación siguiente:

$$[N_{\text{ureico}}]_{\text{leche}} = - 14,2 + 0,17 \times [PB]_{\text{ración}} \quad (R^2 = 0,78)$$

Siendo,

$[N_{\text{ureico}}]_{\text{leche}}$ la concentración de nitrógeno ureico en la leche, en mg/dl

$[PB]_{\text{ración}}$ la concentración de proteína bruta en g/Kg MS de la ración

Cabe aclarar que las explotaciones de Finlandia y Suecia, objeto de este estudio, para las cuales se determinó la relación anterior, suministraban una ración de ensilado de raigrás, en un 60% de la MS total, complementada con concentrados, para vacas de peso medio de 579 Kg Produciendo una media de 29 Kg De leche del 4%, situadas a 109 días después del parto.

En el mismo estudio (Nousiainen *et al.*, 2004) se indagó sobre el uso de la proteína degradable en el rumen para relacionarlo con el N ureico en la leche, llegando a la conclusión de que, en raciones de ensilado de raigrás, 60:40 (F:C), un valor de 11,7 mg de N_{ureico} /dl de leche, era el adecuado para que las necesidades nitrogenadas de la población microbiana del rumen estuvieran cumplimentadas. Este valor está dentro de los límites de normalidad de 8,16 a 13,99, para raciones equilibradas en energía y proteína para la producción de leche (Frandsen *et al.*, 2003).

Otros autores (Barton *et al.*, 1996) relacionan el contenido proteico de la ración con la concentración de N ureico en el plasma, de manera que analizando dos raciones a base de ensilado de maíz y ensilado de gramínea y leguminosa y complementación de grano de maíz, avena y torta de soja (ración A: 57% MS forrajera y PB = 13%; ración B: 50% MS forrajera y PB = 20%), encontraron que con la ración A, con menos % PB, la tasa de proteína en la leche era de 3,23% y la tasa de N ureico en el plasma era de 8,6 mg/dl, y que con la ración B, con más % PB, la tasa de proteína era de 3,41%, superior a la anterior, y la tasa de N ureico en plasma era muy superior, concretamente de 21,10 mg/dl. A su vez, se demostró que las dietas con 20% de PB tendían a incrementar los días abiertos en la reproducción (del parto a la concepción), en especial en aquellas vacas con problemas metabólicos.

La relación entre la concentración de N ureico en sangre, en plasma y en la leche, la han demostrado diversos autores (Broderick *et al.*, 1997), con lo cual se puede pasar de una determinación a otra y estudiar, por ejemplo, el posible efecto de la concentración de PB de la ración en el contenido de N

La explotación de vacas de leche

ureico de la leche, y de éste a la tasa de proteína de la leche. Según estos autores, el uso ineficiente de la PB de la ración implica un aumento de la concentración de N ureico en la sangre.

Si tomamos los datos de las concentraciones de N ureico en el plasma de la investigación citada anteriormente, y aplicamos la relación entre esta concentración y la de N ureico en sangre, mediante la ecuación de regresión ($[N_{\text{ureico}}]_{\text{plasma}} = 1,021 \times [N_{\text{ureico}}]_{\text{sangre}} + 0,399$, $R^2 = 0,92$) se obtiene para la ración A: $[N_{\text{ureico}}]_{\text{sangre}} = 8,03$ mg/dl, y para la ración B: $[N_{\text{ureico}}]_{\text{sangre}} = 20,27$ mg/dl. Si, a continuación, aplicamos la ecuación de regresión de los mismos autores para la relación entre N ureico en sangre y N ureico en leche ($[N_{\text{ureico}}]_{\text{leche}} = 0,62 \times [N_{\text{ureico}}]_{\text{sangre}} + 4,75$, $R^2 = 0,84$), se obtiene para la ración A: $[N_{\text{ureico}}]_{\text{leche}} = 9,57$ mg/dl, y para la ración B: $[N_{\text{ureico}}]_{\text{leche}} = 16,92$ mg/dl. Por último, aplicando la ecuación que relaciona la PB (%) de la ración con el N ureico en la leche ($PB = 0,269 \times [N_{\text{ureico}}]_{\text{leche}} + 13,7$, $R^2 = 0,84$), se obtiene para la ración A: $PB = 16,27\%$, y para la ración B: $PB = 18,25\%$.

Evidentemente, las ecuaciones de regresión marcan la tendencia y no los valores exactos de la PB en las raciones. Si en lugar de esta ecuación se utilizase la relación relatada primero, en que la PB se expresa en gr/Kg MS, se obtendrían los valores de 13,98% para la ración A, y de 18,30% para la ración B.

Con este ejemplo se ha querido resaltar la necesidad de estudiar estas relaciones para un grupo de explotaciones en concreto y, a partir de las ecuaciones que se determinen, estudiar el racionamiento que mejor se adapte al objetivo de producción. Las guías o test de N ureico en la leche son cómodas y ayudan al asesor y al ganadero para conocer los problemas derivados de la alimentación, sin embargo, para que sean más útiles se deberían preparar, para cada zona productora, a partir del estudio de las raciones y de la producción obtenida.

Antes de dar una guía para el N ureico en leche, conviene hacer un apunte sobre la tasa proteica en la leche. La tasa proteica incluye únicamente la proteína verdadera, si bien, en general, se habla de tasa proteica incluyendo en ella el N no proteico, debiéndose aclarar el método de determinación. La fórmula que se usa es la siguiente:

$$t_p = t_{\text{MNT}} - [N_{\text{ureico}}]_{\text{leche}} - \text{NNP}_{\text{no ureico}}$$

t_p es la tasa de proteína verdadera en la leche en gr/Kg; t_{MNT} es la tasa de materias nitrogenadas totales en la leche en gr/Kg; $[N_{\text{ureico}}]$ es la concentración de N ureico en la leche, en gr/Kg; $\text{NNP}_{\text{no ureico}}$ es la concentración de N no proteico y no ureico, que se estima en 0,7 gr/Kg

Si se vuelve al ejemplo de la investigación anterior (vacas ración A: 3,23% t_{MNT} ; vacas ración B: 3,41% t_{MNT}) las tasas de proteína verdadera en cada caso serán las siguientes:

$$\text{Ración A: } t_p = 32,3 - 0,096 - 0,7 = 31,50$$

$$\text{Ración B: } t_p = 34,1 - 0,17 - 0,7 = 33,23$$

Según diversas fuentes de extensión (PLM, 2004; Drudik *et al.*, 2007) se puede utilizar el siguiente esquema como guía de la concentración de urea en la leche, en mg/dl, o de la concentración de N ureico en la leche, para el conjunto de vacas en lactación de una explotación.

En rebaños pequeños puede determinarse para todas las vacas en lactación, y en rebaños grandes se puede determinar en una muestra aleatoria del 10 al 15%. El valor medio será la concentración de urea en leche para las vacas con idéntica ración. Para un seguimiento normal, y sobre el cual se puedan detectar anomalías, es suficiente tomar muestras cuatro veces al año, si bien deben realizarse análisis si hay cambios en la ración (composición de nutrientes, pasar de *unifeed* a pastoreo, introducción o cambios en los ingredientes, cambios en el procesamiento de los ingredientes, etc.). Según sea el valor medio de la concentración de urea en leche, o del N ureico, se deberán hacer determinaciones individuales.

Alimentación

[urea]_{leche} mg/dl	[N_{ureico}]_{leche} mg/dl	Recomendaciones
Más de 35	Más de 16	Bajar la concentración de PB en la ración. Puede suceder que la tasa proteica haya bajado, en este caso deberá subir el contenido energético de la ración forrajera. En general, hay que bajar la proteína degradable en el rumen, o aumentar la energía, ya que están desequilibradas en la ración.
De 25 a 35	De 12 a 16	Zona de normalidad
Menos de 25	Menos de 12	Aumentar la concentración de PB en la ración. Si se aumenta la producción de leche y la tasa de proteína, no será necesario hacer nada. Si baja la tasa de proteína, con aumento o disminución de la producción, se deberá aumentar la concentración energética y la proteica de la ración.

Los valores normales de urea en la leche oscilan entre 24 y 32 mg/dl. En trabajos de divulgación (Engalbert, 2003) se indica que, concentraciones inferiores a 25 muestran un déficit en N degradable en la ración, y concentraciones superiores a 32 son indicio de exceso de N degradable en la ración. Estos valores coinciden, en cierta manera, con los señalados por otros autores (Frاند *et al.*, 2003), que sugieren que entre 17,5 y 30 serían valores satisfactorios, aunque consideran que la medición de la urea en la leche, como indicador del equilibrio de la ración, en ningún caso deberá suplir el análisis de forrajes ni el cálculo o planteamiento adecuado de la ración.

La determinación del nitrógeno ureico en la leche, en tanque o individualmente, por métodos químicos o espectrofotométricos, sirve al igual que la determinación de la concentración de urea en la leche. En todos los casos se recomienda que el uso de índices no oculte la necesidad del conocimiento profundo de la explotación en todos sus factores.

El contenido de urea en la leche también sirve para predecir el N excretado, ya que la excreción de urea es proporcional a la concentración de urea en sangre, y ésta está relacionada con la concentración de urea en la leche. El exceso de aminoácidos y de péptidos son desaminados en el 70% en el hígado, de modo que se engrosa el N ureico (urea), entrando en el sistema circulatorio para ser filtrado en los riñones y excretar la orina (Jonker *et al.*, 1998).

LOS AMINOÁCIDOS DIGESTIBLES EN INTESTINO EN EL RACIONAMIENTO

El uso de metionina y lisina protegidas contra la fermentación en el rumen, se justifica por el ahorro económico, ya que permite, por una parte, reducir el porcentaje de proteína bruta de la ración, y por la otra, utilizar forrajes deficitarios en aminoácidos. Además, influye positivamente en la producción de proteína y en la tasa de proteína (Rogers *et al.*, 1989; Rulquin y Delaby, 1997; Polan *et al.*, 1991; Donkin *et al.*, 1989; Piepenbrink *et al.*, 1996). También se ha observado que la adición de aminoácidos protegidos penaliza en mayor o menor grado el recuento de células somáticas (Rogers *et al.*, 1987; Polan *et al.*, 1991).

La explotación de vacas de leche

El sistema de aminoácidos digestibles (AADi) propuesto como sistema de racionamiento, parece adaptarse de manera perfecta al sistema INRA de aportaciones en PDIN y PDIE (Rulquin, 2001; Rulquin *et al*, 2001 a, b, c).

El sistema NRC (2001) y el holandés dan recomendaciones para dos aminoácidos (Lisina y Metionina – Lys y Met-), el sistema de Cornell lo hace para todos los aminoácidos indispensables (Rulquin, 2001). En el sistema AADI (Rulquin, 2001; Rulquin *et al*, 2001, a, b, c), a parte de la Lys y Met se incluyen hasta 9 indispensables. Para la Lys y la Met se dan recomendaciones, y para el resto se dan indicaciones. En definitiva, el sistema AADI se limita a dar las herramientas para comprobar las raciones en contenido de aminoácidos, en función de las necesidades en proteína.

El nutricionista no debería perder de vista el hecho de que la proteína microbiana formada en el rumen, puede llegar a cubrir entre el 35% y el 66% de las necesidades de una vaca de leche. A veces se intenta focalizar sólo el interés en la proteína alimenticia, no degradable, sin caer en la cuenta que el rumiante puede elaborar proteína a partir de la flora microbiana, a un precio más económico.

El umbral de la MetDI (metionina digestible) se sitúa en el 2,1% de PDIE (Rulquin *et al*, 2001 b), si bien la mayoría de ingredientes no llegan al 2% de PDIE (Rulquin *et al*, 2001 c); sólo algunos ingredientes superan este valor, pero no llegan al 2,5%, valor que, sí tiene la media de la concentración de las bacterias ruminales. También se debe destacar que la paja de cereal tratada con amoníaco tiene una concentración de 2,05% de MetDI, valor superior a muchos concentrados y forrajes.

Los principales factores de variación en el contenido intestinal de aminoácidos, son la naturaleza de la ración y su contenido en PDIA. Ambos explican el 54% de la variabilidad del contenido.

Las aportaciones pueden calcularse para la mayoría de los AA, pero únicamente para la Lys y la Met se han establecido niveles de recomendación: 7,3 % para la LysDI (las recomendaciones de NRC (2001) son de 7,24 %), y 2,5 % para la MetDI (las recomendaciones de NRC (2001) son de 2,38 %). A pesar de estas recomendaciones, consideraciones prácticas y económicas sitúan unos umbrales más bajos, 6,8% para la Lys y de 2,1 para la Met.

La respuesta a la incorporación de Lys y Met sigue la ley de rendimientos decrecientes, según las ecuaciones de la tabla 4.3.

Tabla 4.3. Efectos de la incorporación de AADI¹ (Lys y Met) a la ración sobre la producción

Contenido medio a partir del cual se incorpora AADI a la ración	Efecto sobre la producción de proteínas	Efecto sobre la tasa proteica
LysDI ² = 6,88%	$21,0 (1 - e^{(-1,15 (LysDI - 7))})$	$0,56 (1 - e^{(-1,01(LysDI - 7))})$
MetDI ³ = 1,97%	$34,1 (1 - e^{(-1,90(MetDI - 2,1))})$	$0,57 (1 - e^{(-2,89(MetDI - 2,1))})$

Elaboración a partir de Rulquin (2001); ¹ Aminoácidos digestibles; ² Lisina digestible; ³ Metionina digestible

Para calcular la composición en AA de los alimentos se requieren una serie de parámetros, que en algunos casos son de difícil obtención. En la tabla 4.4 se indican los mismos y su obtención.

En resumen, el sistema de racionamiento AADI (Rulquin, 2001; Rulquin *et al*, 2001, a, b, c) consiste en formular las raciones de manera habitual, para así, a continuación, comprobar las aportaciones en AA para ver si están dentro de los límites recomendados, eligiéndose los ingredientes que cumplan con las recomendaciones, y en último extremo poder elegir suplementos ricos en AA limitantes.

Alimentación

Tabla 4.4. Parámetros necesarios para calcular la composición en AA de los alimentos (resumen)

Parámetro necesario	Como se obtiene
PDIA	Cálculos a partir de los datos químicos (INRA, 1981, 1988)
PDIME	Cálculos a partir de los datos químicos (INRA, 1981, 1998)
PDIE	Es la suma PDIA + PDIME
[AA_i]_{proteína microbiana}	Es el % de un AA con relación a los 16 AA, que hay en la fracción microbiana. Es un valor fijado como constante; está en las tablas INRA de AADI (Rulquin <i>et al</i> , 2001, a, b, c)
[AA_i]_{proteína no degradada}	Es el % de un AA con relación a los 16 AA, que hay en la fracción alimenticia no degradada. Debe determinarse para cada alimento, no puede extrapolarse de las tablas
a	Es una constante de ajuste, en las tablas INRA de AADI (Rulquin <i>et al</i> , 2001, a, b, c) viene fijado para cada AA
b	Es una constante de ajuste, en las tablas INRA de AADI (Rulquin <i>et al</i> , 2001, a, b, c) viene fijado para cada AA

Elaboración a partir de Rulquin et al. (2001 a, b, c)

CONTENIDO DE MINERALES DE LA RACIÓN

Los minerales son una parte muy importante de una dieta, ya que permiten la reconstrucción o reconstitución de las reservas minerales de los huesos. Si las aportaciones de los ingredientes en calcio y fósforo fuesen insuficientes, la vaca recurriría a las reservas óseas (INRA, 1978, 1988). Si eso ocurriera la leche no se vería afectada en composición de minerales, pero en cambio sí lo estaría la cantidad secretada por unidad de tiempo.

El conjunto de macro-minerales, calcio, sodio, potasio, cloro, azufre y fósforo, son los responsables de mantener el balance neutro de cargas en el organismo. Los componentes de la ración, la producción de leche, el estado fisiológico y el calor pueden alterar este equilibrio y con ello el estado óptimo del animal, de forma que baje el consumo de materia seca y la producción.

El suministro de bicarbonato sódico, en raciones de ensilado de maíz y de alfalfa seca, no presenta ninguna ventaja sobre la producción si el racionamiento es correcto, aunque en una de las pruebas sí se encontró un aumento de la tasa de grasa (Boisclair *et al.*, 1986).

La nutrición mineral en las vacas secas, a causa de la relación tan estrecha con la hipocalcemia post parto y con la fiebre vitularia, es de capital importancia. El asesor en temas de manejo de la alimentación deberá procurar recoger, también, los datos disponibles sobre los contenidos en Ca y P de las raciones del período seco.

CONTENIDO VITAMÍNICO DE LA RACIÓN

El elevado contenido de vitaminas hidrosolubles de la leche, y el incremento de la producción de leche, en los últimos años, han provocado situaciones carenciales y reducciones en los rendimientos. Por otro lado, los alimentos son muy variables en el contenido de vitaminas, sobretodo liposolubles, y, juntamente con el hecho de que las vitaminas son muy lábiles y fáciles de degradar, es conveniente hacer aportaciones con cierto margen de seguridad.

Si se producen estados carenciales, sobre todo en vitaminas A y E, aparecen problemas sanitarios y patológicos, que predisponen a la aparición de mamitis, retenciones de membranas fetales y los ovarios císticos. Patologías que, sobre todo la mamitis, influyen en la producción y composición de la leche (Ferguson, 1991).

TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS DE LOS INGREDIENTES Y PROPIEDADES DE LOS ALIMENTOS

FIBRA

En diferentes estudios (Armentano y Pereira, 1997; Mertens, 1997) y corroborados por NRC (2001), se afirma que la fibra neutra detergente (NDF) proporciona una descripción útil de los forrajes y de otros ingredientes, pero como medida única de la fibra presenta problemas en raciones con forrajes picados y subproductos con alto contenido en fibra. Al análisis químico (NDF) hay que añadir la capacidad de estimular la actividad masticadora (Grant, 1997), aspecto recuperado de estudios anteriores que recomendaban utilizar la actividad masticadora como un índice de valoración de los forrajes y de otros alimentos fibrosos (Balch, 1971).

El nivel óptimo de NDF en las raciones dependerá de los forrajes utilizados, por tanto formular raciones sobre la base de un % específico de NDF, sin considerar la fuente forrajera, no parece como muy válido. La formulación en estos términos, sin considerar la digestibilidad de la fibra, da peores resultados (West *et al*, 1997). En definitiva, NDF sirve para raciones convencionales de forrajes largos, complementados con concentrados, pero si los forrajes están finamente picados o molidos, o bien si en las raciones se introduce una fibra no forrajera, formular según el contenido de NDF no tiene sentido (Mertens, 1997).

En general los conceptos de fibra y de picado de los forrajes se confunden, tanto por los ganaderos como por técnicos, denominando fibra larga a un forraje poco picado, y fibra corta si está muy picado. Siendo muy frecuente decir que la alfalfa, por el hecho de ser un heno, tiene fibra larga, cuando son las gramíneas las que tienen fibras largas, y las leguminosas fibras cortas (Van Soest, 1982).

Alimentación



Fibra corta (Heno de alfalfa)

Fibra larga (Heno de cebada)

Para un buen racionamiento: forraje largo (no procesado, ni molido, ni excesivamente picado)

Cuando parecía que los conceptos o aspectos del racionamiento, tales como la relación entre MS forrajera y MS concentrada, entre otros, estaban en declive en ciertos ambientes, resulta interesante transcribir algunas recomendaciones (Mertens, 1997) sobre las propiedades físicas de la ración y su dependencia de una serie de factores como los siguientes:

- La relación entre la MS forrajera y la MS concentrada
- Tipo de forrajes
- Tipo de concentrados
- % de fibras no forrajeras molidas
- Tamaño de las partículas
- Procesado de los ingredientes

La efectividad de la fibra en el racionamiento de vacas lecheras, puede definirse como la habilidad de mantener la síntesis de grasa en la leche y mantener un buen estado de salud en la vaca. Los conceptos de fibra físicamente efectiva y de fibra efectiva deben distinguirse perfectamente si se quiere comprender la importancia de la fibra en la ración (Mertens, 1997).

La fibra físicamente efectiva se describe en función del tamaño de las partículas, que influyen en la actividad masticadora, y la naturaleza bifásica de los contenidos ruminales (red flotante de partículas largas que sobrenadan el líquido ruminal y las partículas finas en suspensión).

La fibra efectiva se define según la capacidad que tiene un alimento, en una ración determinada, para reemplazar el forraje (con fuerte repleción), para que la síntesis de grasa en la leche se mantenga al mismo nivel.

Por lo tanto, la fibra físicamente efectiva es un concepto más restringido al de las propiedades físicas, y altamente relacionado con la actividad masticadora, y la fibra efectiva es un concepto más amplio, ya que hay atributos no fibrosos de los alimentos que influyen en la síntesis de grasa en la leche, y que se incluyen en la definición de fibra efectiva, pero no en la de fibra físicamente efectiva.

Si bien se incluyen estos conceptos, en el racionamiento que se propone se usa el método INRA para la ingestión de MS forrajera, es decir la valoración de los forrajes en UE y el uso del método de cálculo de cumplimiento energético en el punto estricto. Asimismo, en las restricciones se incluye la limitación del uso de concentrados más allá del 50% de la MS total. Se pueden encontrar diversas fuentes bibliográficas, en las que usando el sistema de racionamiento basado en los conceptos de fibra

La explotación de vacas de leche

físicamente efectiva, se llega a conclusiones de que con ello no se cumplen los requisitos de una alimentación sana para la vaca, ni tampoco se observan sus efectos en la producción. A continuación se detallan algunas de estas fuentes bibliográficas.

Diversos autores (Beauchemin y Yang, 2005) demuestran que si se incrementa el contenido de fibra, medida en NDF físicamente efectiva, en raciones con ensilado de maíz como único forraje y con alto contenido en concentrados (42:58) el tiempo de masticación aumentaba pero esto no servía, necesariamente, para reducir la acidosis ruminal.

Los mismos autores (Yang y Beauchemin, 2006^a) en raciones con ensilado de cebada como único alimento forrajero, con diferentes tamaño de corte, y con una complementación de concentrados superior al 50%, en concreto 46,6:53,4, y con la cebada como principal ingrediente, demuestran que el tiempo dedicado a la rumia y a la masticación se incrementaba con el contenido de fibra, medida en NDF físicamente efectiva. No obstante, el pH ruminal no variaba, y para que variase la producción y la proporción de ácidos grasos volátiles era necesario aumentar también el contenido de MO ingerida. En conclusión, tampoco variaba la incidencia de acidosis subclínica, entre otras razones porque el almidón provenía mayoritariamente de la cebada. Si en lugar de cebada se utilizaba ensilado de maíz complementado con concentrados, basados en grano de maíz, (45,8:54,2) se comprobó que ni la ingestión de MS ni la digestibilidad de la MO variaban según fuese el contenido de fibra, NDF físicamente efectiva, ni tampoco variaba la producción de leche ni su composición (Yang y Beauchemin, 2006b).

Para vacas de alta producción, alrededor del pico de lactación, con raciones *unifeed* puede ser adecuada la formulación en base al contenido en fibra, mediada en NDF físicamente efectiva, para regular el pH ruminal, la digestibilidad de la fibra y la actividad masticadora. No obstante, los parámetros productivos (cantidad de leche, tasa de grasa y tasa de proteína) son poco sensibles a estos efectos (Zebeli *et al.*, 2006). Esto, a nuestro entender, corrobora que es más importante conocer el origen de la fibra, y si ésta está procesada o no, e incorporar el forraje en dosis iguales o superiores al 50% de la MS total.

ALIMENTOS

Los alimentos ejercen una acción específica, a causa de su composición y estructura, sobre la composición de la leche, pero de difícil cuantificación.

Existe una opinión, generalizada entre los ganaderos y algunos nutricionistas, de que cada alimento ejerce, por si mismo, una influencia directa en la composición y producción de leche, sin embargo, no existe ninguna relación sencilla, de causa efecto, entre los constituyentes de la leche y los de un alimento, pues se dan transformaciones muy complejas en el rumen, juntamente con modificaciones de carácter hormonal, que pueden alterar los sólidos producidos en la mama (Sutton, 1989).

Al comparar los efectos de los forrajes, por ejemplo entre el ensilado de maíz y el ensilado de hierba, se constata que el ensilado de maíz tiene efectos positivos sobre la tasa de materia útil, y en cambio, en igualdad de condiciones, el ensilado de hierba deprime la tasa proteica, y la tasa de grasa también se ve ligeramente deprimida (Hoden *et al.*, 1986). Es evidente que estos efectos deben tomarse restringidamente, ya que a menudo la cantidad total de cada forraje tiene tanta o más importancia que el que sea de un tipo u otro el forraje.

En referencia a los henos, los efectos sobre la tasa de grasa son comparables a los del ensilado de maíz. La tasa de proteína es más elevada con henos como únicos alimentos forrajeros que con ensilados de hierba (Hoden *et al.*, 1985, Hoden *et al.*, 1986, Hoden 1991).

El pastoreo, a su vez, tiene efectos variables según la estación y el racionamiento anterior al mismo. Las normas NRC (Rearte *et al.*, 1986) en la investigación realizada, sugieren que, si la vaca pasta, las necesidades de mantenimiento en energía se tienen que aumentar entre el 10 y el 20%, por el ejercicio que realizan.

Alimentación

En los valores nutritivos de los ingredientes de la ración se observa una elevada variabilidad fortaleciendo la necesidad de establecer un plan de valoración nutritiva, periódico y estable, para cada zona productiva, tanto para los alimentos forrajeros como para los concentrados y subproductos, para así obtener una mejor rentabilidad o eficacia de las raciones (Martí, 1997).



Se necesita un plan de valoración nutritiva de los ingredientes

La resistencia a la rotura y a la molturación de los forrajes (Baumont, 1996), está relacionada con el contenido en paredes celulares y con la proporción de tallos. Por tanto, la valoración sensorial de los forrajes debe incluir esta incidencia. Igualmente, el efecto negativo del acético sobre la ingestión puede ser interesante incluirlo en esta valoración sensorial. La velocidad de ingestión al inicio de las comidas es un índice de la motivación de los animales a ingerirlas (Baumont, 1996), fenómeno que, de una u otra forma, debería ser objeto de extensión de la alimentación.

CÁLCULO DE LAS NECESIDADES NUTRITIVAS DE UNA VACA

A continuación se incluyen las fórmulas para calcular las necesidades nutritivas de una vaca, siguiendo el sistema INRA (INRA, 2007). Las fórmulas de cálculo integran los conocimientos científicos y prácticos de los últimos años, siguiendo el mismo método que INRA presentó en 1978. Como ya se sabe, el sistema INRA para la ingestión utiliza las unidades de repleción (UE) e integra en él los conceptos de fibra y las particularidades de la vaca como rumiante, en cuanto a los procesos fisiológicos de la ingesta y rumia. Las unidades de repleción y su uso en el racionamiento ha tenido un uso limitado, en parte por la dificultad de comprender los procesos de substitución entre forrajes y concentrados, añadiéndole el problema, para algunos nutricionistas insoluble, de aplicar el punto estricto de cumplimiento de las necesidades energéticas. Afortunadamente, las herramientas informáticas, y en concreto las hojas de cálculo con la posibilidad de usar fórmulas y plantear programaciones, facilitan su uso, si bien no eximen de su comprensión.

Para entrar en el uso de las fórmulas se resume, a manera de introducción, el sistema de unidades INRA en forma divulgativa, a sabiendas que el sistema está al alcance del lector. Este capítulo se presenta, por tanto, con el objetivo de resumir los anteriores epígrafes en un bloque independiente.

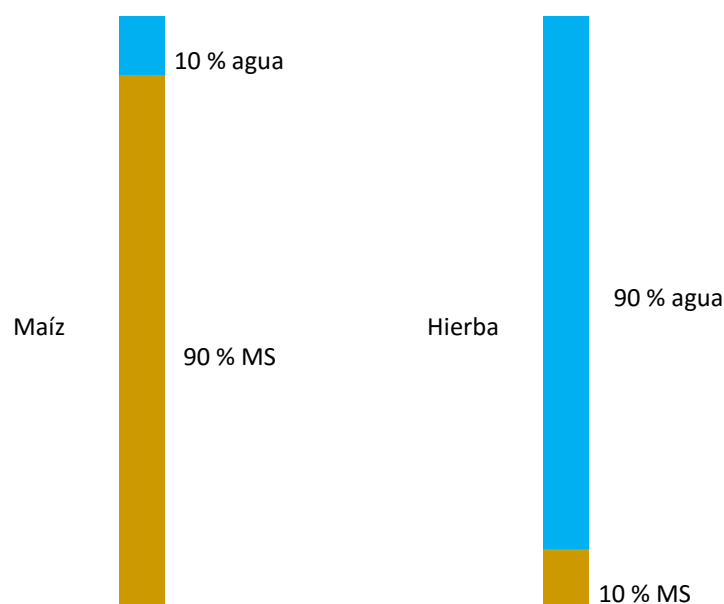
UNIDADES Y CONCEPTOS

Para entender el racionamiento alimenticio de las vacas de leche hay que empezar por definir, de forma divulgativa, lo que son los alimentos para la vaca y cómo expresarlos para poder plantear o formular las raciones.

Forrajes: son los alimentos básicos de la ración, y, salvo casos particulares, la vaca puede consumir sin trastornos digestivos y metabólicos. Son los alimentos que provocan la rumia (regurgitación del bolo alimenticio desde el rumen, para volver a masticarlo). Los límites de su ingestión están en la capacidad de ingestión de la vaca, y más concretamente en el llenado del rumen y su velocidad de tránsito. Los forrajes inducen a la repleción.

No forrajes: son aquellos alimentos que consumidos a discreción, *ad libitum*, pueden provocar trastornos digestivos y metabólicos, ya que no incitan a la rumia. Son los llamados concentrados, si bien algunos de ellos no tienen esa particularidad de concentrar energía en poco volumen, ya que son voluminosos y, a menudo, se consideran forrajes sin serlo. Todo alimento que por sí mismo no induce a la rumia provoca la saciedad, en contraposición al llenado o repleción de los forrajes.

La expresión de todo alimento se hace en materia seca (MS), y cualquier nutriente se referencia sobre el Kg de MS, para así poder comparar entre ellos. En el esquema siguiente se indica la diferencia entre dos alimentos (grano de maíz y hierba).



La MS, lo que realmente aporta nutrientes, está compuesta de dos partes: materia orgánica (MO) y materia mineral (MM). Al quemar un alimento se consume la MO y los restos son las cenizas (MM).

Cualquier forraje o en su caso una ración al ser consumida por la vaca sigue los siguientes procesos:

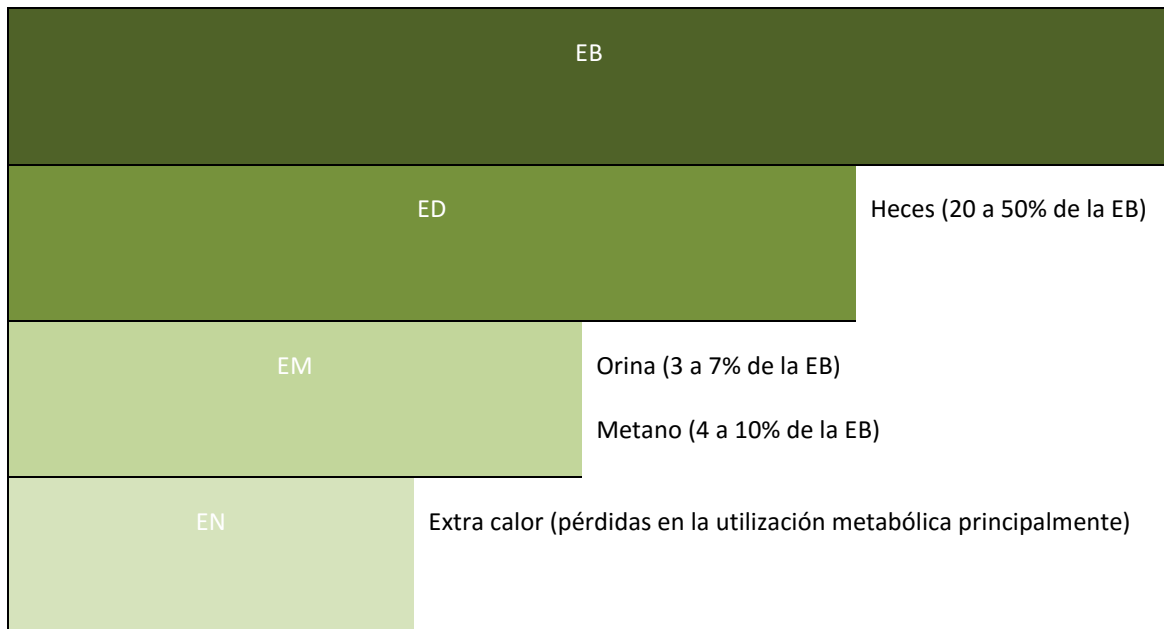
Alimentación

1. Ingestión
2. Rumia
3. Fermentación
4. Digestión
5. Metabolismo

La rumia es un proceso entre la ingestión y la fermentación que consta de cuatro fases: regurgitación, deglución de líquidos, masticación y reposo. La regurgitación es la subida o el remonte de los alimentos ingeridos desde el rumen, mediante la contracción de sus paredes, la inspiración de aire y, por último, la expiración de aire, hasta la boca. Se produce en la boca una gran secreción de saliva, para facilitar el traspaso del alimento, nuevamente masticado, hasta el rumen. La subida del alimento o regurgitación es rápida, aproximadamente tarda un segundo, y, en cambio, el tiempo que tarda en masticar es más largo, aproximadamente de un minuto. El ruido en el rumen, característico de los rumiantes, es la expresión de las contracciones de la rumia y de la eructación. La vaca eructa más de 400 litros de gases, carbónico y metano entre ellos, al día. La rumia es un buen síntoma del racionamiento adecuado, ya que no siempre se produce. La vaca necesita que la ración, su contenido en fibra forrajera no procesada, sea suficiente para estimularla a la rumia.

Se ingiere energía bruta (EB), que es la cantidad de calor que se produce en el curso de la combustión completa de un gramo de un compuesto orgánico en un calorímetro en presencia de oxígeno quedando un residuo que son las cenizas. Esta cantidad de calor producida es la EB (Kcal/gramo, Kjulio/gramo).

En el esquema siguiente se expresa todo el proceso de la ingestión de energía hasta el aprovechamiento final por la vaca.



La energía digestible (ED) de un alimento se obtiene por la diferencia entre la EB y la cantidad de energía perdida en las heces. La energía metabolizable (EM) es la energía disponible para el metabolismo del propio organismo que la ha ingerido. $EM = ED - \text{Energía que se produce en la orina y el metabolismo}$. Por último, la energía neta (EN) de un alimento o de una ración es la cantidad de energía que

La explotación de vacas de leche

corresponde a los gastos de mantenimiento y producción. La energía perdida en este proceso se denomina extracalor. El mantenimiento es lo que se gasta para mantener el metabolismo basal, y la producción es lo que se gasta debido a gestación, crecimiento, producción de leche.

Unidad forrajera de leche (UFL) es la cantidad de EN necesaria para la producción de leche contenida en 1 kg de cebada de referencia (870 gr MS y 2700 Kcal de EM).

1 UFL = 1.700 Kcal. El extracalor será equivalente a 1.000 Kcal (2700 – 1700).

Proteína digestible intestinal (PDI): es la proteína a disposición del metabolismo, la que una vez cubiertos los procesos digestivos se encuentra en el intestino para ser absorbida. El sistema INRA ha sido pionero en el uso de las modalidades de proteína para el racionamiento. Para un alimento tiene dos valores de proteína, PDIN y PDIE, los cuales son la suma de la proteína no degradada en el rumen y la proteína sintetizada por la población microbiana del rumen. Es un sistema que facilita la formulación de las raciones ya que en dos valores conjuga estos dos tipos de proteína.

PDIA: proteína digestible alimenticia, proviene de la proteínas del alimento no degradadas en el rumen.

PDIM: proteína digestible microbiana, proviene de las proteínas sintetizadas en el rumen por la población microbiana del mismo.

La suma de estas dos proteínas es la proteína digestible intestinal (PDI). Para el racionamiento se utilizan los valores de PDIN y PDIE, que a continuación se definen.

PDIME: es la proteína potencial que podría ser sintetizada en el rumen por la población microbiana utilizando para ello la energía fermentescible puesta a disposición. Según la cantidad de energía del alimento se podrá obtener una cantidad determinada de proteína microbiana. Si se suman la PDIA y la PDIME se obtiene la PDIE, que será el valor de la proteína digestible a disposición del metabolismo según sea el valor de la energía fermentescible.

PDIMN: es la proteína potencial que podría ser sintetizada en el rumen por la población microbiana según la cantidad de nitrógeno degradado en el rumen. Si se suman la PDIA y la PDIMN se obtiene la PDIN, que será el valor de la proteína digestible a disposición del metabolismo según sea el valor del nitrógeno degradable en rumen.

En resumen, todos los alimentos tienen, a efectos del racionamiento, dos valores de contenido proteico, PDIN y PDIE, los cuales ya contienen la proteína no degradable (PDIA). El valor más pequeño corresponderá a la proteína real del alimento, y el valor mayor será el potencial. El principio básico del racionamiento es que la proteína digestible intestinal sea suficiente para la alimentación de la vaca, con independencia de si la ración tiene mucha o poca proteína *by pass* o PDIA. Lo que realmente importa es que los valores finales de las PDIN y PDIE estén lo más próximos posible. Con el sistema INRA es fácil discernir sobre la capacidad de un alimento, si el valor PDIN es superior a PDIE se puede decir que el alimento es proteico (tiene un potencial proteico superior al potencial energético), y si el valor PDIE es superior a PDIN el alimento será energético, tendrá un potencial energético superior al proteico. El racionamiento, por tanto, se basa en intentar igualar la PDIE y la PDIN.





A continuación se explican las unidades de repleción (UE). Se utiliza el mismo símbolo que INRA y no el símbolo que se obtendría de su traducción. De hecho *encombrement* tiene difícil traducción, si bien indica llenado, repleción, y, en este sentido, se cree más apropiado el uso de unidades de repleción (UE) que no el de lastre (término propio de embarcaciones).

Alimentación





UE, según INRA la hierba joven y hojosa, la cual tiene una ingestibilidad de 75 g de MS por Kg De peso metabólico en el cordero estándar tiene un valor 1 UE. Esta hierba será la de referencia con unas características definidas: 15% de materia nitrogenada y una digestibilidad de la materia orgánica del 77%. Todos los alimentos forrajeros tienen valor de repleción. Los no forrajeros (concentrados y otros que no provocan la rumia) no tienen valor propio de repleción, si bien lo adquieren a través de la ración, ya que su ingestión reduce la ingestión de forrajes.

Antes de entrar a estudiar el fenómeno de sustitución entre forrajes y concentrados se verán algunos ejemplos didácticos de lo que ocurre en la ingestión de forrajes y de concentrados. En primer lugar recordemos que la capacidad de ingestión de una vaca se expresa en unidades de repleción (UE), y que la cantidad de forraje que podrá consumir, al día, una vaca será el cociente de dividir la capacidad de ingestión por el valor de repleción del forraje.

Supóngase una vaca con una capacidad de ingestión de 17 UE a la cual se suministra un forraje con valor de repleción 1,1 UE/Kg MS. Al día podrá consumir 15,45 Kg MS de este forraje como único alimento. A efectos de comprensión y simplificación se supone que esta cantidad se la suministra en dos veces al día, por la mañana y por la tarde, y se representa como una secuencia del llenado del rumen.

 7,72 Kg MS		 7,72 Kg MS	
Por la mañana ingiere la mitad de su capacidad de ingestión	Por la tarde ha digerido la cantidad ingerida por la mañana	Por la tarde ingiere la otra mitad de su capacidad de ingestión	Al cabo de las 24 horas ha consumido y digerido 15,45 Kg MS





Al día siguiente en lugar del forraje anterior se le suministra otro con más repleción. Por la mañana ingiere la misma cantidad que antes.

 7,72 Kg MS	 2,72 Kg MS	 5 Kg MS 2,72 Kg MS	
Por la mañana ingiere la mitad de su capacidad de ingestión	Por la tarde ha digerido 5 Kg MS de los 7,72 ingeridos	Por la tarde podrá ingerir 5 kg MS de forraje	Al cabo de las 24 horas ha consumido 12,72 Kg MS (7,72 de la mañana y 5 de la tarde)

El valor de repleción de este segundo forraje será igual al cociente de dividir la capacidad de ingestión (17 UE) por la cantidad consumida al día (12,72), es decir igual a 1,34 UE/Kg MS.

Supóngase que para una determinada producción de leche se le suministra forraje del primer ejemplo y concentrado, según se indica en la representación.

La explotación de vacas de leche

			
<p>Por la mañana ingiere, por ejemplo, 7,72 Kg MS de forraje y 1,72 Kg MS de concentrado</p>	<p>Por la tarde ha digerido la cantidad ingerida de concentrado y 6 Kg De forraje. Quedan por digerir 1,72 Kg</p>	<p>Por la tarde se repite la ración de la mañana, y en este caso sólo se le podrá suministrar una cantidad de forraje igual a 6 Kg</p>	<p>Al cabo de las 24 horas ha consumido 3,44 Kg MS de concentrado y 13,73 Kg MS de forraje, en total 17,17 Kg MS</p>

Si se compara con el consumo del primer esquema se observa que ha dejado de consumir 1,72 Kg MS de forraje (15,45 – 13,73). Por tanto, el consumo de concentrado, que no tiene efecto de repleción, ha desplazado 1,72 Kg MS de forraje, y esta cantidad dividida por la cantidad de concentrado es la tasa de sustitución global, igual, en este ejemplo, a 0,5 Kg MS forraje/Kg MS concentrado.

Los valores de los ejemplos no deben tomarse como reales, lo importante es saber que la capacidad de ingestión se refiere a la cantidad de hierba estándar que podría consumir *ad libitum* y que según sean las características del forraje suministrado podrá consumir más o menos cantidad, y que los concentrados no tienen valor de repleción, sin embargo provocan el desplazamiento del forraje, es decir se consume íntegramente el concentrado suministrado en detrimento de una cantidad de forraje. Si el forraje es bueno, poca repleción y alta concentración energética, compite con los concentrados, y viceversa, cuanto peor es más elevada es la cantidad desplazada por el consumo de concentrados.

Para el cálculo de necesidades de una vaca a lo largo de su ciclo productivo anual se requerirá el conocimiento de su estado de condición corporal.

La escala de la condición corporal es la valoración que se hace del contenido en grasa corporal en dos puntos, la inserción de la cola de la vaca y en las vértebras. También existen estados intermedios, pero los puntos más usuales son:

0. Vaca demacrada: Piel adherida a los huesos
1. Vaca delgada: En el punto de inserción de la cola puede pellizcarse, pero la piel vuelve al sitio, se resiste a ser pellizcada, y las vértebras se presentan cortantes al tacto
2. Vaca más delgada que gorda: Con los dedos se puede coger la piel de la vaca y moverla un poco de lado a lado. Entre la piel y los huesos se empieza a acumular grasa, y al tacto por las vértebras se siente suave
3. Vaca más gorda que delgada: Con los dedos se puede notar que hay cantidad de grasa se puede pellizcar pero resbala, el contenido en grasa subcutánea impide mantenerla entre los dedos
4. Vaca gorda: Con los dedos se puede notar que hay gran cantidad de grasa, pero ya no se puede pellizcar
5. Vaca muy gorda: Vaca redondeada completamente

PRODUCCIÓN LECHE

En el cálculo de las necesidades nutritivas de una vaca se tiene que conocer en cada momento su estado fisiológico y su producción de leche. El sistema se basa en determinar previamente el pico de la lactación en función de la producción de la lactación anterior o de la producción inicial.

Cálculo del pico de lactación de una vaca P_{Lpico} a partir de la producción inicial de la lactación:

$$P_{Lpico} = \overline{P_{Li}} \times 0,84 + 13$$

Siendo,

P_{Li} producción media de leche de los primeros días de lactación (4º, 5º y 6º días después del parto)

P_{Lpico} producción de leche máxima a lo largo de una lactación

Cálculo del pico de lactación de una vaca P_{Lpico} a partir de la producción de la lactación:

Para vacas primíparas, conociendo previamente la producción en el pico o la producción de la lactación a 305 días P_{L305} :

$$P_{L305} = P_{Lpico} \times 259$$

Para vacas multíparas, conociendo previamente la producción en el pico o la producción de la lactación a 305 días P_{L305} :

$$P_{L305} = P_{Lpico} \times 224$$

A partir de la determinación de la producción en el pico de la lactación se aplica el modelo dinámico de Wilmink para obtener la producción potencial por día, para vacas primíparas o multíparas.

Para primíparas:

$$P_{Lpot} = P_{Lpico} \times \left[1,084 - \left(0,7 \times e^{-0,46 \times semL} \right) - \left(0,009 \times semL \right) - \left(0,69 \times e^{-0,16 \times (45 - semG)} \right) \right]$$

Para multíparas:

$$P_{Lpot} = P_{Lpico} \times \left[1,047 - \left(0,69 \times e^{-0,90 \times semL} \right) - \left(0,0127 \times semL \right) - \left(0,50 \times e^{-0,12 \times (45 - semG)} \right) \right]$$

Siendo,

P_{Lpot} producción de leche potencial

P_{Lpico} producción de leche en el pico de la lactación

$semL$ semana de lactación

$semG$ semana de gestación (es la diferencia entre el número de semanas después del parto y el número de la semana en que tiene lugar la inseminación fecundante)

Las lactaciones de las primíparas son diferentes, o deberían serlo en un racionamiento y manejo adecuados, a las de segunda lactación, y éstas también a las de tercera lactación, para una misma vaca

La explotación de vacas de leche

(NRC, 1988). Pueden utilizarse las siguientes relaciones para predecir lactaciones a partir de la primera lactación, con vistas a programar el racionamiento:

$$L_{2^a} = 1,16 \times L_{1^a}$$

$$L_{3^a} = 1,05 \times L_{2^a}$$

A partir de la tercera lactación se puede tomar el mismo valor de la anterior. Si no hay registros del control lechero, para programar la producción de las primíparas puede tomarse como valor de la producción de la lactación la media del conjunto de la explotación.

CAPACIDAD DE INGESTIÓN

La capacidad de ingestión (CI) de una vaca es la expresión de la aptitud y motivación del animal a ingerir alimentos. No debe confundirse con el apetito. La CI es lo que podría ingerir una vaca, voluntariamente, de un alimento o de una ración. Se expresa en UE.

La CI depende de los siguientes atributos o factores:

- Formato de la vaca (peso) (a mayor peso mayor CI; variación de + 0,015 UE/Kg De peso vivo)
- Producción potencial P_{Lpot} (a mayor producción de leche mayor CI; variación de + 0,15 UE/ Kg De leche potencial)
- Condición corporal (CC) de la vaca (a mayor condición corporal menor CI; variación de -1,5 UE/ punto de CC)
- Edad (las primíparas tienen menor CI, y si paren precozmente aún es menor)
- Estado fisiológico (al inicio de la lactación y al final de la gestación tienen una CI menor)

La ecuación que recoge los factores anteriores es la siguiente:

$$CI = [13,9 + (0,015 \times (P_v - 600)) + 0,15 \times P_{Lpot} + (1,5 \times (3 - CC))] \times I_L \times I_G \times I_M$$

I_L , I_G e I_M son los índices de lactación, gestación y madurez, los cuales se expresan de la siguiente forma:

$$\text{Índice de lactación, } I_L = a + (1 - a) \times (1 - e^{-0,16 \times semL})$$

Para vacas primíparas, $a = 0,6$

Para vacas multíparas, $a = 0,7$

$$\text{Índice de gestación, } I_G = 0,8 + 0,2 \times (1 - e^{-0,25 \times (40 - semG)})$$

$$\text{Índice de madurez, } I_M = -0,1 + 1,1 \times (1 - e^{-0,08 \times edad})$$

Edad en meses

NECESIDADES DE ENERGÍA

Las necesidades totales de energía se obtienen sumando las necesidades de mantenimiento con las de producción, crecimiento y gestación. Se expresan en UFL/día.

Alimentación

Las necesidades de mantenimiento dependen del peso metabólico del animal (variación de +0,041 UFL/Kg $P_v^{0,75}$) y de la actividad que despliegue. Se pueden expresar también en función del peso vivo (P_v).

$$N_m = 0,041 \times P_v^{0,75} \times I_{act}, \text{ según el peso metabólico}$$

$$N_m = (1,4 + 0,006 \times P_v) \times I_{act}, \text{ según el peso vivo}$$

El índice de actividad I_{act} tiene los valores 1 para la estabulación trabada, 1,1 para la estabulación libre y 1,2 para el pastoreo.

Para el cálculo de las necesidades de producción de leche se sabe que la energía contenida en un litro de leche es la siguiente:

$$\frac{UFL}{Kg.leche} = 0,44 + [0,0055 \times (t_g - 40)] + [0,0033 \times (t_p - 31)]$$

Las necesidades de producción de leche se expresan según la producción de leche estándar al 4% de grasa.

$$N_{PLpot} = 0,44 \times P_{Lpot}^{4\%} \text{ o bien } N_{PLpot} = 0,44 \times P_{Lpot}^{estandar}$$

Antes de aplicar la fórmula de cálculo de las necesidades de producción de leche se deberá expresar la cantidad de leche en leche estándar, bien aplicando la corrección que incluye la tasa de grasa y la de proteína o bien aplicando la corrección que sólo incluya la tasa de grasa, ya que entre las dos tasas existe una relación estrecha.

$$P_L^{4\%} = P_L \times [0,4 + (0,015 \times t_g)] \text{ (Para pasar a Kg De leche del 4\% de grasa una cantidad de leche } P_L \text{ con una tasa de grasa } t_g \text{ en gr./kg o } \text{‰})$$

$$P_L^{estandar} = P_L + [0,0055 \times (t_g - 40) + 0,0033 \times (t_p - 31)] \text{ (Para pasar a Kg De leche estándar una cantidad de leche } P_L \text{ con una tasa de grasa } t_g \text{ y una tasa de proteína } t_p \text{ expresadas en gr./kg o } \text{‰})$$

Las necesidades de crecimiento dependen de la edad del animal, en meses, y sólo se tienen en cuenta hasta los 40 meses de edad. Su expresión es la siguiente:

$$N_{crec} = 3,25 - 0,08 \times edad$$

Las necesidades de gestación dependen del peso del ternero al nacer y de la semana de gestación, según la siguiente expresión:

$$N_{gest} = 0,00072 \times P_{v\text{ternero}} \times e^{0,116 \times semG}$$

En el período de post-parto la vaca moviliza el tejido adiposo, energía, que pone a disposición de la producción, con lo cual intenta paliar la falta de apetito y su capacidad de ingestión más baja. Esta movilización se debe considerar una aportación energética, y, por tanto, deberá restarse de las necesidades totales en energía. La movilización de grasa y su aportación en UFL diarias depende de la

La explotación de vacas de leche

condición corporal en el parto, de la semana de gestación y de la producción potencial de leche en el pico de la lactación, y se expresa de la siguiente forma:

$$Ap_{postparto} = -1 + \left[1,33 \times \left(a + (0,47 \times P_{Lpot}) + (1,89 \times CC_{parto}) \right) \times \left(e^{-0,25 \times semL} - e^{-semG} \right) \right]$$

Para una primípara $a = -9,5$ y para una múltipara $a = -13,2$. $Ap_{postparto}$ se expresa en UFL/día, son las aportaciones de la vaca a la producción. Si su valor es negativo se deberá tomar el valor 0. La movilización, según sea la producción en el pico de la lactación, es equivalente a una cantidad de UFL entre 100 y más de 300.

Las necesidades totales serán, en definitiva, las siguientes:

$$N_{totales} = N_m + N_{PLpot} + N_{crec} + N_{gest} - Ap_{postparto}$$

NECESIDADES DE PROTEÍNA

Las necesidades proteicas se obtienen de la suma de las necesidades de mantenimiento, de producción de leche, y de gestación. Se expresan en gr. PDI/día.

Las necesidades de mantenimiento dependen del peso del animal, y pueden expresarse en función del peso metabólico o del peso vivo.

$$N_m = 3,25 \times P_v^{0,75}, \text{ según el peso metabólico}$$

$$N_m = 0,95 + 05 \times P_v, \text{ según el peso vivo}$$

Las necesidades de producción de leche, atendiendo al rendimiento de conversión de la proteína metabolizable en proteína de la leche (64%), se expresan de la forma siguiente:

$$N_{PLpot} = 1,56 \times P_{Lpot} \times t_p$$

La tasa de proteína se expresa en gr./Kg De leche o en %. Si la leche tiene una tasa de proteína igual a 31% las necesidades para producir un litro serán, aproximadamente, 48 gr. PDI.

Las necesidades de gestación dependen del peso del ternero al nacer y de la semana de gestación.

$$N_{gest} = 0,07 \times P_{v\text{ ternero}} \times e^{0,11 \times semG}$$

Para las altas productoras se pueden considerar las recomendaciones de que el contenido en lisina de la ración debería estar en el 7,3% de las aportaciones en PDIE, y que el contenido en metionina debería estar en el 2,5%.

En el post-parto hay una movilización de proteínas, alrededor de 10 Kg PDI, que no afectan el cálculo de las necesidades ni el racionamiento de manera significativa.

Las necesidades totales serán, en definitiva, las siguientes:

$$N_{totales} = N_m + N_{PLpot} + N_{gest}$$

NECESIDADES DE CALCIO Y FÓSFORO

Las necesidades en Ca y P se expresan en cantidades absorbibles, Ca_{abs} y P_{abs} , de manera que una vez calculadas se deberá transformar en Ca y P. Se expresan en gr./día

$$Ca = Ca_{abs} / 0,40, \quad P = P_{abs} / 0,65$$

La relación Ca/P del alimento mineral a distribuir deberá estar lo más próximo posible a la siguiente fórmula:

$$Déficit \left(\frac{Ca}{P} \right) = 1,63 \times déficit \left(\frac{Ca_{abs}}{P_{abs}} \right)$$

Una vez obtenida esta relación, la cantidad de alimento mineral a distribuir se calcula dividiendo el déficit en P por el porcentaje en P del alimento.

Las necesidades de mantenimiento en Ca dependen del peso vivo y, sobretodo, de la cantidad de MS ingerida (MSI) al día, en Kg

$$N_m^{Ca_{abs}} = 0,663 \times MSI + 0,008 \times P_v$$

$$N_m^{P_{abs}} = 0,83 \times MSI + 0,002 \times P_v$$

Las necesidades de producción dependen directamente de la cantidad de leche.

$$N_{PLpot}^{Ca_{abs}} = 1,25 \times P_{Lpot}$$

$$N_{PLpot}^{P_{abs}} = 0,9 \times P_{Lpot}$$

Por último, las necesidades de gestación dependen de la semana de gestación en que se encuentre la vaca.

$$N_{gest}^{Ca_{abs}} = \frac{23,5}{1 + e^{(18,8 - 5,03 \times \text{Log}(semG))}}$$

$$N_{gest}^{P_{abs}} = \frac{7,38}{1 + e^{(19,1 - 5,46 \times \text{Log}(semG))}}$$

EL PUNTO ESTRICTO DE CUMPLIMIENTO ENERGÉTICO Y PLANTEAMIENTO DE LA RACIÓN

EL PUNTO ESTRICTO

Antes de plantear el problema del racionamiento hay que explicar diversos aspectos de la ingestión y del punto estricto de cumplimiento de las necesidades energéticas. Son cuestiones que, a menudo, se olvidan, a pesar de que su comprensión es imprescindible para plantear correctamente la formulación, sin dejar de pensar en que la vaca es un rumiante. La vaca, por sí misma, no necesitaría comer concentrados, y si lo hace se debe al manejo que la obliga a producir por encima de las posibilidades de los forrajes. El cumplimiento de las necesidades energéticas es difícil de conseguir. Puede suceder, también, que una dieta exclusivamente forrajera, sea suficiente para satisfacer las necesidades de la vaca, pero económicamente sea más favorable añadir concentrados.

Algunos racionamientos no tienen en cuenta las restricciones relativas a las fibras (FB o ADF o NDF), como el que aquí se propone, sin embargo sí que incluyen una restricción que limita la MS de los concentrados al 50% de la MS total de la ración. A pesar de ello, ni esta restricción, ni por supuesto las basadas en contenido NDF, tendrán ninguna validez fisiológica si los forrajes se suministran procesados, perdiendo su estructura física. Ni tampoco es acertado incluir como MS forrajera algunos subproductos voluminosos, pero que, por sí solos, no tienen efectos positivos en inducir a la rumia.

El hecho es que si se incorpora concentrado a la ración, se deberá buscar, en la formulación, el punto estricto de cumplimiento de las necesidades energéticas.

El valor energético de los alimentos está determinado por aquella situación en la que el alimento se da sólo, o casi sólo, y a un nivel alimenticio de 1,7 veces el mantenimiento. Por tanto, el valor energético (UFL) es un valor potencial, y, en el caso de los concentrados carece de validez si se suministran en ausencia de forrajes.

Una ración formada por algunos ingredientes tiene un valor energético (teórico), también potencial, que será igual a la suma de los valores de cada ingrediente. Si en la ración se incluyen concentrados el valor energético real es inferior al teórico, ya que se produce una disminución de la digestibilidad de la energía de la ración; disminución que es función de la proporción del concentrado en el total de la MS de la ración. A más concentrados hay más depresión de la digestibilidad; en realidad los concentrados fuerzan a la vaca a un comportamiento distinto del rumiante, y, para ello, deberá realizar un esfuerzo suplementario.

Esta depresión de la digestibilidad va ligada a propiedades y fenómenos físicos, tales como la longitud de las partículas en el rumen, la velocidad de paso del contenido ruminal hacia el retículo, etc. Por ejemplo, el forraje procesado – granulado, triturado, apelmazado, etc. – se comporta igual que un concentrado, a pesar de que su contenido en fibra sea alto, y este hecho se desconoce o se olvida, en el peor de los casos. De ahí que el concepto de fibra alimenticia no es sólo su contenido en FB, NDF o ADF, sino que integra sus propiedades físicas (Van Soest, 1984).

La depresión de la energía de la ración se estima mediante la ecuación (Vermorel *et al*, 1987):

$$D = 6,3 \times I^2 + 0,002 \times N^2 - 0,017 \times N$$

Siendo D la depresión de la digestibilidad expresada en UFL, I la proporción del concentrado en la ración (de 0 a 0,5), y N las necesidades energéticas calculadas en cada caso.

Alimentación

En cuanto a la MS ingerida, ésta aumenta linealmente entre una producción de 15 y 35 Kg De leche del 4%, en cambio a medida que aumenta la producción de leche, la CI no lo hace ya linealmente.

Los concentrados, que no tienen valoración UE, tienen, en cambio, un valor de repleción teórico, (expresado en UE), que es igual a la tasa de sustitución global (S_g) multiplicada por el valor de repleción del forraje o de los forrajes de la ración. La S_g es la cantidad de MS del forraje que deja de ingerir por Kg De MS de concentrado ingerido.

Se puede afirmar que los concentrados no tienen valor de repleción propio, pero sí que lo tienen dentro de la ración, y es función de los forrajes y de las cantidades de unos y otros (Dulphy *et al.*, 1987).

A continuación se intenta explicar dicho fenómeno de sustitución, y su cuantificación y expresión en el racionamiento de vacas de leche, ya que es básico para formular cualquier ración. En los gráficos siguientes se explican los conceptos de tasa de sustitución global y marginal.

Supóngase una vaca de 650 Kg De peso vivo, con una producción de 25 litros del 4% en grasa, y, por tanto, con unas necesidades energéticas teóricas de 16,30 UFL y una capacidad de ingestión de 17,50 UE. La ración está compuesta de forraje, de valor nutritivo 0,80 UFL/Kg MS, 1 UE/Kg MS, y de concentrado, de valor nutritivo 1,20 UFL/Kg MS.

La cantidad de concentrado que cubrirían exactamente sus necesidades energéticas sería igual a 13,58 Kg MS, obtenida de dividir las necesidades por el valor energético del concentrado (16,30/1,20). En las fórmulas siguientes esta operación se simboliza por **M**, y así se representa en los gráficos. Evidentemente que un rumiante, como es la vaca, no puede alimentarse sólo con concentrados, por tanto, esta operación se entiende que se hace a efectos de comprensión del fenómeno de sustitución.

En cuanto al forraje, si se suministrase como único alimento *ad libitum*, la vaca podría ingerir hasta 17,50 Kg De MS, valor que se obtiene de dividir la CI por el valor de repleción del mismo (17,50/1). En este caso, esta operación se simboliza y representa por **B**. Esta ingestión de MS forrajera aportaría 14 UFL, y, en consecuencia, para cubrir las necesidades, 16,30 UFL, harían falta otros alimentos, que pudieran ser concentrados u otro forraje. Si se continúa con el mismo forraje, y si estos 17,50 Kg De MS forrajera son la expresión de su capacidad máxima de ingestión, a la vaca deberá suministrársele una cantidad de concentrado, que desplazará alguna cantidad de forraje.

Para la comprensión del fenómeno, se ha calculado previamente el punto estricto de cumplimiento de las necesidades energéticas, resultando que este punto es el siguiente: 16,17 Kg MS forrajera y 3,15 Kg MS concentrada. Estos valores se representan por **A** y **R**, respectivamente, y aportan 16,72 UFL, valor ligeramente superior en 0,424 UFL a la necesidad calculada de 16,30 UFL. Esta diferencia es la depresión de la digestibilidad. En el gráfico 4.5 se observa que la cantidad de forraje va de 17,50 a 0, y la cantidad de concentrado de 0 a 13,58.

Si en el punto estricto calculado se quiere determinar la tasa de sustitución global se hará de la siguiente forma:

$$S_g = (B - A)/R$$

Por tanto, $S_g = (17,50 - 16,17)/3,15 = 0,418$. Esta es la cantidad de forraje *desplazada* por unidad (por Kg) de concentrado *entrada*.

La tasa de sustitución global S_g no se puede conocer a priori, ya que las vacas de leche raramente se alimentan sin concentrado, no obstante, sí que se tienen datos sobre la tasa de sustitución marginal S_m , que es la derivada en el punto A en relación a la cantidad de concentrado (X), esto es la variación infinitesimal ($S_m = \delta A/\delta X$), la cual se representa en el gráfico 4.6 entre 0 y M Kg MS de concentrado.

La explotación de vacas de leche

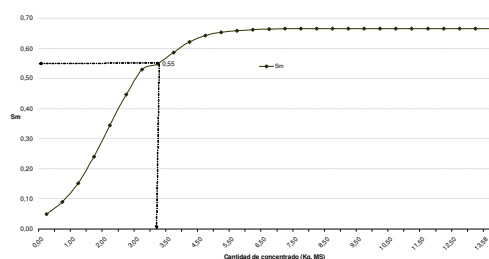
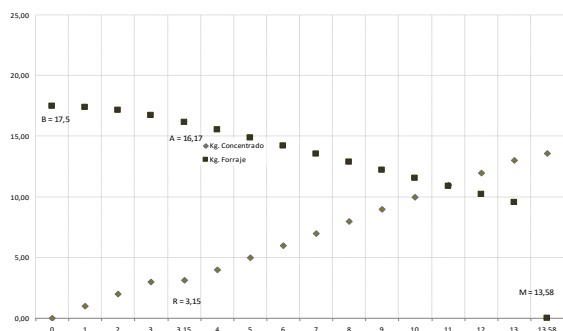


Gráfico 4.5.- Variación de la MS forraje y concentrado, tasa de sustitución global

Gráfico 4.6.- Curva de la ley de variación de la tasa de sustitución marginal S_m

En el punto de cumplimiento estricto de las necesidades energéticas (A Kg MS de forraje, R kg MS de concentrado) la tasa S_m es, según datos experimentales, casi siempre igual a 0,55. En el ejemplo R = 3,15 y tasa 0,55. A continuación se desarrolla la ley de variación de S_m .

Sea K la relación entre los valores energéticos del forraje, o de los forrajes de la ración, y los del concentrado, o concentrados, ($K = UFL_{fa}/UFL_{co}$). La ley de variación de la S_m (ver gráfico nº 4.6) es la siguiente:

$$S_m(X) = \frac{K}{1 + \left(\frac{K}{0,55} - 1\right) \times e^{\frac{B}{M} \times (R - X)}}$$

En la que B es la cantidad máxima en Kg De MS forrajera, *ad libitum*, sin concentrado (en el ejemplo, 17,50); M es la cantidad teórica en Kg De MS de concentrado, sin forrajes (en el ejemplo, 13,58); R es la cantidad en Kg De MS de concentrado que cumplirían las necesidades energéticas en el punto estricto (en el ejemplo, 3,15); X es la cantidad en Kg De MS de concentrado que varía, a lo largo del eje de abscisas, entre 0 y M ; y K , es la relación de riqueza energética entre la parte forrajera y la parte de concentrados de la ración (en el ejemplo, 0,667, obtenido de dividir 0,80/1,20).

Para $X = M$, S_m será igual a K . Obsérvese la curva, en el ejemplo $K = 0,667$ y $M = 13,58$. Con la ayuda de una hoja de cálculo se podrá mejorar su comprensión, y realizar algún ejemplo acerca de la variación de S_m .

Véanse algunos ejemplos: si el forraje es rico en energía, y con poca repleción o capacidad de llenado, es decir con un valor alto en UFL y bajo en UE, suministrado *ad libitum*, la vaca ingerirá mucha cantidad, la B será alta (gráfico 4.5), por tanto B/M será más alta que en el ejemplo, ya que M no cambia, si el concentrado es el mismo. Siendo el forraje más rico, la cantidad de concentrado (R) en el punto estricto de cumplimiento de las necesidades energéticas será menor que la inicialmente calculada, y, en consecuencia, el producto $(B/M) \times R$ será más pequeño que antes, y, en consecuencia, el valor de $e^{(B/M) \times R}$ será más pequeño. La K , relación entre los valores energéticos del forraje y del concentrado, será más alta; la S_m será, por tanto, mayor. Esto quiere decir que entre 0 y la cantidad correspondiente al punto estricto, los valores de S_m son más altos: una unidad de más de concentrado desplaza más forraje. Dicho de otra manera, a igualdad de concentrado, para unas necesidades energéticas invariables, si el forraje es de *mejor* calidad, por cada unidad de concentrado de más que ingiera la vaca dejará de ingerir más cantidad de forraje. Se recomienda hacer el ejercicio en una hoja de cálculo. En la tabla 4.5 se resume la comparación entre estas situaciones.

Alimentación

Tabla 4.5.- Comparación para la ingestión y necesidades energéticas entre dos forrajes de calidad diferente

Parámetros	Valores para dos situaciones			
	Forraje de peor calidad		Forraje de mejor calidad	
UFL/Kg MS	0,80		0,85	
UE/ Kg MS	1,00		0,95	
UFL/Kg MS concentrado	1,20			
Necesidades energéticas UFL	16,30			
Capacidad de ingestión UE	17,50			
B, cantidad de forraje <i>ad libitum</i> , Kg MS	17,5		18,42	
M, cantidad concentrado que cubriría teóricamente la necesidad energética, Kg MS	13,58			
A, cantidad de forraje en el punto estricto, Kg MS	16,17		17,86	
R, cantidad de concentrado en el punto estricto, Kg MS	3,15		1,17	
K, UFL_{fo}/UFL_{co}	0,667		0,708	
S_m , tasa de sustitución marginal en el punto estricto	0,55			
S_m , tasa de sustitución marginal antes del punto estricto correspondiente, para X Kg De concentrado	Forraje de peor calidad		Forraje de mejor calidad	
	X, Kg	S_m	X, Kg	S_m
	0,00	0,050	0,00	0,294
	0,50	0,090	0,50	0,413
	1,00	0,152	1,00	0,520
	1,50	0,240	1,17	0,550
	2,00	0,345		
	2,50	0,447		
	3,00	0,530		
	3,15	0,550		

Puede comprobarse claramente que, por ejemplo, si se suministran 0,5 Kg De concentrado, la tasa de sustitución marginal es de 0,090 para el forraje de peor calidad, y de 0,413 para el de mejor calidad, en igualdad del resto de condiciones, es decir que, en este punto una incorporación *infinitesimal* de concentrado desplazará 0,090 Kg De forraje de peor calidad, y, nada menos que 0,413 Kg De forraje de mejor calidad. Coloquialmente, el forraje de mejor calidad compite mejor con el concentrado que el de peor calidad, ya que este *ocupa* menos espacio en el rumen, transita más lentamente.

La explotación de vacas de leche

La siguiente ecuación expresa tasa de sustitución global S_g como el área del recorrido de la curva de la S_m (ver gráfico 4.6), dividida por la cantidad de concentrado.

$$S_g = \frac{1}{X} \int_0^x S_m(x) \delta(x)$$

Substituyendo S_m por su expresión la tasa de sustitución global S_g será función de la producción de leche potencial (P_{Lpot}) y de la densidad energética de la parte forrajera de la ración. La densidad energética es la relación entre la concentración energética y el valor de repleción (UFL_{fo}/UE_{fo}). La fórmula será la siguiente:

$$S_g = d \times P_{Lpot}^{-0,62} \times e^{1,32 \times UFL_{fo}/UE_{fo}}$$

Para primíparas $d = 0,96$, y para múltiparas $d = 1,1$.

¿Qué es más interesante, que S_g sea alta o baja? Se conoce la solución final: que los forrajes suministrados siempre sean de alta calidad, por tanto, será mejor que la S_g tenga un valor elevado, ya que esto querrá decir que el forraje es bueno, tiene una concentración energética correcta y llena menos, con lo cual la vaca podrá comer más, y su ingestión será más provechosa ya que cubrirá las necesidades con más amplitud.

Si en la tabla 4.5 se añade la S_g , para el forraje de peor calidad su valor será de 0,419, y para el de mejor calidad será de 0,481. Son valores muy próximos ya que, en realidad, sus características no diferían demasiado (en energía 0,80 vs 0,85; en repleción 1 vs 0,95). En resumen, por cada Kg De concentrado que se añade a la ración, hasta llegar al punto estricto, se dejan de comer 0,419 Kg De MS del forraje de *peor* calidad, y 0,481 Kg De MS del de *mejor* calidad. Esto quiere decir que si el forraje es bueno hay que dar menos cantidad de concentrado; no es tan necesario, a efectos energéticos, y, además, resultaría un despilfarro, ya que la vaca dejaría de comer un forraje bueno.

PLANTEAMIENTO DE LA RACIÓN

La formulación de una ración debería hacerse, a efectos fisiológicos, con el objetivo de alcanzar el punto estricto para el cumplimiento energético. De ahí la importancia de comprender, e interiorizar, este fenómeno de la sustitución de forrajes por concentrados en la alimentación de la vaca. Se podría decir que en este fenómeno, y su traslación a la formulación, radica el éxito o fracaso del racionamiento. Si a la vaca se la alimenta como un rumiante, su eficiencia es máxima. En cambio si se quiere hacerla competir con los monogástricos, su eficiencia será mínima.

Si I es la proporción de concentrado en la ración, entre 0 y 0,5, las aportaciones de energía (UFL) serán la suma de las siguientes expresiones:

$Y \times UFL_{fo}$ Son las aportaciones energéticas de los forrajes

$Y \times \left(\frac{1}{(1-I)} \right) \times UFL_{co}$ Son las aportaciones energéticas de los concentrados

Y es la cantidad de forraje que entra en la ración, en Kg De MS, UFL_{fo} es la concentración energética, en UFL/Kg MS, del forraje, y UFL_{co} es la concentración energética, en UFL/Kg MS, del concentrado. Puede

Alimentación

observarse que la cantidad de concentrado se expresa en función de la cantidad de forraje, Y , y de la proporción, I , del concentrado en tanto por uno de la ración, siempre en relación a la MS.

Las aportaciones de unidades de repleción, a su vez, serán la suma de las siguientes expresiones:

$Y \times UE_{fo}$ Son las aportaciones UE de los forrajes

$Y \times \frac{1}{(1-I)} \times S_g \times UE_{fo}$ Son las aportaciones UE de los concentrados

Y es la cantidad de forraje que entra en la ración, en Kg De MS, UE_{fo} es el valor de repleción, en UE/Kg MS, del forraje. Puede observarse que las aportaciones UE de los concentrados es un efecto de repleción de los mismos, expresado mediante la tasa de sustitución. En cualquiera de los ejemplos anteriores, si $S_g = 0,419$ Kg MS_{fo}/Kg MS_{co}, $I = 0,20$ (la ración contiene un 20% de MS_{co} y un 80% de MS_{fo}), $UE_{fo} = 1$ UE/Kg MS_{far}, si se supone que la MS ingerida total es de 20 Kg, la repleción de la ración medida en las aportaciones totales de UE, será igual a la suma de 16 UE aportadas por los forrajes, y de 1,676 UE de los concentrados, 17,676 UE.

Si las aportaciones energéticas (UFL) son superiores o iguales a las necesidades teóricas más la depresión de la digestibilidad de la energía, provocada por la ingestión de concentrados, y, a su vez, las aportaciones de unidades de repleción (UE) son inferiores o iguales a la capacidad teórica de ingestión (CI), la solución en el punto estricto sería la suma de las siguientes expresiones:

Y Es la cantidad de forrajes en Kg MS

$\frac{I}{(1-I)} \times Y$ Es la cantidad de concentrados en Kg MS

Obsérvese que $(I/1-I) \times Y$ es el valor **R** de los gráficos 4.5 y 4.6.

LA LEY DE LOS RENDIMIENTOS DECRECIENTES

Si se llega al punto estricto de cumplimiento de las necesidades energéticas, interesará conocer qué efecto tendría sobre la producción de leche una ingestión suplementaria de concentrados. En este supuesto, tan real en el manejo del racionamiento, se deberá aplicar la ley de los rendimientos decrecientes según la siguiente formulación,

$$\Delta = -5,07 + 3,15 \times \ln(\delta_{UFL} + 5)$$

Δ , es la diferencia de producción de leche en litros por día

δ_{UFL} es la variación en UFL en el punto estricto

Si en el punto estricto la vaca ingiere Y Kg MS forrajera y X Kg MS en concentrados, aplicando las fórmulas anteriores se puede calcular, por ejemplo, qué pasará si se aumenta en 1 Kg La aportación de concentrados ($X + 1$).

En primer lugar se tiene que calcular la variación de las aportaciones de energía (UFL) en el punto estricto:

Las aportaciones de los forrajes serán: $(Y - 1 \times S_m) \times UFL_{fo}$

La explotación de vacas de leche

Las aportaciones de los concentrados serán: $(X + 1) \times UFL_{co}$

La tasa de sustitución marginal, S_m , se puede calcular ya que K es la relación entre la riqueza energética de los forrajes y la de los concentrados, R es la X (Kg MS concentrados) y la variación es de 1 Kg. Igualmente se deberán calcular los valores de B y de M (cantidad de MS forrajes *ad libitum* como único alimento y cantidad de MS de concentrados teóricamente como único alimento, respectivamente, en Kg).

Una vez calculada la aportación total de los forrajes y de los concentrados, se deberá restarle la aportación calculada en el punto estricto: $Y \times UFL_{fo} + X \times UFL_{co}$. Y esta diferencia será la δUFL de la fórmula de la ley de rendimientos decrecientes, y de esta forma se calculará la cantidad de leche en litros, de más o de menos, debida a la modificación de la cantidad de concentrados.

FORMULACIÓN DE LA RACIÓN

En el planteamiento general del racionamiento alimenticio se intenta minimizar el coste de la ración, o sea la suma del coste de cada ingrediente que participa en ella, mediante la siguiente expresión:

$$\sum_j c_j \times X_j \quad j = 1, \dots, n \text{ (ingredientes)}$$

Siendo,

c_j el precio o el coste por unidad de cada ingrediente y X_j la cantidad de cada ingrediente, siempre $X_j \geq 0$

Con una serie de restricciones, relativas a los nutrientes, que se presentan de la forma siguiente:

$$\sum_j a_{ij} \times X_j \leq o \geq N_i$$

Siendo, N_i las necesidades nutritivas para cada nutriente i (energía, proteína, calcio, etc.); a_{ij} las valoraciones del nutriente i por unidad del alimento o ingrediente j (UFL/Kg MS, gr. Ca/Kg MS, gr. PDIN/Kg MS, etc.).

Estas expresiones no tienen por qué ser lineales. En las restricciones correspondientes a la energía y a la ingestión, se introducen los conceptos de tasa de sustitución global y de la depresión de la energía a causa de la incorporación de concentrados, quedando, por tanto, la formulación de la siguiente manera:

Restricción de energía (UFL)

$$\sum_j a_{UFLj} \times X_j + \sum_k a_{UFLk} \times X_k = N_{UFL} + 6,3 \times \left[\frac{(\sum_k X_k)}{(\sum_j X_j + \sum_k X_k)} \right]^2 + 0,002 \times N_{UFL}^2 - 0,017 \times N_{UFL}$$

$j = 1, \dots, m$ ingredientes forrajeros; $k = m + 1, \dots, n$ ingredientes concentrados; a_{UFLj} valoraciones de cada ingrediente forrajero en UFL/Kg MS; a_{UFLk} valoraciones de cada ingrediente concentrado en UFL/Kg MS; X_j cantidades de cada ingrediente forrajero; X_k cantidades de cada ingrediente concentrado; N_{UFL} necesidades en UFL por vaca y día.

Esta restricción es una igualdad que debe cumplirse sin ningún margen de tolerancia.

Restricción de la ingestión (UE)

Alimentación

$$\sum_j a_{UEj} \times X_j + \left(\sum_k X_k \right) \times S_g \times \left[\frac{\left(\sum_j a_{UEj} \times X_j \right)}{\sum_j X_j} \right] = CI$$

$j = 1, \dots, m$ ingredientes forrajeros; $k = m + 1, \dots, n$ ingredientes concentrados; a_{UEj} valoraciones de cada ingrediente forrajero en UE/KgMS; X_j cantidades de cada ingrediente forrajero; X_k cantidades de cada ingrediente concentrado; CI capacidad de ingestión UE/vaca y día; S_g tasa de substitución global.

Para esta restricción se admite un margen de cálculo entre $0,7 \times CI$ i CI

Restricción en la relación MS forrajes y concentrados

Se incluye esta restricción para salvaguardar o asegurar la incorporación de forrajes, la restricción se expresa de manera que la cantidad de MS forrajera sea como mínimo igual al 50% de la MS total.

$$\left[\frac{\left(\sum_j MS_j \times X_j \right)}{\left(\sum_j MS_j \times X_j \right) + \left(\sum_k MS_k \times X_k \right)} \right] \geq 0,5$$

$j = 1, \dots, m$ ingredientes forrajeros; $k = m + 1, \dots, n$ ingredientes concentrados; MS , contenido en MS por Kg De ingrediente; X_j cantidades de cada ingrediente forrajero; X_k cantidades de cada ingrediente concentrado.

A continuación se indican, a modo de ejemplo, las principales restricciones y la función objetivo para el caso de buscar una ración óptima con la participación, o la disponibilidad, de 2 forrajes y 3 concentrados.

Restricción de energía (UFL)

$$X_1 \times UFL_1 + X_2 \times UFL_2 + X_3 \times UFL_3 + X_4 \times UFL_4 + X_5 \times UFL_5 = N_{UFL} + 6,3 \times I^2 + 0,002 \times N_{UFL}^2 - 0,017 \times N_{UFL}$$

Siendo I el tanto por uno de MS concentrada en la ración, N_{UFL} las necesidades energéticas, UFL_i la valoración energética del ingrediente i , y X_i su cantidad en Kg De MS en la ración.

Restricción de la ingestión (UE)

$$X_1 \times UE_1 + X_2 \times UE_2 + (X_3 + X_4 + X_5) \times S_g \times \left[\frac{(X_1 \times UE_1 + X_2 \times UE_2)}{(X_1 + X_2)} \right] = CI$$

Siendo S_g la tasa de substitución global entre forrajes y concentrados, CI la capacidad de ingestión en UE, y UE_i la valoración en UE del ingrediente forrajero i (en este ejemplo 1 o 2). X_i es la cantidad en Kg De MS del ingrediente i en la ración.

Tal como se ha indicado, para el cálculo de la programación se puede aceptar un margen de cálculo de manera que la restricción quedaría así:

$$0,7 \times CI \leq \text{Aportaciones UE} = CI$$

Restricción en la relación MS forrajes y concentrados

$$\frac{(X_1 \times MS_1 + X_2 \times MS_2 + X_3 \times MS_3)}{(X_1 \times MS_1 + X_2 \times MS_2 + X_3 \times MS_3 + X_4 \times MS_4 + X_5 \times MS_5)} \geq 0,5$$

La explotación de vacas de leche

La cantidad de los tres forrajes debe ser como mínimo la mitad de la MS de la ración

Restricción de proteína PDIN

$$X_1 \times PDIN_1 + X_2 \times PDIN_2 + X_3 \times PDIN_3 + X_4 \times PDIN_4 + X_5 \times PDIN_5 = N_{PDIN}$$

Siendo N_{PDIN} las necesidades proteicas, y $PDIN_i$ la valoración proteica en PDIN del ingrediente i . Para esta restricción se toma un margen de tolerancia, hasta el 10% de las necesidades. En el cálculo de la programación puede ser suficiente un margen del 2,5%, de manera que la restricción quedaría así:

$$0,975 \times N_{PDIN} \leq \text{Aportaciones de PDIN} \leq 1,025 \times N_{PDIN}$$

Restricción de proteína PDIE

$$X_1 \times PDIE_1 + X_2 \times PDIE_2 + X_3 \times PDIE_3 + X_4 \times PDIE_4 + X_5 \times PDIE_5 = N_{PDIE}$$

Para la PDIE, igual que con la PDIN, se puede tomar un margen de tolerancia en el cumplimiento de las necesidades.

Restricción de Calcio (Ca)

$$X_1 \times Ca_1 + X_2 \times Ca_2 + X_3 \times Ca_3 + X_4 \times Ca_4 + X_5 \times Ca_5 = N_{Ca}$$

Siendo N_{Ca} las necesidades en calcio absorbible, Ca_i el contenido en calcio absorbible del ingrediente i , y X_i su aportación en Kg. En el planteamiento de la programación se puede tolerar un margen de cálculo, de modo que la restricción quedaría así:

$$0,975 \times N_{Ca} \leq \text{Aportaciones de Ca} \leq 1,025 \times N_{Ca}$$

Restricción de Fósforo (P)

$$X_1 \times P_1 + X_2 \times P_2 + X_3 \times P_3 + X_4 \times P_4 + X_5 \times P_5 = N_P$$

Siendo N_P las necesidades en fósforo absorbible, P_i el contenido en fósforo absorbible del ingrediente i , y X_i su aportación en Kg. Se puede tomar la misma tolerancia en el cálculo que en el Ca.

Otras restricciones

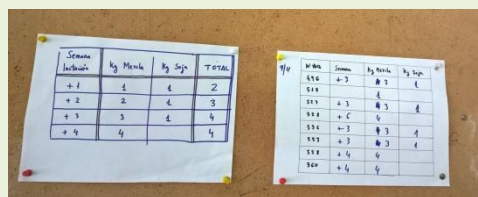
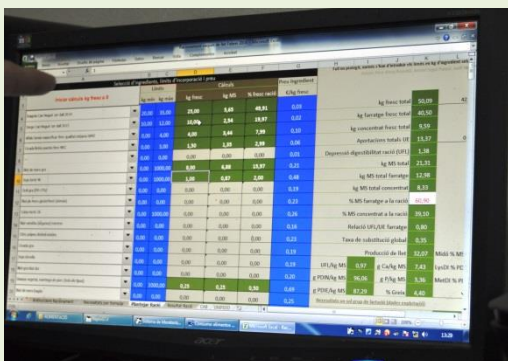
Se pueden incluir tantas como se crea necesario, desde restricciones que limiten la cantidad de algunos alimentos, hasta la restricción suplementaria referente a la MS concentrada, siendo conveniente limitarla a un máximo del 50% de la MS total de la ración. También pueden añadirse las restricciones relativas a las aportaciones de N degradable según la relación $\frac{PDIN - PDIE}{UFL}$, y la de las aportaciones proteicas en relación a la ingestión, según se ha explicado, $\frac{PDIE}{UFL}$.

Función objetivo

El objetivo es minimizar los costos, o sea que la siguiente ecuación sea mínima:

$$X_1 \times p_1 + X_2 \times p_2 + X_3 \times p_3 + X_4 \times p_4 + X_5 \times p_5$$

X_i es la cantidad de cada ingrediente que aparecerá en la ración, y p_i es el precio o coste del Kg de cada ingrediente.



Formular con criterio, en la web remugants.cat están disponibles las aplicaciones informáticas

Distribuir los forrajes previamente pesados

Adecuar un plan de distribución de los concentrados a cada situación

FACTORES DEL MANEJO DE LA ALIMENTACIÓN

Entre los factores no ligados directamente a la ración, pero con potencial para influir en sus resultados, pueden destacarse los siguientes: composición de la estructura del rebaño, relaciones entre ganadero y vacas, suministro de agua, forma de distribuir la ración, el uso o no de aditivos o pro-bióticos, el tipo de estabulación, el suelo de la zona de alimentación, y la condición corporal de las vacas.

COMPOSICIÓN ORGANIZATIVA DE LAS VACAS

Las relaciones de dominio y subordinación vienen establecidas por la jerarquía en el grupo de vacas, la cual se configura cuando los animales son jóvenes, siendo difícil de eliminar con posterioridad. Para facilitar la distribución de los animales, y su accesibilidad al comedero, o a otras áreas de la estabulación, el ganadero debe conocer estas relaciones jerárquicas (Signoret, 1991). La estabilidad del grupo es un factor favorable para la producción, y cualquier modificación del grupo establecido implicará perturbaciones en el nuevo estado jerárquico (Signoret, 1991).

La explotación de vacas de leche



Establecimiento de jerarquía

Por ello, en las visitas que el asesor haga a las explotaciones debe tomar nota de la organización de las vacas, con especial atención a la adaptación de las novillas en los grupos de producción.

RELACIÓN ENTRE GANADERO Y VACAS

Las técnicas modernas de explotación se caracterizan, a menudo, por la constitución de grupos de gran tamaño, por la mecanización y por la simplificación de los diferentes tratamientos. Una mala relación entre ganadero y vaca provocará bajadas en la producción (Bouisson, 1992).

Este autor dice que entre dos personas, la diferencia en la producción obtenida en las respectivas explotaciones puede llegar a 1.500 kg/vaca y año. Hay algunos índices que miden esta relación. Uno de ellos es la facilidad de acceso a la sala de ordeño, así como también el grado de defecación en el momento del ordeño.

SUMINISTRO DE AGUA

Si la vaca no dispone de suficiente cantidad de agua, la capacidad de ingestión baja, y, en consecuencia, la producción de leche también lo hace. Según NRC (1989) y INRA (1988), las necesidades totales diarias son cuatro veces la materia seca total ingerida.

Pero no es suficiente sólo con el suministro de agua, también es necesaria que sea agua limpia, sin contaminaciones fecales, sin parásitos, ni agentes patógenos, y que sea suministrada en ambientes sombreados, para que la temperatura se mantenga alrededor de 15°C. Si se cumplen estos requisitos, y, sobretudo, si los puntos de suministro están bien repartidos, evitándose así el estrés de las esperas y las peleas, las vacas se autorregularán perfectamente. Si se aparejan frente a un solo bebedero, la vaca dominante come y bebe más, produce más leche, de manera significativa, que la sumisa. Es evidente que la mejor solución es que todas las vacas tengan acceso libre a los bebederos (Albright, 1993).

Alimentación



El agua potable es el principal ingrediente de una ración

FORMA DE DISTRIBUCIÓN DE LA RACIÓN

La manera o sistema de distribución de la ración puede afirmarse que es propio de cada explotación y de la zona geográfica donde se encuentra; los más conocidos son los siguientes: a) Pastoreo y complementación con henos y concentrados en comederos especiales para el heno o complementos, b) Ración forrajera equilibrada, o ración base, para todas las vacas en lactación, complementada con concentrados en comederos especiales (collares dosificadores, sala de ordeño, comederos acoplados al comedero principal, etc.) y c) Ración integral única para un grupo de vacas, es la ración llamada “unifeed” ya que su propagación va paralela a la introducción en el mercado de los carros mezcladores, con cortantes y contra cortantes, que pican y mezclan los ingredientes.

Si en una explotación se dispone de identificación electrónica de los animales, de transportadores automáticos de alimentos, y se está en condiciones de hacer uso interactivo entre los datos de producción (control lechero) y los del racionamiento, sin duda que la alimentación individualizada es la más eficiente (Williams y Oltenacu, 1992). Este tipo de instalaciones solamente se da, hoy, en centros de investigación, pero no en explotaciones convencionales.

El logro de satisfacer las necesidades de cada animal sería el objetivo ideal que debería trazarse el técnico *extensionista*, juntamente con el ganadero. Las agrupaciones de vacas son una manera adecuada de reducir la variación de necesidades nutritivas del conjunto de vacas (Williams y Oltenacu, 1992).

El número de grupos dependerá de muchos factores, por una parte dependerá de los beneficios que se puedan derivar, y por la otra de los factores sociales de la explotación, de las razones sanitarias del ganado, de las razones propias del manejo de la reproducción, y de las condiciones del trabajo (Pecsok *et al*, 1992).

En cuanto a los métodos de agrupación los hay bajo diferentes criterios. Algunos autores basan la distribución de vacas por las necesidades en proteína total y por las de energía neta (McGilliard *et al*, 1983, Pecsok *et al*, 1992, Schucker *et al*, 1988). Si la explotación realiza el control lechero, la aplicación de este método es más eficiente que hacer la agrupación exclusivamente según la producción de leche (Schucker *et al*, 1988).

La explotación de vacas de leche



Identificación electrónica de las vacas para racionar concentrados

Los concentrados deben dosificarse. Salida de tres tipos de concentrados

En un estudio de simulación de agrupación de vacas se concluyó que el sistema más eficiente es la agrupación en función de las necesidades energéticas y proteicas por Kg De MS ingerida, y que cuanto más grupos hay la eficiencia es superior, y por lo que respecta a los cálculos de las necesidades nutritivas es conveniente tener en cuenta el estado fisiológico de cada vaca, entre otras variables, además de la producción (Williams y Oltenacu, 1992).

La formación de grupos puede hacerse, también, basándose en predicciones a partir de los datos del período previo, y en caso de no disponerlos se puede recurrir a las determinaciones de la condición corporal (Pecsok *et al*, 1992). Otros autores (Spahr *et al*, 1992) indican que la clasificación de las vacas podría hacerse en función del potencial lechero, calculado a partir de la producción obtenida en la 6ª o 7ª semana después del parto, y en función del peso vivo.

RACIÓN ÚNICA, UNIFEED

El sistema de alimentación basado en la ración única e integral, o ración completa, se ha extendido en muchas explotaciones, sobre todo en las de mayor intensificación productiva, a través de los carros mezcladores “unifeed”. Algunas explotaciones al introducir este sistema han abandonado el uso del sistema magnético de distribución de las mezclas de concentrados, y otras han dejado de agrupar por producción de leche (Seguí y Sanz, 1996).

Se entiende por ración completa (TMR, *total mixed ration*, o TBR, *total blended ration*), la práctica de pesar y mezclar todos los alimentos en una ración única e integral, la cual proporcionaría los nutrientes adecuados para satisfacer las necesidades de las vacas de una explotación.

La elección de este sistema parece depender más de factores sociales y económicos que de los estrictamente técnicos (Pecsok *et al*, 1992), si bien entre los factores técnicos se indica que el ganadero controla la ración y la vaca la ingestión (Owen, 1981, 1984), consiguiéndose que la ingestión de materia seca aumente (Binnes *et al*, 1977). Aunque, el excesivo picado disminuye el tamaño de las partículas y puede bajar la ingestión. El tamaño de la partícula influye en el proceso de digestión y, por tanto, en la producción (Nocek y Tamminga, 1991).

Los principales puntos para la realización de una ración completa, según diferentes fuentes de extensión agraria de los Estados Unidos (Hutjens y Baltz, 2000; Hutjens, 2008), pueden resumirse de la siguiente manera:

Alimentación

1. La mezcla de alimentos, junto con la agrupación de vacas, permitirán una mayor flexibilidad en el suministro exacto de las cantidades de nutrientes (energía, proteína, minerales, etc.), según el particular estado de lactación y nivel de producción. La agrupación por nivel de producción es casi imposible en explotaciones de menos de 50 vacas, lo cual implicará que las vacas al final de la lactación engorden excesivamente, y que las de jerarquía inferior y sobre todo las de primer parto adelgacen.



El uso de unifeed no debería excluir el control o racionamiento de concentrados

El heno no necesariamente se debe incluir en el unifeed; mejor largo que picado

2. El número de grupos, ideal, es de 3 (el mínimo de 2). En las explotaciones pequeñas, si no pueden establecerse grupos, por causas físicas, se tiene que intentar utilizar hilos eléctricos para hacer separaciones temporales, o bien suministrar una parte de los concentrados en la sala de ordeño o en los comederos individuales acoplados al comedero colectivo.
3. El cambio de grupo de vacas se tiene que hacer según los datos del control mensual, y siempre es mejor cambiar más de una vaca de un grupo de alimentación al otro, que hacerlo vaca a vaca. De esta manera se evita el estrés y se mantiene la producción. El grupo de secas siempre tiene que estar separado del resto.
4. Al formular una ración completa se tiene que considerar los precios de los ingredientes más caros y, sobretodo, los aditivos, ya que todas las vacas los consumirán y solamente algunas encontrarán respuesta positiva, mientras que otras, en el mejor de los casos, no tendrán ninguna respuesta a los mismos. La recomendación que hacen es la de no añadir aditivos a la ración completa (incluidas las grasas *by-pass*, los núcleos hepáticos y los proteicos).
5. Se recomienda establecer un programa de análisis de ingredientes, con frecuencia mensual, ya que la valoración energética mínima de un forraje para conseguir una buena mezcla con el resto de ingredientes, tiene que ser de 0,78 UFL/kg MS. El ensilado que entre en la ración no se tiene que picar excesivamente, se recomienda un tamaño de entre 0,64 y 1,27 cm.
6. El suministro de heno largo es mejor hacerlo en comederos especiales, sin mezclarlo en la ración completa.

La explotación de vacas de leche

7. Es necesario pesar los ingredientes para que el total de MS sea suficiente para todas las vacas, y la preparación y la mezcla debe hacerse diariamente, con el objetivo de evitar fermentaciones que disminuyan la apetencia. Cuando se prevea cambiar uno o más ingredientes se recomienda hacerlo gradualmente.
8. En los comederos siempre tiene que haber comida, lo cual no exime de limpiarlos con frecuencia para evitar fermentaciones. A mayor frecuencia de suministro diario mayor ingestión.
9. El acceso al agua, limpia y a temperatura entre 15 y 20°C durante todo el año, ha de ser fácil y suficiente para todas las vacas, evitando las zonas propensas a acumularse fango.
10. El número de vacas nunca podrá ser superior al número de espacios individuales del comedero.
11. Las raciones completas no excluyen el buen uso de los collares/dosificadores de concentrados.

En resumen, la ración completa no substituye el buen manejo, al contrario, es esencial para la correcta alimentación, requiriendo mucha habilidad en el proceso de mezclar los ingredientes. Y, por último, las raciones completas no excluyen el buen uso de los collares/dosificadores de concentrados. En gran parte estas recomendaciones, de Extensión Agraria de diversas Universidades de los Estados Unidos de América (Hutjens y Baltz, 2000), coinciden con los resultados y conclusiones de experiencias propias (Martí, 1997).

Por razones de tiempo y coste de mano de obra, en las explotaciones con suministro de ración única *unifeed*, en la mayoría de casos, solo se realiza una distribución diaria. A partir de este hecho se han realizado muchas investigaciones para comparar diversos parámetros según el número de distribuciones. Diversos autores (DeVries *et al.*, 2005) estudiaron la influencia del número de distribuciones sobre el tiempo empleado en comer y en descansar de las vacas.

En este estudio¹² se demostró que las vacas dedican más tiempo a comer sin reducir el tiempo de descanso cuantas más distribuciones diarias de *unifeed* tienen. Por ejemplo, se vio que si se pasaba de una distribución a dos se aumentaba el tiempo de comer en 10 minutos, (303,8 minutos dedicaron a comer las de dos distribuciones, y 293,5 minutos las de una sola distribución). También se observó que a más distribuciones, el tiempo que pasaban en el comedero después de cada ordeño era menor, y, quizás lo más importante, fue que las vacas escogían menos los alimentos, es decir que en el alimento rehusado había mucho más forraje en las que solo tenían una distribución diaria en comparación con las que recibían el *unifeed* en varias veces. Las vacas comían, por tanto, con mayor tranquilidad.

USO DE ADITIVOS Y PROBIÓTICOS

Muchos tipos de productos como antibióticos, ionóforos, probióticos, sustancias tamponizantes, inhibidores del metano, estimuladores de la salivación, inhibidores de las proteasas, etc., forman parte de los aditivos del racionamiento, y los resultados de su uso experimental, a menudo, no se corresponden con su integración a escala de las explotaciones de vacas (Jouany, 1994). Esto, hasta cierto punto, es lógico ya que en ganadería los factores de variación son muchos y muy importantes. De ahí que las repercusiones económicas del uso de cualquier aditivo, se deban estudiar antes de incluirlo en la ración.

¹² Vacas entre el cuarto y quinto mes de lactación, producción media 42,5 ± 8,5 litros, con ración *unifeed* compuesta por forrajes (ensilado maíz, ensilado de raigrás, heno de alfalfa y heno de raigrás), 49% MS, y concentrados (mezcla de maíz y cebada aplastados; mezcla concentrada – torta de soja, cebada, destilerías, melaza, grasa y minerales), 51%. El consumo medio de MS fue de 24,6 ± 0,7 Kg

LA ALIMENTACIÓN Y LAS INSTALACIONES

Otro factor de riesgo importante es el número de plazas del comedero, ya que si no es suficiente para permitir que todos los animales coman a la vez, los más débiles tendrán que esperar al final, y esta situación les producirá estrés y, en muchos casos, no les permitirá comer ni la cantidad ni el contenido que necesitan, provocándoles desajustes nutricionales que los predisponen a sufrir patologías graves (Albright, 1993); Baumont, 1996).



Las condiciones de acceso al comedero y a los bebederos son tan importantes como la formulación adecuada de las raciones

En todos los casos, tanto los sistemas de alimentación como los de bebida, se tienen que diseñar para que el animal joven e inexperto acceda hacia ellos con mucha facilidad, ya que esto es más importante que la cantidad total de nutrientes suministrados (Albright, 1993).

CONDICIÓN CORPORAL DE LAS VACAS





Los criterios disponibles por el ganadero para apreciar la calidad del racionamiento, son la producción de leche y la variación de la condición corporal de las vacas (Faverdin, 1992), los cuales reflejan el conjunto de factores de producción, la influencia de cada uno de ellos y sus interacciones.

El método de la condición corporal (CC) es una forma sencilla, rápida y económica que informa acerca de la delgadez o la gordura de una vaca. Se realiza la palpación de dos zonas anatómicas, la zona lumbar y la zona del nacimiento de la cola.

Según el contenido de grasa subcutánea y de la mayor o menor flexibilidad de la piel, los animales reciben una puntuación entre 0 y 5, con los estados intermedios (García-Paloma, 1990), las definiciones de cada estado pueden verse en la tabla 4.7. Aunque la palpación y la valoración sean subjetivas, este método ayuda a predecir las reservas corporales que pueden liberarse en forma de energía metabolizable para convertirse en leche. Es un método de gran fiabilidad (Zaragoza, 1999).

La explotación de vacas de leche

Tabla 4.7. Condición corporal. Resumen de los estados de la puntuación

Puntuación	Descripción	
0	Vaca demacrada (piel enganchada a los huesos)	
1	Vaca delgada (fuerte depresión lumbar, posible pero difícil de pellizcar)	
2	Vaca más delgada que gorda (piel fácil de pellizcar)	
3	Vaca más gorda que delgada (piel flexible, presencia de grasa en las zonas de palpación)	

Alimentación

4	Vaca gorda (piel menos flexible, gran cantidad de grasa subcutánea)	
5	Vaca muy gorda (la estructura ósea no se distingue)	

Elaboración a partir de García-Paloma (1990)

A partir de la bibliografía consultada (Alderman, 1982; Bazin, 1985; Seguí, 1987; Balch y Argamenteria, 1992; Chilliard *et al*, 1987; García-Paloma, 1990; Hady *et al*, 1992; Ferguson, 1991; Pedron *et al*, 1993), se viene utilizando con bastante éxito el método de la condición corporal, junto con los datos mensuales del control lechero, para analizar el racionamiento del conjunto de una explotación. La razón principal es que las reservas corporales de una vaca dependen de los alimentos, del estado de la lactación y del manejo en general.

La movilización máxima de grasa diaria durante el post-parto es de 0,91 Kg (Chilliard, 1993; Chilliard *et al*, 1987, 1993). Un punto de condición corporal (CC) equivale a 45 Kg De grasa, y 1 Kg De grasa equivale a 3,5 UFL (aproximadamente 8 litros de leche). Por tanto, la pérdida de un punto de CC en el post-parto equivale a la producción de 360 litros de leche estándar.

La recuperación de la CC durante la última mitad de la lactación se hace a razón de 0,29 Kg De grasa/día (Chilliard *et al*, 1987).

Una vez realizada la determinación de la CC, se requiere de un procesamiento adecuado de datos para la evaluación de la alimentación (Faverdin, 1992), y un método adecuado consiste en ordenar las vacas en lactación según los días desde el parto:

- 1) 0 a 90 días; 2) 91 a 150 días; 3) 151 a 210 días; 4) 211 días al secado; 5) vacas secas.

En los trabajos de asesoramiento sobre la condición corporal (Zaragoza, 1999), para cada grupo de vacas se calcula la media y la desviación típica de las variables estudiadas, y, a partir de los resultados, se dan los consejos oportunos sobre el manejo del racionamiento. Por ejemplo, entre otras consideraciones, se destaca que si la media de las vacas en lactación es inferior a 2, el manejo no es lo suficientemente adecuado; o bien si el porcentaje de vacas en lactación que superan los 305 días es alto (más del 15%) se aconseja un racionamiento específico para los periodos de pre y post-parto. También si, entre la media de la condición corporal del grupo 1 y la media del grupo 2, hay un descenso, se tiene que considerar

La explotación de vacas de leche

que la alimentación al inicio de la lactación no es la adecuada, y, posiblemente a causa de esto, el éxito en las fecundaciones se vea comprometido. Si las vacas secas, como media, están muy gordas (más de 4 puntos), o con puntuación inferior a 3,5, se aconseja una alimentación específica durante el último periodo de lactación, que permita que las vacas lleguen a secas en buenas condiciones. La evolución mínima de la condición corporal, considerada normal durante el ciclo productivo anual, puede verse en la tabla 4.8 (Zaragoza, 1999).

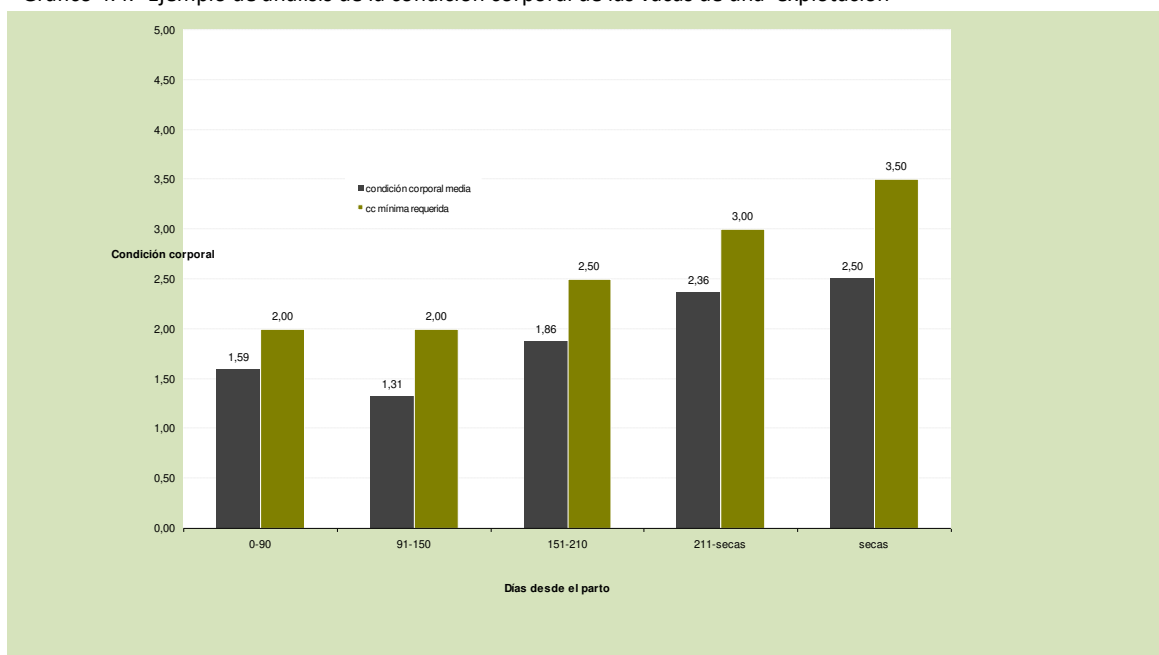
Tabla 4.8. Evolución mínima de la condición corporal durante el ciclo anual de una vaca en lactación

Período	Recomendación
Entre el parto y los primeros 90 días	Que no baje de 2
Entre los 91 y los 150 días	Mantener los 2 puntos, sin bajar para no complicar las
Entre los 151 y los 210 días	Aumento progresivo hasta 3
Entre los 211 días y el inicio del	Aumento progresivo hasta 3,5 y 4 puntos
Periodo de secado	Mantener la condición corporal sin subir de 4 ni bajar de 3,5

A partir de Zaragoza (1999)

En el gráfico 4.4 puede verse un ejemplo del análisis de la condición corporal de una explotación de vacas de leche y su empleo en el asesoramiento de la alimentación.

Gráfico 4.4.- Ejemplo de análisis de la condición corporal de las vacas de una explotación



La primera columna de cada grupo representa la media de la condición corporal de las vacas en el período considerado. La segunda columna indica el valor ideal de la condición corporal.

La media de las vacas en lactación (1,79) es demasiado baja, no debería ser inferior a 2. Las vacas que están a menos de 90 días después del parto tienen una condición corporal excesivamente baja (1,587) y después bajan a 1,31, lo cual puede dificultar el éxito de la inseminación. Con el racionamiento específico durante el post-parto, ahorraría pienso y obtendría mejores resultados en las fecundaciones. La recuperación de las vacas, a partir de los 150 días es muy baja, y no llegan al mínimo requerido en el parto (3,5), ya que durante el secado es conveniente que las vacas no engorden.

La frecuencia en la valoración de la condición corporal de las vacas de una explotación, se sitúa en 30 días (Hady *et al*, 1992), con lo cual se identifican los cambios más significativos.

LA PROTEÍNA Y LA CONDICIÓN CORPORAL

En los últimos quince años se hicieron diversos trabajos de investigación para relacionar la tasa de proteína de la leche y, también, la producción de proteína, con factores de la producción, y más concretamente con algunas características de las vacas, como es la condición corporal.

Para unas condiciones determinadas de producción – explotaciones de Asturias – (Balch y Argamenteria, 1992), se relacionan, directamente, la tasa de proteína con la condición corporal del conjunto de vacas en producción, según la ecuación:

$$t_p = 2,16 + 0,438 \times CC$$

Siendo, t_p la tasa de proteína (% medio sobre la leche producida al mes en una explotación); CC la condición corporal media de las vacas en lactación, en el mismo período de registro de la tasa de proteína.

A la vez que, también, existe una relación entre la condición corporal y la ingestión de energía metabolizable.

En Cataluña y en Baleares (Masalles, 1996; Martí, 1997; Zaragoza, 1999), con el objetivo de conocer mejor la producción de proteína, y para poner a punto el método de diagnóstico anteriormente explicado, se realizaron diversos estudios, entre los que cabe destacar el de la relación entre la producción y la condición corporal, en cinco explotaciones (Masalles, 1996), con régimen intensivo de producción, y con racionamiento basado en ensilados de maíz y de *raigrás*, como elementos básicos, y diversos subproductos y concentrados, para el conjunto de la explotación, encontrándose la siguiente relación:

$$M_p = -0,05 + 0,384 \times CC \quad (R^2 = 0,68 \quad p < 0,001)$$

Siendo, M_p la producción diaria media de proteína en Kg, producida al mes en una explotación; CC la condición corporal media de las vacas en lactación, en el mes del control.

En cada explotación se realizaron 4 controles anuales. La relación indica que la producción diaria media de proteína aumenta con la condición corporal media de las vacas en lactación.

En cambio, la tasa media de proteína de la explotación (t_p) se relaciona con la condición corporal media (CC), pero con menos potencia y significación que la producción de proteína:

$$t_p = 2,44 + 0,279 \times CC \quad (R^2 = 0,38 \quad p < 0,01)$$

Siendo, t_p la tasa de proteína, % medio sobre la leche producida al mes en una explotación; CC la condición corporal media de las vacas en lactación, en el mes del control

Y por lo que respecta a los datos individuales (todas las vacas de las cinco explotaciones) (Masalles, 1996):

$$M_p = 0,68 + 0,07 \times 0,02 \times n_l - 0,011 \times del \quad (R^2 = 0,33 \quad p < 0,0001)$$

La explotación de vacas de leche

Siendo, M_p la producción de proteína en Kg/vaca y día; CC la condición corporal de la vaca en lactación; n , el número de lactación de la vaca; del los días en lactación de la vaca.

Esta relación indica que la producción de proteína de una vaca depende, positivamente de la condición corporal y del número de la lactación de la vaca, y negativamente de los días en lactación.

A partir de estos resultados, y con datos de 34 explotaciones (Zaragoza, 1999), en las cuales se habían determinado las condiciones corporales de las vacas, una sola vez por explotación, se analizó, con el objetivo de validar el trabajo de asesoramiento basado en la condición corporal, la relación entre la CC y los parámetros de producción, en especial la proteína, tanto para el conjunto de la explotación como para los datos individuales. Las principales conclusiones son las siguientes:

1. Independientemente de los días en lactación, para la producción de leche, las vacas tienen que estar entre 1 y 3 puntos de condición corporal; mientras que la tasa de proteína es máxima cuando la condición corporal también lo es (3,5 a 4).
2. Si las vacas, durante el período entre 91 y 150 días, están, como media del grupo, por debajo de 2, el porcentaje de vacas de la explotación con más de 305 días en lactación es máximo, lo que indica la existencia de problemas en la fecundación.
3. Una puntuación única de la condición corporal de las vacas de una explotación, realizada en un periodo de tiempo determinado, no es suficiente para predecir la producción y la tasa de proteína.

COMPROBACIÓN DE RACIONES

En la práctica del asesoramiento es habitual que el ganadero consulte sobre la ración que suministra a las vacas, sobre su potencialidad, sobre su equilibrio, etc. Menos habituales son las consultas sobre el manejo que se practica en el suministro de la ración o raciones, sobre la distribución de las vacas, sobre el espacio en el comedero, sobre las dimensiones de los cubículos, sobre el espacio y confort de las vacas, etc.

El sistema de comprobar la potencialidad en litros de leche de las raciones es un método extensionista que se aplicaba ya en la década de los 70. El objetivo, fundamentalmente, es determinar el contenido y la potencialidad de la ración en los siguientes nutrientes y aspectos: ingestión (Kg MS por vaca y día), relación F:C (% de MS forrajera: % de MS concentrado), aportaciones nutritivas de los principales nutrientes, y la potencialidad, expresada en litros de leche del 4 % de grasa, capaz de producir, por encima de las necesidades de mantenimiento, para los nutrientes siguientes: energía (UFL), proteína (PDIN, PDIE), y minerales (Ca y P). Lógicamente, el usuario, al utilizarla, puede incluir aquellos parámetros nutritivos que a su criterio evalúen mejor la ración objeto de estudio.

Con el recurso de las hojas de cálculo se facilita la comprobación. En diferentes hojas se pueden incluir los alimentos disponibles, por ejemplo, en una hoja se incluyen los forrajes, en otra los concentrados y en otra los minerales. Se recomienda utilizar los mismos epígrafes de cada columna para cada grupo, para así no tener problemas en los cálculos, cuando estos se hagan automáticamente. Se trata de seleccionar los ingredientes de la ración e ir calculando las aportaciones de los diferentes nutrientes que se quieran analizar. A continuación se explica un ejemplo, utilizando únicamente la MS, UFL, PDIN, PDIE, UE.

EJEMPLO DE COMPROBACIÓN DE UNA RACIÓN

Alimentación

Comprobar la ración compuesta de los siguientes ingredientes, con sus cantidades en Kg, con sus valores nutritivos expresados por Kg MS:

Ingrediente	Cantidad en Kg	MS (%)	UFL	PDIN	PDIE	UE
Ensilado de maíz (vítreo)	18,00	35,00	0,90	50,00	68,00	1,03
Heno de alfalfa (calidad regular)	5,00	86,00	0,67	106,52	90,56	1,00
Maíz grano	4,00	86,00	1,27	78,84	101,21	
Glutenfeed	1,75	88,70	1,16	145,00	125,00	
Torta de soja (44%)	3,00	87,20	1,14	348,00	241,00	
Semilla entera de algodón	1,50	91,00	1,23	196,48	141,37	
Cebada grano	1,80	86,90	1,16	79,00	102,00	
Grasa vegetal (by pass)	0,18	100,00	2,73			
Melaza de remolacha	0,18	76,10	1,03	84,00	71,00	
Carbonato cálcico	0,20					
Fosfato bicálcico	0,15					

Para cada ingrediente, previamente seleccionado, se introduce la cantidad en Kg De alimento en fresco presente en la ración objeto de estudio. Esto implica que, automáticamente, se calculen las aportaciones de todos los nutrientes que definen el ingrediente seleccionado. Por ejemplo, las aportaciones del ensilado de maíz se calculan así:

$$\text{MS aportada: } 18 \times 0,35 = 6,30 \text{ Kg MS}$$

$$\text{Aportación de energía: } 6,30 \times 0,90 = 5,67 \text{ UFL}$$

$$\text{Aportación de proteína (PDIN): } 6,30 \times 50 = 315,00 \text{ g PDIN}$$

$$\text{Aportación de proteína (PDIE): } 6,30 \times 68 = 428,40 \text{ g PDIE}$$

$$\text{Aportación de repleción (UE): } 6,30 \times 1,03 = 6,49 \text{ UE}$$

Se hará lo mismo con todos los ingredientes, y, al final, se suman las aportaciones de cada uno de ellos, teniendo la precaución de hacerlo parcialmente, al menos para la MS, para cada grupo (forrajes y concentrados). Los resultados que se obtienen son los siguientes:

La explotación de vacas de leche

Aportaciones	MS	UFL	PDIN	PDIE	UE
Forrajes	10,60	8,56	773,02	817,82	10,81
Concentrados	10,85	13,28	1.809,94	1.534,88	0,00
Minerales	0,35				
TOTAL	21,80	21,84	2.582,97	2.352,70	10,81

En primer lugar se determinará la proporción de concentrados y forrajes.

$$\% \text{ de MS forrajera} = (10,60 \times 100) / 21,89 = 48,61 \%$$

$$\% \text{ de MS concentrada} = 100 - 48,61 = 51,39 \%$$

A continuación, para determinar la potencialidad de cada nutriente (como mínimo de UFL, PDIN, PDIE) el usuario introducirá el peso medio de la vaca de la explotación, y el número de la lactación media de las vacas. Con estos datos se calculan las necesidades de mantenimiento de energía, proteína y de los principales minerales, Ca y P. Supongamos que estos cálculos conducen a los siguientes resultados, para un peso vivo de 700 Kg Y una lactación media de 3:

Necesidades de mantenimiento, energía: 5,60 UFL

Necesidades de mantenimiento, proteína: 445,00 g. PDI

Necesidades de mantenimiento, Ca: 28,35 g. Ca

Necesidades de mantenimiento, P: 20,02 g. P

La potencialidad, por tanto, será la producción, expresada en litros de leche del 4 %, que la diferencia entre las aportaciones totales de la ración y las necesidades de mantenimiento harán posible, para cada uno de los nutrientes estudiados.

	UFL	PDIN	PDIE
Aportaciones	21,84	2.582,97	2.352,70
Necesidades de	5,60	445,00	445,00
Diferencia	16,24	2.137,97	1.907,70

A partir de aquí, sin entrar en cálculos exactos, se divide la diferencia en UFL por 0,44 UFL, y las diferencias en PDIN y PDIE por 48, obteniéndose la potencialidad de las aportaciones en energía y proteína medidas en litros de leche del 4%, con lo cual se puede asesorar con más facilidad.

El ejemplo de la comprobación de la ración se puede resumir de la siguiente forma:

Alimentación

Composición i aportaciones de la ración por vaca y día	
Kg En fresco	35,76
% MS	60,97
% Humedad	39,03
Kg MS	21,80
% Forrajes en MS	48,61
% Concentrados en MS	51,39
UFL/kg MS	1,00
PDIA/kg MS	58,84
PDIN/kg MS	118,46
PDIE/kg MS	107,90
UE/kg MS	0,50
Ca/kg MS	5,27
P/kg MS	3,51

La interpretación de los resultados es la siguiente:

Potencialidad energética (litros del 4% de grasa)	36,91
Potencialidad proteica (PDIN) (litros del 4% de grasa)	44,54
Potencialidad proteica (PDIE) (litros del 4% de grasa)	39,74
Diferencia en litros del 4% (UFL – PDIN)	-7,63
Diferencia en litros del 4% (UFL – PDIE)	-2,83

Los litros de leche posibles según el contenido en energía, y los posibles según el contenido en proteínas, como mínimo, habrían de coincidir. Igualmente con el Ca y el P. El objetivo de una ración es que tanto las aportaciones de energía como las de proteína y minerales cubran las necesidades de la producción, y, así, el mecanismo metabólico de producción de leche trabajara en equilibrio.

Para interpretar la formulación en cuanto a N degradable y a concentración proteica se seguirá el método propuesto por Faverdin *et al.* (2003), según las siguientes consideraciones:

Las aportaciones de N degradable se midieron según la relación de aportaciones de la ración (PDIN-PDIE)/UFL; de manera que se podían dar cuatro situaciones:

- ✓ Equilibrio N degradable, si la relación estaba comprendida entre 0 y 8
- ✓ Exceso N degradable, si la relación era superior a 8
- ✓ Déficit N degradable, si la relación era menor de - 5
- ✓ Ligero déficit N degradable, si la relación estaba comprendida entre 0 y - 5.

En el ejemplo la relación (PDIN-PDIE)/UFL es igual a 10,54, con lo cual se puede considerar que la ración tiene exceso de N degradable.

La explotación de vacas de leche

Las aportaciones proteicas se midieron según la relación PDIE/UFL, para dos estados de lactación, para el inicio de lactación, y para plena lactación, con tres situaciones posibles:

Para el inicio de lactación,

- Concentración proteica correcta, si la relación estaba comprendida entre 110 y 115
- Exceso de concentración proteica, si la relación era superior a 115
- Déficit de concentración proteica, si la relación era inferior a 110.

Para plena lactación,

- Concentración proteica correcta, si la relación estaba comprendida entre 100 y 105
- Exceso de concentración proteica si la relación era superior a 105
- Déficit de concentración proteica si la relación era inferior a 100.

En el ejemplo la relación PDIE/UFL es igual a 107,72, con lo cual si la ración se suministra a vacas en el período de inicio de lactación (post-parto) la concentración proteica es la adecuada, mientras que si se suministra a las vacas en plena lactación la concentración proteica sería excesiva.

EL RACIONAMIENTO VISTO A TRAVÉS DE LAS DEYECCIONES

La observación de las deyecciones se hace con el objetivo de interpretar una ración, ya que la materia fecal es el reflejo, casi inmediato, de la fermentación y digestión en el rumen y en el intestino de la materia orgánica de la ración. Es evidente que el racionamiento lo que pretende es que la asimilación de la ración sea óptima.

Hay métodos de observación, de determinación de algunos parámetros, y de interpretación de las deyecciones, aún poco tipificados ya que la variedad de raciones y situaciones es amplia, con lo cual se hace difícil tener unos criterios más o menos generales y universales.

La gestión de las deyecciones debe comenzar en la ternera. Si las raciones contienen henos o forrajes secos, en las boñigas quedarán marcados los pliegues del recto. Esto sería un signo de la combinación de tres factores: alimentos secos, ingestión no demasiado elevada, y una buena rumia. El tránsito es lento, y por tanto el aprovechamiento también lo será.

La vaca en producción no puede tener tanto tiempo, ya que las necesidades son altas y difíciles de cubrir, pero el encontrar un buen equilibrio puede ser el éxito de una explotación. A continuación siguiendo los criterios de un trabajo de divulgación (PLM, 2003), se citan algunos aspectos de la interpretación de las deyecciones. Sin duda, este sería un elemento de estudio para complementar el asesoramiento en racionamiento, sobre todo a nivel local o para explotaciones de una misma área.

En primer lugar, si se observa que las vacas defecan con mucha frecuencia, por ejemplo cada 5 minutos, es un signo de tránsito elevado, y por tanto de digestión deficiente.

Del aspecto general de la boñiga interesa observar los siguientes puntos:

- Si hace masas concéntricas y si tiene cráter en el medio
- La altura y la anchura o extensión en el suelo
- El estado de la masa, si es líquida, fluida entre seca y líquida, seca o muy seca
- Si está modelada según los pliegues del intestino
- De la textura, una vez abierta o contoneada, al palparla, necesita fijarse en los siguientes aspectos:
 - Si se engancha o si es firme
 - Si es blanda
 - Si es homogénea

Alimentación

- Si es plástica, es decir que coge forma o se adapta
 - Si es líquida
 - Si es resbaladiza
 - Si hace grumos
- Sobre los restos de fibras una vez limpiada con agua, se deberá fijar en los puntos siguientes:
 - Si el volumen se ha reducido mucho o poco (se tendría que reducir como mínimo más de 1/3, una reducción de solo 1/3 es signo claro de tránsito rápido y digestión deficiente)
 - Si quedan o no fibras y de qué tamaño
 - Si son más grandes de 5 mm.
 - Si son secciones de tallos enteros
 - Si son briznas
 - Si son muy finas
- Sobre los restos de granos se deberá observar lo siguiente:
 - Si quedan o no restos
 - Si hay, ver si han sido atacados o están más o menos enteros
 - Si hay restos de almidón (en casos extremos una vaca con acidosis puede expulsar hasta 2 o más Kg Al día).
- Sobre el color, no hay definidas demasiadas interpretaciones (color amarillo detecta las raciones de maíz; color es intenso significa que hay muchos restos; que las raciones de hierba, ensilada, seca o en verde, dan colores más oscuros que la hierba verde, pero si son muy intensos es signo de déficit de N, y los microbios ruminales no pueden fermentar las fibras con bastante extensión. La hierba y la alfalfa la oscurecen y el almidón la aclara.
- El olor avinagrado es signo de acidosis.

De todas éstas observaciones se deberán extraer conclusiones sobre el aprovechamiento que la vaca ha hecho de la ración.

De todas las características anteriores puede concluirse que, de entre todas las posibilidades de una boñiga, hay dos extremos de combinaciones, la boñiga ideal y la que no se tendría que dar nunca.

El caso peor sería una boñiga líquida con fibras grandes, poco o nada digeridas, ya que esto es un signo de tránsito rápido y de que la flora ruminal no ha tenido tiempo de desarrollarse. Una de las causas podría ser que hubiera déficit de N soluble y los microbios no pudieran desarrollarse.

La boñiga ideal, que sería la que proviene de una ración bien digerida, y por tanto bien aprovechada por la vaca, tendría las siguientes características:

- ✓ De volumen reducido y sin que se extienda mucho en el suelo (de diámetro de unos 40 cm y altura de 4 a 5 cm, con cráter en el medio)
- ✓ Al hacerse, es decir al caer al suelo, ha de hacer un ruido seco, dando la sensación de una masa maciza
- ✓ La pasta ha de ser lo más homogénea posible, de contenido en fibras inferiores a 5 mm.
- ✓ La pasta ha de ser plástica, que haya cogido los pliegues del intestino, con el brillo del moco intestinal, con cierta consistencia (MS entre 30 y 35 %)
- ✓ No ha de contener ni granos ni almidón, y por tanto en el tacto no ha de ser granulada.

ALIMENTACIÓN DE TERNERAS DE REPOSICIÓN

La alimentación de las terneras de reposición es de gran importancia para el desarrollo de la explotación de vacas lecheras. El objetivo del manejo de las terneras es el parto a los dos años y el método consiste en evitar el engorde en cualquier período, ya que es muy perjudicial para el desarrollo de la ubre, y

La explotación de vacas de leche

favorecer el incremento del rumen, a base de forrajes y poca cantidad de concentrado. Para las explotaciones de leche, con vacas Frisonas y/o Holstein de gran formato (peso adulto 700 a 750 Kg) los períodos que se pueden establecer son los siguientes:

- Período de amamantamiento (del nacimiento al destete a las 9 semanas). Peso vivo objetivo de 150 Kg
- Período del destete a 6 meses. Peso vivo objetivo igual a $0,30 \times$ Peso adulto (Holstein, 200-225 Kg)
- Período de 6 meses a 15 meses. Peso vivo objetivo igual a $0,55 \times$ Peso adulto (Holstein, 410-420 Kg)
- Período inseminación a parto. Peso vivo objetivo igual a $0,80 \times$ Peso adulto (Holstein, 560-600 Kg)

El crecimiento o aumento de peso diario está entre 700 y 1.000 gr. /día, dependiendo del objetivo final y del formato de la vaca.

Desde la tercera semana después del nacimiento se debe ofrecer a la ternera forraje de buena calidad, es decir muy ingestible (poca repleción), siendo el heno el preferido para un buen funcionamiento ruminal. No obstante, cualquier forraje de calidad es recomendable, siempre que se siga un plan de racionamiento, que no es otra cosa que adaptar las aportaciones a las necesidades. Siempre a libre disposición, si previamente se ha hecho la planificación.

El alimento concentrado, lógicamente, se deberá adaptar a las aportaciones del forraje para cumplir las necesidades calculadas. En general, el alimento concentrado de las novillas es una mezcla de cereales y subproductos fibrosos, como el salvado, por ejemplo, a razón del 75-80%, con alimentos nitrogenados y proteicos, desde turtós a urea, a razón del 15-20%, junto con un corrector minero vitamínico (5 de P por 25 de Ca). El suministro de alimento concentrado no deberá superar los 2 Kg /ternera y día.

Para el período de amamantamiento, en general, se debe establecer un plan de racionamiento. En la tabla 4.9 se indica uno de ellos siguiendo las recomendaciones INRA (2007).

Alimentación

Tabla 4.9.-Período de amamantamiento de 0 a 9 semanas

Período	Racionamiento por día
1 – 6 días	Entre las 2 y 6 horas después del nacimiento 2 Kg De calostro. 4 a 5 Kg /día en dos tomas.
Segunda semana: opción a) o b)	a) 6 Kg De leche reemplazo o leche entera a 40°C, en dos tomas al día <ul style="list-style-type: none"> • 1 Kg De leche de reemplazo es igual a 130 gr. Más 870 gr. De agua b) 3 Kg De leche reemplazo a 40°C, en una toma al día <ul style="list-style-type: none"> • 1 Kg De leche de reemplazo es igual a 130 gr. Más 870 gr. De agua
Tercera semana: opción a) o b)	a) 8 Kg De leche reemplazo o leche entera a 40°C, en dos tomas al día <ul style="list-style-type: none"> • 1 Kg De leche de reemplazo es igual a 130 gr. Más 870 gr. De agua b) 4 Kg De leche reemplazo a 40°C, en una toma al día <ul style="list-style-type: none"> • 1 Kg De leche de reemplazo es igual a 130 gr. Más 870 gr. De agua
Cuarta a séptima semana: opción a) o b)	a) 8 Kg De leche reemplazo o leche entera a 40°C, en dos tomas al día <ul style="list-style-type: none"> • 1 Kg De leche de reemplazo es igual a 130 gr. Más 870 gr. De agua b) 5 Kg De leche reemplazo a 40°C, en una toma al día <ul style="list-style-type: none"> • 1 Kg De leche de reemplazo es igual a 130 gr. Más 870 gr. De agua
Octava semana: opción a) o b)	a) 6 Kg De leche reemplazo o leche entera a 40°C, en dos tomas al día <ul style="list-style-type: none"> • 1 Kg De leche de reemplazo es igual a 130 gr. Más 870 gr. De agua b) 3,5 Kg De leche reemplazo a 40°C, en una toma al día <ul style="list-style-type: none"> • 1 Kg De leche de reemplazo es igual a 130 gr. Más 870 gr. De agua
Novena semana: opción a) o b)	a) 3 Kg De leche reemplazo o leche entera a 40°C, en dos tomas al día <ul style="list-style-type: none"> • 1 Kg De leche de reemplazo es igual a 130 gr. Más 870 gr. De agua b) 2 Kg De leche reemplazo a 40°C, en una toma al día <ul style="list-style-type: none"> • 1 Kg De leche de reemplazo es igual a 130 gr. Más 870 gr. De agua

CAPACIDAD DE INGESTIÓN

La capacidad de ingestión para novillas de más de 300 kg de peso vivo se calcula según la ecuación siguiente:

$$CI = 0,039 \times P^{0,9}$$

CI en UE por día, y P es el peso en Kg Para pesos entre 150 y 300 Kg Se añade 0,1 UE al cálculo de la ecuación para el peso deseado. Para pesos inferiores a 150 Kg Al resultado del cálculo se le añade 0,2 UE.

La explotación de vacas de leche

NECESIDADES NUTRITIVAS

Siguiendo las recomendaciones INRA (2007) en la siguiente tabla (tabla 4.10) se resumen las necesidades medias por día, para los distintos períodos anteriormente establecidos, para el objetivo del primer parto a los 24 meses, y para un crecimiento medio de 850 gr. /día.

Tabla 4.10. Necesidades de las novillas de reposición. Períodos de crecimiento

Nutriente	Período del destete a 6 meses (de 150 a 200 Kg Peso vivo)	Período de 6 meses a 15 meses		Período de inseminación a parto	
		6 – 12 meses (de 200 a 350 Kg Peso vivo)	12 – 15 meses (de 350 a 430 Kg Peso vivo)	15-22 meses (de 430 a 600 Kg Peso vivo)	22-24 meses (de 600 a 650 Kg Peso vivo)
UFL	3,33 a 3,93	3,93 a 5,68	5,68 a 6,66	6,66 a 8,93	8,93 a 9,67
PDI, gr.	340 a 383	383 a 491	491 a 548	548 a 714	714 a 773
Ca _{abs} gr.	14,60	14,60 a 15,50	15,50 a 16,28	16,28 a 18,13	18,13 a 19,64
P _{abs} gr.	8,55 a 9,38	9,38 a 11,83	11,83 a 13,08	13,08 a 16,28	16,28 a 17,63

5.- LOS INGREDIENTES

INTRODUCCIÓN

Los ingredientes de la ración alimenticia para vacas lecheras se agrupan en *Forrajes* y *No Forrajes* (Concentrados y Subproductos no fibrosos). Al ganadero, para una correcta gestión de la alimentación, le hace falta conocer no solamente la composición y potencialidad de la ración sino también las características de cada ingrediente.

En las explotaciones de Cataluña, como también en las de otras zonas productivas de España, con la tendencia a la uniformidad del sistema productivo de leche (López Garrido *et al*, 2000), los principales alimentos utilizados en el racionamiento son los siguientes:

Forrajeros: ensilado de maíz, ensilado de raigrás italiano, ensilado de cereales de invierno (trigo, cebada, avena y triticale), ensilado de sorgo, ensilado de alfalfa, ensilado de hierba de prado, heno de alfalfa (alfalfa en rama), alfalfa deshidratada, heno de ray-gras italiano, heno de cereales de invierno (avena).

No forrajeros (Concentrados y subproductos): maíz, cebada, trigo, avena, soja, girasol, colza, semilla de algodón, etc., y derivados, pulpas de frutas, de remolacha, etc., bagazos, destilerías de cereales, etc.

ENSILADOS

El objetivo del ensilado es la conservación de los forrajes en estado húmedo con un mínimo porcentaje de pérdidas en MS o en valor nutritivo y sin la formación de productos tóxicos para el animal (Demarquilly, 1977).



Ensilar maíz

La explotación de vacas de leche

Para conseguir este objetivo se tienen que cumplir las condiciones siguientes: a) en primer lugar, se tiene que limitar al máximo la presencia de oxígeno –condiciones anaeróbicas–, para que no haya pérdidas por respiración, y por el hecho de que la flora aeróbica es putrefacta. En consecuencia, será importante una realización rápida de todas las operaciones, y el uso de un film de plástico que lo cubra para que facilite el deseado ambiente, y b) se tiene que evitar el desarrollo de la flora butírica, que es la causante de la descomposición de los aminoácidos en amoníaco, carbónico y amins tóxicas. Para conseguirlo, nada mejor que el pH baje rápidamente, ya que esta flora no lo resiste, lo cual se consigue al activar la fermentación láctica.

FERMENTACIONES

La materia orgánica se forma a través de la fotosíntesis y se consume a través de la respiración ($H_2O + CO_2 + \text{calor} \leftrightarrow \text{Azúcares} + O_2$). La planta recién ensilada, o recién cortada, está viva y respira, y el calor que desprende hace que aumente entre 1 y 3º C la temperatura, lo cual es imprescindible, y puede durar entre 5 y 6 horas. El CO_2 formado asfixia las plantas, pero si el proceso de ensilado es lento y poco riguroso, y entra aire, hará que la respiración continúe, con el consiguiente aumento de la temperatura. Este proceso haría que el ensilado se comportara como una chimenea que hasta puede explotar.

El estallido de las células, a causa de los cortes y del aplastamiento, contribuye a que los azúcares fermenten y, en ausencia de oxígeno, proliferen las bacterias lácticas.

En la superficie de las plantas hay numerosos microorganismos que necesitan energía para vivir. Los glúcidos solubles son una excelente fuente para ellos, en cambio el almidón no es utilizable para las fermentaciones lácticas, a menos que no se haya hidrolizado en maltosa, mediante la adición de amilasas.

Las bacterias lácticas, que son microorganismos no esporulados y, en general, anaerobios estrictos, pueden ser de dos tipos, homofermentadoras y heterofermentadoras, las primeras dan ácido láctico (2 moles/mol de glucosa o de fructosa), en principio sin pérdidas de MS, y las segundas dan ácido láctico, acético, alcohol y CO_2 (1 mol de glucosa da 1 mol de láctico, 1 de alcohol y 1 de carbónico; 3 moles de fructosa dan 1 de láctico, 1 de acético y uno de manitol). Esta disparidad en la fermentación láctica hace que sea difícil prever cuanto ácido láctico sería necesario para bajar el pH a 4 o menos. Todo dependerá del tipo de planta y del estado vegetativo en que se ensila. El pH óptimo para iniciar la fermentación láctica es entre 5,5 y 6, y la formación de ácido láctico hace que el pH baje (entre 3,4 y 4) hasta que la fermentación se detenga.

Si la planta es rica en minerales y en N, necesitará más cantidad de ácido láctico para estabilizar las fermentaciones, lo cual dificulta la conservación. Como sucede, generalmente, en las plantas ricas en N, que son, también, más pobres en azúcares fermentables.

Ingredientes



Fermentación butírica en un lateral del ensilado

Para las fermentaciones acéticas, el pH óptimo es de 7, las bacterias responsables son las coliformes, que pueden ser aerobias o anaerobias lo cual dificulta la paralización de la fermentación. Los azúcares dan ácido acético, juntamente con CO₂ y alcohol, y las materias nitrogenadas dan amoníaco. Si el pH baja hasta 4,5 (entre 4,3 y 4,6) se para la fermentación acética.

La fermentación butírica la provocan las bacterias butíricas, en especial los clostridios, que son formas esporuladas, anaerobias, que se encuentran en el suelo. El pH óptimo para su actuación es entre 7 y 7,5. Respecto de otras, la única ventaja es que son muy sensibles a pH bajos, más que las lácticas, parándose la fermentación entre 4 y 4,8. Los azúcares dan ácido butírico, CO₂ y ácidos orgánicos, a la vez que el ácido láctico fermenta hacia butírico y CO₂, y las materias nitrogenadas fermentan dando ácido acético, CO₂, más *putrescina*, *cadaverina*, etc., estos últimos muy perjudiciales para la salud humana.

El poder tamponizante de un forraje se mide por la cantidad de ácido necesaria para bajar el pH de la masa forrajera, para que se inhiban las fermentaciones. Este poder tamponizante depende de la planta en cuanto a contenido en MN, Ca, ácidos orgánicos, etc.

Las leguminosas tienen un contenido en MN elevado en comparación con las gramíneas, y, por tanto, el poder tamponizante será más alto. Las leguminosas necesitan una concentración de ácido láctico entre 6 y 10% sobre MS para bajar el pH, en cambio las gramíneas necesitan entre 3 y 4% para conseguir lo mismo.

El *Clostridium tyrobutyricum* es el agente responsable del inflado de algunos quesos de pasta prensada y cocida. Las esporas, órganos de resistencia, no son patógenas, y resisten el calor, y si las condiciones del queso son propicias para la germinación, es decir en un ambiente de anaerobiosis y de temperatura más baja, las esporas germinan. El lactato de calcio fermenta y produce gas (el queso se hincha), y butírico (mal olor). La contaminación de la leche se hace a través del aire contaminado de esporas (ensilado, alimentación, defecación, falta de higiene). Por lo que respecta al ensilado se tiene que procurar que no contenga tierra del suelo.

La explotación de vacas de leche

Para limitar el número de esporas en los ensilados se debe disminuir la introducción de tierra en el forraje, desde la recolección hasta llenar o realizar el ensilado. Para ello se pueden seguir una serie de recomendaciones:

- a) No segar muy bajo, y en ciertos lugares luchar contra los topos y ratas
- b) No esparcir purines ni estiércol en épocas próximas al ensilado
- c) Prever una área asfaltada delante de los silos, que servirá de plataforma para descargar los remolques (Demarquilly, 1998).

Una vez realizado el ensilado para inhibir el crecimiento y la multiplicación de esporas en el mismo, se pueden seguir las siguientes pautas: a) incorporar un buen conservante – parece que añadir un poco de nitrato al ácido fórmico da buenos resultados -, b) aplicar superficialmente sobre la masa ensilada ácido o sal, y c) asegurarse de un perfecto cerrado (Demarquilly, 1998).

Los hongos y las levaduras también provocan una degradación aeróbica post-fermentativa. Los ensilados poco fermentados, que conservan una gran cantidad de azúcares, o en aquellos dónde hay poca cantidad de propiónico o de butírico, o que ni siquiera han fermentado, son los que más expuestos están a la degradación por hongos y levaduras, una vez se han abierto para el consumo. Los hongos y las levaduras resisten pH muy bajos, hasta 2, y solamente el propiónico o el butírico paran la fermentación. Los hongos son, en gran parte, aerobios, y las levaduras pueden ser aeróbicas y anaeróbicas. Los azúcares en ausencia de aire se metabolizan en alcohol, y en presencia de aire las levaduras se multiplican rápidamente dando lugar a un producto poco apetecible y causante de diarreas. La manera, posiblemente la única y efectiva, de luchar contra la proliferación de hongos y levaduras y la fermentación aeróbica es que el frente de ataque del ensilado sea proporcional a la cantidad que se ha de consumir diariamente.

En algunas explotaciones, después de cada consumo, cubren el frente de ataque, y esto es totalmente erróneo ya que es un sitio ideal para el deterioro aeróbico, el aire atrapado entre la masa vegetal y la cubierta o plástico hace que se aumente la humedad y con ello se fomenta el crecimiento microbiano (Crawshaw y Woolford, 1980).



El ensilado cuando se empieza a consumir no hay que volver a taparlo

Ingredientes

A partir de las crisis alimenticias, se ha prestado mucha atención a las micotoxinas como posible causa de transmisiones de enfermedades a las personas y a los propios animales.

Las micotoxinas son metabolitos secundarios secretados por hongos o mohos de los géneros *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium*. Se producen en un amplio conjunto de alimentos, antes, durante y después de la recolección. Su metabolismo es complejo, se producen activaciones y desintoxicaciones reguladas por mecanismos de transformación biológica, los cuales son a la vez el resultado de la acción enzimática del huésped y de la flora presente en el tracto intestinal (Yiannikouris y Jouany, 2002).

El problema del metabolismo secundario con relación al primario es que es de naturaleza aleatoria, tanto en su activación como por la diversidad de los compuestos formados y cepas implicadas (Yiannikouris y Jouany, 2002), y la contaminación fúngica de las plantas y la síntesis de toxinas depende mucho del entorno. Las principales micotoxinas que de una manera general afectan a la alimentación del rumiante, pero sobretodo de los monogástricos (y por proximidad de manejo alimenticio el engorde de terneros), son las *aflatoxinas B1*, la *ochratoxina A*, la *patulina*, los *tricocenos (deoxinivalenol)*, las *fumonisinias B1*, el *zearaleon*, y el *fusárico* (Yiannikouris y Jouany, 2002).

Los alimentos más afectados por los mohos, y en consecuencia por las micotoxinas, son los forrajes y los cereales en su conservación y manipulación. Los hongos proliferan por el agua, temperatura, aire, pH, etc. Los roedores, pájaros e insectos provocan lesiones en la planta por dónde entran las esporas fúngicas.

En un buen ensilado, si la anaerobiosis es total y el pH bajo, la proliferación de mohos no se favorece. A pesar de esto, en los ensilados de maíz se pueden encontrar la *patulina* y el ácido *bisoclámico* que pueden producir hemorragias y toxicidad neurótica (Escoula, 1997). Igualmente la *ochratoxina* también se puede encontrar. El *Penicillium roqueforti* está en la mayoría de ensilados de hierba y de maíz, pero parece que las toxinas asociadas no sobreviven más allá de algunas semanas. Los *fusariums* y las toxinas asociadas también pueden estar en los ensilados de hierba (Yiannikouris y Jouany, 2002). Según estos autores la duración de la conservación puede modificar la *facies* fúngica de los ensilados. Después de 2 o 3 meses de conservación pueden aparecer los tres géneros, *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium*.

Para evitar, o más bien limitar, el desarrollo de los mohos en los ensilados, se tienen que tomar una serie de medidas: limpiar con lejía las paredes y el suelo del silo, que las ruedas de los tractores y remolques no lleven tierra, cubrir correctamente los laterales de plástico, para que no haya ninguna entrada de aire, y evitar el exceso de manipulación alrededor del silo (Escoula, 1977).

Por lo que respecta a los rumiantes, en general, son resistentes a la mayoría de micotoxinas, ya que la población microbiana del rumen tiene un importante papel desintoxicante (Yiannikouris y Jouany, 2002). Las únicas micotoxinas que se degradan débilmente son las aflatoxinas que lo hacen a menos del 10% para dosis entre 1 y 10 µg/ml, pudiéndose formar *aflatoxicol* de toxicidad elevada que hará que muchas bacterias ruminales se inhiban. La acción del rumen está bajo la dependencia del tipo de alimento, el cual puede modificar la actividad microbiana; así la capacidad de degradar la *ochratoxina A* cae en un 20% en raciones muy concentradas con relación a las raciones más forrajeras (Yiannikouris y Jouany, 2002).

Hay bacterias ruminales (*Butyrivibrio fibrisolvens*, *Selenomonas ruminantium*, *Anaerovibrio lipolytica*) que no se ven afectadas negativamente por la presencia de micotoxinas, sino que, al contrario, las utilizan como fuente energética gracias a sistemas enzimáticos particulares.

La explotación de vacas de leche

En función de la eficiencia en la absorción y del metabolismo hepático, las micotoxinas y sus metabolitos son excretados por las vías urinarias y fecales. Por lo que respecta a la excreción láctica de las toxinas, aunque existe, la tasa de transferencia de las aflatoxinas del alimento hasta la leche es muy débil, entre 0,3 y 2,2% (Yiannikouris y Jouany, 2002), y las veces que se han encontrado toxinas en la leche han sido a causa de la incorporación de toxinas puras, de manera excepcional, en la dieta. En este sentido puede considerarse al rumiante como un filtro eficaz para las micotoxinas, ya que la tasa de transferencia hacia la leche es inferior al 1%.

Las micotoxinas pueden causar ciertos trastornos a los bovinos, como por ejemplo las aflatoxinas que son las que provocan lesiones en el hígado, congestiones y hemorragias, los *zearaleones* (ZEN) causan problemas en la reproducción con modificaciones físicas de los órganos genitales, de manera parecida a los que provoca el consumo de estradiol, pero con una incidencia pequeña, y la *patulina* es potencialmente cancerígena y mutante. Las micotoxinas crónicas o puntuales raramente son detectadas en los rumiantes, confundiendo con patologías clásicas (Yiannikouris y Jouany, 2002).

Todas las fermentaciones consumen MS, y las más peligrosas para el consumo son, como ya se ha comentado, las butíricas y las de los hongos.



El estado fenológico óptimo de recolección y el presecado evitan la lixiviación, signo de mala conservación, con alto poder contaminante

El pre-secado tiene como objetivo aumentar la MS del producto a ensilar. De esta forma se incrementa la concentración de azúcares solubles, reduciéndose la actividad de los microorganismos y la consiguiente fermentación, ya que no se requiere tanto ácido láctico para inhibir la fermentación butírica – si la MS es del 15% el pH para que las fermentaciones se paralicen tiene que estar alrededor de 3,8, si la MS es del 35% las fermentaciones paran a pH de 4,5 –. Por ejemplo en el seco o heno, en el cual la MS está alrededor de 85%, el pH no tiene importancia para la conservación, ya que no hay actividad microbiana sin agua.

El problema de ensilar un forraje pre-secado radica en la dificultad de aplastarlo bien, con lo cual la presencia de aire consumirá la MS, a parte de las pérdidas que se producen en el pre-secado por respiración.

Ingredientes

Sin tener en cuenta otros aspectos importantes para el consumo, para un buen amontonamiento fácil de aplastar siempre será mejor el picado o cortado fino, incluso también la laceración.

ESTABILIZACIÓN DE LAS FERMENTACIONES Y CONSUMO

Generalmente los ensilados se consumen uno o dos meses después de su elaboración, aunque según las necesidades de suministro alimenticio el tiempo entre la elaboración y el inicio del consumo es muy variable. Si el ensilado se ha hecho siguiendo todas las recomendaciones para obtener una buena conservación, y el forraje tiene unas buenas condiciones para la fermentación láctica, las fermentaciones que completan la estabilización de la masa forrajera tardan entre 15 y 20 días, a partir de los 3 o 5 días de su elaboración (Barney Harris, 1993).

PÉRDIDAS Y CONSERVANTES

Para una buena conservación, a parte de los requisitos inherentes a cada planta, y a cada sitio, pueden utilizarse diferentes conservantes. Hay diferentes tipos: los acidificantes en si mismos (ácido fórmico, sulfúrico, clorhídrico con sulfúrico, fórmico con clorhídrico, etc.), que se dosifican según el forraje sea una gramínea o una leguminosa; los bacteriostáticos, que tendrían que ser capaces de inhibir la fermentación butírica sin interferir la láctica, en general, no son muy efectivos, si bien el formol a dosis elevadas da buenos resultados, si se utiliza en combinación con los acidificantes; los productos azucarados, que tienen como finalidad aumentar la concentración de azúcares fermentables, pueden ser melazas, sueros lácticos, pulpas de frutas, etc.; se pueden utilizar diferentes cereales aplastados con la incorporación de amilasas o malta, y su uso, además, evita la formación de lixiviados.

Las posibles pérdidas en MS y en elementos nutritivos se tienen que evitar al máximo, tanto en la elaboración como en el consumo del ensilado. Las principales pérdidas son de tres tipos: por putrefacción y por hongos, las cuales lo convierten en no consumible en la parte afectada; por formación de lixiviados, que se componen de azúcares, agua, MN y minerales, y aumentan en razón inversa al contenido en MS; y por gases, en especial CO₂ de la respiración, y acético y butírico de las fermentaciones. Todos los excesos en la preparación son contraproducentes, si el forraje está demasiado húmedo, estructuralmente, hay más pérdidas por lixiviados, si se corta o se pica excesivamente fino también hay más lixiviados, igualmente si el aplastamiento es muy enérgico. La pérdida por lixiviación está comprendida entre 15 y 20% de la MS. La formación de gases puede suponer una pérdida entre el 5 y el 15% de la MS (Demarquilly, 1977).

La pérdida aeróbica causada por la respiración, antes de tapar y durante el consumo, más la causada por las partes no consumibles visibles, está entre 1 y 22% de la MS (Crawshaw y Woolford, 1980). Las pérdidas propias de la fermentación láctica y de otras fermentaciones, se elevan entre 4 y 9% de la MS, mientras que las pérdidas debidas a la lixiviación pueden oscilar entre 2 y 7% de la MS (Crawshaw y Woolford, 1980).

El proceso de ensilado, con respecto al de la henificación, no está libre de riesgos, y las pérdidas, desde la recolección hasta al consumo, pueden alcanzar un amplio intervalo desde el 10 al 50% de MS (Harrison y Blauwiekel, 1994). En un ensilado bien preparado las pérdidas por drenaje pueden estar entre el 14 y el 24% de la materia forrajera verde, con una media del 19%, es decir unas pérdidas de 190 Kg de materia forrajera verde/Tm. de forraje verde (García, 1983, 1984). Todo esto, evidentemente,

La explotación de vacas de leche

puede desglosarse en MS y agua: 19 Kg MS/Tm. y 171 Kg de agua/Tm. A su vez, por causas imputables al manejo las pérdidas pueden situarse entre 5 y 6% de la MS (García, 1983, 1984).

Más del 50% de la proteína del forraje puede solubilizarse hacia formas no proteicas, a la vez que se forman productos de Maillard totalmente indigestibles (Van Soest, 1982). A tal efecto, se encontró una correlación negativa entre el nitrógeno indigestible en ácido detergente (ADIN) y el nitrógeno soluble (NS), como porcentaje del nitrógeno total, expresado en la siguiente ecuación (Ruppel *et al*, 1995):

$$NS = 6,38 - 1,24 \times ADIN \quad (R = -0,88, p < 0,001)$$

Esto significa que los productos de Maillards al formarse, a causa de las reacciones que tienen lugar al quemarse la materia orgánica, aumentan el contenido de ADIN, con lo cual baja el contenido en N soluble.

Por otro lado, el plástico ha de ajustarse bien al forraje, sin que forme bolsas de aire. El drenaje también es importante, ya que, si los lixiviados no evacuan bien, pueden pudrir la base del ensilado.



Ensilado de prado natural en balas redondas, encintado

El uso de algún tipo de conservante en el ensilado de cebada, en estado lechoso-pastoso, como el propiónico, mejora la conservación, si bien el uso de conservantes no exime de intentar una elaboración adecuada del proceso de ensilado, lo cual muy bien podría extenderse a las otras clases de ensilados (Mills y Kung, 2002).

VALOR SENSORIAL DE LOS ENSILADOS

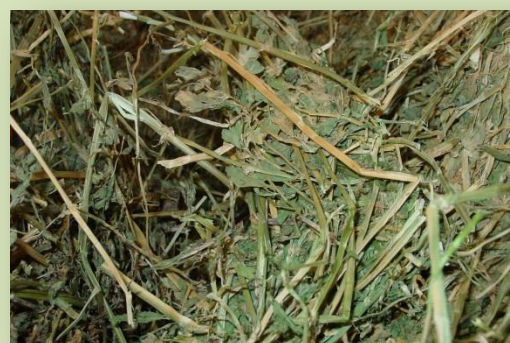
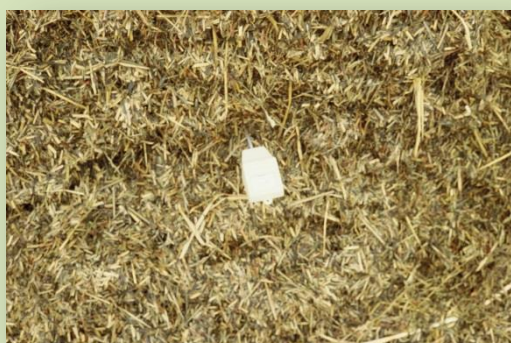
Al ganadero, y también al técnico que lo asesore, le interesa conocer o interpretar la calidad de los forrajes, y más en el caso de los ensilados, incluso sin tener a su alcance los análisis químicos. La valoración sensorial, siempre que esté bien tipificada, podría ser una excelente herramienta para los ensilados, como por ejemplo al calificarlos en función de los valores de los productos de las fermentaciones. Una correcta fermentación de un ensilado de hierba puede tipificarse con los siguientes parámetros (Harrison y Blauwikel, 1994): pH inferior a 4,5, predominio de ácido láctico *versus* ácido acético, contenido de N amoniacal inferior al 1% de la MS, y butírico inferior a 0,5% de la MS. Otros autores cuantifican las cifras aceptables de contenido en ácidos orgánicos (García, 1983, 1984): ácido

Ingredientes

láctico más del 3,5% de la MS, ácido acético menos del 1,5% de la MS, y ácido butírico menos del 0,7% de la MS, y en cuanto al pH se consideran valores normales entre 3,5 y 4,2. Para el N amoniacal puede considerarse una relación aceptable la que es inferior al 15%, deficiente entre 15 y 20%, y mala más del 20% sobre el N total.

Si el forraje tiene una concentración en carbohidratos solubles en agua igual o superior a 250 g/Kg MS, con independencia de los tratamientos o aditivos que les puedan hacer, y, a su vez, al cabo de 90 días el pH fuera inferior a 3,7, se obtienen buenos ensilados (Davies *et al*, 1998).

La temperatura es un buen indicador del estado de las fermentaciones y de la estabilidad de la masa ensilada. Poniendo el termómetro dentro de la masa en el frente de ataque, una temperatura inferior a 40° C es aceptable, y si supera los 50-60° C significa que hay una mala fermentación cuando el ensilado ya debería estar estabilizado (García, 1983, 1984). Para el maíz, si la temperatura del ensilado supera la del ambiente en 5° C hay unas pérdidas de 1,2% de MS al día, si la supera en 10° C las pérdidas serán del 2,3% al día, y si es superior a 15° C las pérdidas pueden llegar al 3,5% de la MS diaria, con lo cual también se da una manera de medir la calidad del ensilado (AGPM, 1991). En el caso del maíz, en que el proceso de ensilar está muy bien caracterizado, tanto en el momento oportuno de recolección como en el resto del procedimiento, se considera que un buen ensilado no puede permitir una pérdida superior al 10% de la MS en todo su proceso.



La valoración sensorial ayuda a interpretar el análisis químico

Afinando más en la valoración del ensilado a través de la temperatura y el color, la temperatura óptima del proceso de fermentación tiene que estar entre 32 y 40° C, y si sobrepasa los 40° C resulta un ensilado de peor calidad, aunque la palatabilidad pueda ser buena. Si las temperaturas de fermentación han sido inferiores a 32° C el color es gris verde, con aroma fuerte, tejidos tiernos limosos, de cata insípida, con un pH alrededor de 5. Esta situación se da en los ensilados de paca redonda cuando el forraje tiene mucha humedad, y las condiciones de cerrado son perfectas, lo cual suele pasar en ensilados de invierno (Barney Harris, 1993). Si la temperatura de fermentación ha sido superior a 40° C el color es entre marrón y marrón oscuro, con un aroma entre tabaco y heno chamuscado. A menudo tienen una buena cata y buena apetencia, pero, al igual que con los henos, la proteína se ha perdido y se ha reducido su digestibilidad (Van Soest, 1982). En general, si la temperatura de fermentación ha

La explotación de vacas de leche

sobrepasado los 48° C no solamente se ha deteriorado la proteína sino que también los carbohidratos, aunque es posible que mantengan un alto grado de palatabilidad. Si el ensilado ha tenido una fermentación apropiada, el color estará entre verde luminoso y amarillo, con un aroma avinagrado agradable, y una cata indicativa de que el pH es inferior a 4,5.

Por lo que respecta al aroma u olor y al color se puede emplear una clasificación que en la práctica *extensionista* ha dado buenos resultados en la labor de identificar los ensilados (García, 1983, 1984). Los de buena calidad son aquellos con un poco de olor, que va del agrio al fresco, con color que está entre verde amarillento y verde oscuro castaño u oscuro tierra. Los de calidad aceptable serán los de aroma a tabaco – rubio, tabaco para pipa – y color marrón. Los de baja calidad serán los de olor avinagrado fuerte, típico de la fermentación acética, con un color marrón fuerte, y, por último, los de mala calidad hacen olor desagradable a nitrógeno amoniacal o a sulfhídrico – a podrido –, con un color verde marrón oscuro, hasta negro. A menudo también éstos de mala calidad tienen aroma a caramelo (García, 1983, 1984).

Para facilitar la clasificación de los ensilados en cuanto a su valoración sensorial se ha confeccionado una guía para su determinación.

Para cada epígrafe (color, olor, temperatura y composición) se marca la valoración y el resultado final de la valoración sensorial será el promedio.

Guía para determinar el valor sensorial de los ensilados			
<u>Color</u>	<u>Valoración</u>	<u>Olor</u>	<u>Valoración</u>
Verde paja	<i>Buena 5</i>	agrio a fresco	<i>Buena 5</i>
Verde marrón	<i>Regular, alta 4</i>	a tabaco (pipa)	<i>Regular, alta 4</i>
Marrón	<i>Regular 3</i>	a vinagre flujo	<i>Regular 3</i>
Marrón oscuro	<i>Regular, baja 2</i>	a vinagre fuerte	<i>Regular, baja 2</i>
Marrón muy oscuro	<i>Baja 1</i>	a amoníaco	<i>Baja 1</i>
Verde muy oscuro	<i>Muy baja 0</i>	a sulfhídrico, podrido	<i>Muy baja 0</i>
<u>Temperatura</u>	<u>Valoración</u>	<u>Composición</u>	<u>Valoración</u>
menos de 35°C	<i>Buena 5</i>	muchas hojas o muy grandes	<i>Buena 5</i>
de 35 a 40°C	<i>Regular, alta 4</i>	más hojas que tallos	<i>Regular, alta 4</i>
de 40 a 45°C	<i>Regular 3</i>	igual proporción	<i>Regular 3</i>
de 45 a 50°C	<i>Regular, baja 2</i>	muchas flores o espigas	<i>Regular, baja 2</i>
de 50 a 55°C	<i>Baja 1</i>	completamente espigado	<i>Baja 1</i>
más de 55°C	<i>Muy baja 0</i>	Tallos largos y lignificados	<i>Muy baja 0</i>

TIPOS DE SILOS Y ELABORACIÓN DEL ENSILADO

Los principales tipos de silos para forrajes son los horizontales y los verticales, siendo los horizontales los más difundidos en explotaciones no demasiado grandes, posiblemente porque a diferencia de los verticales son de fácil construcción por el mismo ganadero.

Ingredientes

El silo horizontal es aquel en el cual la altura es inferior a la dimensión más pequeña de la base (Tillie, 1984). Los más conocidos son el tipo zanja y el tipo trinchera, según se excave en desniveles y terrenos poco porosos y aptos para la manipulación, o contruidos sobre el suelo, respectivamente.

La implantación, aparte de cumplir con la reglamentación ambiental, se tiene que hacer pensando en facilitar su acceso, en aras de una buena distribución, evitándose zonas húmedas, y orientándolos en función de los vientos dominantes.

DIMENSIONES

A efectos de una buena conservación, el avance diario para el consumo del ensilado, ha de ser, como mínimo, de 0,10 m en invierno y de 0,15 m en verano (Tillie, 1984). A partir de aquí puede calcularse el frente de ataque para el consumo. Por razones prácticas, la altura no ha de ser superior a 5 m, y la anchura como mínimo ha de ser de 6 m, para permitir que el tractor que pisa el forraje pueda maniobrar correctamente.

El SEA (1976) recomendaba que la anchura tiene que ser como mínimo el doble de la anchura del tractor. La longitud o profundidad del silo será el cociente entre el volumen a almacenar, que viene determinado por las necesidades del racionamiento, y la superficie del frente de ataque.

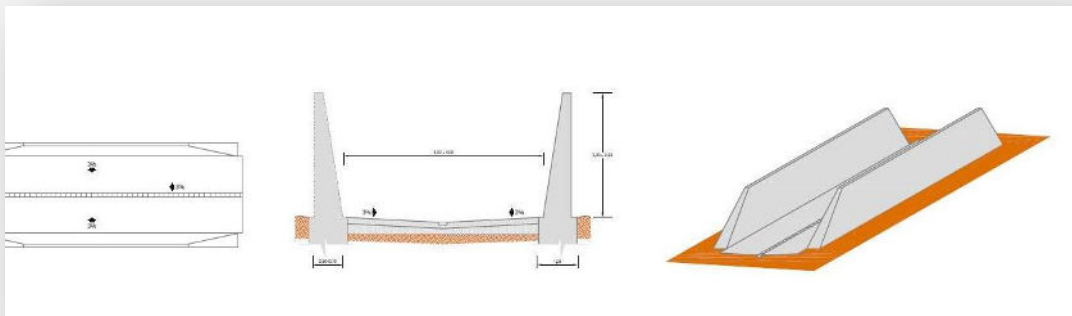
El número de silos dependerá de la distribución que se quiera hacer. En definitiva, tanto el número de silos como sus características dimensionales dependerán de la planificación del racionamiento alimenticio.

Silo trinchera (a partir del SEA, 1976)

Planta

Sección

Perspectiva



La explotación de vacas de leche



Silo horizontal, tipo trinchera de paredes prefabricadas



Silo horizontal, tipo trinchera de paredes de madera

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

Para el suelo el hormigón es un buen material, con una serie de precauciones: el suelo ha de resistir el paso de vehículos pesados, y debe soportar la acción de los ácidos de la fermentación. El suelo puede ser una capa de grava bien asentada y sobre ella el hormigón en masa de 200 Kg de cemento y un grueso de 10-15 cm. (SEA, 1976). La grava y la arena han de estar lavadas y que no sean calcáreas.

Para el drenaje, el suelo ha de estar formado por dos planos inclinados hacia el centro, con pendiente del 3%, donde se construirá un canal con suficiente anchura para colocarle una baldosa a manera de tubo o canal de desagüe. La inclinación del suelo, de detrás hacia el frente tiene que ser del 3%.

A causa de los ácidos que desgastan el hormigón es aconsejable pintar las paredes y el suelo, con pinturas, resinas o aditivos de fluosilicatos. Las paredes pueden ser de masonería, ladrillos macizos, o de hormigón, con paramentos interiores inclinados para evitar la penetración de aire durante el consumo del ensilado.

En los silos zanja, las paredes han de contrarrestar el empuje de la tierra, y, por lo tanto, el grueso será función del tipo de tierra y del asentamiento una vez se haya hecho la excavación. El material adecuado es a base de hormigón en masa de 200 Kg de cemento (1:3:6, en volumen de cemento, arena, grava, respectivamente). También pueden hacerse con hormigón de 300 Kg de cemento (1:2:4), armado con malla metálica, y de esta manera el grueso será menor. La superficie interior ha de quedar bien lisa, con mortero rico en cemento.

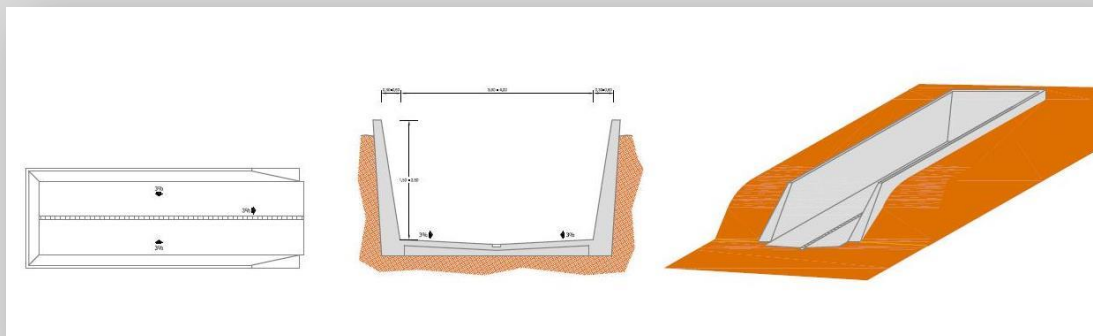
Ingredientes

Silo zanja (a partir de SEA, 1976)

Sección longitudinal

Sección transversal

Perspectiva



LLENADO DEL SILO

La intensidad de llenado de un silo, que es el producto del tiempo utilizado en llenar una tonelada de forraje por el peso del tractor encargado de pisar el forraje, ha de ser superior a $0,64 \text{ horas} \times Tm$ tractor/ Tm forraje ensilado, ya que así habrá menos pérdidas y mejor estabilidad aeróbica (Ruppel *et al*, 1995). Es evidente que siempre se ha dicho que la tarea de ensilar se ha de hacer lo más rápido posible, pero siempre dentro de unos límites, ya que si para un mismo volumen o masa a ensilar, se tarda menos puede ser debido a que se hace demasiado deprisa y, por lo tanto, no se pisa adecuadamente. Para un tractor pesado (5 Tm) el tiempo utilizado en llenar una Tm – compactar la masa de forraje –, si la intensidad de llenado fuese de $0,50 \text{ h} \times Tm/Tm$, sería igual a 6 min./TM, o sea se trabajaría a una velocidad de llenado igual $0,166 \text{ Tm}/\text{min.}$ ($10 \text{ TM}/\text{h}$).

Otro de los aspectos a tener en consideración en los ensilados es la capacidad del silo, o las necesidades para el consumo. La cantidad de ensilado depende de la medida de la explotación y de la planificación, aconsejándose las medidas *in situ*; no obstante, las referencias pueden servir para una primera aproximación. La densidad media de un ensilado de maíz o de hierba, en un silo trinchera o zanja, está entre 560 y $640 \text{ Kg}/\text{m}^3$ (Barney Harris, 1993), si bien, si está bien picado y bien pisado la densidad llega a valores próximos a 700 (SEA, 1976) o superiores (Barney Harris, 1993).

CARACTERÍSTICAS DE LOS PRINCIPALES ENSILADOS

ENSILADO DE MAÍZ

El ensilado de maíz es uno de los alimentos más extendidos en el racionamiento, y desde hace, aproximadamente, 15 años se ha convertido en el alimento forrajero más utilizado y más conocido. No obstante, para un uso correcto, hace falta saber algunos datos sobre las características fenológicas y

La explotación de vacas de leche

nutritivas. A menudo se busca la variedad más productiva, o la más nutritiva, olvidándose de la gestión del cultivo, y sobre todo del ensilado, que es determinante para conseguir un ingrediente de alta calidad.



Cultivo de raigrás



Ensilado de maíz, uniformemente picado y compactado

Tampoco debe olvidarse que en la búsqueda de la alta calidad no siempre es recomendable buscar la máxima energía (UFL/Kg MS), sino que como ingrediente forrajero, a menudo el único en la ración, hará falta el equilibrio entre energía y fibra, entendida ésta como la capacidad para provocar la rumia (Van Soest, 1982). Se observa una tendencia a prescindir de gran parte del tallo del maíz, en aras a obtener un ensilado de mazorcas, sin caer en la cuenta de que comprar forrajes para paliar la falta de fibra, en según qué zonas y épocas, puede ser prohibitivo.

Respecto al estado fenológico es necesario conocer la variación en su composición según el estado vegetativo, desde el inicio de formación del grano hasta el estado vítreo, tal y como se indica en la tabla 5.1 (Demarquilly, 1994).

Tabla 5.1. Composición (% MS) fenológica del maíz

Estado de la planta				
Partes de la planta	Inicio formación grano	Lechoso	Pastoso	Vítreo
MS (%) de la planta	18	23	27	32
Limbos ¹	17	16	13	11
Tallos y vainas ¹	45	42	29	24
Espigas y espatas ¹	38	42	58	62
Granos ¹	0	20	52	50

Elaborada a partir de Demarquilly (1994); ¹ Contenido en MS en %

Esta composición fenológica sin duda influye en la composición química y en el valor nutritivo, tal y como se indica en la tabla 5.2 (Demarquilly, 1994).

Ingredientes

Puede observarse que si la MS pasa de 18 a 32, desde el inicio de la formación del grano hasta el estado vítreo, los glúcidos solubles aumentan hasta el estado lechoso y bajan a partir de éste hasta el vítreo, y, en cambio, el almidón aumenta linealmente hasta el vítreo. Por lo que respecta a la FB, baja de manera constante, pero se mantiene en un nivel bastante alto.

Tabla 5.2. Composición química del maíz

Estado de la planta				
Componentes	Inicio formación grano	Lechoso	Pastoso	Vítreo
MS (%)	18	23	27	32
Cenizas ¹	7	6	5	5
MNT ¹	10	9	8	8
FB ¹	23	20	18	17
Glúcidos solubles ¹	0	18	14	10
Almidón ¹	0	16	20	25

Elaborada a partir de Demarquilly (1994); ¹ % sobre MS

Por lo que incumbe a la degradabilidad a 24 h, del estado lechoso con MS alrededor de 23%, al estado vítreo con el 32 % de MS, se pasa de una degradabilidad de 60,3% a 56,4%; una bajada sin duda atribuida al mayor contenido de almidón (Johnson *et al*, 1999).

En general, el ensilado de maíz se impone principalmente por su buen valor energético, ligado a una digestibilidad elevada (71-72%).

Un aspecto que parece importante a la hora de elegir una variedad es la digestibilidad del almidón, la cual varía según el genotipo sea dentado (*zea mays indentato*) o córneo (*zea mays indurato*) y el grado de madurez. A igualdad de madurez (medida en contenido de MS, %), el maíz dentado tiene una digestibilidad del almidón en el rumen superior al córneo, como puede deducirse de las ecuaciones siguientes (MS en (Johnson *et al*, 1999):

$$dig(\text{almidón})_{m \text{ dentado}} = -0,7349 \times MS_{\text{grano}} + 115,29 \quad (R^2 = 0,977)$$

$$dig(\text{almidón})_{m \text{ córneo}} = -1,0768 \times MS_{\text{grano}} + 122,59 \quad (R^2 = 0,962)$$

Por ejemplo para grano de maíz con un porcentaje de MS del 60%, si es dentado la digestibilidad de su almidón sería de 78,55%, y si es córneo de 68,75%

El valor energético es independiente del estado de recolección, dentro de los estados fenológicos de lechoso a vítreo, a diferencia del resto de gramíneas y leguminosas. Después de la floración la proporción de espigas aumenta, y ésta es la parte más digestible – el almidón del grano tiene una digestibilidad del 95 al 100% – y compensa la disminución de la digestibilidad del tallo y de las hojas.

Hay ecuaciones de regresión que informan de los glúcidos solubles y del grano en función del almidón y de la FB, todo expresado en g/Kg MS (Andrieu *et al*, 1993):

La explotación de vacas de leche

$$\text{Glúcidos solubles} = 219,0 - 0,4240 \times \text{almidón} \quad (R = 0,873, n = 234)$$

$$\text{Grano} = 754 - 0,008823 \times \text{FB} \pm 73 \quad (R = 0,761, n = 234)$$

$$\text{Grano} = 26,5 + 1,7159 \times (\text{almidón}) - 0,00098 \times (\text{almidón})^2 \pm 40 \quad (R = 0,935, n = 234)$$

Las variaciones de digestibilidad entre híbridos cultivados en un mismo año son muy débiles y raramente son significativas. Y de existir diferencias se deben sobre todo a las diferencias de digestibilidad de las paredes celulares. No hay ninguna relación entre la digestibilidad de la materia orgánica de la planta entera y su contenido en almidón. En cambio, sí que hay una relación estrecha entre el contenido de paredes no digeribles (NDF indigestibles) y la digestibilidad de la materia orgánica, según la siguiente ecuación (Andrieu *et al*, 1999):

$$\text{dMO} = 92,28 - 0,0946 \times \text{NDF}_{\text{ind}} + 0,65 \quad (R = 0,975, n = 99)$$

Para aquellos casos en que no se tiene la oportunidad de determinar la NDF indigestible, hay una ecuación para calcular la digestibilidad de la MO (Andrieu *et al*, 1993):

$$\text{dMO} = 77,7 + 0,0908 \times \text{MNT} - 0,0188 \times \text{ADF} - 0,3301 \times \text{ADL} \pm 1,91$$

($R = 0,74, n = 199$), siendo, MNT materias nitrogenadas totales, ADF fibra ácido detergente, ADL lignina ácido detergente, todo expresado en g/Kg MS.

El año y el sitio de cultivo son responsables del 50% en las variaciones de la digestibilidad (Andrieu *et al*, 1999), de lo que se infiere la necesidad de analizar muestras de ensilado cada año.

Por todo ello, es más fácil predecir la digestibilidad del maíz cultivado en un sitio determinado que en diferentes lugares (Demarquilly, 1994), lo cual refuerza la necesidad de ensayos en las explotaciones, de la misma manera que parece más acertado incidir sobre las raciones más usuales y sobre los sistemas productivos en el ámbito comarcal.

Los datos sobre el valor energético son variables, aunque se tenga una media similar, así, por ejemplo, en INRA (Centro de Lusignan) estos valores están comprendidos entre 0,75 y 1,01 UFL (media 0,88), en Girona, según datos entre 1992 y 1996 (Zaragoza, 1999), entre 0,75 y 0,94 (media 0,88, $de = 0,04, n = 107$), y en Lleida (Martí, 1997) entre 0,75 y 0,90 (media = 0,88, $de = 0,01, n = 17$).

La digestibilidad y la ingestibilidad son prácticamente independientes del estado vegetativo entre lechoso y vítreo, por lo tanto, el estado óptimo es aquel donde se recoge más MS, que es el estado vítreo (Demarquilly, 1994; AGPM, 1991).

La ingestibilidad, en corderos, no se modifica por el proceso de ensilado, siempre que el ensilado se complemente correctamente. La cantidad de MS de ensilado ingerido por el cordero es independiente del estado de recolección. Pero en el caso de los bovinos se ha encontrado que la ingestión aumenta si la MS aumenta hasta el 35%. Seguramente porque hay menos paredes celulares, hay más grano y menos planta; a su vez la intensidad de fermentación es menor si aumenta la MS, lo cual es importante ya que el bovino es muy sensible a estas fermentaciones en detrimento de la ingestión (Demarquilly, 1994).

En definitiva, para obtener un buen ensilado de maíz el contenido en MS ha de estar entre 25 y 35%, valores que se corresponden a los estado entre lechoso a vítreo; si la MS es superior a 35 hay dificultades en conseguir las condiciones anaerobias, ya que es más difícil de acondicionar, el aire no permite una buena fermentación láctica y, por ello, no se alcanza el pH adecuado, la temperatura aumenta y la conservación es,

Ingredientes

por tanto, mala. Pero si la MS es inferior a 25, existe la posibilidad de la fermentación butírica con las pérdidas de N, con la consiguiente contaminación ambiental.

Para afinar más en las condiciones para una excelente conservación, la MS óptima ha de estar, en el momento de ensilar, entre 28 y 35% (estado pastoso a vítreo), la duración óptima de la fermentación se sitúa entre 2 y 3 días, y, de esta manera, al abrir el ensilado, después de 2 o 3 semanas, como mínimo a partir de finalizar su elaboración, los productos finales de la fermentación han de estar entre 35 y 75 g de ácido láctico/Kg MS, entre 10 y 25 g de ácido acético/Kg MS, y entre 5 y 50 g de alcoholes/Kg MS (Demarquilly, 1994).

Todos estos requisitos harán posible que las características organolépticas o sensoriales se acerquen a un color de verde claro a amarillo, un olor agradable ligeramente a vinagre, de sabor intenso, succulento y de buena palatabilidad, con un pH entre 3,8 y 4,2, y con pérdidas máximas de MS del 10%. La ingestión, evidentemente, será alta, ya que depende de la MS (entre 20 y 35, hay un aumento de 0,3 a 0,4 Kg MS ingerida para una vaca de 600 Kg y 25 litros de leche), de la calidad de conservación, del contenido en paredes celulares, y de la degradabilidad de las paredes (Demarquilly, 1994).

En la tabla 5.3 puede observarse la ingestión en Kg de MS según sea la MS del ensilado y su valoración en UE.

Tabla 5.3. Ingestión del ensilado de maíz, por vaca y día

% MS	UE/Kg MS	MSI, Kg
20	1,28	10,50
25	1,22	11,50
30	1,13	13,00
35	1,03	15,50

A partir de Demarquilly (1994)

Con el picado, para un buen ensilado de maíz, no ha de haber partículas superiores a 20 mm, y las partículas de 10 mm han de estar presentes en un 10-15% (AGPM, 1991). Para un buen picado se tienen que vigilar los siguientes puntos: la velocidad de entrada del forraje, en la recolección, ha de ir sincronizada con las revoluciones del tambor, las hojas de corte tienen que estar afiladas, y las hojas de corte y las contra hojas tienen que guardar la distancia adecuada (AGPM, 1991). El ITCF (1983, 1994) recomienda un tamiz que permita controlar el tamaño (largo) del picado. En este sentido, se considera un ensilado fino aquel que contiene menos del 1% de partículas que quedan en el tamiz de 2 cm. de malla, y no quedan prácticamente granos intactos.

Si la MS del maíz en el momento de ensilarlo es superior al 30% se aconseja un reglaje del picado de 5 mm., y si está alrededor de 25%, de 8 mm. No obstante, lo ideal es que las picadoras puedan afilarse, y que vayan equipadas de un aplastador de granos. Si la MS está alrededor de 32-35%, porcentaje usual, la ensiladora tiene que ir equipada con aplastador de granos. La longitud de partículas se sitúa en los siguientes valores: entre 0,60 cm. y 1,25 cm. tiene que haber un porcentaje máximo de partículas, y, en general, siempre han de ser inferiores a 2 cm. El picado, en definitiva, ha de ser fino pero no excesivo.

La explotación de vacas de leche

De una serie de análisis de ensilado de maíz se obtuvieron los siguientes resultados (tabla 5.4) (Zaragoza, 1999):

Tabla 5.4.- Valores del ensilado de maíz. Girona. 107 muestras.

	MS, g/Kg	UFL/Kg MS	PDIN/Kg MS	PDIE/Kg MS	UE/Kg MS
Media	292,20	0,88	47,73	70,82	1,25
de ¹	3,28	0,04	4,75	5,18	0,15

¹ desviación estándar

Estos valores en comparación con los de las tablas INRA (1988) pueden considerarse entre los del ensilado lechoso-pastoso y el pastoso-vidrioso. Los valores medios de un forraje de cada zona productiva, o los valores de un solo forraje, deberán servir de guía al nutricionista y al mismo ganadero.

POTENCIALIDAD DEL FORRAJE

Los valores de la tabla 5.4, si bien pertenecen a una zona concreta, servirán para explicar cómo a partir de los mismos se puede informar de la potencialidad de un forraje.

En primer lugar puede calcularse la potencialidad del forraje para la vaca de características medias de la zona objeto. A modo de ejemplo tomamos una vaca de 650 Kg de peso vivo y una producción de 9.000 litros de lactación y 3,7% tasa de grasa.

A continuación para el pico de lactación correspondiente a la vaca, se calcula la capacidad de ingestión y sus necesidades energéticas y proteicas, a cuyos valores se les restará los correspondientes al mantenimiento de la vaca. La capacidad de ingestión, expresada en Kg de MS, se obtiene dividiendo la capacidad de ingestión, expresada en UE, por la valoración del forraje en UE/kg MS.

La potencialidad de la energía, expresada en litros de leche del 4% de grasa, se obtiene de dividir por 0,44 (contenido energético en UFL del Kg de leche del 4 % de grasa) la diferencia entre las aportaciones energéticas (Kg MS x UFL/kg MS) y las necesidades energéticas de mantenimiento (función del peso). Para la correcta explicación al ganadero, el valor resultante expresa la producción de leche, que sería posible cubrir con las aportaciones de energía, una vez cumplimentadas las necesidades energéticas de mantenimiento.

La potencialidad de la proteína, expresada en litros de leche del 4% de grasa, se obtiene de dividir por 48 (contenido proteico en g PDI del Kg de leche del 4 % de grasa) la diferencia entre las aportaciones proteicas (Kg MS x g PDIN/Kg MS, o Kg MS x g PDIE/Kg MS, se elige el valor menor de los dos) y las necesidades proteicas de mantenimiento (función del peso). Para la correcta explicación al ganadero, el valor resultante expresa la producción de leche, que sería posible cubrir con las aportaciones de proteína, una vez cumplimentadas las necesidades proteicas de mantenimiento.

En el siguiente esquema, trasladado de una hoja de cálculo, pueden verse los anteriores pasos, con la explicación de las fórmulas empleadas, a modo de guía para un tipo de asesoramiento más práctico.

Ingredientes

Potencialidad de los forrajes. Necesidades de una vaca de 650 Kg, 9.000 litros, 3,7% grasa					
Nombre	Ensilado de maíz		Datos vaca		Cálculos
Valoración nutritiva					
g MS/Kg	292,20	Peso (Kg)	650	Producción pico ¹	41,10
UFL/Kg MS	0,88	Producción lactación	9.000	Semanas post-parto ²	9
PDIN/Kg MS	47,73	Días lactación	290		
PDIE/Kg MS	70,82	Tasa grasa	3,60		
UE/Kg MS	1,25	Tasa grasa referencia	3,70		

¹ producción en el pico = producción a 305 días y a la tasa de grasa de referencia/224

$$[(9.000 \times 385)/(290+80)] \times [(3,7+(10-3,7) \times 3,6/3,7)/10]/224$$

² semanas post-parto = 0,2308 x producción en el pico expresada en el 4% de tasa de grasa. Si este valor es mayor que 12 se toma igual a 12, y si es menor se toma el valor entero

$$[0,2308 \times 41,10 \times (0,4 + 0,15 \times 3,7)]$$

Cálculo de Necesidades para los períodos de post-parto y pico de lactación					
Período	Semanas ¹	Producción ²	Ingestión (UE) ³	Energía ⁴	Proteína ⁴
<i>Post-parto</i>	3	39,56	16,76	19,53	2.233,23
<i>Pico</i>	9	41,10	19,33	22,57	2.303,82

¹ Se toma un punto del post-parto, por ejemplo, el número de semanas post-parto dividido por 3; y para el pico se toma la semana final del post-parto, en este caso igual a 9.

² Se aplica la fórmula de cálculo de la producción: $P_{\text{pico}} \times (1,047 - (0,69 \times e^{(-0,9 \times \text{seml})}))$
 $41,10 \times (1,047 - e^{(0,69 \times 3)})$

³ Se aplica la fórmula de la capacidad de ingestión: $[13,9 + (0,015 \times (\text{Peso} - 600)) + 0,15 \times \text{Producción}] \times I_{\text{lactación}}$
 $I_{\text{lactación}} = 0,7 + (1 - 0,7) \times (1 - e^{-0,16 \times \text{seml}})$
 $[13,9 + (0,015 \times (650 - 600)) + 0,15 \times 39,56] \times [0,7 + (1 - 0,7) \times (1 - e^{-0,16 \times 3})] = 16,76$
 $[13,9 + (0,015 \times (650 - 600)) + 0,15 \times 41,10] \times [0,7 + (1 - 0,7) \times (1 - e^{-0,16 \times 9})] = 19,33$

⁴ El cálculo de las necesidades totales de energía y de proteína no afectan a la determinación de la potencialidad del forraje *ad libitum*, aquí interesa saber la capacidad de ingestión. Se aplican las fórmulas de cálculo.

Cálculo de las Aportaciones del forraje consumido <i>ad libitum</i> , como único alimento, en los períodos de post-parto y pico de la lactación			
Período	Ingestión (Kg MS) ¹	Energía ²	Proteína ³
<i>Post-parto</i>	13,41	11,80	640,05
<i>Pico</i>	15,47	13,61	738,28

¹ MSI = Capacidad de ingestión/Valor repleción 16,76/1,25 = 13,41 Kg MS; 19,33/1,25 = 15,47 Kg MS

² Kg MS ingerida x valor nutritivo 13,41 x 0,88 = 11,80; 15,47 x 0,88 = 13,61

³ Kg MS ingerida x valor nutritivo PDIN o PDIE (el menor de los dos)
13,41 x 47,73 = 640,05; 15,47 x 47,73 = 738,28

Necesidades de mantenimiento (iguales para los dos períodos)	5,3	420
---	-----	-----

Aportaciones menos Necesidades mantenimiento , en los períodos de post-parto y pico de la lactación		
Período	Energía ¹	Proteína ¹
<i>Post-parto</i>	6,50	220,05
<i>Pico</i>	8,31	318,28

¹ Se restan de las aportaciones energéticas las necesidades de mantenimiento (11,80 - 5,3) y (13,61 - 5,3); y se restan de las aportaciones proteicas las necesidades de mantenimiento (640,05 - 420) y (738,28 - 420).

El resultado final de estos cálculos lleva a la siguiente interpretación:

La explotación de vacas de leche

Ingestión del forraje <i>ad libitum</i> y potencialidades medidas en litros de leche para la energía y la proteína aportadas, en los períodos de post-parto y pico de la lactación			
Período	Ingestión (Kg MS)	Energía (l) ¹	Proteína (l) ²
<i>Post-parto</i>	13,41	14,77	4,58
<i>Pico</i>	15,47	18,89	6,63

¹ Se divide el valor de las aportaciones (sustraídas las necesidades de mantenimiento) por 0,44; (6,50/0,44) y (8,31/0,44)

² Se divide el valor de las aportaciones (sustraídas las necesidades de mantenimiento) por 48; (220,05/48) y (318,28/48)

En resumen,

En el post-parto el consumo de 13,41 Kg MS de ensilado de maíz, cubre, por la energía aportada, las necesidades de mantenimiento y una producción de 14,77 litros; y, por la proteína aportada, cubre las necesidades de mantenimiento y una producción de 4,58 litros. Hay, por tanto, un desequilibrio equivalente a 10,19 litros de leche de déficit en proteína. El ensilado de maíz deberá complementarse con otro ingrediente más rico en proteína que en energía.

En el pico el consumo de 15,47 Kg MS de ensilado de maíz, cubre, por la energía aportada, las necesidades de mantenimiento y una producción de 18,89 litros; y, por la proteína aportada, cubre las necesidades de mantenimiento y una producción de 6,63 litros. Hay, por tanto, un desequilibrio equivalente a 12,26 litros de leche de déficit en proteína. El ensilado de maíz deberá complementarse con otro ingrediente más rico en proteína que en energía.

Para una comprensión visual se puede representar de la siguiente forma (gráfico 5.1):

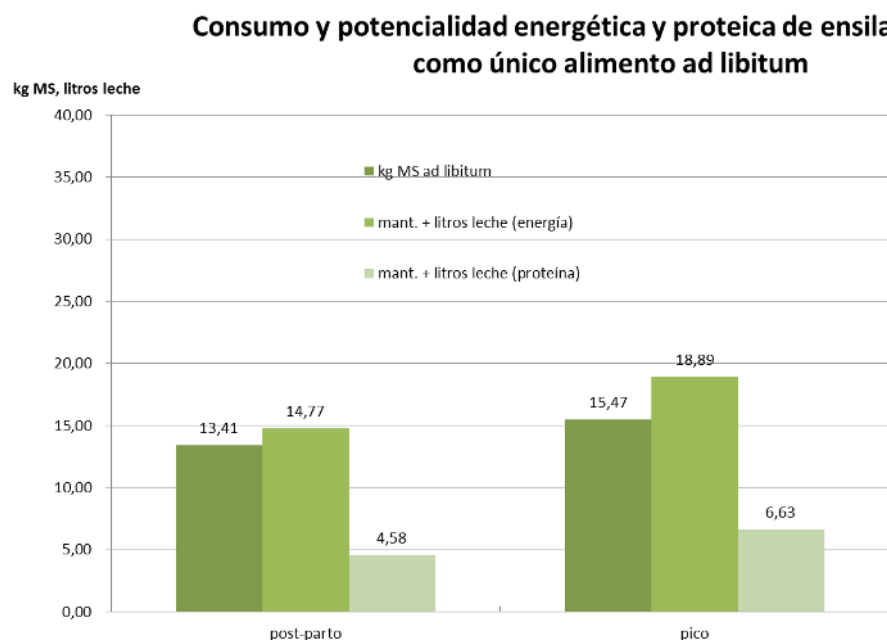


Gráfico 5.1.- Ingestión y potencialidades energética y proteica del ensilado de maíz

ENSILADO DE RAIGRÁS ITALIANO

El raigrás italiano para ensilar en general se hace alrededor del estado fenológico de inicio de espigado o de espigado, en algunos casos una semana antes, o después. También según las zonas, en función del crecimiento del raigrás, se ensilan los rebrotes posteriores a la siega en el estado de espigado.



Raigrás pastado

Raigrás ensilado

No necesita conservantes ya que es una planta con elevado contenido en glúcidos. Los tallos del raigrás, que son hojas enrolladas, tienen más o menos glúcidos según la luminosidad y la temperatura ambiente sean más o menos elevadas. En las tablas INRA (1978, 1888, 2007) el raigrás que aparece es un cultivo característico de climas más fríos, y por ello tienen más hojas y menos glúcidos. El problema del raigrás en zonas más cálidas es que los tallos son más gordos y, por lo tanto, más difíciles de secar, o de pre-secar para ensilar, siendo necesario el acondicionamiento para facilitar la rápida fermentación láctica. El acondicionamiento, juntamente con la riqueza en glúcidos, permite la obtención de un ensilado extraordinario en valor nutritivo. Si a estas condiciones se les añade un picado exacto, que no rompa las fibras sino que las corte, se conseguirá aumentar la ingestibilidad, lo cual es muy importante para el racionamiento de vacas lecheras.

VALORACIÓN NUTRITIVA

El picado, corto o largo, no afecta prácticamente la valoración nutritiva en energía y en proteína, pero sí que afecta, y de manera importante, en la valoración en UE (repleción), ya que entre uno y otro tipo de picado hay una diferencia de hasta 0,13 UE/Kg MS (picado corto entre 0,60 cm. y 1,25 cm., picado largo más de 2 cm.) (INRA, 1988). Esto representa que, por ejemplo, una vaca de 650 Kg de peso vivo, con producción de 9.000 litros de lactación total al 3,7% de grasa pueda comer *ad libitum*, y como único alimento, en el pico de la lactación, hasta un máximo de 16,25 Kg MS de ensilado picado corto. En cambio, de ensilado picado más largo comerá, en las mismas condiciones, 1,61 Kg MS menos, lo cual representa que la potencialidad energética sería suficiente para cubrir el mantenimiento y 22,31 l de leche, en el caso de picado corto, y de

La explotación de vacas de leche

hasta 18,24 l de leche en el picado más largo. Estos 4 litros de menos, en capacidad energética, son, no obstante, poco importantes en comparación a la repleción que provocan uno y otro. Los forrajes con más UE llenan más y hacen que la vaca tenga que comer más concentrados, con el inconveniente de que los concentrados no tienen la capacidad productiva que el análisis químico hace prever (Colucci *et al*, 1982; Dulphy *et al*, 1987).

El estado fenológico en que se ha de ensilar el raigrás tiene mucha importancia, por una parte, por la aportación de nutrientes por Kg de MS, y por la otra por la producción total de MS. Buscar el punto óptimo de recolección es el problema que la explotación ha de resolver, y a menudo no depende de la elección sino de que las condiciones del tiempo atmosférico sean las adecuadas.

Si se compara el ensilado de raigrás en dos estados fenológicos distintos, uno a una semana antes del inicio del espigado, y otro en pleno espigado, para la vaca de 650 Kg de peso vivo y con producción de 9.000 litros de lactación total, se obtiene, en las mismas condiciones óptimas para ensilar, que del primero come, siempre *ad libitum* y como único alimento, 0,4 Kg de MS más que del segundo, y esto representa que potencialmente podrá hacer 5,17 l de más según la riqueza energética, y 3,15 l de más según la riqueza proteica. Puede observarse, entonces, que si bien el valor de repleción es muy similar, la riqueza energética y proteica es muy inferior en el raigrás en pleno espigado que en el recogido a 1 semana antes del inicio de espigado. Es evidente que el manejo de una explotación de vacas lecheras comienza en la planificación forrajera, debiendo encontrar el punto óptimo de la recolección para ensilar el forraje.

De una serie de análisis de ensilados de raigrás se obtuvieron los siguientes resultados (tabla 5.5) (Zaragoza, 1999):

Tabla 5.5. Valores del ensilado de raigrás. Girona. 33 muestras.

	MS, g/Kg	UFL/Kg MS	PDIN/Kg MS	PDIE/Kg MS	UE/Kg MS
Media	254,60	0,85	67,22	64,74	1,14
de ¹	7,25	0,05	12,56	7,48	0,11

¹ desviación estándar

Estos resultados pueden considerarse, en términos generales, bastante aceptables en comparación con los de las tablas INRA (1998, 2007). No obstante, la desviación respecto de la media es, en general, muy alta, ya que se incluyen diferentes estados fenológicos. Por ejemplo, en la MS la variación respecto de la media es del 28%, lo cual obliga, en caso de no tener el recurso del análisis, a tener que observar y valorar sensorialmente cada forraje, como paso previo a su incorporación a la ración.

La potencialidad teórica de un ensilado de raigrás, recolectado en el inicio del espigado y prehenificado, según la valoración INRA (2007), siguiendo el método explicado para el ensilado de maíz, puede observarse en el siguiente gráfico 5.2:

Ingredientes

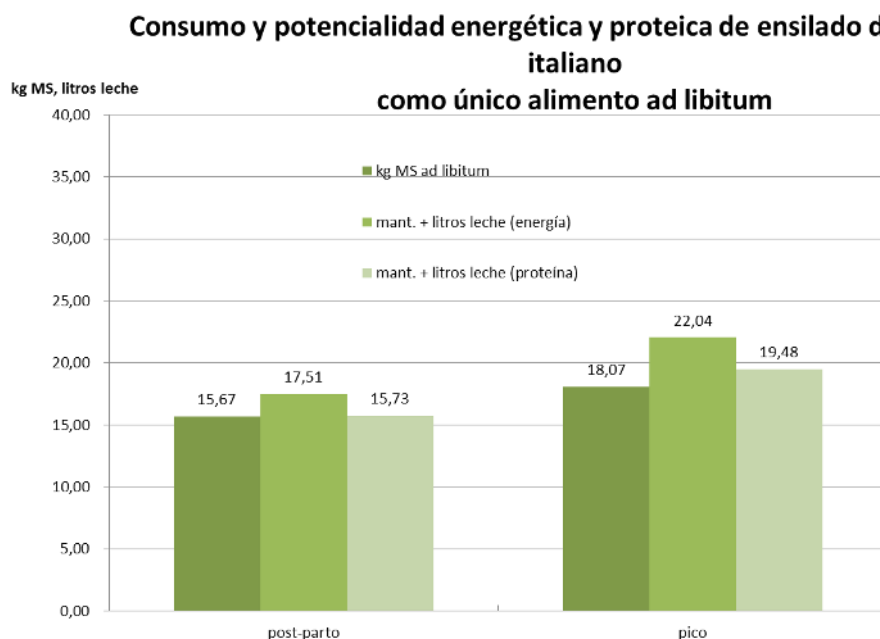


Gráfico 5.2.- Ingestión y potencialidades energética y proteica del ensilado de raigrás italiano

De los anteriores cálculos en comparación con el ensilado de maíz se ve que las potencialidades, energética y proteica, del raigrás es superior a la del maíz, y el desequilibrio es muy pequeño. Este hecho indica que las razones que, a menudo, se aducen para atribuir al maíz la prioridad en el racionamiento de vacas lecheras, no se deben a razones nutritivas sino a otras, como por ejemplo de manejo en la recolección y en el ensilado.

ENSILADOS DE CEREALES DE INVIERNO Y DE PRIMAVERA (TRIGO, CEBADA, AVENA Y TRITICALE)

Los cereales de invierno y de primavera, a parte del aprovechamiento en verde y del más común para grano, se utilizan como ensilados, en general debido a causas de cultivo y no estrictamente nutritivas o alimenticias para las vacas lecheras. A pesar de ello, se han dado resultados muy interesantes en cuanto a la potencialidad de estos ensilados.

La explotación de vacas de leche



Ensilado de triticale



Ensilado de cebada

El principal tema de debate entre los ganaderos es saber la época y el estado fenológico del cereal para ensilar. En el estado de inmaduros, concretamente en el estado lechoso, parece ser que es el estado que más buenos resultados da, ya que con anterioridad a este estado es difícil de pre-secar, y después de este estado son el tallo y las hojas las que pierden valor nutritivo, y, por otra parte el grano, que es el que acumula todo el valor nutritivo, si no se aplasta es difícil de digerir. En el estado lechoso el ensilado se tiene que hacer con una picadora de corte exacto regulado para cortes finos.

De una serie de análisis de ensilados de cebada se obtuvieron los siguientes resultados (tabla 5.6) (Zaragoza, 1999):

Tabla 5.6. Valores del ensilado de cebada. Girona. 7 muestras.

	MS, g/Kg	UFL/Kg MS	PDIN/Kg MS	PDIE/Kg MS	UE/Kg MS
Media	321,40	0,70	61,77	60,23	1,03
de ¹	6,33	0,01	4,56	1,11	0,05

¹ desviación estándar

Estos valores en comparación con los de las tablas INRA (2007), en las cuales solamente hay el ensilado de cebada en el estado lechoso-pastoso, picado finamente, son un poco superiores, tanto en energía (+0,01 UFL), como en proteína (+11,77 PDIN, + 2,23 PDIE), y es más ingestible (- 0,03 UE). El hecho de que haya una variación elevada en contenido de MS, aproximadamente del 20%, indica, en cierto modo, que no hay una misma idea sobre el estado en que se debe cosechar para ensilar; algunos lo hacen próximo al estado lechoso, y otros más allá del pastoso.

Con la finalidad de comparar las potencialidades de este ensilado con las de maíz y las del raigrás, se indican en el siguiente gráfico las relativas al ensilado de cebada de las tablas INRA (2007), siguiendo, lógicamente, el mismo método de estudio (gráfico 5.3).

Ingredientes

Consumo y potencialidad energética y proteica de ensilado de cebada como único alimento ad libitum

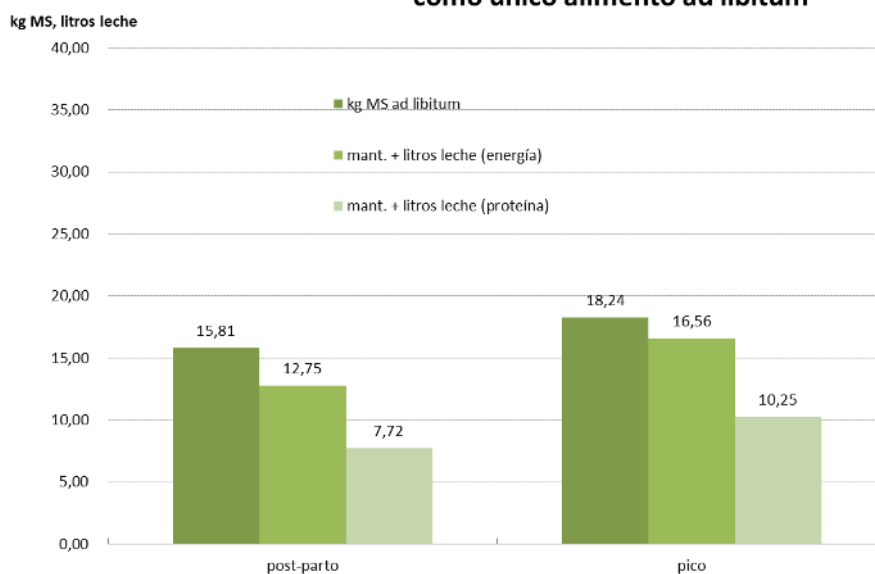


Gráfico 5.3.- Ingestión y potencialidades energética y proteica del ensilado de cebada

Esta potencialidad es superior en ingestión con respecto del ensilado de maíz, inferior aproximadamente en 1 litro en cuanto a energía, y superior en proteína, en casi 4 litros.

Tal y como ya se ha indicado, en las tablas INRA (2007), el ensilado de cebada, en condiciones normales, se hace en el estado lechoso-pastoso, estado que coincide con el de otros lugares (Mills y Kung, 2002), pero con menos MS. En este estado de recolección es imprescindible un buen pre-secado y un picado fino, para evitar la entrada de aire.

ENSILADO DE SORGO

Para la valoración nutritiva del sorgo en verde hay una ecuación específica que sirve para calcular también la energía del ensilado, y es la siguiente (INRA, 1981, 1987):

Ecuación para el sorgo (verde): $EB \text{ Kcal/Kg MS} = 4478 + 1,265 \times MNT_0 \pm 37$

($R = 0,90$) (MNT_0 , materia nitrogenada total en g/Kg materia orgánica)

La explotación de vacas de leche



Ensilado de sorgo

De una serie de análisis de ensilado de sorgo se obtuvieron los siguientes resultados (tabla 5.7) (Zaragoza, 1999):

Tabla 5.7. Valores del ensilado de sorgo. Girona. 7 muestras.

	MS, g/Kg	UFL/Kg MS	PDIN/Kg MS	PDIE/Kg MS	UE/Kg MS
Media	221,0	0,73	46,49	56,98	1,13
de ¹	2,22	0,03	11,49	5,02	0,03

¹ desviación estándar

En las tablas INRA (1988, 2007) no hay ninguna valoración para el sorgo ensilado. No obstante, a partir de la valoración en verde, y si sus valores se comparan con los de la tabla 5.7, parece que el aprovechamiento que se hace es de rebrotes, es decir de los rebrotes que siguen al primer aprovechamiento hecho en el estado de espigado.

La potencialidad teórica de este ensilado de sorgo para la vaca de producción media considerada en el ejemplo que se viene utilizando, es la siguiente:

En el post-parto podría consumir, como único alimento *ad libitum*, 14,83 Kg MS, con una potencialidad energética de 12,57 litros y proteica de 5,77 litros, por encima de las necesidades de mantenimiento.

En el pico de la lactación podría consumir 17,11 Kg MS y 16,34 litros por su aportación energética, y 8,00 litros por la proteica.

Estos valores son muy parecidos al del ensilado de maíz, no tan altos por lo que respecta a la potencialidad energética, y algo superiores en relación a la potencialidad proteica.

ENSILADO DE ALFALFA

El ensilado de alfalfa, como los de la mayoría de las leguminosas es delicado, por el tema de la conservación, pero si se hace un buen picado de alta finura no tiene que haber problemas (INRA, 1983).

Ingredientes

Lo primero que se ha de conseguir es que con el pre-secado se llegue a una MS alrededor del 35%, lógicamente con un buen acondicionamiento, y, a continuación, añadiendo a la masa vegetal un acidificante a manera de conservador, como por ejemplo el ácido fórmico a razón de 5 litros por Tm de verde. Si se consigue el 35% de MS sin pérdida de hojas no es necesaria la incorporación de conservante, en cambio, si se consigue reducir agua hasta alcanzar el 25% de MS es conveniente añadirle (ITCF, 1983). Otros conservantes pueden ser la mezcla de ácido sulfúrico con formol, o bien la de ácido clorhídrico con sulfúrico. Un ensilado de alfalfa bien conservado se consume mejor, en más cantidad, que un ensilado de gramíneas de la misma digestibilidad (ITCF, 1976).

La explotación de la alfalfa se hace de diferentes maneras, pero una recomendable es aquella en la cual el primer corte se da en el estado de botones florales y se ensila; a continuación, para el secado, se espera a que el rebrote alcance el estado de floración, siguiendo con cortes cada 5 semanas a partir de aquel, adaptándose a las mejores condiciones atmosféricas.

VALORACIÓN NUTRITIVA

El ensilado de alfalfa es muy ingestible con valores entre 0,98 y 1,11 UE (INRA, 1988, 2007) y con moderada riqueza energética, entre 0,67 y 0,83 UFL, en cambio es rico en proteína. Como único alimento resultaría muy desequilibrado en proteína, lo cual hace que deba complementarse con concentrados, como cereales.



Ensilado de alfalfa bien picado, sin conservantes



Ensilado de prado natural, bien conservado

ENSILADO DE HIERBA DE PRADO

Es necesario hacer la distinción entre prado permanente y temporal (Seguí *et al*, 2001). El prado permanente es una formación herbácea más o menos dura que recubre completamente el suelo con especies vegetales espontáneas, y pueden ser de dos tipos: a) naturales, prácticamente no influidos por el hombre, los más conocidos son los de medios alpinos y otros pastos de alta montaña, b) semi-

La explotación de vacas de leche

naturales, en los cuales se nota la mano del hombre ya sea mediante desbroces, abandonos de cultivos, siembras, etc.

El prado temporal es un cultivo herbáceo alternativo, compuesto de gramíneas y de leguminosas plurianuales y que es cultivado con el objetivo que sea apto para pastar, segar, ensilar, etc.

Por lo que incumbe al ensilado de un tipo u otro de prado se han de seguir las mismas normas y consideraciones que para gramíneas y/o leguminosas, anteriormente explicadas, y la valoración será función del predominio de unas especies u otras. El ensilado ha de hacerse, para las gramíneas, en el inicio de espigado o en el espigado, según las necesidades de la explotación y las posibilidades de la práctica agronómica, y si el predominio es de leguminosas se ha de hacer al inicio de la salida de los botones florales o en pleno florecimiento de dichos botones (Tisserand, 1982; ITCF, 1983; Seguí, 1996).

Para los prados permanentes es conveniente realizar análisis periódicamente, ya que la variación es importante, tanto en la composición florística como en la nutritiva.

Las asociaciones entre especies son importantes, tanto desde el punto de vista agronómico, por cuanto se incrementa la diversidad florística, como desde el alimenticio, para el aprovechamiento conjunto de las cualidades de las gramíneas y de las leguminosas.

Entre las asociaciones más importantes en los prados permanentes se citan las siguientes:

Gramínea y trébol blanco: El ensilado comporta una disminución de la participación del trébol, pero para evitarlo hará falta ensilar después del aprovechamiento del primer corte, llamado de *castigo*, ya que de esta manera no se penaliza el trébol (ITCF, 1983). Cualquier gramínea de perennidad superior a los tres años es interesante, para la conservación del prado (ejemplos: raigrás inglés, festuca de los prados, fleo).

Gramínea y trébol violeta: el ensilado se hará en el estado de botones florales del trébol, justo después de haber hecho el *castigo* – aprovechamiento precoz que solamente suprime las espigas de la gramínea asociada. El ensilado ha de picarse finamente y con corte exacto, siendo conveniente el acondicionamiento para llegar al 25% de MS (ITCF, 1983). Al ser una leguminosa de perennidad débil la gramínea asociada puede ser el raigrás italiano, el raigrás híbrido o el bromo (ITCF, 1983).

Gramínea y alfalfa: el ensilado, como forma de conservación, es más difícil de conseguir que el heno, debiéndose hacer, bien, al inicio de la floración o, bien, al comienzo de los botones florales de la alfalfa (ITCF, 1983). En caso de hacerse directamente, sin acondicionamiento, se debería añadir un buen conservante, fórmico por ejemplo, a razón de 5 l por t de masa verde. Lo más recomendable es el acondicionamiento con rodillos, y después, una vez secado hasta el 35% MS, picar finamente. Entre las gramíneas, el dactilo es la que mejor se adapta a la alfalfa, y la festuca elevada para las zonas más secas, y el fleo o la festuca de los prados para las zonas con más lluvia (ITCF, 1983).

Cereal y veza o guisante forrajero: es un tipo de asociación interesante ya que el cereal sirve de tutor. El ensilado se hace al formarse las primeras vainas de la leguminosa, y cuando el estado del cereal está entre lechoso y pastoso (ITCF, 1983).

Ingredientes



Ensilado de sorgo, alfalfa y cebada, mal compactado



Ensilado de maíz y avena, bien compactado

HENOS

La henificación es un proceso que permite la conservación a largo plazo de los forrajes. El contenido de agua estructural se baja a una tasa generalmente inferior al 20% (Tisserand, 1982). Todo esto se consigue con ayuda de los factores naturales, calor, sol y viento.

El heno en relación al forraje verde de origen es, en todos los casos, más pobre en glúcidos citoplasmáticos y en materias nitrogenadas, y, por lo que respecta a glúcidos parietales, celulosa y lignina, la henificación aumenta el contenido en relación a la MS (INRA, 1988). El secado en el campo, o la henificación, provoca una disminución más o menos importante del valor alimenticio en relación con el forraje recién cortado. Se tiene que buscar, por tanto, que la planta tenga el máximo valor nutritivo, con una aceptable y buena producción de MS, lo cual puede conseguirse cuando las gramíneas están en el estado de espigado, y las leguminosas en el de botones florales (INRA, 1988, ITCF, 1983, Tisserand, 1982, Seguí, 1996). Todo esto con unas buenas condiciones atmosféricas: tiempo seco y soleado.

El proceso de secado en el campo comprende tres fases: pre-secado, henificado o secado, y entrada o recogida del forraje. En el pre-secado, la planta una vez cortada continúa viva, ya que el contenido estructural de agua así lo permite; en el curso de este tiempo la planta pierde energía a través de la combustión de los glúcidos a causa de la respiración. Si el tiempo es soleado, gracias a la síntesis de la clorofila es posible obtener un incremento de azúcares, aunque este proceso está limitado a las primeras cuatro o cinco horas, convirtiéndose después este balance en negativo (Tisserand, 1982). Lógicamente con tiempo lluvioso, este hecho no se da.

Durante la fase de henificación, propiamente dicha, con lluvia o exceso de humedad se corre el riesgo de arrastrar, con más o menos intensidad y/o amplitud, los elementos solubles – glúcidos, materias nitrogenadas y minerales, en especial el P -.

La explotación de vacas de leche

Una vez acabadas las dos primeras fases, al entrar el heno, o si se manipula para su inclusión a la ración, el riesgo de perder hojas es alto, y esto, en caso de darse, implica una gran pérdida de valor nutritivo, sobretodo en las leguminosas.

En definitiva, el proceso de secado requiere entre dos y cuatro días sin lluvia, y con tiempo soleado. Las pérdidas principales son a causa de la respiración una vez cortado el forraje, y de la lluvia que provocaría la lixiviación. Las pérdidas de MS en el proceso de henificación dependen en gran parte de las condiciones atmosféricas en que se haga. Si son favorables las pérdidas están alrededor de 10-12% de MS, si son condiciones normales estarán entre 12 y 18%, y si las condiciones son desfavorables entre 20 y 30% de la MS (Tisserand, 1982).

Para limitar las pérdidas por respiración es recomendable el uso de los acondicionadores de forrajes, los cuales hacen reventar o lacerar el forraje, con lo que la desecación se acelera. El gran peligro, que a menudo se olvida, es utilizarlos con tiempo lluvioso o con mucha humedad, ya que esto haría aumentar la lixiviación. En buenas condiciones atmosféricas, el acondicionamiento se tiene que hacer inmediatamente después de la siega, ya que sino los tallos pierden rigidez y no se acondicionan bien (Márquez, 1990).

La acción de los acondicionadores puede ser de tres tipos, aplastamiento con formación de roturas longitudinales, plegado del forraje a intervalos fijos con roturas longitudinales, y laceración producida por choques y rozamientos (Márquez, 1990).

Normalmente el acondicionador va asociado a la segadora, y es importante que la anchura del mismo sea igual a la de la siega, ya que si es inferior el acondicionamiento es menos intenso, aumentándose el tiempo de secado.

Los tipos de acondicionadores son de rodillo y de dedos. Los de dedos laceran por choque de diferentes filas de dedos montados en un eje horizontal, que tiene un movimiento de rotación. Se han extendido mucho a causa de las segadoras de disco y de tambor, en las cuales el forraje no sale en toda la anchura de cortado, y si el acondicionador es de rodillo no actúan de manera uniforme. En cambio los dedos colocados entre cada dos discos o tambores consecutivos se adaptan mejor.

Los de rodillo son dobles, uno contra el otro, girando en sentido contrario, y pueden ser los dos lisos, los dos dentados, o uno liso y el otro dentado. Los dos lisos (*crusher*) tienen una capacidad de succión del forraje pequeña, por lo que necesitan otro rodillo que actúe de alimentador (Márquez, 1990). Aplastan mucho y son agresivos, ya que aplastan el tallo en toda su longitud. Los dos dentados (*crimper*), están engranados uno contra el otro, lo que provoca muchas pérdidas de hojas, y por este motivo no son muy recomendables para las leguminosas, en especial la alfalfa. Rompen el forraje a intervalos de 3-5 cm.

Los dos rodillos, uno liso y el otro dentado, son los más utilizados. El dentado se monta en la parte inferior y es de diámetro menor. El aplastado se realiza a intervalos regulares de unos 3 cm., y por este motivo no son tan agresivos.

La *segadora acondicionadora* es como una recogedora picadora, sin contra-corte y con cortantes en forma de cuchara. La hierba queda cortada en trozos largos, más o menos rotos, alzados y proyectados contra el cárter, con lo cual la desecación es más rápida (Duthil, 1989).

Otro sistema para aumentar la pérdida de humedad es el uso de *rastrillos*, los cuales esparcen el forraje para que las áreas del mismo en contacto con el aire varíen, y se produzca un mejor intercambio que

Ingredientes

acelere la desecación. Nunca se tienen que utilizar *rastrillos* si la humedad del forraje es inferior a 35-40% ya que se perderían hojas.

Un sistema de secado, intermedio entre el secado en el campo y la deshidratación, es el secado en granja, que consiste en realizar un pre-secado de uno o dos días, con buen tiempo, para así reducir la humedad a niveles de 45-50%, y, a continuación, entrar el forraje en áreas de circulación o ventilación de aire, a temperatura ambiente o calentada.

VALOR SENSORIAL

De la misma manera que se hizo con la valoración sensorial de los ensilados, se incluye a continuación una guía para determinar el valor sensorial de los henos. Para cada epígrafe (color, olor, consistencia al tacto y composición) se marca la valoración y el resultado final de la valoración sensorial será el promedio.

Guía para determinar el valor sensorial de los henos			
<u>Color</u>	Valoración	<u>Olor</u>	Valoración
Verde brillante	<i>Buena 5</i>	a hierba seca	<i>Buena 5</i>
Verde apagado	<i>Regular, alta 4</i>	no huele	<i>Regular, alta 4</i>
Verde amarillento	<i>Regular 3</i>	a húmedo	<i>Regular 3</i>
Amarillento	<i>Regular, baja 2</i>	a quemado	<i>Regular, baja 2</i>
Marrón claro	<i>Baja 1</i>	a caramelo	<i>Baja 1</i>
Marrón oscuro	<i>Muy baja 0</i>	a tufo	<i>Muy baja 0</i>
<u>Consistencia al tacto</u>	Valoración	<u>Composición</u>	Valoración
Flexible, no se rompe al doblarlo	<i>Buena 5</i>	muchas hojas, tallos delgados	<i>Buena 5</i>
Más flexible que rígido, algunas partículas se rompen	<i>Regular, alta 4</i>	más hojas que tallos	<i>Regular, alta 4</i>
Más rígido que flexible, muchas partículas se rompen	<i>Regular 3</i>	igual proporción hojas/tallos, tallos gruesos	<i>Regular 3</i>
Al doblarlo se rompe haciendo ruido	<i>Regular, baja 2</i>	tallos gruesos, pocas hojas	<i>Regular, baja 2</i>
Al doblarlo se rompe, desprende polvo	<i>Baja 1</i>	espigas o flores	<i>Baja 1</i>
Al doblarlo o manipularlo sale mucho polvo	<i>Muy baja 0</i>	tallos gruesos, lignificados	<i>Muy baja 0</i>

DESHIDRATADOS

La deshidratación es una técnica de secado, mediante aire calentado para estabilizar rápidamente el producto y conservarlo (ITCF, 1977). Si el forraje se somete a altas presiones se obtiene un aglomerado entre 5 y 8 veces más denso que el secado normal (ITCF, 1977).

La deshidratación artificial consiste en la desecación rápida, mediante altas temperaturas y procesos de presión. En pocos minutos la temperatura pasa a valores entre 200 y 900°C, dependiendo del proceso

La explotación de vacas de leche

(Tisserand, 1982). El objetivo es que a las pocas horas de haber segado el forraje consiga su estabilización, con un mínimo de pérdidas de MS, como máximo del 10%. Los sistemas de deshidratación a menudo se combinan con la *pelletización* o *laminación*, que hacen reducir las partículas de los forrajes, y promueven el aumento de la ingestión. No obstante, además de esto, hay otros cambios que para el rumiante no son siempre positivos. Con la ingestión de forrajes deshidratados y *pelletizados*, se aumenta la velocidad de tránsito de las partículas, produciéndose la depresión de la digestibilidad de la fibra por falta de tiempo para la digestión, el decrecimiento en la producción de metano, y el aumento de la relación entre propiónico y acético (Van Soest, 1982). Y todo esto se ha de valorar. En general, los forrajes de alta calidad con bajo contenido en paredes celulares dan una respuesta en eficiencia más baja que los que contienen más paredes celulares pero de calidad media (Van Soest, 1982).

Hay tres procedimientos de aglomeración para los deshidratados: la condensación, la compactación y la compresión (Tisserand, 1982). El forraje condensado es el que previamente se ha molido y se ha aglomerado por un sistema de presión en cadena; el forraje compactado es el que se ha aglomerado directamente, sin moler, mediante el sistema de presión en cadena, y el forraje comprimido es el aglomerado mediante un sistema de pistones, sin molerlo previamente, siendo el más próximo al forraje segado.

La presentación de los productos deshidratados influye sobre el valor alimenticio, por lo que debe hacerse la evaluación granulométrica. Si la actividad celulolítica del forraje segado fuese 100, para el comprimido sería de 90, para el compactado de 80, y para el condensado de 70 o de 50, según sea de 20 mm o 3 mm su dimensión, respectivamente. En consecuencia, para la vaca lechera la distribución exclusiva de forraje deshidratado condensado o compactado es poco recomendable (Tisserand, 1982). Prueba que evidencia la diferencia entre *forrajes* y *no forrajes*, bajo la perspectiva del funcionamiento ruminal.

En los procesos de secado, sea henificación o deshidratación, se tienen que extremar las precauciones y seguir cuidadosamente las normas de los mismos, en cuanto al estado de recolección, de las condiciones atmosféricas, y de la manipulación del forraje, y en especial en la alfalfa, ya que se pueden perder muchas hojas, y la digestibilidad de la materia orgánica puede bajar hasta 0,101 puntos del valor que tendría la planta en fresco (Demarquilly *et al*, 1995).

Tanto en el forraje secado como en el deshidratado, el calentamiento está asociado con la actividad microbiana, en particular si se embala y almacena demasiado húmedo (Van Soest, 1982). Un calentamiento limitado o moderado puede beneficiar la proteína mediante el proceso de coagulación, el cual hará que sean menos degradables en el rumen, permitiéndose su paso hacia el intestino. El calentamiento excesivo induce a reacciones no enzimáticas de coloración (reacciones de Maillard), con el resultado de menos proteínas y carbohidratos digestibles. El aspecto del heno que ha sufrido estas reacciones es el de color más oscuro, olor a tabaco y gusto a caramelo. Es más apetecible pero menos nutritivo. También el exceso de humedad en el momento de almacenarlo puede producir la aparición de hongos como el *Aspergillus fumigatus* que puede provocar trastornos respiratorios en los animales que lo consuman (Yiannikouris y Jouany, 2002).

CARACTERÍSTICAS DE LOS PRINCIPALES HENOS

HENO DE ALFALFA (ALFALFA EN RAMA)

La mayor parte de las variedades cultivadas son hibridaciones naturales, que en muchos casos han tomado el nombre de las zonas de origen (Aragón, Empordà, Europa, Everest, etc.). Normalmente se explota entre 4 y 5 años, siendo muy resistente a los terrenos secos, a causa de su raíz pivotante. Es muy poco resistente a suelos ácidos. El aprovechamiento principal es en seco (heno o deshidratado), aunque el ensilado cada vez cobra más importancia.

En el proceso de acondicionamiento tiene que vigilarse la presión entre los rodillos, ya que una presión excesiva perjudica el valor nutritivo al aplastar demasiado las hojas. Si las hojas de alfalfa salen negras, es un síntoma claro de que la presión es demasiado alta, y se tendrán que aflojar los rodillos. La hoja tiene que salir intacta. Si en el proceso de la henificación o secado en el campo se tuvieran en consideración todos los factores, a parte de los propios del tiempo atmosférico, los resultados serían mejores, ya que no debería haber diferencias de calidad entre el secado en el campo y el deshidratado, con buenas de condiciones atmosféricas.

La alfalfa es muy sensible a la siega demasiado frecuente, aconsejándose que cada año la alfalfa florezca al menos una vez, de esta manera las reservas radicales se reconstituirán, ya que lo hacen al inicio de la floración. El estado fenológico ideal de aprovechamiento es en el de botones florales, si bien los aprovechamientos de los rebrotes, entre 6 y 8 semanas, que siguen al primer corte en el estado de floración, son igualmente ideales.

VALORACIÓN NUTRITIVA

La valoración nutritiva del heno, elaborado durante el estado de botones florales, es de 0,67 UFL, 114 g PDIN, 91 g PDIE, 1,03 UE (INRA, 2007), siendo, por lo tanto, un alimento bastante ingestible y proteico y, en cambio, pobre en energía. Una característica importante es la riqueza en Ca, con valores superiores a los 12 g/Kg MS, lo cual lo hace poco aconsejable para las vacas secas. En el estado de floración, respecto del heno realizado en el estado de botones, es inferior en 0,05 UFL, 7 g PDIN, 4 g PDIE, y las UE superiores en 0,01 (INRA, 1988).

Los valores nutritivos del heno elaborado en los diferentes aprovechamientos o cortes que siguen a la siega en floración, son parecidos a los del estado de botones florales. De una serie de análisis del heno de alfalfa se obtuvieron unas valoraciones nutritivas, según se indica en la tabla 5.8 (Zaragoza, 1999), que pueden considerarse, en términos generales, bastante aceptables en comparación con las tablas INRA (1988, 2007).

La explotación de vacas de leche



Heno de alfalfa, valoración sensorial excelente: hojas, verde, flexible, olor a heno

Tabla 5.8. Valores del heno de alfalfa. Girona. 33 muestras.

	MS, g/Kg	UFL/Kg MS	PDIN/Kg MS	PDIE/Kg MS	UE/Kg MS
Media	884,5	0,67	111,30	92,70	1,01
de ¹	1,31	0,03	15,78	5,94	0,04

¹ desviación estándar

La potencialidad teórica de este heno de alfalfa para la vaca de producción media considerada en el ejemplo (650 Kg peso vivo y 9.000 litros de lactación) puede verse en el gráfico siguiente (gráfico 5.4):

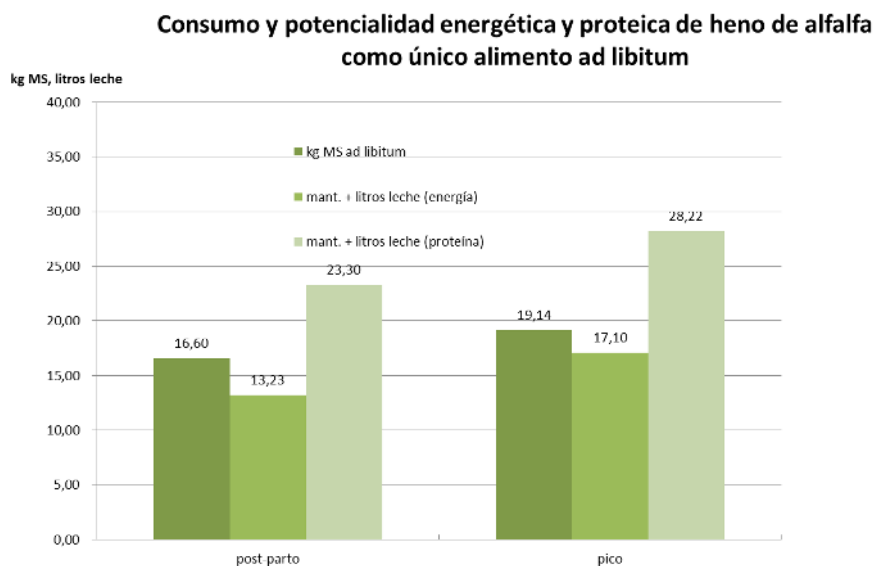


Gráfico 5.4.- Ingestión y potencialidades del heno de alfalfa, de diferentes muestras

Ingredientes

Como puede observarse es un alimento muy ingestible y muy proteico con un contenido moderado de energía. Es un excelente complemento de los ensilados de maíz, de raigrás y de cereales de invierno; ya que permite equilibrar, solamente con forrajes, la potencialidad energética con la proteica.

ALFALFA DESHIDRATADA

Se conoce por alfalfa deshidratada a la que proviene de las industrias deshidratadoras de forrajes. De una serie de análisis de muestras de alfalfa deshidratada se obtuvieron los siguientes resultados (tabla 5.9) (Zaragoza, 1999):

Tabla 5.9. Valores de la alfalfa deshidratada. Girona. 10 muestras.

	MS, g/Kg	UFL/Kg MS	PDIN/Kg MS	PDIE/Kg MS	UE/Kg MS
Media	895,30	0,68	102,74	89,03	1,00
de ¹	2,04	0,04	12,44	6,53	0,03

¹desviación estándar

Estos resultados pueden considerarse, en términos generales, parecidos a los de la alfalfa secada en el campo, si bien son ligeramente superiores en energía (+ 0,01 UFL), pero son, netamente inferiores en proteína (- 8,56 PDIN, - 3,67 PDIE). Estas diferencias aunque no son muy altas, se esperarían que fueran al revés, ya que la deshidratación se hace para eludir las malas condiciones atmosféricas y quitar trabajo al ganadero.



Alfalfa deshidratada. El proceso de deshidratación, en general, pulveriza las hojas

La explotación de vacas de leche

En referencia a la alfalfa deshidratada condensada (triturada o molida y aglomerada), hay una serie de fórmulas o ecuaciones para calcular su valor energético, válidas sólo si el material no se ha enriquecido con N mediante la adición de urea o de otras fuentes de nitrógeno no proteico (Demarquilly, 1993). En primer lugar, la energía bruta sobre materia orgánica (EB_o) es función del contenido en MNT_o o PB_o, también sobre materia orgánica:

$$EB_o \text{ Kcal/Kg MO} = 4618 + 2,051 \times MNT_o \pm 64 \quad (R = 0,642, n = 27)$$

MNT_o, materia nitrogenada total en g/Kg materia orgánica

La digestibilidad de la energía (dE) depende de la digestibilidad de la materia orgánica (dMO):

$$dE = 1,003 \times dMO - 0,030 \pm 0,009 \quad (R = 0,986, n = 31)$$

Y, por último, la dMO se obtiene mediante una ecuación de previsión en la cual intervienen la MNT_o y el contenido en FB_o:

$$dMO = 0,668 + 0,00069 \times MNT_o - 0,00065 \times FB_o \pm 0,023 \quad (R = 0,905, n = 25)$$

MNT_o y FB_o en g/Kg MO

La alfalfa deshidratada condensada no tiene valoración de repleción UE. Según algunos autores (Thénard *et al*, 2002) en raciones *unifeed* la alfalfa deshidratada presentada, bien en forma de tapones de 25 cm. de diámetro, bien en cubos de 40 mm. de lado, o bien en bala, con contenido de PB entre 17 y 18% sobre MS, es un buen ingrediente, de tal manera que su incorporación puede reducir la de la torta de soja. La incorporación de 3 Kg de alfalfa deshidratada permite disminuir 0,35 Kg de *turtó* de soja, sin modificar la producción de leche. Obsérvese que, en este caso, la alfalfa se considera, a efectos de rumia, como un concentrado.

HENO DE RAIGRÁS ITALIANO

De una serie de análisis de henos de raigrás, sin especificar su estado fenológico de recolección se obtuvieron los siguientes resultados (tabla 5.10) (Zaragoza, 1999):

Tabla 5.10. Valores del heno de raigrás. Girona. 15 muestras.

	MS, g/Kg	UFL/Kg MS	PDIN/Kg MS	PDIE/Kg MS	UE/Kg MS
Media	88,24	0,69	62,45	73,55	1,18
de ¹	3,09	0,02	14,86	5,97	0,10

¹ desviación estándar

De las tablas de alimentos de INRA (1988) NRC (1989, 2001) y IAMZ (1981) se confeccionó una tabla conjunta, aplicando a cada ingrediente no proveniente de las tablas INRA las ecuaciones de valoración INRA (Seguí, 2003). Los valores medios del heno de raigrás, en todos sus estados, se indican en la tabla 5.11 para poder comparar con los de la tabla anterior.

Ingredientes

Tabla 5.11. Valores medios del heno de raigrás de la tabla conjunta de alimentos

	MS, g/Kg	UFL/Kg MS	PDIN/Kg MS	PDIE/Kg MS	UE/Kg MS
Media	86,66	0,72	64,44	78,06	1,12
de ¹	3,04	0,10	22,13	13,30	0,05

Incluye todos los estados fenológicos; ¹ desviación estándar

Se observa, por tanto, que el valor energético es inferior en las muestras recogidas, en comparación con la media de las tablas, con todos los estados fenológicos, si bien en los resultados de las muestras la variación entorno de la media es del 2,9% mientras que para la media de la tabla conjunta es del 13,8%. Sin duda, esto indica que el heno de raigrás en las comarcas estudiadas se elabora en un estado avanzado en la mayoría de los casos, entre el inicio de espigado y el pleno espigado. De los valores de las unidades UE se deduce que, efectivamente, el heno se elabora ya en estados próximos al pleno espigado.

La potencialidad teórica de este heno de raigrás (media de tablas) para la vaca de producción media considerada en el ejemplo (650 Kg peso vivo y 9.000 litros de lactación) se representa en el gráfico siguiente (grafico 5.5):

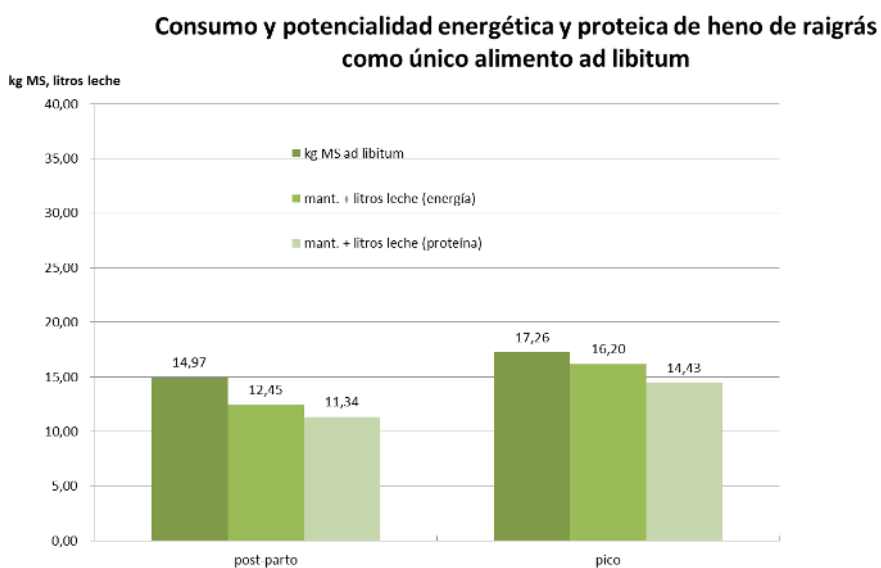


Gráfico 5.5.- Ingestión y potencialidades del heno de raigrás, media de tablas

Puede observarse que la potencialidad es elevada tratándose de un heno de gramínea, media de todos los estados fenológicos y sistemas de elaboración, así como de distintas procedencias geográficas, con lo que se demuestra una vez más el interés de estos forrajes en el racionamiento alimenticio de la vaca, contrariamente a la opinión de que los forrajes aportan poco.

La explotación de vacas de leche



Heno de raigrás italiano

HENO DE CERALES DE INVIERNO

En la tabla 5.12 se incluyen los valores de unos análisis de heno de avena en floración de diversas explotaciones (Zaragoza, 1999):

Tabla 5.12. Valores del heno de avena en flor. Girona. 5 muestras.

	MS, g/Kg	UFL/Kg MS	PDIN/Kg MS	PDIE/Kg MS	UE/Kg MS
Media	904,50	0,75	41,34	69,37	1,27
de ¹	1,00	0,02	7,95	2,82	0,10

¹ desviación estándar

La potencialidad teórica de este heno de avena en flor para la vaca de producción media considerada en el ejemplo (650 Kg peso vivo y 9.000 litros de lactación) se representa en el gráfico 5.6.

Ingredientes

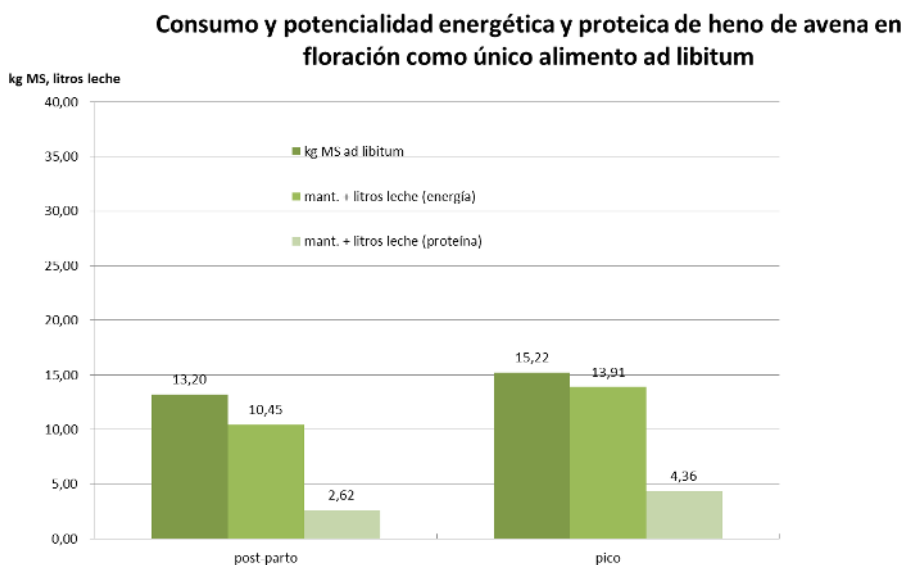


Gráfico 5.6.- Ingestión y potencialidades energética y proteica del heno de avena

Esta potencialidad indica una buena ingestión, aunque provoca una repleción superior que el heno de alfalfa, siendo muy baja su potencialidad proteica, y aceptable la energética. No obstante, su consumo es apetecible ya que provoca una insalivación importante, y su fibra larga forma una malla o red en el rumen que facilita la digestión de los concentrados (Van Soest, 1982).

SUBPRODUCTOS Y CONCENTRADOS

INCORPORACIÓN DE GRASA A LAS RACIONES

Sobre este punto se ha desarrollado un apartado del capítulo de alimentación. Ahora se verán algunos ingredientes con alto contenido en grasa. De las tablas de alimentos, tabla conjunta (Seguí, 2003) si se calculan las medias del contenido en grasa de los diferentes grupos de ingredientes se obtienen los siguientes resultados (tabla 5.13).

Puede comprobarse que los cereales incluyen derivados a los cuales se ha extraído almidón y por tanto tienen un contenido más alto en grasa que, por ejemplo, el grano de maíz o la misma cebada, que tienen, respectivamente, 3,5 y 1,8 %. De esta manera la torta o turtó de gérmenes de maíz tiene un porcentaje de grasa del 8,2, y el bagazo de cervecera de 8,6, ingredientes que entran en el grupo de concentrados.

La explotación de vacas de leche

Tabla 5.13. Contenido de grasa por grupos de ingredientes

Grupo de ingredientes	N ¹	% grasa (EE) sobre MS	dE ²
Forrajes verdes	295	2,58	0,90
Forrajes ensilados	102	2,54	0,83
Forrajes secos	66	1,20	0,20
Concentrados (todos) ³	137	7,11	12,18
Proteoleaginosas	67	8,81	12,18
Cereales	41	4,08	2,33

¹ N: número de ingredientes ²dE: desviación estándar. ³Incluye los cereales y las proteoleaginosas

Igualmente en el grupo de proteoleaginosas, la media es de 8,81 %, y, por ejemplo, la torta de soja del 44 %, que es un ingrediente habitual de las raciones, tiene un 2,2 %.

Pueden hacerse cálculos sobre el contenido de grasa de las raciones usuales para vacas de leche. Evidentemente que si las vacas no dependiesen del hombre, el contenido en grasa de las raciones estaría alrededor del 2,5 %. El caso es que, por ejemplo, una ración de 22 Kg MS (50:50 F:C), que tenga para un Kg de MS: ensilado de maíz (0,35 Kg), heno de alfalfa (0,15 Kg), maíz en grano (0,35 Kg), y turtó de soja (0,15 Kg); el contenido total de grasa sería de 0,63 Kg, o sea el contenido de EE sobre MS sería de 2,87%. Estos cálculos concuerdan con NRC (2001), en que las mezclas de forrajes y granos de cereales contienen cómo máximo el 3% de grasa, y que, a partir de aquí, se debe considerar que una ración está suplementada con grasa.

La incorporación de grasa (se entiende grasa añadida por encima del aportado por los ingredientes de la ración), en la mayoría de situaciones, debe respetar que la grasa total de la ración no supere el 6% o 7 % sobre MS (NRC, 2001).

Es interesante subrayar que la incorporación de grasa, con la reducción de MS que conlleva su inclusión, no debe provocar ninguna disminución de la apetencia. Todas las grasas derivadas de semillas, que se pueden incluir en la ración están valoradas en 2,75 UFL/Kg MS (Sauvant *et al*, 2002).

La grasa no debe deprimir la fermentación ruminal. De hecho cuando se incorporan semillas oleaginosas (que tienen muchos ácidos grasos no saturados) la liberación de AG es lenta y la fermentación ruminal no se ve afectada. Posiblemente se deberá vigilar el trinchar las semillas con los carros *unifeed*, para no provocar enranciamientos.

Si se incorpora grasa suplementaria a los rumiantes, debe tenerse en cuenta que la digestibilidad del Ca baja (NRC, 2001), y se tendrán que ajustar a la nueva situación. Los AG pueden formar jabones insolubles con cationes en el rumen, reduciendo con esto la absorción del Mg en el rumen y del Ca en el intestino.

PRINCIPALES CONCENTRADOS Y SUBPRODUCTOS

En la tabla siguiente se presentan algunos concentrados y subproductos usuales en las raciones. Las referencias bibliográficas consultadas son múltiples (Alibés *et al.*, 1979, 1983; Coppock y Wilks, 1991;

Ingredientes

Cullison y Lowrey, 1987; Falk *et al.*, 1992; Gasa y Castrillo, 1991; Gómez Cabrera y Molina Alcaide, 1989; Grasser *et al.*, 1995; Mohamed *et al.*, 1988; Morel d'Arleux, 1984; Piccioni, 1989; Vidal, 1979; De Blas *et al.*, 2003).

Trigo y derivados



El grano y la harina de trigo pueden entrar en las mezclas de concentrados o directamente en la ración. El grano es mejor consumirlo aplastado que molido, a efectos digestivos. Tiene más almidón que la cebada, pero se degrada más rápidamente, con lo cual su incorporación a las dietas es menor. Todos los subproductos de molinería pueden incorporarse a las mezclas. Son de composición variable, se recomienda su análisis antes de la incorporación. Aportan fibra, a falta de forrajes; El raigrás en estado hoja tiene alrededor de 23% en FB, y el salvado más basto puede llegar al 12%. En general, en los derivados la degradabilidad del almidón es alta (superior al grano) y de mayor velocidad.

Cada ración debe estudiarse en su conjunto. En general, en raciones con alto contenido en concentrados interesa que el almidón de los granos y derivados sea de degradación ruminal lenta, para no provocar acidosis (aumento de ácido láctico). En cambio, en raciones con alto contenido en forrajes, la degradación de los glúcidos y del almidón puede ser más rápida, para así aprovechar el suministro de energía hacia la población microbiana.

Mijo



Es menos energético (0,99 UFL) que la cebada (1,11 UFL) por Kg de MS. Es un alimento equilibrado para la producción de leche, y su proteína no es tan degradable como la de la cebada, por ejemplo (83 vs 30 gr. PDIA) sobre un contenido total de PDIE (102 cebada, 122 mijo). El porcentaje máximo de incorporación a las mezclas de concentrados es del 15 % sobre MS. Su contenido en almidón es del orden de la cebada (algo superior) y el trigo (algo inferior), y de degradación más lenta.

(Foto <http://lavozdechile.com/category/agricultura/>)

Triticale



El contenido en ergotina lo hacen poco recomendable. Aunque se tiene que limpiar bien antes de suministrarlo, si hay "cornezuelo" puede provocar abortos y bajas fertilidades. Por lo demás puede considerarse su uso como el trigo. (Foto: http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-547753093-1-kilo-semillas-de-triticale-t-5-triticosecale-aestivum-_JM)

La explotación de vacas de leche

Maíz y derivados



El grano y la harina de maíz pueden entrar en la composición de la parte concentrada de la ración, siempre en función del ingrediente principal (forraje). Junto con la patata y la mandioca, tiene un alto contenido en almidón, de velocidad de degradación lenta. En comparación, por ejemplo, con la mandioca, tiene menos almidón, pero se degrada más lentamente. La mandioca tendrá límite en el consumo, y el maíz no.

Glutenfeed



El *glutenfeed* (harina de maíz, salvado, gluten y agua de condensación) es poco apetecible. En la formación de los piensos se recomienda no pasar del 20%. Las incorporaciones usuales están en el 15%. Es deficitario en minerales. Tiene poco almidón (22,5% frente al 74% del maíz), y se degrada en el rumen con velocidad superior al del maíz.

El gluten aporta proteína de manera que el *glutenfeed* o sémola de maíz, es rico en proteína digestible (PDIN 145, PDIE 125)

El *glutenmeal* (gluten y almidón) puede entrar en los piensos del mismo modo que el *glutenfeed*. Tiene menos almidón que el *glutenfeed*, y más soluble, y, sin embargo, se degrada en el rumen más lentamente. Es más apetecible.

Mezcla de maíz, soja y gluten



Sorgo



El contenido en taninos del grano hace que sea un alimento poco apetecible. La incorporación máxima en la mezcla de concentrados está alrededor del 30 % de la MS. Las variedades de color pardo tienen más taninos (son sus defensas ante un entorno árido), y las de color amarillo son las más utilizadas en grano. En comparación al grano de maíz es un poco menos rico en energía, pero más rico, ligeramente, en proteína. De hecho su contenido en almidón es similar, así como su velocidad de degradación, si bien no se degrada en la proporción del maíz (57,9% maíz vs 52,5% sorgo). Por tanto, el único inconveniente sería el contenido en taninos.

(Foto: [http://listado.mercadolibre.com.mx/semilla-sorgo#D\[A:semilla-sorgo,B:4\]](http://listado.mercadolibre.com.mx/semilla-sorgo#D[A:semilla-sorgo,B:4]))

Ingredientes

Mandioca



Es la raíz desecada, molida y granulada, tiene mucho almidón, y puede provocar acidosis. La incorporación a la parte concentrada de la ración debe estar, como máximo, alrededor del 10 % de la MS. Su elevado contenido en almidón, algo inferior al arroz, pero superior al maíz, y su rápida velocidad de degradación en el rumen (12,2 %/hora) limitan su uso.

(Foto:

<https://www.specialfruit.com/es/productos/detail/mandioca/Hzffz>)

Soja y derivados



Las **tortas** son ricas en proteína y energía, teniendo un amplio uso en bovino.

La valoración nutritiva de la torta de soja 44, se aproxima a estos valores, por Kg MS (INRA, 1989): 1,14 UFL, 348 gr. PDIN y 241 gr. PDIE, con un % de proteína no degradable en el rumen, sobre el contenido de PDIE, del 76%. Es un alimento de amplio uso en raciones y piensos. Estos valores se incluyen aquí para que el lector pueda compararlos con algunas tortas o núcleos llamados protegidos, que a menudo se incluyen en las raciones, ya que en realidad muchas veces tienen una valoración inferior a la torta.

Torta de soja 44%



Las tortas curtidas – tratamientos térmicos – mejoran el contenido de proteína no degradable (PDIA).

La **cascarilla de soja** parece un alimento interesante para vacas de leche, tiene fibra con poca lignina. Si a la ración se incorporan grasas, la cascarilla neutraliza la acción bactericida de la grasa en el rumen. En la ración se puede incorporar hasta 7 Kg por vaca y día. Su valoración nutritiva (INRA, 2007) por Kg MS es alta: 1,01 UFL, 84 gr. PDIN y 109 gr. PDIE

Cascarilla de soja



La explotación de vacas de leche

Cebada y derivados

Cebada aplastada



Harina de cebada



Bagazo de cervecería



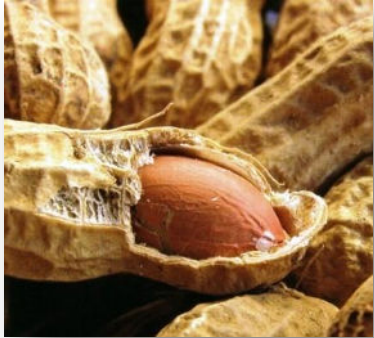


Detalle de enmohecimiento del bagazo



El **grano y la harina de cebada** pueden entrar en los piensos o en la parte concentrada de la ración. La digestibilidad de la cebada en vacas de leche puede ser muy variable, pasando de valores de 0,416 a 0,908, según la proporción de la MS forrajera de la ración (a menos proporción menos digestibilidad) y de si se da entero o aplastado. Aplastado mejora la digestibilidad. Su almidón (alrededor de 600 gr./Kg MS) se degrada casi por completo en el rumen, y a alta velocidad.

El **bagazo de cervecería**, subproducto de la elaboración de cerveza, se recomienda no sobrepasar de 3 Kg MS por vaca y día (14 Kg del 21% de MS). Según algunos autores, si se incorpora a dosis superiores al 15 % de la MS total (aproximadamente, 3 Kg MS/día) de la ración la tasa de grasa baja. Es rico en proteína no degradable, aproximadamente 156 gr. PDIA sobre 189 gr. PDIE, es decir el 82%; superior al de la torta de soja 44, (76% PDIA sobre PDIE). Esto hace del bagazo un alimento muy interesante en aquellas zonas donde el suministro es viable. El problema es su conservación, ya que el exceso de agua y su contenido elevado en proteínas pueden provocar el enmohecimiento. El **bagazo seco** tiene pérdidas por calentamiento, sobre todo en proteínas.


Ingredientes

<p>Cacahuete</p> 	<p>La torta de extracción mecánica puede tener, a causa de la alteración de los mohos, micotoxinas procedentes de la descomposición proteica, que son tóxicos. Es un problema muy general de las extracciones mecánicas. La incorporación máxima recomendable está entre el 6 % y el 10% de MS de las mezclas de concentrados.</p> <p>(Foto: http://www.tiendadesemillas.es/Cacahuete-Mani-Arachis-hypogaea-calidad-7-Semillas)</p>
<p>Coco</p> 	<p>La torta de coco (copra) es muy apetecible; se debe vigilar que el contenido en grasa sea inferior al 8 %. La incorporación máxima recomendable está alrededor del 30 % de la MS de las mezclas de concentrados, siendo lo normal no pasar del 10%.</p>
<p>Colza</p> 	<p>El grano puede incorporarse hasta un máximo del 3 % de la MS de los piensos. Tiene el problema de la hidrólisis de los glucosinatos, que son compuestos bociogénicos - tiocianatos, isocianatos, etc. - de los nitritos, y pueden ir a la leche.</p> <p>Las tortas deben proceder de la extracción de aceite de la <i>brassica napus</i>; si proceden de la <i>brassica nigra</i> o de la <i>brassica sinapsis</i> es un fraude. La incorporación máxima es del 10 % de la MS de las mezclas de concentrados.</p> <p>La torta de colza "curtido" (<i>tannée</i>) puede pasar tiocianatos a la leche, y por esta razón la incorporación máxima debe ser del 10 % de la MS de las mezclas de concentrados.</p>

La explotación de vacas de leche

	<p>La cáscara puede entrar en las mezclas de concentrados hasta el 5 % de la MS de las mismas.</p>
<p>Girasol</p> 	<p>El grano puede entrar hasta un máximo de 3 % de la MS en las mezclas de concentrados.</p> <p>La torta del 30 % tiene buen sabor y olor, es apetecible, pero tiene la proteína muy degradable; la incorporación máxima a las mezclas de concentrados es del 25 % de la MS de las mismas.</p> <p>El resto de turtós pueden entrar en mayor proporción.</p> <p>(Foto: http://es.123rf.com/imagenes-de-archivo/semilla_de_girasol.html)</p>
<p>Altramuz blanco y altramuz azul</p> 	<p>La proteína es muy degradable. La incorporación máxima puede estar entre 10 y 20 % de la MS de las mezclas de concentrados.</p>
<p>Lino</p> 	<p>La torta de extracción mecánica puede incorporarse, como máximo, hasta el 5 % de MS de las mezclas de concentrados. El resto de tortas pueden llegar hasta el 25 %</p>

Ingredientes

Palmito	<p>La torta puede incorporarse a las mezclas de concentrados, como máximo, hasta el 15 % de la MS de las mismas.</p> <p>El palmito tiene problemas similares al coco y al cacahuete</p>
Judía	<p>Incorporación máxima a mezclas de concentrados del 8 %. Contiene glucósidos cianogénicos y otros alcaloides, es poco apetecible y puede provocar trastornos digestivos.</p>
Guisante	<p>El grano puede incorporarse a las mezclas de concentrados hasta el 15 % de la MS de las mismas.</p>
Haba caballar	<p>Incorporación a las mezclas de concentrados hasta el 15 % de MS de las mismas.</p>
Semilla de algodón y derivados 	<p>La semilla de algodón se recomienda incorporarla a la ración en un máximo de 3 Kg por vaca y día. Los mohos que puede haber en la piel producen aflatoxinas, y eso puede provocar la aparición de lesiones hepáticas. Es mejor tratar la semilla con amoníaco para evitar problemas.</p> <p>Las tortas provienen de la extracción total o parcial del aceite. Para su incorporación a las raciones o piensos se recomiendan los de extracción total.</p> <p>La cáscara, si está en buen estado (sin humedad) puede incluirse en las raciones.</p>

La explotación de vacas de leche

<p>Pulpas de frutas</p> 	<p>Las pulpas de cítricos, subproductos de la industria de zumos, tienen una composición variable; de fácil fermentación, pudiendo provocar acidosis. Su incorporación necesita de un período de transición. Incorporación normal hasta 2,5 Kg MS.</p> <p>Las pulpas de manzana pueden incorporarse en la ración total como máximo 2,5 kg de MS. Pueden provocar acidosis.</p>
<p>Remolacha y derivados</p> 	<p>Las pulpas pueden entrar en la ración hasta 8 kg MS, no deben mojarse. Algunos autores limitan su incorporación a un máximo de 4 kg MS. Si las raciones contienen pulpa de remolacha el CMV (corrector mineral vitamínico) no deberá ser más rico en Ca que en P.</p> <p>Las melazas son laxantes y desmineralizantes, se debe respetar un período de transición de al menos 15 días, debiendo poner piedras de sal. La incorporación máxima a la ración está alrededor de 2 kg MS, y a los piensos hasta el 10 %.</p>
<p>Café</p>	<p>Los posos de café pueden incorporarse a las mezclas de concentrados hasta el 5 % de la MS.</p>
<p>Algarroba</p>	<p>Contiene taninos y la fermentación de los azúcares es muy rápida. La incorporación a las mezclas de concentrados puede llegar hasta el 10 % de la MS de las mismas.</p>
<p>Oliva (derivados)</p>	<p>La molinada de oliva debe incorporarse como máximo en un 5 % a las mezclas de concentrados. Las pulpas pueden llegar hasta el 15 % de la MS (2 Kg por vaca y día).</p>

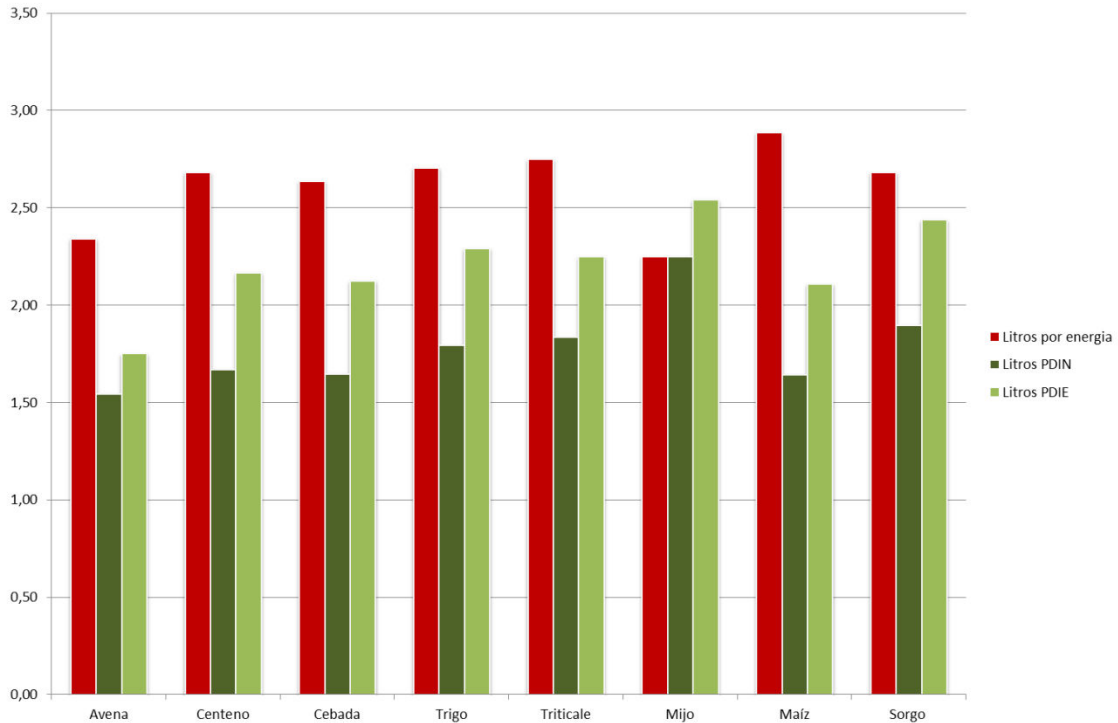
Ingredientes

<p>Patata</p>	<p>Nunca se debe suministrar la patata germinada -solanina - ni verde. Suministrarla a ras de tierra, cumpliendo con un período de transición, es laxante y contiene mucho almidón. Es conveniente colocar piedras de sal. En la ración total puede incorporarse en cantidades próximas a los 6 Kg MS (24 Kg en fresco). Pueden desecarse al sol. En piensos pueden utilizarse deshidratadas hasta el 12% (Fedna, 2003).</p>
<p>Uva (derivados)</p>	<p>La pulpa puede introducirse en las mezclas de concentrados hasta un 5 % de la MS de las mismas.</p> <p>Los orujos hasta el 3% de la MS o hasta 1 Kg MS en la ración total. Es un residuo de la fermentación y de la posterior destilación de la melaza para obtener alcohol, cítrico o levadura. Si es <i>despotasica</i>da el contenido en K es 29 g/Kg MS, y si no es de 120 g/Kg MS. Es pobre en materias nitrogenadas; el principal problema para el suministro es que puede enmohecer fácilmente. Es un producto interesante para vacas secas.</p>
<p>Tomate</p>	<p>La pulpa de tomate puede incorporarse como máximo en las mezclas de concentrados hasta el 5 % de la MS de las mismas. Es recomendable añadir paja a las pulpas. Puede provocar acidosis.</p>
<p>Suero de leche</p>	<p>Es mejor cuando procede de leche pasteurizada; necesita el cumplimiento de un período de transición, es poco apetecible. La cantidad máxima por vaca y día es de 30 litros.</p>
<p>Pan</p>	<p>Puede incorporarse hasta el 15 % a la parte concentrada, en MS.</p>
<p>Urea</p>	<p>La época de la lactación mejor para su incorporación es desde la mitad de la lactación hasta el secado. Sirve para ajustar las raciones pobres en N degradable, como el ensilado de maíz.</p>

A menudo resulta difícil interpretar una tabla de alimentos, sobre todo cuando se quiere comparar, por ejemplo, el contenido en proteína entre alimentos energéticos y proteicos. Estudiar e interpretar las tablas ayuda al asesor a conocer las cualidades de cada alimento.

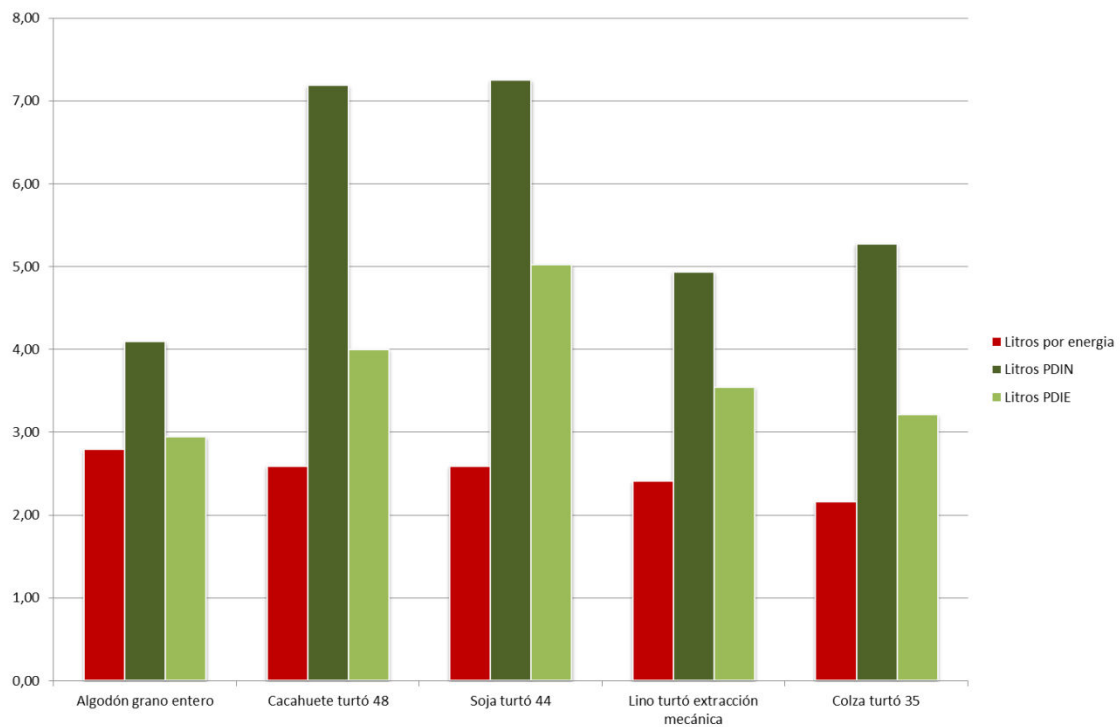
La explotación de vacas de leche

Todos los nutrientes se expresan referidos a Kg MS. Los granos de cereales tienen un contenido en UFL desde 0,99 para el mijo, hasta 1,27 para el maíz. Son alimentos considerados energéticos, ya que su contenido valorado en litros de leche es menor que su contenido en proteína, también valorado en litros de leche. Por ejemplo, el valor energético del maíz es equivalente a 2,89 litros de leche del 4% de grasa, y sus valores en PDIN y PDIE, son, respectivamente, equivalentes a 1,64 y 2,11 litros.

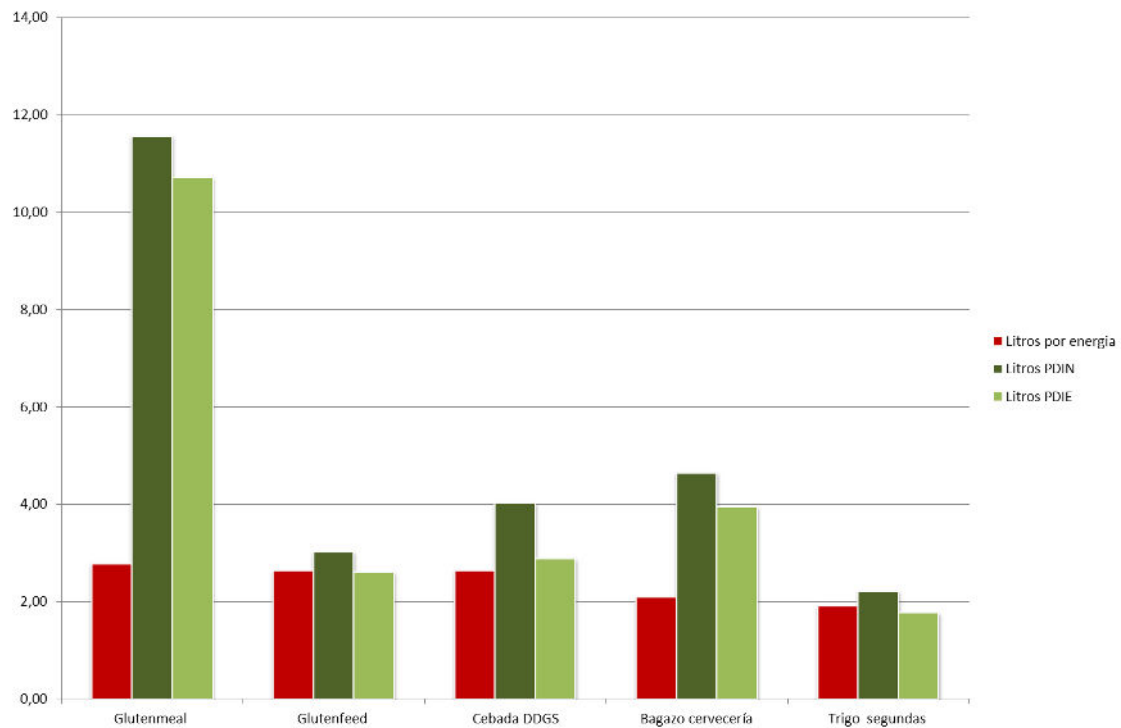


La torta o turtó de soja del 44, tiene una valoración energética de 2,59 litros, y su valor proteico es de 7,25 litros (PDIN) y 5,02 litros (PDIE). Obsérvese que no es que la torta no tenga un alto valor energético, ya que es un valor parecido al del maíz, lo que pasa es que su valor en comparación con su valor proteicos es menor.

Ingredientes



Los derivados de los cereales tienen, también, un alto valor energético, desde 0,84 UFL para el salvado de trigo, hasta 1,22 UFL del *glutenmeal*. Según el proceso de elaboración, a partir de un cereal, se obtienen ingredientes que no necesariamente se pueden considerar energéticos. Así, por ejemplo, el *glutenmeal*, derivado del maíz, valorado en litros de leche, tendría un valor de 2,77 para energía, y 11,56 para PDIN y 10,75 para PDIE. Lo mismo pasa con el bagazo, derivado de la cebada, que se convierte en un alimento proteico.



La explotación de vacas de leche

Como ya se ha indicado, las oleoproteaginosas y sus derivados, tienen, en general, un alto contenido en energía, así, por ejemplo, el contenido energético va entre 0,54 UFL para La torta de cacao hasta 1,34 UFL para el altramuz extrusionado. Su mayor o menor contenido se debe a la mayor o menor presencia de aceite, según haya sido el procedimiento de elaborar la torta.

En las cáscaras de las oleoproteaginosas hay más dispersión en los valores de energía. Entre los alimentos que podrían considerarse próximos, y que por ello no deberían despreciarse, están las vainas de judías y de guisantes.

En cuanto al contenido en Ca y P es interesante e ilustrativo estudiar las tablas y familiarizarse con la riqueza de estos minerales, para así componer raciones de manera más fácil, ya que muchas veces se eligen alimentos muy ricos en Ca, por ejemplo el heno de alfalfa, y su combinación con la pulpa de remolacha, hace difícil el cumplimiento del equilibrio nutritivo, aunque se pueda cumplir con las necesidades energéticas y/o proteicas. Y, en especial, en las raciones para vacas secas la dificultad es mayor, ya que éstas tienen unas necesidades en Ca bajas, en comparación con las vacas en lactación.

5.- SANIDAD, REPRODUCCIÓN Y MEJORA GENÉTICA

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se engloban tres importantes factores de la producción, cada uno de los cuales debería disponer de un capítulo propio. No obstante, aparte de que su desarrollo requeriría la preparación de un especialista en cada tema, se incluyen en un solo capítulo, siguiendo el esquema de la gestión económica, tal y como se ha hecho en el capítulo correspondiente. Su importancia en los resultados económicos, en comparación con la alimentación, es pequeña. Sin embargo, el valor de su partida económica es o puede ser para el asesor y para el ganadero, una guía muy valiosa para identificar aquellos factores que provocan que esta partida aumente.

A continuación se repasan algunos aspectos de los tres factores, intentando dar a su desarrollo una componente divulgativa, para así recalcar la necesidad de que el ganadero y el asesor conozcan algunos aspectos de los mismos.

ENFERMEDADES O DISFUNCIONES DIGESTIVAS Y METABÓLICAS

Una enfermedad metabólica es una alteración de la homeostasis interna determinada por un cambio anormal en la intensidad de uno o más procesos metabólicos indispensables.

Raciones desequilibradas en los diferentes nutrientes, deficiencias en algunos de ellos, manejo incorrecto o inadecuado, etc., son factores que pueden crear diversos tipos de problemas de salud a las vacas, los cuales se llaman problemas o enfermedades metabólicas. Son enfermedades de la producción, en el sentido de que la presión productivista causa trastornos a los animales, pudiendo llegar a la muerte, con graves problemas económicos para el conjunto de la explotación. La mayoría de estas enfermedades están relacionadas entre sí, y esto hace que sean difíciles de diagnosticar y, por tanto, de tratar adecuadamente. Es normal que cada una de ellas tenga diversas causas, y que la manifestación esté enmascarada por las otras.

La necesidad de simplificar la realidad en una ecuación biunívoca es la principal dificultad en el diagnóstico. Que la práctica del racionamiento alimenticio sea la causa de la mayoría de ellas, demuestra el absurdo al que se ha llegado. La alimentación nunca ha de provocar ningún tipo de trastorno o enfermedad, más allá de esporádicas manifestaciones aleatorias, pero nunca ha de ser de manera sistemática. Es tal la incompreensión de este hecho, que en muchas explotaciones grandes las raciones incorporan aditivos para prevenir posibles disfunciones, se aplica la prevención a base de aditivos antes de estudiar el conjunto de la explotación.

El racionamiento alimenticio ha de comenzar en la planificación de los cultivos según el objetivo de la producción ganadera, con un adecuado calendario de siembras, abonados, tratamientos, labores culturales, recolección y conservación. Y en lo que se refiere a las condiciones en que se ha de encontrar la vaca, nada mejor que aplicar uno de los principios básicos y prácticos de la producción de leche: vaca limpia, seca, confortable y bien alimentada.

La explotación de vacas de leche

A continuación se explican algunas características de las principales enfermedades metabólicas. No se ha de olvidar que la aplicación de las necesidades nutritivas en la formulación de las raciones, así como la aplicación de un buen manejo específico para cada explotación, son la mejor garantía de reducir la incidencia de estas enfermedades.

Las enfermedades metabólicas se pueden dividir en diversos apartados, según el metabolismo afectado, en el supuesto que para cada una de ellas puede haber múltiples causas. El lector con más interés en el conocimiento de cada enfermedad, deberá recurrir a las obras específicas y a referencias bibliográficas también específicas. A continuación se resumen las principales enfermedades, a partir de diversas fuentes (Payne, 1983; Erb y Grohn, 1988; Ferguson, 1991; Sauvant *et al.*, 1999; Hulsen, 2005; Sauvant *et al.*, 2006; Peyraud y Apper-Bossard, 2006; Martin *et al.*, 2006; Smith *et al.*, 2007).

1. Relacionadas con el metabolismo energético: cetosis, retención de las membranas placentarias, esterilidad, síndrome de la vaca gorda, acidosis, etc.
2. Relacionadas con la falta de forrajes -fibra alimentaria o efectiva, unidades de repleción o de hartazgo-: hinchamiento, laminitis, indigestión, abscesos en el hígado, desplazamiento de abomaso, tasa de grasa muy baja, etc.
3. Relacionadas con el metabolismo mineral: fiebres de la leche, hipomagnesemia (tetania), disfunciones debidas al Na y al K, etc.
4. Relacionadas con el agua
5. Otros: ingestión partículas metálicas u otras no alimenticias, edemas en la ubre, etc.

CETOSIS

La comprensión de esta enfermedad ayudará a entender el resto. Es la concentración elevada de cuerpos cetónicos en la sangre y en la orina, y, en general, va acompañada de otros trastornos o perturbaciones como la hipoglucemia, la depleción de las reservas de glucógeno en el hígado, junto con una sobrecarga de grasas (esteatosis hepática). Todo junto es una manifestación de las disfunciones del metabolismo glucídico y de los lípidos.

No se debe olvidar que la formación de cuerpos cetónicos es un hecho normal del metabolismo, empleándose como fuente energética. En la cetosis estos cuerpos se producen en exceso. A la vaca, esta producción excesiva le causa una brusca bajada del hambre, en especial de concentrados, la consiguiente pérdida de peso, la bajada de la producción de leche, signos claros de apatía, indiferencia. Todo esto pasa a los pocos días o semanas después del parto.

Se distinguen dos tipos, la espontánea, provocada por disfunciones metabólicas, y la secundaria, la cual puede tener su causa en cualquier hecho o acción que provoque una bajada del apetito, como por ejemplo las mamitis, cojeras, etc.

En el análisis bioquímico de la sangre se la detecta fácilmente. En condiciones normales la concentración de cuerpos cetónicos es inferior a 10 mg/100 ml, y en caso de enfermedad pasa a valores entre 20 y 50. También la glicemia o concentración de glucosa en la sangre, en condiciones de normalidad, es de 45 mg /100 ml, y en cetosis pasa a valores inferiores a 25, lo que es un signo claro de la imposibilidad del hígado para producir glucosa. En lo referente a la concentración de AG largos en la sangre que, en condiciones normales, es de 10 mg/00 ml pasa en caso de cetosis a valores próximos a 50, bajando las concentraciones de TG y de fosfolípidos.

En el metabolismo, en condiciones normales de funcionamiento, el oxaloacetato es la clave para la producción de glucosa en el hígado (neoglucogénesis), y las vías que llevan hacia la glucosa son la consecuencia de que en el proceso hay suficientes nutrientes glucoformadores (propionato, ácidos aminados AA, etc.), que en el ciclo de Krebs o de oxidación carboxílica generan suficiente oxaloacetato y energía en forma de ATP para arreglar la neoglucogénesis.

Al inicio de la lactación, y sobre todo en vacas con genética de alto potencial productivo, y estimuladas para la producción, hay una demanda rápida e intensa de glucosa para hacer frente a la producción de leche. A menudo pasa que la formación de oxaloacetato se resiente y cae a niveles bajos para suministrar suficientes sustratos a la neoglucogénesis. En estos casos, debido a que el suministro de energía cae - se queman menos glucoformadores en el ciclo de Krebs - el hígado ha de buscar fuentes energéticas diferentes, ya que la neoglucogénesis es la vía metabólica de la producción de leche prioritaria, y las encuentra en el metabolismo de los lípidos -oxidación de AG largos-, que es el metabolismo que da lugar a la formación de acetil CoA, siguiendo así hacia la formación del aceto-acetato, precursor directo de los cuerpos cetónicos.

La acetosis o cetosis es, por tanto, una desviación metabólica en la cual la energía tiene el origen en una oxidación obligatoria, no fisiológica, en el hígado, ya que el oxaloacetato producido en el hígado se usa principalmente para la neoglucogénesis, sin entrar prácticamente en el ciclo de Krebs.

En resumen, la cetosis se caracteriza por el incremento rápido de cuerpos cetónicos en la sangre, paralela a la bajada de la glucosa en la sangre. Estos cambios están provocados por un incremento en la síntesis de glucosa -la producción de leche así lo requiere-, el oxaloacetato se hace débil, se forma poco, para una oxidación hepática normal. El hígado quema lípidos, pero no lo hace en toda la amplitud, y se acumulan cuerpos cetónicos, que en condiciones normales se quemarían o se usarían en la oxidación suplementaria periférica, o en la ubre para producir materias grasas. En este caso de cetosis, la formación sobrepasa el uso que de ellos se pueda hacer, y se acumulan en la sangre y en la orina.

La relación con otras enfermedades, como el síndrome de la vaca gorda, la retención de placentas, la mamitis, la metritis, y el desplazamiento de abomaso, es amplia. La prevención se hace a través de la gestión de la condición corporal y del racionamiento específicos para el pre y posparto.

RETENCIÓN DE PLACENTAS

En condiciones normales, las uniones del espacio vascular de intercambio entre madre y feto han de madurar hasta a romperse, para que la disyunción placentaria tenga lugar. Las contracciones uterinas y la bajada del flujo sanguíneo, que se producen después de la rotura del cordón umbilical, son muy importantes para la expulsión de las membranas. La retención se asocia a una alteración del mecanismo de desprendimiento o con la atonía.

Las vacas afectadas pueden desencadenar metritis, cetosis y desplazamiento de abomaso (cuajar). El selenio (Se) y la vitamina E son nutrientes que ayudan a prevenirla. No obstante, la etiología múltiple de la misma no aconseja que se aumenten estos nutrientes por encima de las necesidades establecidas, ya que, por ejemplo, si a las vacas con hipocalcemia, no demasiado acentuada sin provocar las fiebres de la leche, se les suministra estos nutrientes puede inhibir la contracción uterina y producir la retención de placentas. Reduciendo la hipocalcemia se evitará la retención placentaria. El efecto inmediato de esta alteración es la involución retardada del útero y la metritis crónica, con la subsiguiente caída de la fertilidad. Es, por tanto, la retención una causa importante de la esterilidad.

La explotación de vacas de leche

La prevención pasa, en primer lugar, por la higiene antes, durante y después del parto. La manipulación del hombre en el parto es una causa de las retenciones, sobre todo en primíparas. El manejo durante el período de secado es muy importante - ejercicio, alimentación equilibrada, limpieza, confort, etc. -, y la gestión de la condición corporal durante el ciclo productivo es una excelente herramienta de control.

Si la incidencia en una explotación es superior al 10%, se deberán revisar, por este orden, los siguientes puntos: la condición corporal, el racionamiento durante el período seco, las condiciones en que se realizan los partos -si hay áreas reservadas o no-, los niveles de Se y de vitamina E. En ningún caso se ha de suministrar Se sin haber realizado una analítica de la sangre y del plasma. Los valores normales son, en sangre superiores o iguales a 0,2 g/ml y en plasma 0,07 g/ml.

INFERTILIDAD

Es la disfunción que causa más pérdidas en una explotación de vacas de leche, a pesar de que a menudo están enmascaradas en aquello que se deja de ganar. Tiene múltiples causas, desde la retención placentaria a problemas en el racionamiento, pasando por la falta de vigilancia de los celos. Nunca se insistirá bastante en que a menudo en las cosas más sencillas hay la respuesta a muchos de éstos problemas. Se ha de perder el tiempo observando las vacas. Tanto las vacas demasiado gordas como las demasiado delgadas pueden tener problemas de infertilidad. Las demasiada gordas debido a que en el postparto pueden tener los problemas ya citados, cetosis, retención placentas, metritis, ovarios císticos etc. que predisponen a períodos largos de ovulación. Las demasiado delgadas, y también aquellas que no estándolo pierden condición corporal con rapidez a las pocas semanas de la lactación, pueden alargar el primer celo más allá de los 30 o 40 días del parto, y de esta manera retardar el segundo, que sería el de la primera inseminación.

La prevención pasa, por tanto, por una buena gestión de la condición corporal, que no es otra cosa que un buen manejo del racionamiento, que incluya el racionamiento específico para el pre y postparto.

SÍNDROME DE LA VACA GORDA

Si las vacas van al parto con una condición corporal igual o superior a 4 - en el caso de terneras igual o superior a 3,5 - serán vacas predisuestas al síndrome, si bien no siempre lo padecerán. El síndrome alcanza una serie de enfermedades simultáneas: fiebres de la leche, cetosis, retención placentaria, metritis, desplazamiento de abomaso, mamitis, etc. El manejo adecuado pasa por la recuperación de la condición corporal durante los cinco o seis últimos meses de amamantamiento, procurando que en el período seco ni se engorden ni se adelgacen.

ACIDOSIS RUMINAL

Es la acumulación excesiva de ácido láctico en el rumen. Está asociada a la ingestión de carbohidratos muy fermentables, por encima de lo normal, y, en general, a la ingestión muy alta de concentrados, con mucho o poco almidón, en detrimento de los forrajes. Es un trastorno metabólico muy extendido en todas las explotaciones, que se expresa por pérdidas en la producción y una bajada importante de la tasa de grasa. El parámetro principal de valoración es el pH ruminal, el cual está relacionado con el contenido en ácidos grasos volátiles (AGV), en mmol/l, según la siguiente ecuación (Sauvant *et al.*, 2006):

$$pH = 6,96 - 0,007 \times [AGV]$$

La relación entre el contenido de ácido acético y el de propiónico es un índice del estado energético de los microorganismos del rumen, de tal manera que si esta relación es menor que 3 se considera que hay estabilidad fermentativa en el rumen. Este valor corresponde, aproximadamente a un valor de *pH* igual a 6. En consecuencia,

- Si el *pH* es menor de 5,5, puede haber acidosis agudas (casi siempre conduce a la muerte del animal, si bien tienen una incidencia escasa en las explotaciones). Si hay acidosis aguda se desencadena la acidosis metabólica.
- Si el *pH* es menor de 6,25, puede haber acidosis latentes

Hay, sin embargo, muchos criterios de valoración, y no está demasiado claro cuál es el más apropiado. Un buen criterio parece ser la duración o el tiempo en que el *pH* se mantiene inferior a 6. Por ejemplo, para un mismo *pH* la duración en que se mantiene es un buen índice de la irregularidad. Esta duración es variable y depende de las características de la ración. Si la concentración de almidón es alta, y la tasa de producción ruminal de acético en relación a la de propiónico es baja - signo de bajo contenido forrajero y alto en concentrados- allí habrá más irregularidades en la fermentación y se está más tiempo con el *pH* por debajo de 6. Si las materias nitrogenadas totales de la ración son bajas, y se produce un descenso en la producción de N amoniacal en el rumen, también el *pH* se mantiene bajo por largo tiempo.

Otros factores que predisponen a la acidosis es el volumen de las partículas de la ración. Cuando el *pH* ruminal es superior a 6,25 por las circunstancias que sean y atribuidas al resto de ingredientes, parece que el volumen de las partículas entre 3 mm y 8 mm no afectan el *pH*. En cambio, si el *pH* es inferior a 6,25, los volúmenes de las partículas inferiores a 4 mm producen una bajada importante del *pH*.

Ingestiones altas predisponen a la bajada del *pH* (acidosis), ya que los microbios actúan de manera casi exclusiva sobre el contenido celular, dejando las paredes celulares que pasan a más velocidad de tránsito, produciéndose más fermentaciones lácticas que acéticas. Por otra parte, si se aumenta la frecuencia alimentaria -más comidas por día- las fluctuaciones en el *pH* se reducen.

La composición de la ración es la clave para saber qué posibilidades hay de tener fermentaciones lácticas en el rumen. Los azúcares y las pectinas son de fermentación rápida, en menos de una hora se han fermentado. Por tanto, tienen un poder acidógeno¹³ alto. En cambio, todos los elementos estructurales, tales como la celulosa y la hemicelulosa, lo tienen bajo, son de degradación lenta. El almidón, presente en todos los cereales y derivados, tendrá un poder acidógeno que dependerá de su velocidad de degradación y de su contenido total. Para paliar o prevenir las fermentaciones lácticas a menudo se incluyen en la ración aditivos con poder tampón, tales como el bicarbonato y otros, a dosis entre 1 y 2,5% de la MS total de la ración. Hay que recordar que el flujo salival en el bovino es continuo, con valores de 50 a 120 ml/min, pudiendo llegar a valores entre 200 y 250 ml/min a causa de la

¹³ Es la capacidad de hacer bajar el *pH* del jugo ruminal *in vitro*. Hay una clasificación de alimentos según este poder acidógeno, que a efectos de comprensión y asesoramiento simplifican el concepto del poder tampón.

La explotación de vacas de leche

ingestión y la rumia, con lo que el flujo total estará en una media de 167 l/día, con una fuerte desviación de ± 72 l día. La saliva tiene un gran poder tampón, y los forrajes estimulan la insalivación, incluidos los forrajes verdes en estado vegetativo.

La siguiente tabla (tabla 6.1) ofrece la clasificación de algunos alimentos según su poder acidógeno.

Tabla 6.1.- Poder acidógeno de algunos alimentos, de mayor a menor

Alimento	pH*	de**
Mandioca	5,70	0,10
Cebada	5,77	0,06
Pulpa de cítricos	5,82	0,07
Trigo	5,84	0,06
Glutenfeed	5,86	0,07
Avena	5,87	0,08
Salvado de trigo	5,87	0,08
Pulpa de remolacha	5,89	0,06
Turtó de colza	5,95	0,08
Turtó de coco	5,98	0,08
Cascarilla de soja	6,00	0,07
Turtó de soja	6,01	0,07
Maíz	6,04	0,06
Sorgo	6,06	0,06

A partir de Sauvant et al. (2006). *pH obtenido in vitro después de unas horas de incubación; a menor pH mayor poder acidógeno (más probabilidades de acidosis); ** desviación típica respecto del pH medio.

De la tabla 6.1 se puede afirmar que la ingestión de mandioca, por ejemplo, va a predisponer a una bajada del pH ruminal. No obstante, todo dependerá del resto de ingredientes de la ración, y, en especial, de su contenido forrajero, ya que raciones con mucho maíz y poco forraje serán, también, raciones que provocarán la acidosis, aun siendo el maíz un ingrediente con poco poder acidógeno.

Hay un aspecto importante que comentar sobre el poder acidógeno y la degradación de la MS del ingrediente. Así, por ejemplo, de manera general, los alimentos con alto poder acidógeno (los que tienen un pH menor en la tabla) su MS se degrada rápidamente en el rumen, provocando una disminución rápida del pH ruminal.

Las raciones que provocan la acidosis ruminal, reducen el flujo de saliva, y una parte del bicarbonato de la sangre deberá derivarse para compensar la falta de flujo, para así equilibrar la relación entre ácido y

base. La sangre, en consecuencia, se reduce en contenido básico, que no se compensa con la respiración ni con los mecanismos renales, con lo cual el desequilibrio homeostático conduce a la acidosis metabólica.

Los factores que predisponen a la acidosis latente son los niveles altos de ingestión, que en el ciclo de la vaca se dan en el pico de lactación, la incorporación alta de almidón, la incorporación alta de glúcidos muy fermentescibles, la baja incorporación de forrajes, asociada a la falta de fibra en la ración, la mayor finura de corte de los forrajes que conduce a la menor insalivación, y, por último, la falta de fraccionamiento de las aportaciones de concentrados. Los períodos de transición alimenticia son de alto riesgo para la aparición de las acidosis latentes; un período típico es del parto al post-parto, en donde se pueden dar el 60% de las acidosis durante los dos meses siguientes al parto. Igualmente, los cambios de ingredientes pueden predisponer a la acidosis, sobre todo en raciones altas en energía y proteína, ya que el equilibrio alcanzado se puede alterar solo con que el concentrado añadido o en sustitución de otro sea más rápidamente fermentescible. Las vacas primíparas tienen más riesgo que las multíparas, ya que no regulan tan bien como éstas la ingestión de raciones ricas en glúcidos fermentescibles.

La acidosis ruminal latente se relaciona con otros trastornos, que se resumen en la tabla siguiente:

La explotación de vacas de leche

Tabla 6.2.- Consecuencias fisiopatológicas de la acidosis ruminal latente

	EFFECTOS EN EL RUMEN	EFFECTOS INMEDIATOS DENTRO O FUERA DEL RUMEN	EFFECTOS FINALES
ACIDOSIS RUMINAL	Altera la flora microbiana	Liberación de endotoxinas	Isquemia extremidades, Congestión inflamatoria de los pies
	Aumenta la presión osmótica		Diarreas
	Baja el <i>pH</i>	Lesiones pared rumen Colonización microbiana Hiperqueratosis (piel más gruesa) Focos infecciosos	Baja la absorción de AGV Abscesos hepáticos
	Aumenta la concentración de AGV i del lactato		Acidosis metabólica
	Aumenta la viscosidad	Baja la motricidad (capacidad de movimiento) ruminal Aumenta el volumen de aire en los compartimentos digestivos (meteorismo) Intercambios gaseosos entre el rumen y el cuajar	Desplazamiento de cuajar

A partir de Martín et al. (2006)

HINCHAMIENTO O HINCHAZÓN

A parte de las hinchazones espumosas causadas por la ingestión sin límite de algunas leguminosas - alfalfa, tréboles, etc.- y de otros como el guisante forrajero o almorta (*Onobrichis sativa*), aquí se hace referencia a los problemas causados por las elevadas cantidades de concentrados en la ración, en relación a los forrajes, que provocan un tipo de hinchazones crónicas, dificultando la digestión de los nutrientes, provocando rápidamente la bajada de la ingestión. Cuando el ensilado de maíz es la única fuente forrajera de la ración, nunca debería estar por debajo del 55% sobre la materia seca total de la ración.

LAMINITIS (PROBLEMAS DE PIES)

Después de varias semanas de acidosis ruminal latente, se pueden originar congestiones inflamatorias en los tejidos de las pezuñas, ya que desde el rumen se liberan endotoxinas e histaminas, las cuales inducen a las perturbaciones en la vascularización en el interior del pie, alterando la cornea. A su vez, la acidez ruminal provoca erosiones y úlceras en el rumen, las cuales se infectan de bacterias (*Fusobacterium necrophorum*, *Actinomyces pyogenes*), que en lugar de pasar hacia los otros compartimientos del estómago, entran en el flujo sanguíneo, pasan al hígado, que los filtra. A pesar de esto algunos pueden pasar a otras zonas provocando infecciones, como las características de las cojeras debidas a la hinchazón del espacio entre las uñas.

INDIGESTIONES

Provocadas por ingestiones muy altas de concentrados.

ABSCESOS HEPÁTICOS

Las bacterias que han pasado al hígado (ver laminitis) crean abscesos reduciendo la eficacia hepática.

DESPLAZAMIENTO DE ABOMASO

Es una disfunción de los bovinos en el que el abomaso pierde la tensión a causa del gas, del fluido o de los dos en conjunto, y cae en una posición anormal, en general hacia la izquierda y arriba, quedándose entre el rumen y la pared abdominal izquierda. La época más normal de estos desplazamientos es hasta las dos primeras semanas después el parto. Las altas concentraciones de granos y derivados a las vacas secas, y justo después del parto son la principal causa de esta anomalía. Los signos clínicos son semejantes a la cetosis (una brusca bajada del apetito, en especial de concentrados, la consiguiente pérdida de peso, la bajada de la producción de leche, signos claros de apatía, indiferencia). El racionamiento específico en el pre y postparto es la mejor garantía de prevenirlas.

TASA DE GRASA MUY BAJA

La tasa de grasa anormalmente muy baja es un signo muy claro de acidosis, de problemas de rechazo de alimentos. Las raciones muy picadas, juntamente con las altas dosis de concentrados son la causa.

ESTEATOSIS HEPÁTICA

Es la infiltración de grasa al hígado. En condiciones normales, después del parto, al inicio de la lactación el hígado recibe del alimento energía y proteína, y de la movilización corporal las grasas. A continuación del hígado salen las lipoproteínas y el azúcar formado en la neoglucogénesis, y todo esto al dirigirse a la ubre provocará la síntesis de la leche. Si a la ración le faltan proteínas, la formación de lipoproteínas - para el transporte de lípidos- baja y las grasas se acumulan en el hígado, reduciendo la eficacia. La mejor manera de prevenirla es, una vez más, el racionamiento específico en el pre y postparto.

EDEMAS EN LA UBRE

El exceso de energía y/o de proteína, el exceso de sal y el déficit de Mg pueden estar implicados en las causas posibles de los edemas.

FIEBRES DE LA LECHE (HIPOCALCEMIA PUERPERAL, PARESIA PUERPERAL)

Después del parto el exceso de Ca predispone a un metabolismo no reaccional, el animal es incapaz de responder a las necesidades de la producción (la relación Ca:P en la leche es 1, en las raciones de lactación es de 3, y en los huesos es de 2; entre la alimentación y la movilización se produce, por tanto, un exceso de calcio en la sangre). La hipocalcemia es el resultado de la adaptación lenta del metabolismo mineral en la demanda de la producción de leche: antes del parto, del hueso hacia el feto se movilizan 5,3 g Ca por día, en el parto hay una caída en la movilización pasando a 4,7 g Ca por día. Un período transitorio de hipocalcemia es normal, la vaca ha de adaptarse o provocar la movilización: de manera inmediata baja el flujo de Ca hacia los huesos y hacia los excrementos, y a más largo plazo aumenta la absorción intestinal y la movilización de los huesos. Esto sería el proceso normal de adaptación. La vaca afectada tiene una parálisis posterior, y al quedar acostada no puede levantarse.

Lo que pasa es que el suministro en exceso de Ca en la etapa anterior al parto, juntamente con las aportaciones altas de la ración después del parto, provocan que en la sangre haya un nivel alto de calcemia y esto desencadena una reacción de parálisis en la movilización ósea, la exportación de Ca hacia la leche es muy elevada, y al final la calcemia baja. El Ca en la sangre está controlado por el sistema movilización del Ca de los huesos, la absorción digestiva del Ca y la excreción de P en los riñones; la calcitonina se opone a la acción de la parathormona y hace bajar el Ca en la sangre por inhibición de la reabsorción (movilización) ósea. Si el contenido de Ca en la sangre (calcemia) baja se segrega la parathormona y, al cabo de unas horas, la calcemia aumenta, provocando la segregación de la calcitonina y hace volver la calcemia a la normalidad.

Los factores que predisponen a la hipocalcemia son la producción de leche, la edad (a más edad los huesos se empobrecen, moderación del metabolismo mineral), contenidos altos de Ca en las raciones de preparto. La manera más adecuada de prevenir las fiebres de la leche es suministrando raciones bajas en Ca durante todo el período de secado, evitando henos de leguminosas, pulpas de remolacha, etc., y, después del parto, procurar mantener y aumentar el apetito a base de forrajes de alta calidad, con un suministro bajo de concentrados al comienzo. En definitiva, hacer una buena gestión de la condición corporal y establecer el racionamiento específico para el pre y postparto. También el ejercicio es fundamental, tanto para los huesos como para el funcionamiento del aparato digestivo. La vitamina D3 incrementa la tasa de absorción intestinal y el metabolismo óseo.

HIPOMAGNESEMIA (TETANIA DE LA HIERBA)

La enfermedad más conocida es la tetania de la hierba, que es la hipomagnesemia aguda, de la cual los síntomas son que los animales se vuelven irritables, padecen tembleques musculares y crisis de hiperexcitabilidad. La causa principal son los pastos muy ricos. Las hipomagnesemias crónicas son posibles en los terneros alimentados solo con leche, y en animales sobre pastos muy pobres.

A menudo la hipomagnesemia está ligada a la hipocalcemia. De hecho hay vacas que pasan por períodos largos de hipomagnesemia sin presentar signos de tetania. Parece que si no hay una hipocalcemia concomitante no aparecen los signos, si bien esto no pasa en todos los casos.

En una vaca adulta hay unos 200 g de Mg, de los cuales el 70% están inmovilizados en los huesos, un 29% en los tejidos blandos, y sólo un 1% circula en la sangre. La magnesemia normal es de 2,5 mg/100 l, y cuando pasa a 1 mg/100 ml se desencadena la tetania de la hierba. La glándula paratiroidea regula la magnesemia. Los factores que predisponen son las pérdidas endógenas, las urinarias y las de leche; éstas son independientes de la concentración sanguínea. En total, las pérdidas diarias están entre 4 y 5 g, que representan más del doble del contenido extracelular, lo cual da idea de la debilidad del equilibrio homeostático y de la importancia de las aportaciones continuas en el tubo digestivo.

El estrés por el transporte, los cambios bruscos dentro de la estabulación, así como las variaciones fuertes de temperatura, son factores que provocan la lipólisis, con la subsiguiente captación del Mg de la sangre por los adipocitos, y la aparición de la hipomagnesemia.

En los prados se aporta Mg directamente sobre la hierba para prevenir la tetania. Los abonados clásicos de N y K provocan la bajada de la concentración de Mg en la hierba y la débil disponibilidad. La hierba necesita K y poco Mg, todo lo contrario de la vaca.

DISFUNCIONES DE SODIO Y POTASIO

El déficit en Na es fácil de solventar, a pesar de ello en las altas productoras se suelen dar algunos signos de deficiencia: atracción por la sal, lamen las paredes, los vestidos, ingieren tierra con orina, beben orina de otros vacas, etc. Déficits en Na dan inapetencia, bajada de la producción de leche, y descenso en los índices de fertilidad. Se debe vigilar, no obstante, que el exceso de sal provoque el incremento de la velocidad de tránsito en el rumen, con la bajada de la digestión de la materia orgánica, en especial de las proteínas. El K es un elemento que ingieren más de lo que necesitan. Puede decirse que el Na⁺ es el catión extracelular más importante, y el K⁺ el más abundante.

La explotación de vacas de leche



Inflamación interdigital



Lesiones provocadas por cubículos mal diseñados

MANEJO DE LA REPRODUCCIÓN

Sobre el manejo de la reproducción hay una extensa bibliografía especializada en discernir sobre qué índices hay que valorar su eficacia, no obstante son las explotaciones las que marcan sus objetivos, y es en función de estos que unos índices serán mejores que otros. En este factor, y en la mayoría, se tiende a confundir qué parámetros son los que facilitan el análisis del técnico, y qué parámetros son los de más fácil comprensión para el ganadero.

Lo que importa realmente es conocer la influencia de los problemas reproductivos en los resultados de la explotación. De hecho, los problemas reproductivos son el principal problema de las explotaciones, ya que causan muchas bajas, y una enorme incertidumbre en el desarrollo de la explotación (McGowan *et al*, 1996).

Los índices muy usados son la detección de celos y la fertilidad, el primero mide la relación entre el número de vacas inseminadas en 21 días y las elegibles para serlo, y el segundo mide la relación entre las vacas confirmadas en gestación y el número de vacas inseminadas en 21 días. La combinación de estos dos índices es el índice de gestación, llamado *pregnany rate* (PR), que será la relación entre las vacas confirmadas gestantes en 21 días y el total de vacas elegibles para su inseminación en este período (Ferguson, 2001). Es un índice que marca el ritmo de gestación en una explotación. Sin embargo, este índice no es de fácil comprensión por el ganadero, a la vez que es difícil cumplir las condiciones para que una vaca sea elegible. Existen, además, otros factores, como por ejemplo las altas temperaturas en el día del celo o en el siguiente que pueden comprometer el desarrollo embrionario, y con ello el índice de gestación puede bajar (Sota *et al*, 1998).

Las vacas elegibles para serlo son aquellas que teóricamente se consideran, por la evolución propia en su ciclo productivo y reproductivo, que han de estar preñadas en un período elegido de 21 días. Supóngase que debería haber 100 vacas elegibles. Si de estas 100, cuando estaban en el período de ser inseminadas, se detectaron en celo 50 vacas, el índice de detección será igual a 50%. Contados entre 42 y 65 días después de la inseminación, se realiza el diagnóstico de la gestación, y de las 50 detectadas en

celo, suponiendo que todas ellas hayan sido inseminadas, han confirmado la preñez 30 vacas, es decir 30 vacas de las 50 inseminadas están en gestación. El índice de fertilidad será de 60%. En consecuencia, el índice de gestación sería igual a su producto, o sea igual a 30%.

En situaciones de intensividad productiva y de estrés causado por las condiciones de los alojamientos, se considera que un índice de gestación en torno a 20-25% cada 21 días sería correcto (Galí, 2008).

Cuando se habla de que en una explotación hay un problema de fertilidad, lo que se indica con ello es que el porcentaje de inseminaciones efectivas es muy bajo. Y, como se ha dicho, el problema debe buscarse en la detección de celos. Hay autores (Galí, 2008) que consideran que el objetivo, en cuanto a la detección de celos, es que se detecten como mínimo el 60% de celos. Siendo demasiado habitual no llegar al 40% de detección. De hecho, la baja detección es la principal causa de las bajas fertilidades de las explotaciones, y, de esta manera, se trasladan estos problemas a los propios del manejo (Gómez Cabrera *et al*, 2002).

Cuando se afirma que hay una relación muy estrecha entre el estrés y la fertilidad, en el sentido de que a más estrés menos fertilidad (López Gatius, 1990), también se trasladan al manejo las causas de que los índices de fertilidad no sean los adecuados. Sin duda, el estrés debe relacionarse con el confort, que es un aspecto básico del manejo, y que tiene que ver con el diseño y el mantenimiento de las estabulaciones. Hay que evitar el estrés en el comedero, procurando que siempre haya más espacios libres que vacas.

De hecho, todo programa reproductivo debe tener en cuenta el aspecto nutricional, cosa que se hace a través de la determinación de la condición corporal (García-Paloma, 1989). El sistema intensivo de alimentación y la mala gestión de la condición corporal de las vacas, influyen en los bajos índices de fertilidad, ya que una vaca que pierde condición corporal durante el post-parto por encima de lo aconsejable tendrá problemas para quedar preñada. La vaca de leche durante el período de post-parto no debería bajar de los 2 puntos, por tanto, si en el parto tiene una condición corporal de 3,5, lo máximo sería no descender más de 1,5 puntos.

En relación con la fertilidad en una explotación, el contenido de nitrógeno ureico en la leche, medido en tanque, puede ser un índice de la infertilidad. Para un grupo de explotaciones, se ha demostrado que el conjunto de vacas con elevada concentración de N ureico (entre 17 y 25 mg/dl) en relación al conjunto de vacas con baja concentración (entre 6 y 16 mg/dl), la probabilidad de quedar preñadas es muy inferior (Melendez *et al*, 2000), agravado si las primeras se encuentran en verano y las segundas en invierno, ya que, además de la influencia que provoca el desequilibrio entre energía y proteína, en verano la concentración de N ureico en la leche es superior que en invierno (Godden *et al*, 2001a). Otros estudios, en el ámbito de las explotaciones, indican que las vacas de las explotaciones con valores de concentración de N ureico, en mg/dl, inferiores a 10 tienen una probabilidad 2,4 veces superior de ser confirmadas preñadas de aquellas con concentración superior a 15,4 (Rajala-Schultz *et al.*, 2001). En resumen, niveles bajos de N ureico se asocian a altas probabilidades de confirmación de preñez en un conjunto de vacas.

Los efectos del intervalo entre partos sobre los costes variables y sobre los de la alimentación, parecen muy claros. En un estudio con un amplio tipo de sistemas productivos, con un extenso rango de precios de la leche y de los alimentos, así como de la edad de reemplazo, se concluyó que la mejor recomendación, para mejorar la rentabilidad de la explotación, es que el valor del intervalo entre partos se sitúe entre 12 y 13 meses (Schmidt, 1989). También se ha llegado a estimar unas pérdidas en la producción anual de 8,6 Kg de

La explotación de vacas de leche

leche por cada día que una vaca deja de preñarse en el período entre 40 y 140 días de lactación (López Gatiús, 1990).

Las condiciones que pudieran hacer cambiar las recomendaciones anteriormente aludidas, no parece que en el ámbito de las explotaciones hayan variado, en cuanto al análisis económico. Muchas veces se intenta demostrar que intervalos más largos producen mayor margen económico, sobretodo en vacas de alto potencial genético. No obstante, un sencillo análisis del margen económico mensual indica que sigue siendo recomendable el intervalo entre 12 y 13 meses. Es evidente que dos lactaciones, con intervalo entre partos de 14 meses, dejan un margen económico (ingresos de leche menos gastos en alimentación) superior al que producirían en 2 lactaciones, con 12 meses de intervalo entre partos, pero el margen por mes es superior en esta última opción.

El intervalo entre partos, más que un índice de la reproducción, es un parámetro de una modalidad de los sistemas productivos en vacas de leche. Para las explotaciones comerciales el objetivo de obtener una renta o un beneficio positivo va ligado al objetivo técnico de un parto por vaca y año, o mejor aún un ternero por vaca y año; siempre en el supuesto de considerar la explotación como objeto de estudio, y no la vaca individualmente. Puede haber otras explotaciones con otros objetivos, y más rentables, pero no pertenecen a la mayoría de las explotaciones comerciales.



Podómetro: registra la movilidad de la vaca y ayuda a detectar los celos

Rueda para el seguimiento de la reproducción, en vigor desde 1980

Por tanto, el intervalo entre partos sigue siendo un buen índice para el ganadero, ya que el óptimo de la rentabilidad se obtiene con un intervalo de 365 días (Schmidt y Pritchard, 1987; Schmidt, 1989).

Otro índice, muy arraigado en la práctica de las explotaciones, es el de días abiertos, que es la suma de los días que transcurren desde el parto a la fecundación de la vaca. Incluye, por tanto, el tiempo que transcurre del parto a la cubrición y los servicios por gestación.

Sanidad, reproducción

Tanto en éste como en el intervalo entre partos, como en general pasa con todos los índices, su eficacia para el diagnóstico del manejo reproductivo depende de qué vacas y en qué estado se incluyan en su determinación. Si, por ejemplo, en los días abiertos no se tienen en cuenta las vacas que se desechan por no quedar preñadas, será un índice muy sesgado. Si en el intervalo entre partos, para su estudio no se tienen en cuenta las vacas de primer parto que no han pasado a la segunda lactación, su valor será igualmente sesgado.

Es lo mismo que pasa si en la producción media de leche sólo se tienen en cuenta las vacas en lactación, sin contar las vacas secas y las improductivas por otras causas, ya que en realidad se falsean los resultados. Al final, lo único que será difícil de falsear será el resultado económico. Además, dar las medias sin las desviaciones siempre sirve de poco.

Para una explotación de vacas de leche el manejo de la reproducción debe centrarse en los tres aspectos siguientes: la detección de los celos, las cubriciones y la confirmación de la gestación. Para ello el manejo deberá tener en cuenta los siguientes objetivos: que la cubrición se haga dentro de los límites marcados por el objetivo económico; que la gestación se realice dentro de los términos normales; que los partos se produzcan sin dificultad (se requerirá la vigilancia de los partos y el local adecuado), y que la longevidad sea la correcta.

La longevidad es una característica que se deberá añadir a los índices de la reproducción, ya que cada vez es menor la duración o vida útil de las vacas en las explotaciones (FEFRIC, 2008). Sin duda, muchos índices, como por ejemplo el intervalo entre partos, no informan de la realidad reproductiva si no van acompañados de la longevidad, o de la vida útil.

La longevidad está influida por las siguientes características: los índices de fertilidad, los parámetros de la salud (mamitis, fiebres de la leche, cetosis), conformación de la ubre y aplomos – patas –, y las incidencias en el parto (Essl, 1998), y, por eso mismo, es difícil obtener una correlación genética entre la producción y la longevidad.

En las explotaciones se busca que las novillas paran a edades tempranas, para acortar los costes de renovación, y que, a su vez, los ciclos reproductivos estén exentos de problemas. Se ha demostrado la existencia de una relación negativa entre la producción en la primera lactación y la longevidad, de manera que a mayor producción en la primera lactación la longevidad es menor, y que, a su vez, hay un fuerte antagonismo entre la longevidad y la edad al primer parto, de modo que edades más tempranas en el primer parto se asocian a longevidades menores (Essl, 1998).

De todo esto se puede inferir la dificultad de conjugar intereses económicos con objetivos técnicos al margen del manejo particular de cada explotación.

El valor económico relativo de la longevidad en comparación a la producción de leche, depende de la estructura o composición de edades en la explotación, y del sistema de cuotas a la producción. Así, en un estudio (Essl, 1998) se comprobó que si se pasa de una media de 4 lactaciones por vaca y vida a una de 3, el valor relativo de la longevidad con la producción es económicamente equivalente a – 572 Kg de leche estándar por lactación, y si se pasa de 3 a 2 es de – 2.246 Kg de leche.

El ganadero para una buena gestión de la reproducción deberá programar el ciclo productivo y reproductivo de las vacas, lo cual le facilitará la vigilancia de los celos, que es el principal factor de éxito en la reproducción. La programación para explotaciones pequeñas y medianas (menores de 100 vacas) puede hacerse con las ruedas del ciclo reproductivo y productivo, que fueron introducidas a través de

La explotación de vacas de leche

extensión agraria, y para las explotaciones de mayor tamaño se requerirá el apoyo de los programas de informática. Tanto un método como otro no excluyen la vigilancia, sino que son un apoyo.

Otras ayudas a la detección de celos son el uso de sistemas informáticos ligados al control de los movimientos de la vaca, como, por ejemplo, los podómetros, y otros tipos de sensores.

Para un buen diagnóstico de la infecundidad en las explotaciones el ganadero deberá recoger el máximo número de incidencias, y llevar los registros con orden. Según una hoja de divulgación francesa (FRGEDA, 1984) el trabajo del ganadero en este diagnóstico debería pasar por controlar las siguientes incidencias: las fechas de inseminación y de parto, la alimentación del ganado, la distribución de minerales, las intervenciones veterinarias, y los problemas sanitarios. Si se controlasen estos factores, con sus registros bien detallados, el consejero o asesor podría interpretar, con la ayuda de los datos del control lechero individual, la marcha de la explotación en el manejo reproductivo. En el mismo documento, se analizan diversos resultados de los grupos de explotaciones apuntados a este control, y concluyen que las mayores dificultades encontradas están en la obtención de datos rigurosos de todas las vacas, y que los registros sanitarios son insuficientes.

Para acabar este tema, parece interesante recordar la necesidad de registrar los datos para el análisis de los índices reproductivos; en una información técnica de extensión de 1976 de ITEB (Loisel, 1976), cuando aún la monitorización no estaba al alcance de las explotaciones, se hacía hincapié en la necesidad de estudiar las relaciones entre la fecundidad y los factores determinados, tales como la alimentación y el potencial lechero de los individuos. Para poner en evidencia estas relaciones se necesita, de una parte, el registro preciso de datos de reproducción, y, por otra, el registro completo de los datos del factor a relacionar, ya que de nada serviría concluir que los índices de reproducción son deficientes si no se puede conocer la causa. Exactamente igual que hoy en la época de la informatización y la generación de múltiples índices.

A su vez, ya en aquel año, se apuntaba que un intervalo demasiado corto entre el parto y la primera inseminación, es nefasto para el éxito en la fecundación. Sólo un análisis riguroso de datos es capaz de poner en evidencia los factores de la infecundidad. Estos factores abarcan el conjunto de la explotación, entre los cuales destacan, la estación, el intervalo entre el parto y la primera inseminación, la explotación, el sistema de manejo, etc., a los que hay que añadir el tipo de estabulación, y su confort, los cuales deben describirse con amplitud y rigor, para conocer las causas de la infecundidad.

MEJORA GENÉTICA

Entre finales de la década de los 60 y el inicio de la de los 70 del siglo pasado, la técnica de la inseminación artificial en vacas de leche fue la que permitió la mejora genética en la mayoría de países industrializados. Además, la inseminación artificial se impuso como un factor directo de la mejora del margen financiero en las pequeñas y medianas explotaciones de vacas de leche, ya que, por selección colectiva de los toros, se hizo un progreso genético importante (Mallard y Mocquot, 1998). No obstante, en muchos casos se confundió la mejora genética con la inseminación artificial.

La valoración genética es una prueba que se realiza a los sementales y a las vacas, con el objetivo de cuantificar su calidad sobre la base de unos caracteres genéticos. Una buena valoración genética será aquella que no dependa del medio y no varíe a lo largo del tiempo. Una vez definidos unos objetivos determinados de mejora genética, las valoraciones permitirán identificar los animales de mayor mérito genético, los cuales se utilizarán para la cría.

Sanidad, reproducción

La metodología BLUP (*best linear unbiased predictor*) en la valoración de los reproductores (Alenda, 1988; Alenda *et al*, 1988) permite disponer del efecto alimentación-manejo salido del análisis de los datos del control lechero, entre otros factores. Por tanto, y en el supuesto de fiabilidad de los datos recogidos en el control lechero, esto supondría una herramienta fundamental para, no sólo realizar los programas de mejora y selección genética, sino para interpretar las claves del manejo en los resultados de la explotación.

No obstante, poner el empeño en un solo factor, o poner las esperanzas en uno sólo, en este caso en la genética, hacen descuidar el resto de los factores. En la década de los 90, la mayoría de nutricionistas, y asesores, abrazaron como cuestión inamovible que las vacas de leche se debían alimentar según su capacidad productiva marcada por su valor genético. Es evidente que el fracaso de esta creencia ha quedado demostrado, año tras año, con los datos de las explotaciones del control lechero de los informes FEFRIC (2008). Por ejemplo, de estos informes, baste citar que las vacas tienen una vida productiva, en general, bastante corta y decreciente, a causa de que las producciones de las lactaciones de las vacas de segundo y tercer parto no responden a las expectativas marcadas por la primera lactación.



Vaca bien conformada



Vaca con nueve lactaciones. Las condiciones del entorno influyen en la longevidad

Una vez más se ha confundido la vaca con la explotación de vacas. Parece evidente que cada explotación deberá hacer su mejora genética, y, sobretodo, adecuar la alimentación a los recursos, genéticos y agrícolas. También en la mejora genética se deberá optar por intentar que confluyan los óptimos técnicos con los económicos.

La superovulación y el trasplante embrionario, el sexaje de embriones, la punción de ovocitos in vivo y la fecundación in vitro, la clonación embrionaria y la clonación somática, son las nuevas tecnologías, de las cuales podría esperarse una reorganización de la mejora genética, al igual que pasó con la inseminación artificial a finales de los 60. No obstante, son técnicas más complejas y exigentes, a la vez que, de

La explotación de vacas de leche

momento, mucho más caras (Colleau *et al*, 1998). Estas biotecnologías permitirían corregir débiles capacidades reproductoras de las vacas lecheras, siendo el trasplante la más eficaz y rentable en los programas de selección, en cambio la clonación se presenta como una especialidad a más largo plazo.

En cualquier caso, estas biotecnologías aun reconociendo la importancia que puedan tener, y tienen, necesitan de un debate serio para razonar su devenir a largo plazo, con el objetivo de que la variabilidad genética no se reduzca, cosa que sí ha pasado ya con la aplicación masiva de la inseminación artificial en el uso de unas determinadas, y a veces exclusivas, poblaciones (Colleau *et al*, 1998). Hay que estudiar de manera más rigurosa estos aspectos para no poner en juego los recursos genéticos.

INTRODUCCIÓN

La producción de leche, como la de cualquier otra actividad del vacuno, requiere que las vacas estén en un estado de confort, determinado por un conjunto de variables o factores que actúan sobre el animal, con interrelaciones entre ellas. Conseguir que cada una de las variables garantice el confort es difícil, pero un manejo adecuado ha de procurarlo. Las diferentes características de la producción inciden sobre el confort de la vaca, como, por ejemplo, una temperatura adecuada, un espacio suficiente, la dieta equilibrada y suficiente, un área de reposo espaciosa, que evite la competitividad para comer, beber o descansar, etc. (Albright y Arave, 1997).

El diseño de la estabulación y el manejo de la explotación tendrán, por tanto, que conseguir el máximo confort para los animales, con unas condiciones de trabajo agradables y a la medida del ganadero. La disponibilidad de espacio afecta directamente el bienestar animal, y esta disponibilidad está ligada a la libertad de movimientos y a la posibilidad de hacer ejercicios (Fregoresi y Leaver, 2002). Se habla de bienestar animal y, con frecuencia, no se sabe lo que eso significa para la producción, de manera que se podría definir lo que es bienestar animal, como aquellas condiciones que debe cumplir una explotación, para permitir la expresión normal de los comportamientos esenciales de los animales, y estos son el reposo, el desplazamiento, la alimentación y la bebida, sin que se provoque ninguna incidencia negativa sobre la salud del animal (Mounier *et al.*, 2007). A partir de aquí el ingeniero y luego el cuidador o ganadero deberán diseñar y manejar la estabulación para conseguir ese bienestar. Así como el racionamiento alimenticio colectivo de las vacas se debe aproximar al racionamiento individual, así la estabulación deberá aproximarse a las condiciones naturales.

Para diseñar unos locales adecuados es importante conocer el comportamiento del animal, a la hora de descansar, de comer, de beber, etc. (Bouissou y Boissy, 2005). Estos locales e instalaciones se deben aproximar lo máximo posible a las condiciones naturales. Si los animales están ubicados en instalaciones libres pero con poco espacio desarrollan conductas más agresivas (Kondo *et al.*, 1984).

El trabajo y esfuerzo del ganadero ha de ser mínimo, para que en todo momento aquellos trabajos monótonos y rutinarios no añadan más esfuerzo del normal. Se deben buscar las condiciones de iluminación, de temperatura, de humedad, etc., adecuadas al esfuerzo a realizar. Esto tiene mucha importancia, por ejemplo, en las operaciones de ordeño, donde el ganadero o vaquero ha de pasarse unas cuatro horas diarias, haciendo un trabajo rutinario en la mayor parte del tiempo.

Los alojamientos representan, sin duda, una de las partes más importantes en el diseño de una explotación de vacuno de leche. A la hora de diseñar se tiene que procurar que el ganadero se encuentre a gusto y el trabajo le resulte fácil. A la vez que las estabulaciones e instalaciones deben adaptarse a las dimensiones y al comportamiento de las vacas. Por lo que respecta al entorno, el diseño se ha de adecuar a las condiciones geográficas (vientos, altitud, topografía, etc.), a la producción de residuos, y que los impactos visuales y sonoros de las construcciones sean mínimos. Por último, los aspectos económicos deberán valorarse, tanto los propios de la construcción como los derivados del manejo.

La explotación de vacas de leche



Las vacas necesitan espacio, sobre todo a la hora de comer

En esta complejidad radica la dificultad de construir unos alojamientos económicos y que respeten las exigencias del ganadero, de los animales y del entorno. Posibles errores en el diseño podrán arrastrar todo un cúmulo de repercusiones técnicas, económicas y humanas durante diversos años. Para evitar todo esto, la concepción de un alojamiento ha de ser fruto de largas reflexiones a cargo de un equipo pluridisciplinar constituido por el ganadero, el técnico en producción animal y asesor, y el proyectista.

COMPORTAMIENTO Y HÁBITOS DE LA VACA

Para tener una idea de las actividades de una vaca a lo largo del día, y comenzar a pensar sobre sus necesidades para un buen diseño, puede servir un etograma (tabla 7.1) obtenido de una experiencia en vacas lecheras en producción (Phillips, 1993).

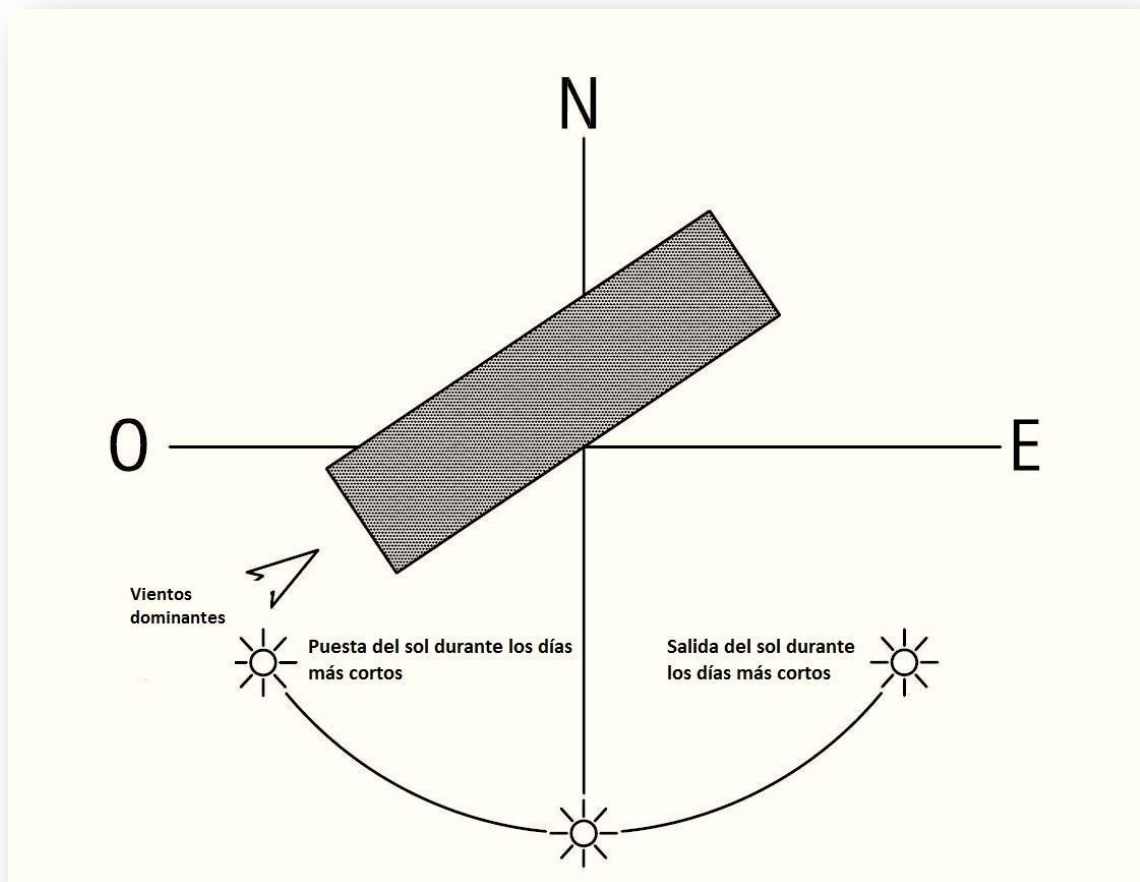
Tabla 7.1. Etograma de las actividades de una vaca lechera en producción

Actividad	Tiempo dedicado en un día
Comer/pastar	9 horas
Descansar/rumiar	5,5 horas
En pie/rumiar	1 hora
En pie	2,5 horas
Caminar	2 horas
Beber	1 hora

Elaboración a partir de Phillips (1993)

ORIENTACIÓN DE LAS NAVES Y DISTRIBUCIÓN ESPACIAL

La orientación del alojamiento es el resultado entre la búsqueda de un soleado máximo durante la temporada invernal y la protección a la exposición de vientos dominantes. Es necesario, por tanto, estudiar la frecuencia de los vientos, su dirección y fuerza (rosa de los vientos) y cuál es la trayectoria realizada por el sol a lo largo del año. El ganadero es, sin duda, la persona más informada al respecto.



Posición de las instalaciones en función de los vientos dominantes. Sol en invierno, sombra en verano (a partir d'ITEB, 1985)

En términos generales, una estabulación de vacas lecheras abierta se orientará de tal forma que la fachada corta quede expuesta a los vientos dominantes, que será la cara cerrada del alojamiento, si fuera necesario, y que la fachada larga, abierta, permita la entrada del sol la mayor parte del día durante el invierno.

EVOLUCIÓN DE LOS ALOJAMIENTOS

Para entender el porqué de los diseños, es necesario repasar brevemente la evolución de las explotaciones, por supuesto de la zona que ha dado origen a este libro. En las estabulaciones clásicas – estabulaciones trabadas – la vaca está atada al comedero mediante una cadena, y reposa en la misma plaza, de longitud aproximada de 2,50 m. El comedero, en general, está elevado del suelo, y encima de él hay un rastrillo para el heno. La vaca reposa frente al comedero, con suficiente espacio para levantarse. El principal problema, a parte de la distribución de la comida, es que las vacas se ensucian mucho, ya que descansan sobre el estiércol, y las estabulaciones no son de fácil limpieza.

Para solucionarlo, al final de la plaza se hizo un pequeño canal para evacuar el estiércol, evolucionando la plaza hacia longitudes más pequeñas, de 1,65 m por plaza, elevando el rastrillo del comedero del heno, de modo que la vaca al levantarse pudiera coger impulso sin chocar con él. El canal para evacuar el estiércol es más profundo, y en el interior se instaló una barra de paletas de hierro, que se abrían y cerraban, para arrastrar el estiércol hacia el exterior de la estabulación. La amplitud del canal hasta el comedero permitía dejar pasar la pala del tractor.



Estabulación trabada



Emparrillado en estabulación trabada

Alojamientos

De aquí se pasó a hacer un pasillo de alimentación, que substituía, definitivamente, el rastrillo para el heno. Y, por último, con el paso del tiempo, y a causa de que las exigencias de calidad en la entrega de leche a la industria eran más fuertes, se introdujo el foso o emparrillado detrás de la posición de las vacas en estabulación, para así evitar que las vacas en reposo se ensuciaran. En cualquier tipo de estabulación, es necesario recordar que el 80% del estiércol se acumula en la zona de alimentación. La amplitud normal de estos fosos es de 80 cm., y en el interior de los mismos, y a lo largo de ellos, se da inclinación hacia la salida, con peldaños para una correcta decantación, ya que el estiércol de la vaca flota. Para el dimensionado del foso final se considera que la vaca genera 1,5 m³ de estiércol al mes.

ESTABULACIÓN LIBRE CON CAMA

La estabulación libre con cama se compone de tres zonas, la zona de alimentación, la zona de reposo y la zona de ejercicio. En las estabulaciones más antiguas de este tipo, la zona de reposo es estrecha y profunda, y en las más modernas es más ancha y menos profunda, con tendencia a no dejar demasiados espacios cerrados.

Para el diseño del área de reposo se tienen que tener en cuenta una serie de datos relativos al comportamiento de la vaca y a las necesidades de confort. La vaca va a la zona de reposo para rumiarse y descansar, o a dormir. Es conveniente, por tanto, que al diseñar esta área se conozcan las costumbres y los movimientos de la vaca, así como las preferencias de orientación, de temperatura, etc., para un descanso reparador.



Zona de reposo, comedero al fondo de la foto con zona de ejercicio intermedia Vacas descansando y rumiando en cubículos

Para las vacas descansar es vital, y lo hacen reposando sobre el suelo. Si, por las circunstancias que sean, se reduce el tiempo de descanso el confort disminuye y la vaca no rinde aquello que de ella se espera (Phillips, 1993, Albright y Arave, 1997). Por ejemplo, si se limita el tiempo del pastoreo la vaca no

La explotación de vacas de leche

descansa ya que va estresada, cosa que también pasa en la estabulación libre si el acceso al comedero no es libre, o si el espacio del comedero es pequeño en comparación con el número de vacas que tienen que tener acceso al mismo. Las vacas de rango inferior en la jerarquía, y sobretodo las de primer parto, están pendientes de acceder al comedero y esto las estresa y, por tanto, a la hora de ir a descansar no descansan (Phillips, 1993, Albright y Arave, 1997). La jerarquía se establece por edad, el tamaño y la presencia y dimensión de los cuernos (Mounier *et al.*, 2007)

En una estabulación libre, con cubículos o con zona de reposo con cama comunitaria, el tiempo que las vacas dedican a descansar depende del tipo de alojamiento y del confort en el área de reposo o en el cubículo. Una buena área de reposo es aquella que permite que cada vaca se aposente y descanse sin ser molestada por las otras. En este sentido las zonas de reposo, en las estabulaciones libres con área de reposo comunitaria, se tienen que diseñar para que sean poco profundas y más largas, de manera que las vacas, que tienen tendencia a ponerse a la entrada y no al fondo de la zona, no entorpezcan el paso ni sean molestadas por las que quieren una plaza para descansar.

A parte de las condiciones de la zona de reposo, el tiempo dedicado a descansar depende también, del tipo de dieta, del estado de gestación y de los factores climáticos. En la oscuridad el 80% del tiempo lo dedica a descansar, y en la claridad el 58% (Albright, 1997). Si las vacas no descansan suficiente, por la causa que sea, sufren una reducción en la secreción de la hormona de crecimiento, lo cual puede suponer una reducción de la producción de leche (Munksgaard y Løvendahl, 1993).

La vaca en celo, como promedio, dedica menos tiempo a descansar, aproximadamente tres horas menos que las que no lo están. A su vez, las vacas preñadas cambian más constantemente de posición que las no preñadas, requiriendo que haya suficiente espacio por vaca (Phillips, 1993, Albright y Arave, 1997).

Las zonas de reposo han de estar bien ventiladas y con una cama adecuada y seca, ya que las vacas buscan zonas aireadas y secas.

En general, las vacas se aposentan sobre el esternón, con las patas y pies debajo de su cuerpo, con la cabeza alzada, o hacia atrás, hacia un costado; es una postura muy frecuente cuando la vaca está dormida, y no está rumiando, y esto pasa, sobretodo, por la noche.

En resumen, la zona de reposo en una estabulación libre con cama ha de responder a las siguientes características y dimensiones, que la superficie mínima sea de 6 a 7 m² por vaca, que la nave sea más larga que ancha, para facilitar la circulación y que no se estorben entre ellas, que la altura, si el tejado no está aislado, sea como mínimo de 3,5 m, con ventilación natural, y con canalización para las aguas (Seguí y Trias, 1996).

La zona de reposo con paja necesita de una incorporación diaria de 6 a 8 Kg. de paja, o cantidades similares de otros tipos de cama (PLM, 2001).

Por lo que incumbe a la zona de ejercicio, se ha de tener presente que la vaca tiene una motivación innata a la locomoción y a la movilidad (Albrigh y Arave, 1997) y las estabulaciones han de permitir su cumplimiento.

Alojamientos



Zona ejercicio vacas secas



Pasillo de ejercicio en una estabulación con cubículos en Brescia, 2004 (Italia)

Está comprobado que la incidencia de los problemas de pies y patas pueden disminuir cuando se fuerza a los animales a hacer ejercicio, al menos unas horas al día (Albrigh y Arave, 1997). La concentración de glucocorticoides en la sangre aumenta después de forzarlas al ejercicio. Los glucocorticoides, entre otras propiedades, son anti-inflamatorios, y desde el punto de vista metabólico promueven la gluconeogénesis (formación de glucosa) a partir de los aminoácidos y del glucógeno del hígado, o sea que aumenta la concentración de glucosa en la sangre y baja su uso periférico, lo cual favorece la producción de lactosa, y en consecuencia la producción de leche.

Uno de los principales problemas de las explotaciones lecheras es la incidencia de laminitis, la cual tiene múltiples causas, muchas de ellas interrelacionadas (Payne, 1983; Ferguson, 1991). La laminitis altera la normal actividad de movimientos de la vaca, con lo que se agravan los inconvenientes de la falta de espacio para hacer ejercicio.

Las motivaciones para la locomoción son múltiples, causadas por la demanda de alimento, por el agua, por las relaciones sociales, por la necesidad de descansar, por causas sexuales, etc. Si la estabulación o el manejo restringen estos recursos el animal se siente más motivado a buscarlos, si bien a menudo predomina la tendencia a evitar el esfuerzo, cosa a tener en cuenta en estabulaciones intensivas.

Hay muchos factores que influyen en la locomoción de las vacas (Phillips, 1993) tales como: a) factores individuales, sean genéticos, fisiológicos o de carácter ontogenético; b) factores climáticos, derivados del tiempo atmosférico, de los biorritmos estacionales y diurnos; c) factores alimenticios, de carácter cualitativo y cuantitativo de la ración y de los alimentos, de la frecuencia y modalidad de la distribución de la ración, *unifed*, forrajes a parte, etc.; d) factores sociales, como por ejemplo el número de animales y el espacio en el comedero, la estructura del ganado, la jerarquía establecida, etc.; e) factores del entorno, tales como el tipo de tierra, la ventilación, luz, etc.; f) factores estructurales de la estabulación, como el tipo de estabulación, el espacio por vaca en la zona de reposo o en la zona de ejercicio, el espacio en el comedero, la densidad animal, etc. De todos estos factores pueden deducirse los que favorecen o no al movimiento o locomoción de la vaca.

La explotación de vacas de leche

Otros factores que provocan la locomoción pueden ser las moscas y parásitos que estorban el bienestar y hacen que la vaca corra para mitigar sus efectos.

En resumen, la zona de ejercicio o de los patios, tiene que responder a las siguientes características: ha de estar bien soleada, seca y ventilada, la superficie mínima requerida por vaca debe estar entre 12 y 15 m², con pendientes adecuadas, con el suelo anti-deslizante y de fácil limpieza (Seguí y Trias, 1996).

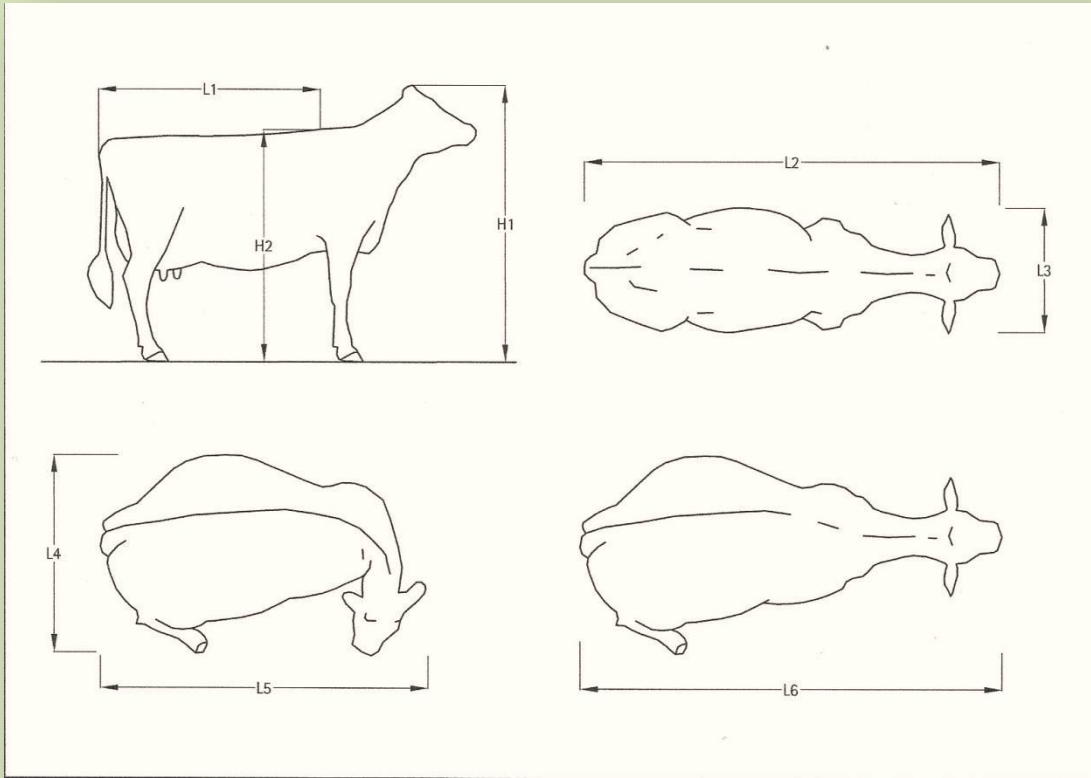
La estabulación libre tiene que limpiarse a menudo, las lluvias y el tiempo atmosférico marcan la frecuencia de la limpieza, si bien es conveniente limpiar los pasillos y el área de ejercicio una vez al día (PLM, 2001).

ESTABULACIÓN LIBRE CON CUBÍCULOS

El cubículo es un área de descanso individual, preparado para que la vaca repose con la máxima comodidad, separada de las contiguas mediante separadores, que pueden ser de tubos metálicos y todos los que haya en el mercado. La disposición puede ser o bien frontal, delante de un muro de cerramiento del edificio o bien cara a cara, un cubículo delante de otro.

Para diseñar y construir cubículos confortables hace falta conocer las características dimensionales de la vaca, la secuencia de movimientos que realiza para levantarse, la posición que adopta en descanso y las preferencias. Por ejemplo, una vaca de 650 Kg. en posición de reposo, acostada, tiene una longitud de 235 cm., y 115 cm. de ancho, y de pie alcanza una altura de 143 cm. (ITEB, 1985). En un cubículo las vacas han de poder poner la cabeza hacia atrás y de costado, que es la forma natural de descanso. Esta posición servirá para determinar el índice de confort en el cubículo.

Alojamientos



	<i>Dimensiones (cm.)</i>						
	L1	L2	L3	l1	l2	H	H1
Peso (kg)							
600	163	230	230	65	110	138	140
650	165	235	235	67	115	142	143
700	168	240	240	70	120	144	146

Características dimensionales de las vacas de leche (a partir d'ITEB, 1985)

La explotación de vacas de leche



Posición adecuada de una vaca en el cubículo

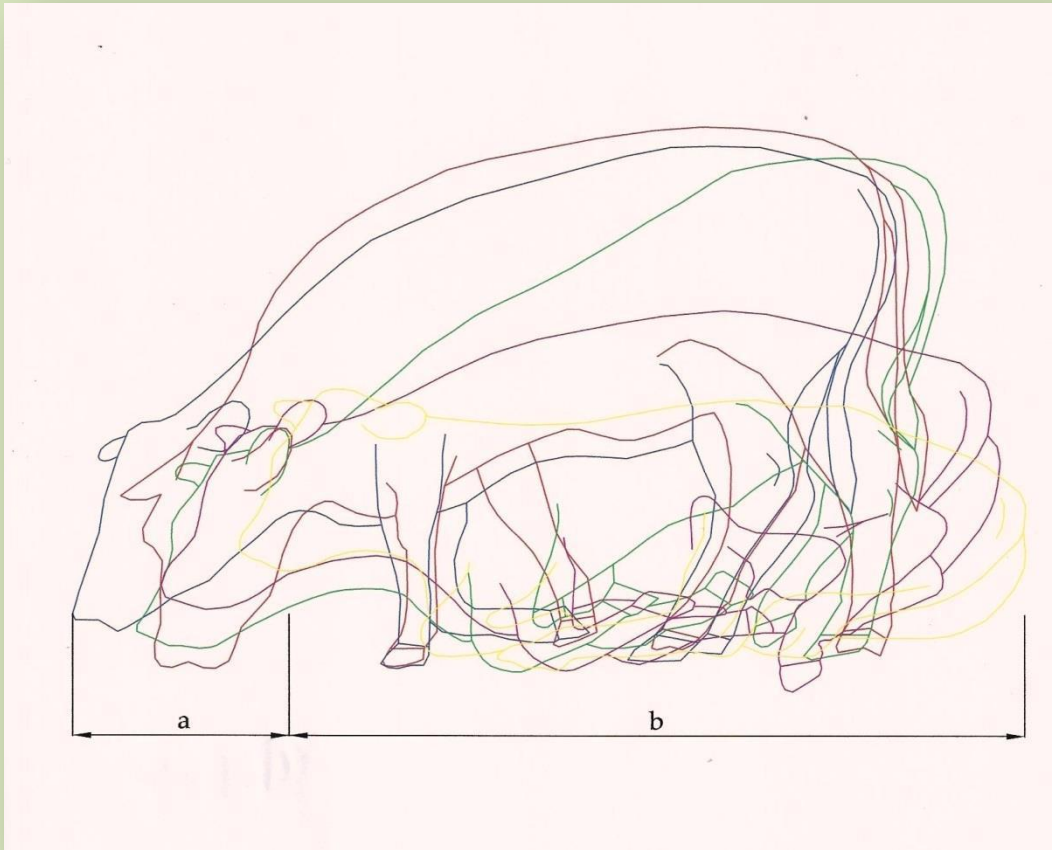
En estos cubículos hay demasiados obstáculos para un buen acceso

Las secuencias que sigue una vaca al levantarse son las siguientes: primero se pone sobre sus rodillas, a continuación poniendo la cabeza hacia delante empuja el cuerpo y con las patas de detrás levantadas se impulsa. Por esto la longitud mínima del cubículo tiene que incluir este espacio del impulso (ITEB, 1985, Phillips, 1993).



La vaca debe poder elegir entre estar de pie o acostada

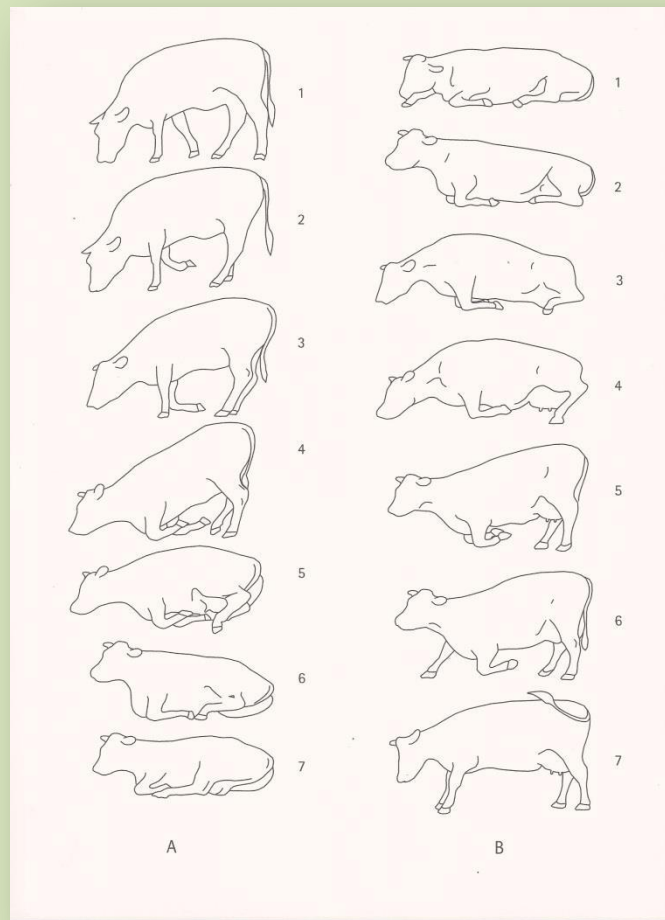
Alojamientos



La dimensión del cubículo debe incluir la longitud de impulso a (ITEB, 1985)

El lado donde reposan no es aleatorio, sino que está motivado por el contenido ruminal, por el estado de gestación, por la inclinación o la pendiente del suelo, y, en el caso del cubículo, también influye la posición de la vaca del cubículo vecino. Si la cabeza da en el interior del cubículo contiguo la vaca descansará al contrario de la otra. En general, en el 60% de los casos reposan sobre el lado izquierdo, y si hay pendiente reposan con el costado dorsal hacia arriba de la pendiente. Las preñadas reposan preferentemente sobre el costado izquierdo (PLM, 2001).

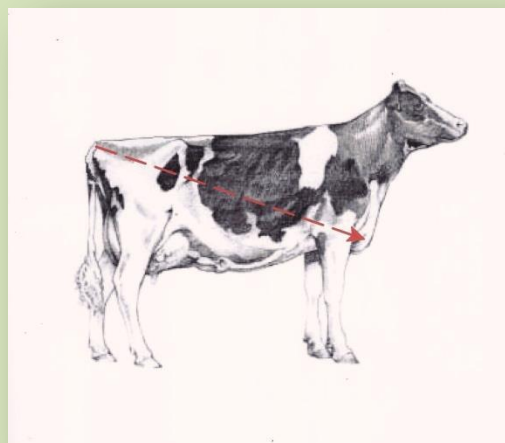
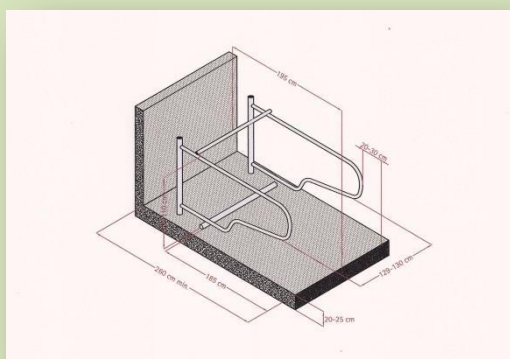
La explotación de vacas de leche



Secuencia de movimientos de una vaca para acostarse (A) y para levantarse (B) (Phillips, 1993)

En definitiva, las partes de un cubículo son las siguientes: una base elevada sobre el suelo, donde la vaca se aposenta, un escalón exterior sobre el pasillo, con cama adecuada sobre esta base, con un separador, en general metálico, de forma libre, según el fabricante, que permite individualizar la vaca en cada cubículo, y que está abierto lateralmente para permitir que la vaca pueda girar la cabeza; también es un elemento importante el borde interior o escalón interior alzado sobre el suelo, que obliga a la vaca a poner las rodillas a una distancia determinada del fondo del cubículo. Este escalón evita que la vaca avance ni se quede atrasada, y para reforzar la posición de la vaca se incluye una barra de contención superior colocada entre dos separadores contiguos, a una distancia determinada, que obliga a la vaca a colocarse exactamente sobre la base. Por último, tiene que haber un espacio abierto en la parte frontal que permita que la vaca pueda levantarse adecuadamente (Seguí *et al*, 2002).

Alojamientos



Diseño de un cubículo (Seguí et al, 2002)

Longitud diagonal de una vaca (Juan, 2001)

Basándose en la morfometría, en el comportamiento de la vaca al descansar, en la secuencia del impulso explicada, así como en los problemas más frecuentes observados, las dimensiones recomendadas se indican en la tabla 7.2.

Tabla 7.2. Dimensiones recomendadas del cubículo

Elementos del cubículo	Recomendaciones
Longitud total	260 a 270 cm. mínimo cuando está delante un muro; 225 a 235 cm cara a cara.
Anchura	120 a 130 cm. Entre ejes de separación del cubículo
Travesaño inferior de contención	180 a 190 cm. desde el inicio del cubículo
Barra superior de contención	10-15 cm antes de la barra inferior, o entre 185-195 desde el inicio del cubículo. Se tiene que colocar a una altura comprendida entre 105 y 110
Pendiente	2 a 3 % hacia fuera
Escalón inicial	15 a 25 cm de altura

A partir de Juan (2001) y BTPL (2005)

La explotación de vacas de leche

La posición del travesaño inferior de contención puede ajustarse según el formato de la vaca de cada rebaño, aplicando una fórmula propuesta a partir de la observación de 1.400 vacas (Juan, 2001):

$$\text{Posición (cm.)} = \text{longitud diagonal} \times 0,96 + 15$$

La longitud diagonal es la distancia entre la nalga y los hombros de la vaca.

Para el suelo de los cubículos pueden utilizarse diferentes materiales, desde tierra pisada a colchones, hasta tablones de madera, arena, paja, etc., (Callejo Ramos *et al*, 1997), pero lo más importante es que haya un buen mantenimiento del cubículo.

Las novillas y las vacas preñadas, como promedio, dedican 6,5 periodos del día a descansar, de unos 82,5 minutos cada uno, y utilizan 4,7 cubículos diferentes (Albright y Arave, 1997). Esta elección de cubículos forma parte de su comodidad, y para conseguirla hace falta que los cubículos estén limpios, sean confortables y suficientes en número para todas las vacas.

En general, las vacas no tienen preferencias por un cubículo u otro, pero sí que tienen preferencia por aquellos cubículos que en invierno están soleados y en verano sombreados. Por lo tanto, los cubículos han de estar orientados al mediodía, ya que el uso del cubículo, a parte de las dimensiones adecuadas, está muy afectado por la orientación del conjunto de la estabulación.



Cubículos frente a frente

Alojamientos



Cama de cubículos, colchones

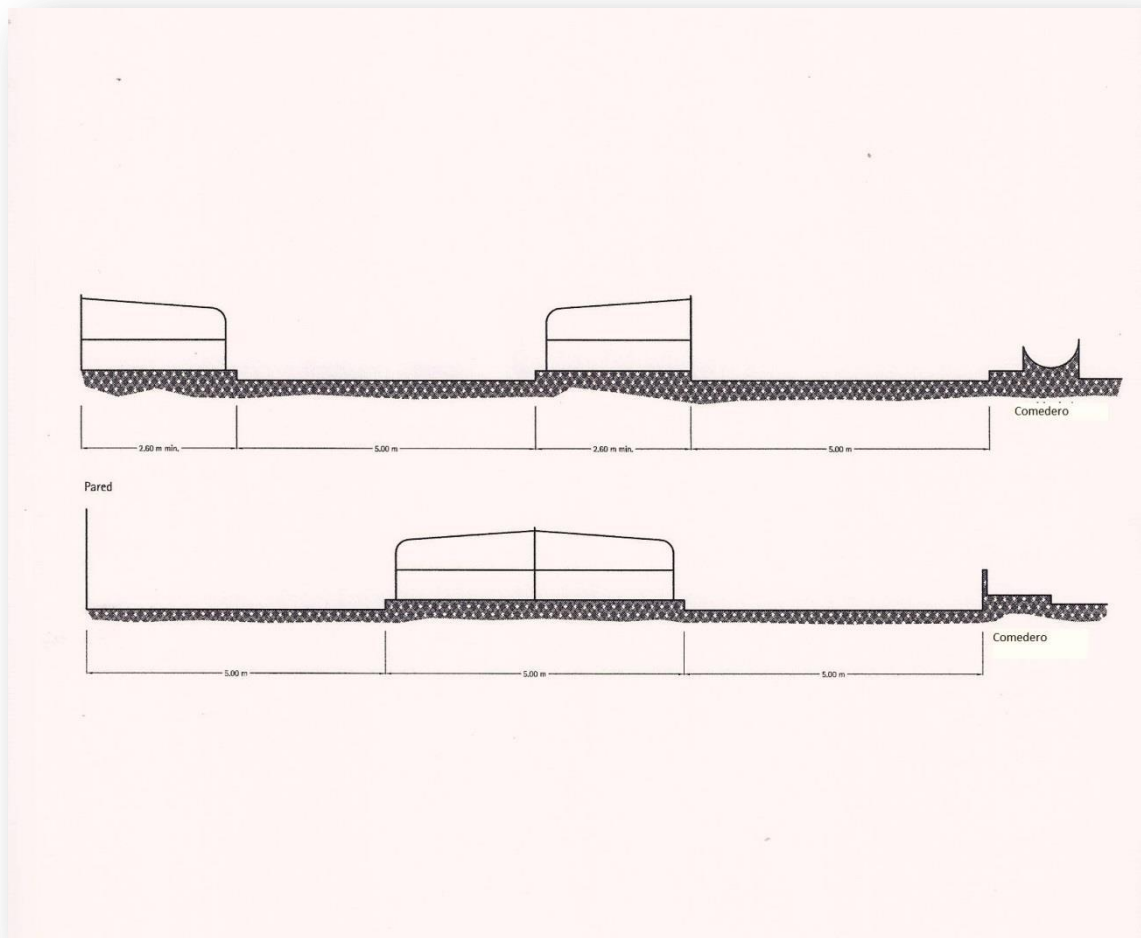


Cubículos con suelo de goma (caucho)

Las vacas han de aprender a entrar en el cubículo, en el supuesto de que estén diseñados y ejecutados convenientemente, debiendo someterlas a un aprendizaje previo. Hay varias maneras de hacerlo, desde poner obstáculos en los pasillos para evitar que se acuesten fuera de los cubículos, hasta ayudarlas a entrar. Es aconsejable estrenar los cubículos en épocas de poco trabajo en el campo, ya que requieren de la atención constante del ganadero. Los cubículos necesitan de un mantenimiento muy preciso. A menudo los buenos diseños, como las raciones bien formuladas, no sirven de nada sin un buen manejo.

Hay múltiples causas por las cuales las vacas rechazan los cubículos, muchas de ellas derivan de un mantenimiento defectuoso, o poco preciso. De entre las causas atribuidas a un diseño inadecuado pueden citarse las siguientes (Albright y Arave, 1997): que la longitud de la base sea demasiado corta; que la anchura de la base sea demasiado estrecha; que el separador o tubo metálico esté colocado muy bajo, impidiendo que la vaca pueda girar la cabeza de costado; que el travesaño de contención superior se coloque demasiado hacia atrás, y no deje entrar la vaca con comodidad, o muy alto, dejándola entrar hacia dentro sobrepasando el límite; que el borde o escalón interior esté colocado demasiado atrás, como el caso del travesaño, o demasiado adelante, sin espacio abierto en el frente, impidiéndola levantarse en condiciones ya que no podría dar el impulso hacia delante; que el escalón exterior esté demasiado alto y que la cama sea excesivamente dura.

La explotación de vacas de leche



Disposición y dimensiones mínimas de los cubículos frente a frente y cara a cara

ÁREA DE ALIMENTACIÓN

Un animal no es solamente lo que come sino lo que está diseñado para aquello que puede comer, y en este sentido la vaca tiene como órganos para coger el alimento los morros, los dientes y la lengua (Albright y Arave, 1997). Al observar las vacas cuando pastan en la montaña puede verse que siguen las curvas de nivel, y en ningún caso comen en dirección hacia abajo, ya que más allá de las patas delanteras no llegan. También son capaces de coger hojas de árboles. Es evidente, por tanto, que el nivel interior del comedero nunca ha de ser inferior al de los pies de la vaca.

Cuando la vaca pasta, en condiciones normales, no es molestada por las otras y dispone de tiempo, evitándose de esta manera situaciones de competitividad. De la misma manera se tendrán que diseñar las áreas de alimentación en las estabulaciones.

Alojamientos



Un lugar en el comedero para cada vaca, Rastrillo autocapturador inclinado

El acceso a la comida, y por tanto el comedero, es tan importante como la cantidad de nutrientes suministrados en la ración (Albright, 1993; Albright y Arave, 1997). Todos los esfuerzos para reducir la competitividad serán pocos si se quiere conseguir que las raciones tengan la máxima eficacia.

Cuando hay situaciones de competitividad para acceder al comedero, las vacas dominantes tienden a estar más tiempo, y las de rango inferior en la escala jerárquica, que a menudo son las de primer parto, al acceder al comedero encuentran los restos de la ración, ya que la vaca siempre escoge, incluso en las raciones *unifeed*. No es extraño, por tanto, que las de primer parto, en muchos casos, no lleguen a vacas adultas.

En diferentes experimentos realizados con comederos, con o sin barreras de separación, se comprobó que en un comedero sin separación, las vacas dominantes, en un test de competición de 3 minutos, se están 2 minutos y 57 segundos, y el resto del tiempo, de sólo 3 segundos, es para las subordinadas. Cuando el comedero tiene separadores en toda su longitud, las dominantes están 2 minutos y 58 segundos, y las subordinadas 2 minutos y 13 segundos (Albright y Arave, 1997). Es, por tanto, evidente y aconsejable, colocar autocapturadores en el comedero que eviten toda competitividad a la hora de comer.

El área de alimentación está compuesta por las siguientes partes: comedero, autocapturadores y zona donde se sitúa la vaca. A poder ser, el área de alimentación estará cubierta para proteger los alimentos, facilitar el trabajo del ganadero, y que las vacas se sientan protegidas de las condiciones meteorológicas desfavorables, como pueden ser la lluvia, el sol directo, y el viento.

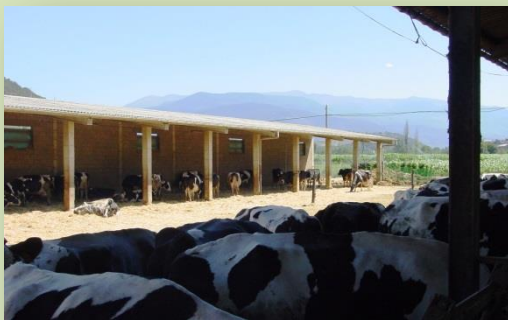
La longitud máxima de alcance del hocico de la vaca varía según el nivel del comedero respecto a sus patas anteriores. Si, por ejemplo, el nivel está a 0 cm. la longitud de alcance será de 70 cm., y si está a 30 cm. será de 110 cm. (ITEB, 1985).

La explotación de vacas de leche

El autocapturador, generalmente de acero inoxidable o hierro galvanizado, permite atar las vacas cuando éstas acceden al comedero. Así se reducen las pérdidas de alimento, hay menos competencia entre los animales y, a la vez, pueden realizarse con facilidad diversas operaciones de manejo, como pueden ser inseminaciones, controles reproductivos, arreglo de patas, tratamientos, vacunaciones, intervenciones quirúrgicas a vacas enfermas, etc.

La zona donde se sitúa la vaca tendrá una longitud mínima de 170 cm., y según el sistema de limpieza utilizado se le dará cierta pendiente, entre 1 y 2%, para facilitar la percolación de las deyecciones líquidas. Pendientes superiores al 3% provocan que la vaca patine en el sentido de la pendiente, y hasta puede provocar indecisión a la hora de acceder a ella.

En resumen, las características y las dimensiones requeridas para el diseño del comedero pueden concretarse en las siguientes: el número de plazas ha de ser igual al número de vacas, para evitar la competitividad; la anchura o espacio en el comedero para cada vaca, ha de ser igual a la anchura de la vaca (80 cm.); el suelo del comedero ha de estar, como mínimo, al nivel de los pies de la vaca, bien liso, con desnivel para evitar la acumulación de agua de la limpieza, sin rincones y de fácil limpieza; el espacio de alimentación ha de tener fácil acceso para la maquinaria; el autocapturador ha de permitir retenerlas, para tratamientos y atenciones especiales, y la altura ha de ser la de la cruz de la vaca más 5 cm., con una inclinación de 30 cm., respecto de la vertical (ITEB, 1985).



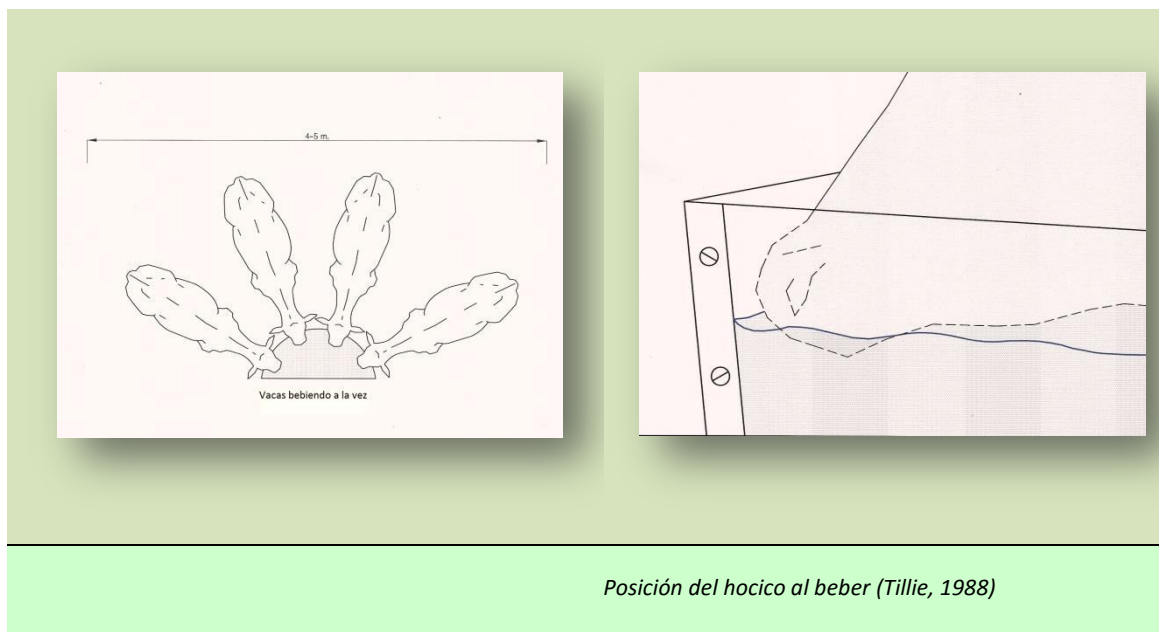
Tanto el acceso al comedero como al bebedero ha de ser fácil y cómodo

LOS BEBEDEROS

El conocimiento del comportamiento de la vaca a la hora de beber es muy interesante para escoger y colocar los bebederos en el lugar idóneo. Los bovinos beben chupando a una velocidad comprendida entre 4 y 25 litros/minutos, durante un tiempo entre 2 y 8 minutos al día (Tillie, 1988; Albright y Arave, 1997); para que la absorción del agua sea natural, y según una posición que facilite la deglución, hace

Alojamientos

falta que el morro penetre en la lámina de agua unos 3-4 cm., y que las fosas nasales queden fuera, y, a su vez, el morro forme con la lámina un ángulo de 60°; la superficie ocupada por el hocico es de unos 600 cm.² (Tillie, 1988).



Se ha estimado que en condiciones de estabulación libre, alrededor de un 15% de los animales beben simultáneamente, y que entre las 15:00 y las 20:00 horas consumen el 50% de la cantidad total de agua bebida al día (Tillie, 1988). Esto depende de la duración solar del día, ya que la vaca, tanto en el beber como en el comer, es de costumbres crepusculares (Albright y Arave, 1997).

También se ha constatado que, en condiciones de libre estabulación, el acceso a los bebederos está limitado por diferentes motivos, entre los cuales se destacan los siguientes: por la jerarquía social del grupo o lote; por el tiempo de ocupación de los bebederos por parte de los animales que beben; y por el tiempo de permanencia en el comedero. Todo esto recalca la necesidad de disponer en los alojamientos de un número suficiente de bebederos, y que su accesibilidad sea fácil y constante a lo largo del día (Diacre y Rimbault, 1994, Tillie, 1988). El diseño y la colocación de los bebederos es una de las cosas más descuidadas de las explotaciones.

En los sistemas intensivos las vacas beben con más frecuencia, de dos a cinco veces al día, aunque hay mucha variación según el animal y el tipo de ración (Phillips, 1993). El beber, en general está sincronizado, en el caso de las vacas, con la comida y con el ordeño (Phillips, 1993), de aquí la necesidad de poner bebederos cerca del sitio donde comen y de la sala de ordeño.

La explotación de vacas de leche



Bebedero redondo, en una explotación antigua



Bebedero a la salida de la sala de ordeño

El agua es un ingrediente muy importante de la ración, es un medio y, por tanto, también puede ser un vector, o sitio donde se multipliquen los virus, las bacterias, protozoos – coccidios – hongos, algunos helmínticos – formas larvadas –, etc. El exceso de ciertos elementos en el agua puede igualmente ser el origen de diferentes trastornos (Naciri, 1992, Diacre y Raimbault, 1994). Entre los principales trastornos se mencionan los de la reproducción, siguiéndoles los de la predisposición a las diarreas, las afecciones renales y sanguíneas, etc.

Las contaminaciones bacterianas y parasitarias pueden ser o bien específicas, provocando, entre otras enfermedades, enteritis, metritis y mastitis, o bien no específicas, provocando el desequilibrio de la flora del tubo digestivo. Es evidente que el agua para las vacas no solamente ha de ser potable en origen, sino en el bebedero.

Los bebederos para vacas lecheras pueden ser de dos tipos: colectivo con receptor o recipiente de nivel constante, e individual, ya sea de nivel constante o de paleta. La elección del modelo de bebederos, así como de su instalación, y del número a colocar, dependerá del tipo de animal y del número de animales por lote.

Los bebederos individuales de nivel constante se utilizan, principalmente, para novillas y vacas adultas, mientras que los de paleta son para animales jóvenes (Tillie, 1988). Si el número de animales por lote es inferior a 10 se colocara uno, mientras que para lotes más grandes, se recomienda disponer de un conjunto de bebederos equivalentes al 15% del número de animales presentes en el lote. Sus dimensiones tendrán en cuenta lo que se ha comentado en el apartado del comportamiento.

Alojamientos

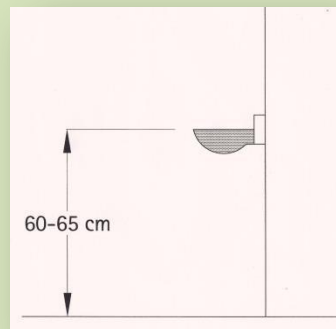
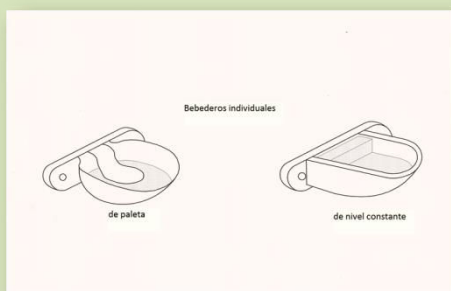


Bebedero colectivo en la zona de ejercicio



Bebedero individual, cazoleta

Igual que en el caso de los bebederos de receptáculo, los individuales se situarán en zonas de fácil accesibilidad y con suelo firme. En general, se distribuirán estratégicamente para facilitar que el máximo número de animales puedan beber a la vez, y se debe evitar su colocación sobre las zonas con cama, ya que humedecerían la cama y, además, la zona de reposo se convertiría en una zona transitada.



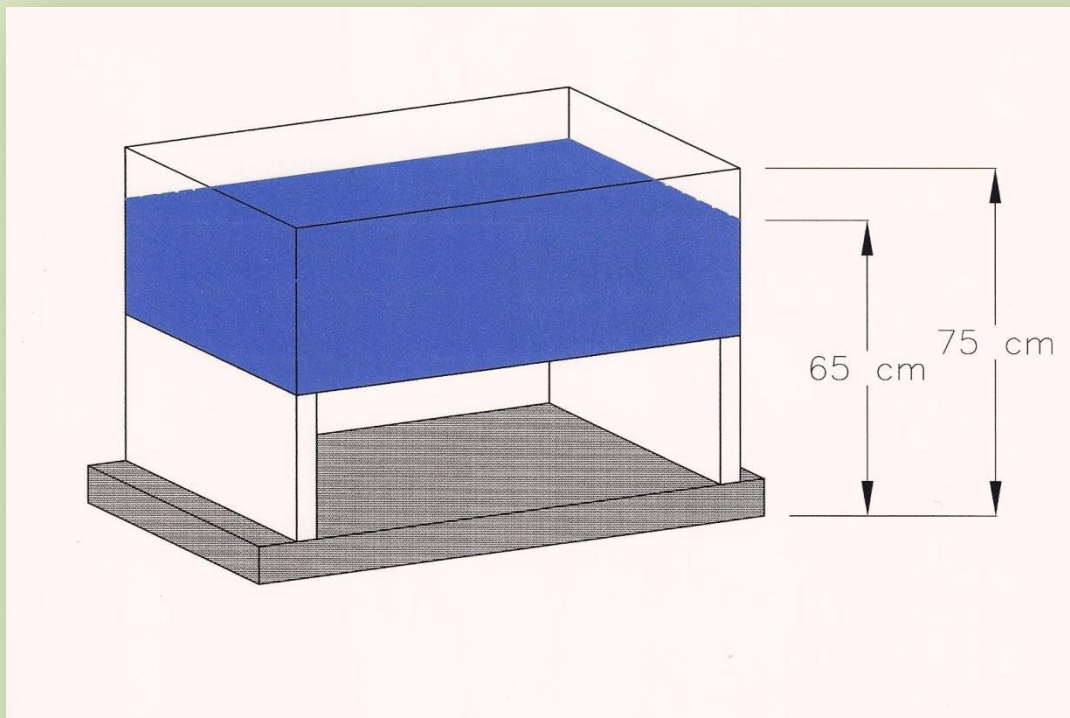
Bebederos de cazoleta; Posición de los bebederos individuales

Los bebederos de receptáculo ponen a disposición de las vacas un gran volumen de agua. Pero hace falta asegurarse que el caudal de agua que suministren sea suficiente para compensar la velocidad de consumo de las vacas; siendo recomendable que el caudal sea, aproximadamente, de unos 40-50 litros/minuto.

La explotación de vacas de leche

Se colocarán de tal manera que la parte superior del bebedero esté a una altura, como máximo, de 75 cm. del suelo, siendo la de 65 cm. la más aconsejable, debiéndose disponer de sistema de boya para que la lámina de agua quede 10 cm. por debajo de esta altura para evitar pérdidas (Tillie, 1988). La profundidad de la lámina de agua deberá estar entre 30 y 40 cm.. Es muy importante que se puedan limpiar con facilidad (hace falta limpiar y desinfectarlos periódicamente para evitar la fermentación de los restos de comida y la formación de verdillo en las paredes), se tiene que prever un buen desagüe, y que las tuberías que le suministren el agua estén protegidas de los rayos del sol y de las heladas.

Por lo que respecta a la colocación, se situara el receptáculo o recipiente en una zona con espacio suficiente para permitir el acceso sin problemas. Alrededor del bebedero o de los bebederos, tiene que existir un espacio suficiente para que las vacas que estén bebiendo no bloqueen el paso de las otras; una vaca cuando bebe ocupa un radio de unos 2,15 m alrededor del bebedero (Tillie, 1988). Preferiblemente se situarán en zonas hormigonadas y con un drenaje adecuado que evite que las pérdidas de agua lleguen a las zonas de descanso o alimentación. En el caso de estabulación libre en cama, se situarán entre la zona de reposo y la de ejercicio, a cobijo del sol. En estabulación libre con cubículos, se localizarán en los pasos de cruce entre hileras de cubículos.



Bebedero colectivo, nivel del agua entre 65 y 75 cm. desde el suelo

Alojamientos

Los siguientes puntos resumen las necesidades y el dimensionado de los bebederos: Una vaca puede beber hasta 200 litros de agua potable al día, debiéndose prever un caudal mínimo por vaca de 40-50 litros por minuto; la temperatura ha de ser el equivalente al agua de un pozo; para la instalación de bebederos individuales se instalarán 2 por cada 15 vacas, y para bebederos comunes, si la longitud de ataque es de 2,50 m, se instalarán uno por cada 20 vacas, con desagüe para la limpieza y renovación (Seguí y Trias, 1996).

RECOGIDA, ALMACENAMIENTO Y TRATAMIENTO DE DEYECCIONES

Las deyecciones, tanto sólidas como líquidas, producidas por el animal dependen del tipo de ración y de las situaciones estresantes, así como de la temperatura y de la densidad animal en la estabulación (INRA, 1996). Por ejemplo, en dietas forrajeras en verde, o en pasto, las vacas defecan entre 2 y 3 veces más con relación a las que comen raciones secas. La media de veces que orinan al día está alrededor de nueve, y el de defecaciones entre 12 y 18 veces (Albright y Arave, 1997).

A continuación, se explican los diferentes tipos de sistemas de recogida, almacenaje y tratamiento de las deyecciones en una explotación, en función de las características de la misma.

En las condiciones actuales de estabulaciones los sistemas de recogida de las deyecciones se hacen de diferentes maneras, con tractor equipado con pala o media-caña, con arrastres y con agua.

El sistema de limpieza con pala enganchada al tractor es el que menos infraestructura requiere, pero es necesario tener en consideración el gasto de mano de obra que comporta. Es un sistema mayoritariamente utilizado en pequeñas estabulaciones libres, con cama y con un diseño que no permite una mayor automatización.

En el caso de estabulaciones libres con cubículos se ha extendido mucho el uso de los arrastres, que son unos dispositivos mecánicos, programables, que arrastran las deyecciones hasta un foso o estercolero, colocado en un lateral de la explotación, al final de la hilera de cubículos.



La explotación de vacas de leche



Arrastre deyecciones desde la zona de reposo y alimentación hacia estercolero

Los diferentes fabricantes de arrastres ofrecen en sus modelos, entre otras posibilidades, que la anchura se adapte a los pasillos de los cubículos, con movimiento mediante un rail con sistema de vaivén, o bien mediante un cable enterrado, con sistema de parada automática al chocar con una vaca, un programador de funcionamiento, etc.

El número de veces que se accionarán los arrastres a lo largo del día, dependerá del número de vacas presentes en la estabulación, siendo un momento idóneo para accionarlos aquel en que se cierran las vacas en la sala de espera, antes de iniciar el ordeño, ya que así no se estorban los animales, a la vez que se reduce la contaminación, de origen fecal, susceptible de penetrar a través del canal del pezón, a lo largo de los 30 minutos que transcurren después del ordeño, hasta que éste se cierra completamente.

Finalmente, la limpieza con agua requiere que los pasillos tengan pendiente hacia los sistemas de recogida de las deyecciones, y que en la parte superior de los mismos se coloque un depósito que acumule un cierto volumen de agua, para permitirle salir de golpe. También se deben construir dos embalses al final de los pasillos, uno de recogida del agua y de las deyecciones y el otro, anexo al anterior, para poder decantar el agua, la cual posteriormente se bombeará al depósito, cerrando así el circuito.



Limpieza con agua reciclada de la instalación de ordeño

Alojamientos

Los sistemas de almacenaje son los estercoleros y los fosos, siendo normal el del estercolero en las estabulaciones libres con cama de paja. No obstante, anejo al estercolero, se construye un foso encargado de recoger los lixiviados de la percolación del estercolero (purines) y las aguas blancas y verdes provenientes de la limpieza de la instalación de ordeño.

En caso de tratarse de una estabulación libre con cubículos con cama de paja, a causa de que la cantidad producida por vaca y día es pequeña, la consistencia del estiércol es más líquida y, esto, condiciona que el foso sea el sistema de almacenaje más adecuado. Si la cama del cubículo es un colchón plástico o lona, también el foso es el sistema más apropiado. Esta consistencia entre sólida y líquida de las deyecciones, dificulta su distribución en terrenos agrícolas, ya que si se utiliza el remolque extendedor se pierden deyecciones durante el transporte, y si se utiliza la bota de purines es usual que se obture el sistema de aspiración (INRA, 1996). Todo esto motiva que se deba realizar algún tipo de tratamiento de las deyecciones, con anterioridad a su aplicación agrícola, tal y como se explica a continuación.

El dimensionado de los estercoleros y los fosos debe hacerse de acuerdo con la normativa medio ambiental vigente, y los requerimientos de almacenaje según la alternativa y rotación de cultivos.

Para las deyecciones de consistencia más o menos líquida, con presencia de paja, almacenadas en fosos, se hacen dos tipos de tratamiento: a) la homogeneización de fases, con un batidor y una bomba de paletas; la eficacia de este tratamiento depende, en gran medida, de las características de los aparatos utilizados y del contenido en materia seca del estiércol semi-líquido, en general inferior al 15-16%. En caso de que el foso tenga un gran volumen, su eficacia será menor, b) la separación de fases, que consiste en separar la parte sólida de la líquida mediante un separador mecánico o bien construyendo un foso universal. También se puede realizar una combinación de los dos sistemas.

El separador mecánico es un aparato accionado eléctricamente, que succiona el material presente en el foso y lo hace pasar a su interior por un cilindro metálico de varitas, el cual ejerce presión sobre el material succionado, permitiendo que la fracción líquida afluya por fuera del cilindro, y pueda ser recogida en una balsa aneja, mientras que la parte sólida es retenida en el interior del cilindro, hasta que se produce su expulsión por la parte posterior y se deposita en una pila. De esta manera se eliminan los problemas de manejo de las deyecciones, ya que la parte sólida puede almacenarse sin problemas, y se puede esparcir con un esparcidor de estiércol convencional, mientras que la parte líquida, en condiciones de poca pluviometría, se almacenará en unos fosos al aire libre, y su contenido se utilizará para diluir el contenido de la balsa, cuando éste esté demasiado sólido, o bien para el riego (Westfalia, 2002).

El foso universal es un tipo de foso que permite extraer la fracción líquida del estiércol mediante bombeo, mientras que la fracción sólida se extrae con un tractor equipado con una pala hidráulica frontal. Pueden ser de dos tipos, de paredes inclinadas o verticales (Frison, 1981).

Su concepción es sencilla ya que se aprovecha la diferencia de densidad entre la fracción sólida y líquida del estiércol, y se construye un foso enterrado donde se almacenan el estiércol semi-líquido, instalándose un sistema de bombeo que succiona la parte más líquida del fondo del foso. Se acondiciona una rampa, al otro lado del equipo de bombeo, para que el tractor pueda acceder y retirar la parte sólida flotante. En terrenos con suelo poco profundo, con presencia de rocas o con capa freática elevada es difícil de construir el foso enterrado, y la rampa de acceso requiere espacio.

La explotación de vacas de leche



Separador mecánico de fases

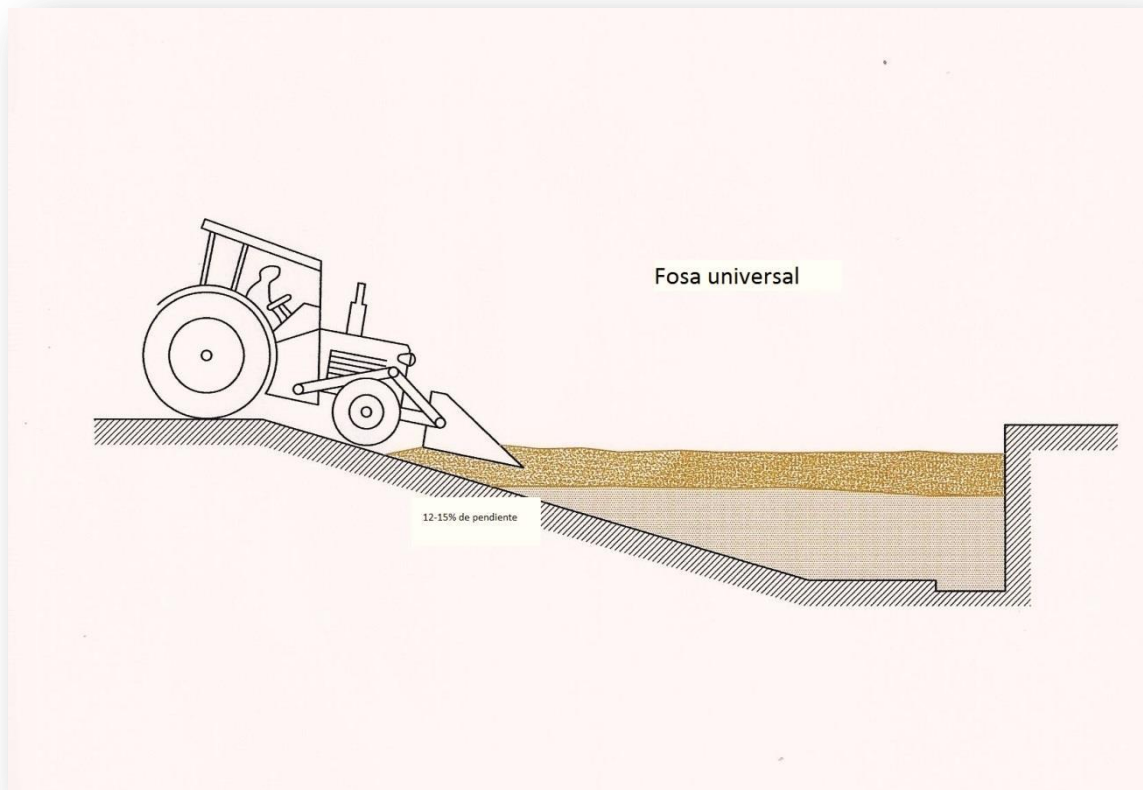


Estanque purines



Fosa universal

Alojamientos



Fosa universal (Frison, 1981)

8.- INSTALACIONES PARA EL ORDEÑO

INTRODUCCIÓN

El equipamiento para el ordeño, llamado bloque del ordeño, consta de diferentes locales, conectados entre sí, que se tienen que acoplar a la estabulación de vacas lecheras. El diseño, a parte del tipo de sala de ordeño, requiere del seguimiento de unas normas, para implantar el equipamiento con armonía dentro del conjunto de la explotación.

El bloque del ordeño está formado por la sala de espera, la sala de ordeño y la lechería. La misión es recoger la leche y la conservación temporal de la misma. Estos elementos son los básicos, a los cuales se suelen añadir las oficinas, la enfermería, un sitio para los motores del ordeño y de la refrigeración, etc., pero que en realidad son anejos al equipamiento del ordeño (Tillie y Billon, 1984).

Para la correcta inserción del conjunto del ordeño dentro de la estabulación se han de considerar diferentes circuitos, entre los cuales Tillie y Billon (1984) destacan los siguientes:

Circuito de las vacas: Es el que condiciona el diseño del conjunto, y que ha de responder al objetivo general de ser sencillo y de fácil manejo y limpieza. Se tiene que permitir que la entrada de las vacas sea fácil, se eviten tiempos muertos, se reduzca la posibilidad de ensuciar la sala, y que las vacas no se ensucien.

Circuito de la leche: Una vez la leche llega a la unidad final, y la bomba de la leche la impulsa hacia el tanque, el circuito que tiene que recorrer debe ser corto, recto, y fácil de limpiar, y sin turbulencias o diferencias de presión, para evitar la contaminación y la lipólisis.

Circuito del vaquero: La sala y todo el conjunto del ordeño se han de adaptar al vaquero, o persona que ordeña. El circuito ha de ser ergonómico (que no obligue al ordeñador a posturas incorrectas), sencillo y corto. Es la parte que más atención requiere por parte del ingeniero que ha de diseñar el bloque del ordeño.

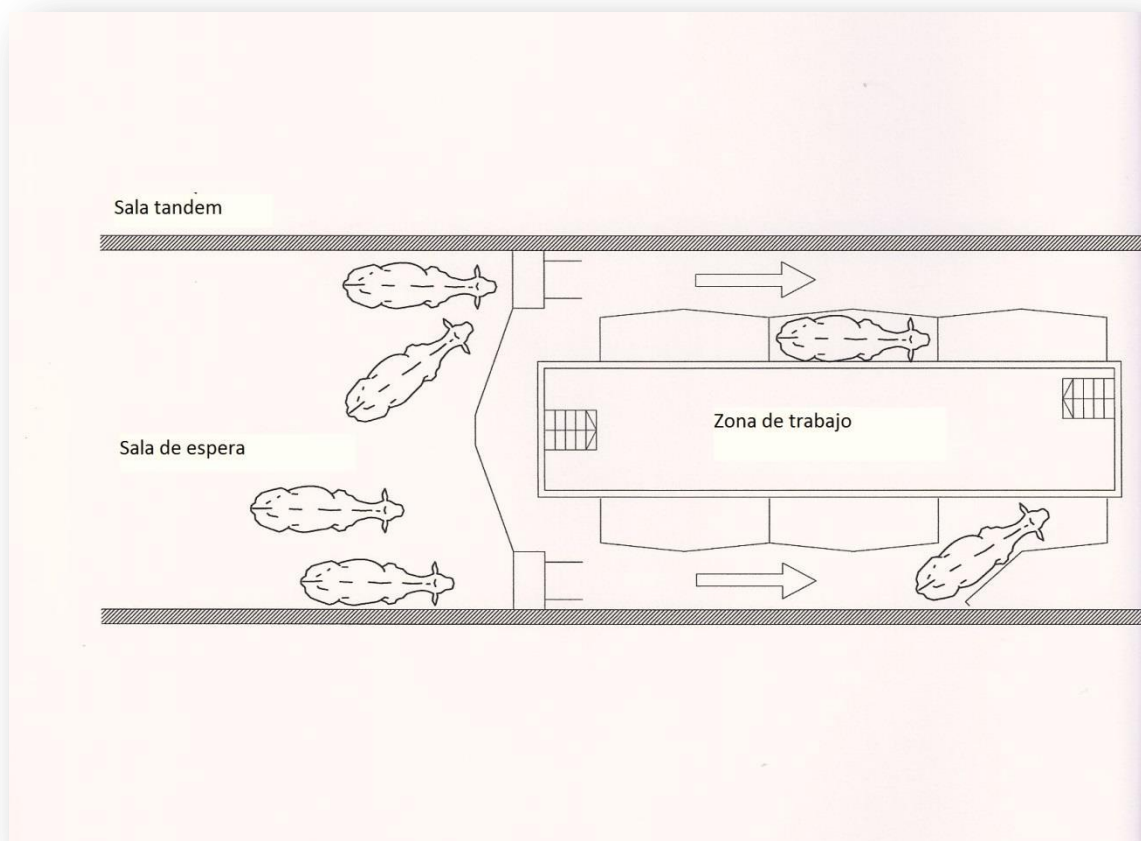
Para evitar el calor y las moscas en el verano, y el frío en el invierno, la orientación de la sala y del área de espera deberá planificarse siguiendo los mismos criterios que para el resto de instalaciones, en especial los referidos a la estabulación, sol en el invierno, sombra en verano. Por encima de todas las consideraciones, la comodidad para la persona que ordeña ha de ser el principal objetivo, ya que el trabajo de ordeñar es rutinario y constante durante todo el año, mañana y tarde (Billon y Tillie, 1985).

Circuito de aguas utilizadas: Los efluentes, que provienen de las tuberías de la instalación de ordeño, llevan detergentes y desinfectantes, a los cuales se les mezcla los de la limpieza del local, que principalmente son agua y estiércol. La eliminación se tiene que estudiar de acuerdo a las normativas medio ambientales, y al menor coste y facilidad, aprovechando desniveles y pendientes de la estabulación.

TIPOS DE SALAS DE ORDEÑO

Los principales tipos de salas de ordeño son las de tándem, espina de pescado, el sistema en paralelo y las rotativas (DeLaval, 2002; Franch, 1996; Billon, 2000).

En el tipo tándem las vacas se colocan en paralelo al foso de trabajo, una detrás de la otra. La visión de la vaca y de la ubre por parte del ordeñador es total. El ordeño es continuo conforme entran las vacas. En consonancia con la evolución del sector lechero hacia explotaciones más grandes, de cada vez se hacen menos de este tipo, sobre todo por el espacio que ocupan, a igualdad de vacas, en comparación con otras, y por el gran recorrido que tiene que hacer el vaquero.



A partir del catálogo DeLaval

Otra sala de ordeño para grupos de vacas pequeños, hasta 50, es el tipo paralelo Girona, ideada por Extensión Agraria.

La explotación de vacas de leche



Sala paralelo Girona, 1980

En este tipo de sala de ordeño hay 4 posiciones para las vacas, que se colocan en paralelo, dos en el medio y las otras dos laterales. Las vacas salen retrocediendo. Fue pensada y diseñada para ahorrar espacio y para acoplarse a las estabulaciones antiguas (SEA, 1983).

El tipo espina de pescado es la más extendida, y se utiliza tanto en grupos pequeños como en grandes. Las vacas se ordeñan por lotes, y el vaquero accede a la ubre lateralmente, no se tiene una visión global de la vaca, pero sí de la ubre. Ocupan menos espacio que una sala tipo tándem. Las más usuales son de ordeño doble, es decir con ordeño a los dos lados a la vez, y las más difundidas son de 2x4 a 2x12.

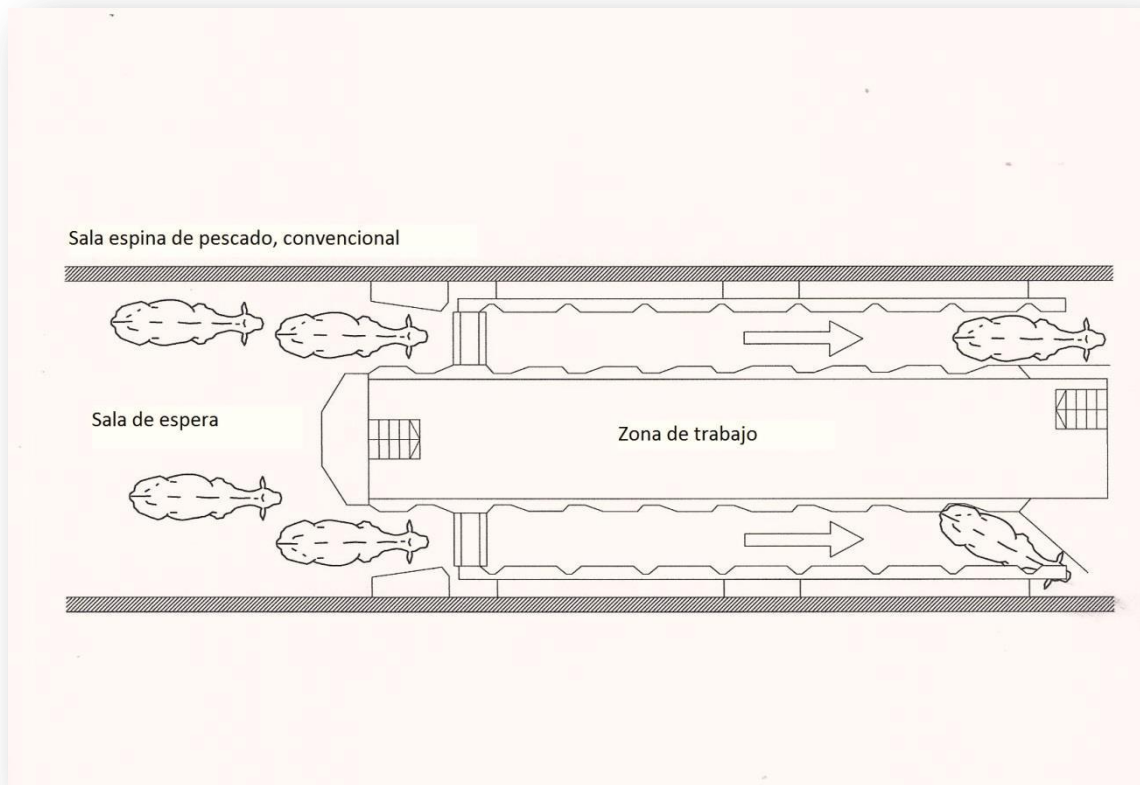


Espina pescado 2x5



Espina pescado 2x6

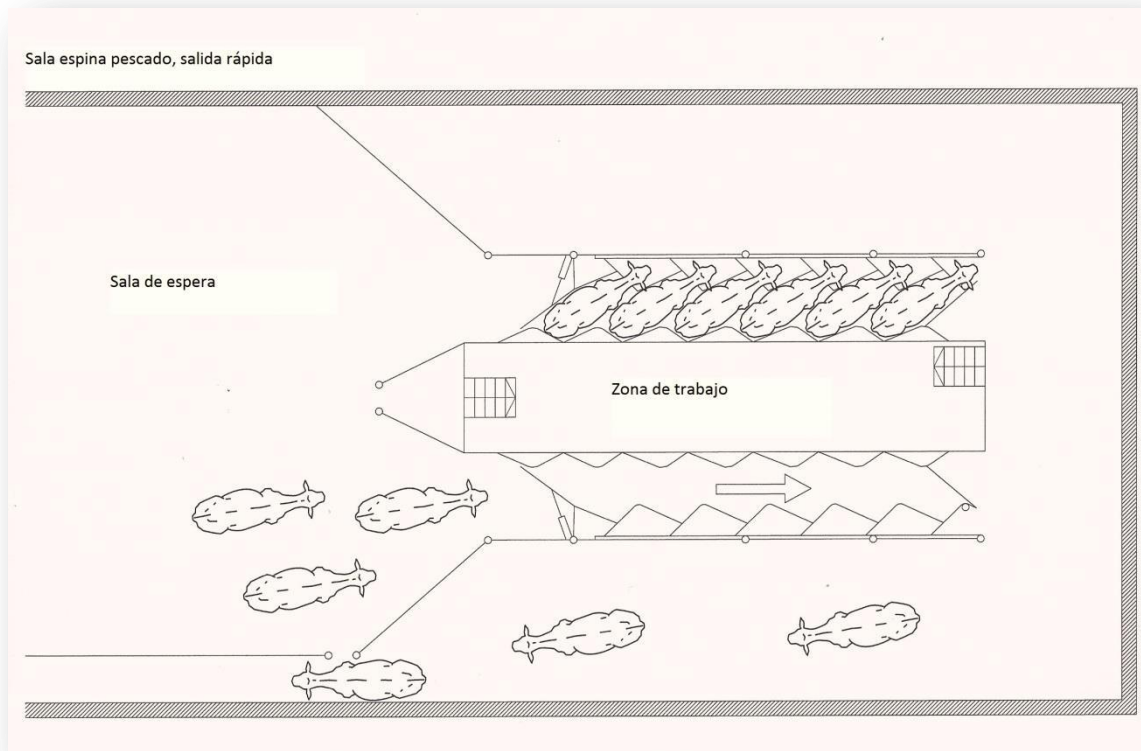
Instalaciones para el ordeño



A partir del catálogo DeLaval

Si la barra delantera, donde la vaca pone la cabeza, es de fácil ajuste, la entrada y la salida es más rápida, y la disposición de la ubre es la adecuada para un buen acceso del vaquero. La sala en espina de pescado convencional ha evolucionado hacia la de espina de pescado con salida rápida, sobre todo para el ordeño de grupos más grandes, pudiéndose llegar a la de 2x24. Se requiere más espacio, ya que la salida rápida significa que entre la pared y la barra delantera, donde la vaca acomoda la cabeza, tiene que haber mucho espacio que permita salir todas a la vez, a cada lado del foso.

La explotación de vacas de leche



A partir del catálogo DeLaval



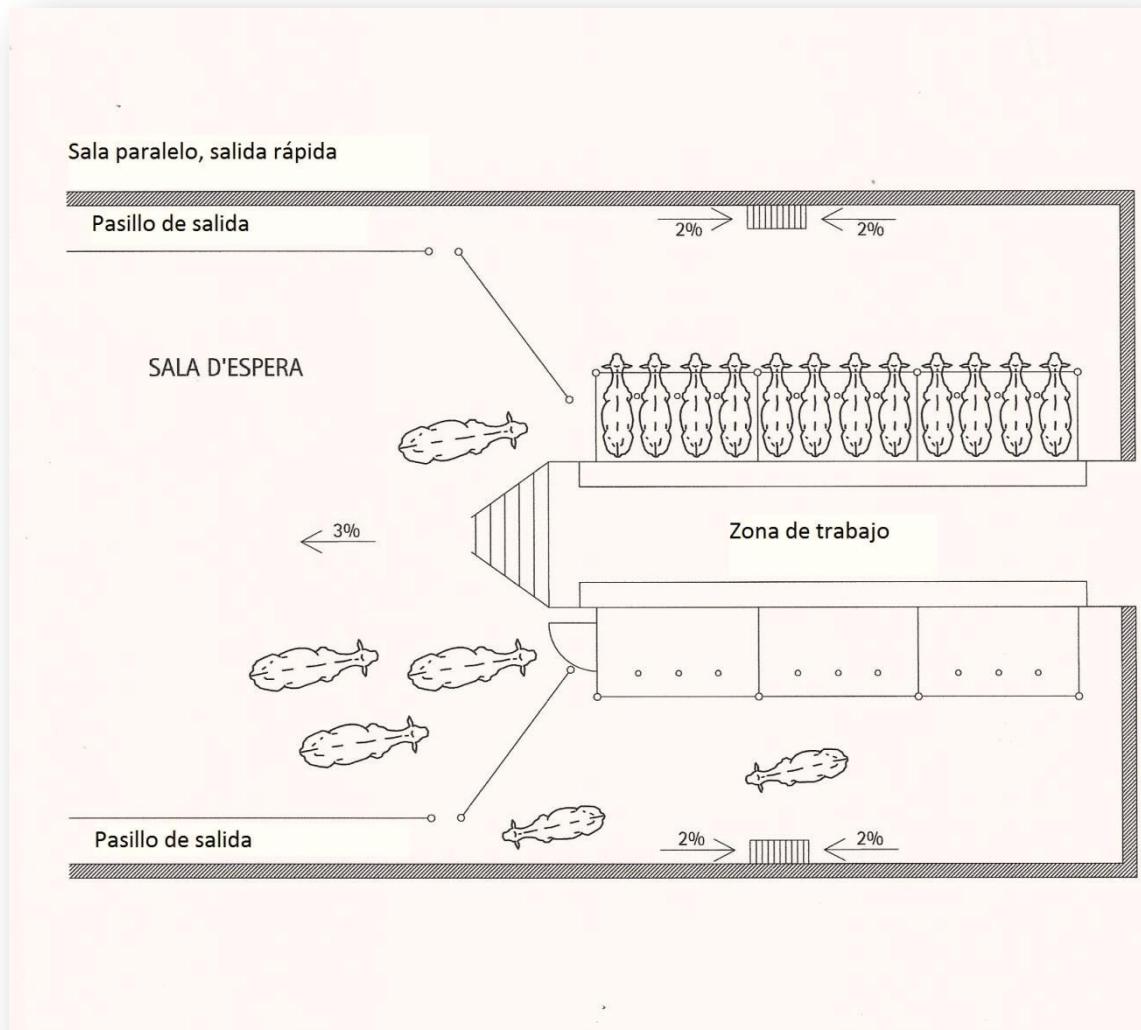
Espina pescada salida rápida2x8



Paralelo salida rápida2x10

Instalaciones para el ordeño

La sala en paralelo es una sala para grupos grandes, las vacas se disponen en paralelo y ángulo recto respecto del foso. Caben más vacas a igualdad de espacio en comparación con la espina de pescado. La amplitud, desde la cabeza de la vaca, o desde la barra delantera, hasta la pared será función de la rapidez que se quiera dar en la salida. La visión de la vaca y de la ubre por parte del ordeñador es más difícil. La ventaja es que las vacas no pueden dar patadas al vaquero, ya que las dan lateralmente. Las unidades de ordeño se colocan por entre las patas posteriores.

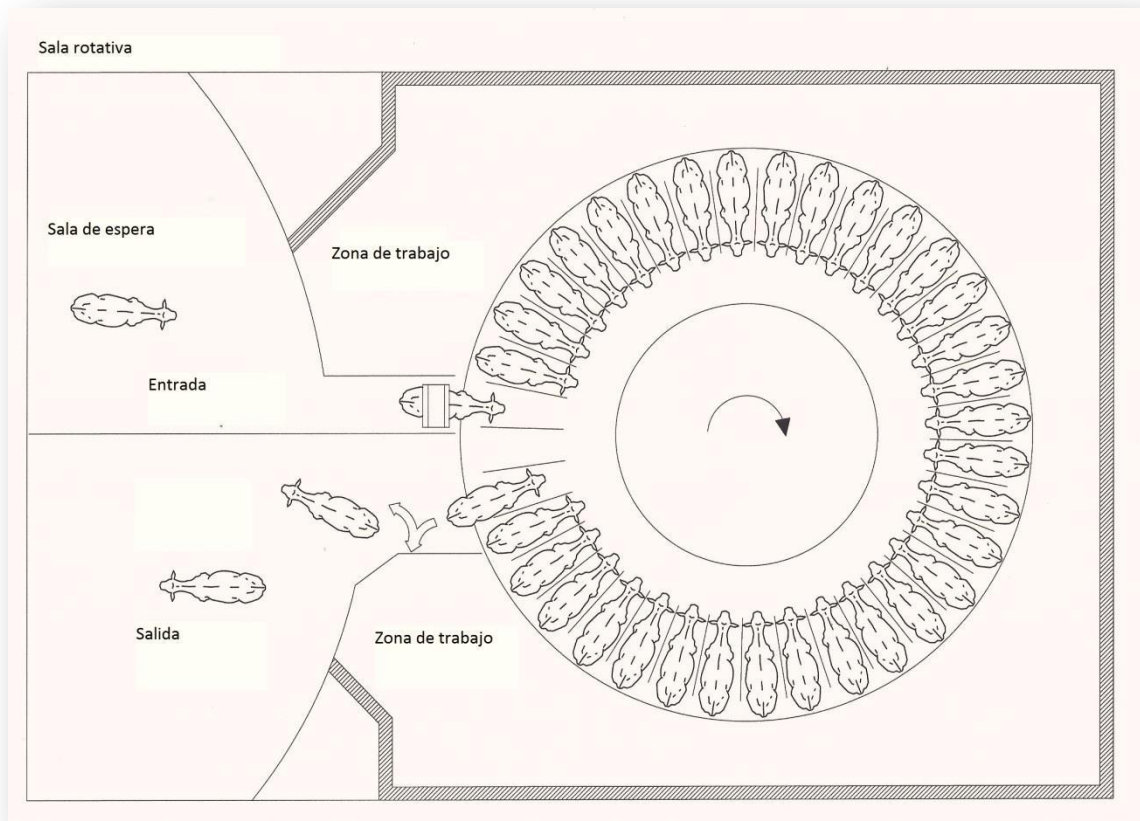


A partir del catálogo DeLaval

Las rotativas, en general, son, también, para grupos de vacas grandes, y se ordeñan, usualmente, de 24 a 48 vacas, cada vuelta, si bien para explotaciones grandes se instalan salas con capacidades superiores, hasta para 80 plazas. Tienen un gran rendimiento, y la mano de obra utilizada con relación al número de vacas es escasa, ya que el vaquero espera a la vaca cuando entra, no va a su encuentro. Las vacas al tener un espacio individual para cada una de ellas, están más tranquilas. Pueden ser de ordeño exterior

La explotación de vacas de leche

o interior, según la vaca ponga la cabeza en el interior del círculo o hacia el exterior, o según el vaquero se ponga dentro del círculo o fuera. Hay rotativas en tándem, en espina de pescado y en paralelo (Franch, 1996). Las unidades de ordeño se colocan por entre las patas posteriores.



A partir del catálogo DeLaval



Rotativas

ASPECTOS IMPORTANTES EN EL DISEÑO DE UNA SALA DE ORDEÑO

Los aspectos principales a tener en cuenta en el diseño de una sala de ordeño son, la posición del vaquero, la posición de la barra posterior de contención de la vaca, y la posición de la vacas (Billon y Tillie, 1987; Billon *et al*, 1988).

La posición del vaquero cuando ordeña es de pie, y la postura ideal es aquella que le permite acceder a la ubre sin esfuerzo, sin que se resienta la columna vertebral. El vaquero ha de estar en posición recta, con los brazos formando ángulo recto a nivel de los codos (Billon y Tillie, 1987).

La posición de la ubre, respecto de la del vaquero, tiene que ser entre la base del codo y los hombros, por tanto, la altura del foso se determinará en función de la altura del vaquero. En la tabla 8.1 se indican las diferentes alturas del foso (o profundidades) según la altura del vaquero.

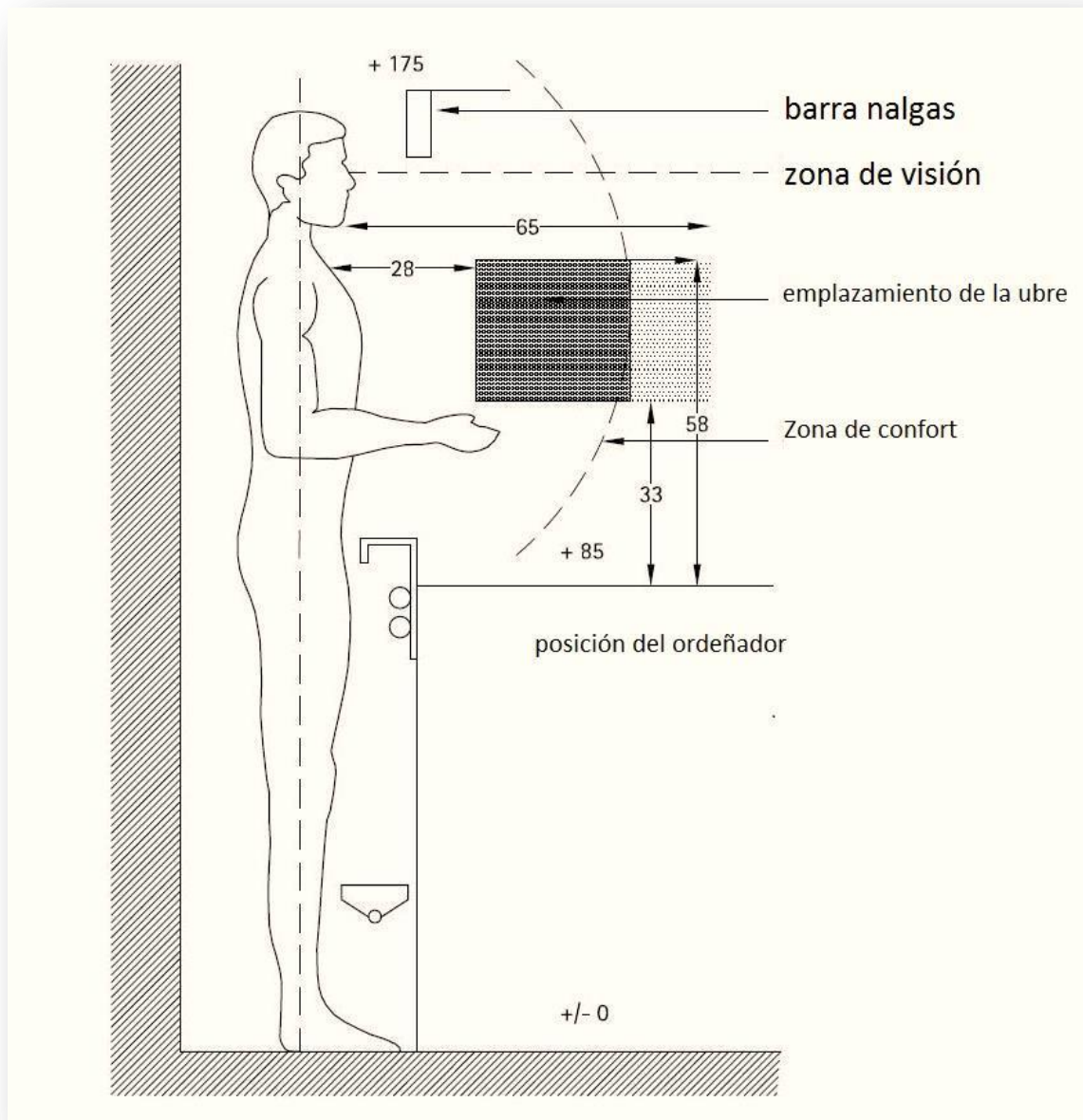
Parece acertado que la altura del foso sea de un metro, aunque es preferible hacerla de más profundidad, por ejemplo de 1,10, o superior, y acoplar una plataforma que se ajuste hidráulicamente.

Tabla 8.1. Altura del foso según la altura del vaquero

Altura del vaquero en m	Altura del foso en m
De 1,61 a 1,70	0,85
De 1,71 a 1,75	0,90
De 1,76 a 1,80	0,95
De 1,81 a 1,85	1,00
De 1,86 a 1,90	1,05
Más de 1,90	1,10

Adaptación a partir de Billon y Tillie (1987)

La explotación de vacas de leche



Para el diseño de la sala, los datos que se utilizan tienen como referencia las medidas de una vaca adulta, frisona (holstein), de altura igual a 1,4 m, con la ubre situada a una altura desde el suelo de 0,45 m (con extremos desde 0,25 a 0,65), con una amplitud entre caderas de 0,6 a 0,70 m y longitud de 2,2 a 2,4 m, (entre la inserción de la cola hasta la inserción de los cuernos hay una longitud de 1,99 m) (DeLaval, 2002).

La posición de la barra del trasero de la vaca es importante para la correcta colocación de la ubre. Una vez se ha determinado la altura del foso, para que el vaquero no se tenga que agachar ni alzar los brazos para acceder a la ubre, se tendrá que vigilar la distancia donde se tiene que encontrar la ubre de la vaca, con respecto de las manos del vaquero. El objetivo es que el vaquero no la tenga que buscar. La barra del trasero, puede ser recta o sinuosa, y se tiene que colocar evitando alejar la vaca del borde del foso.

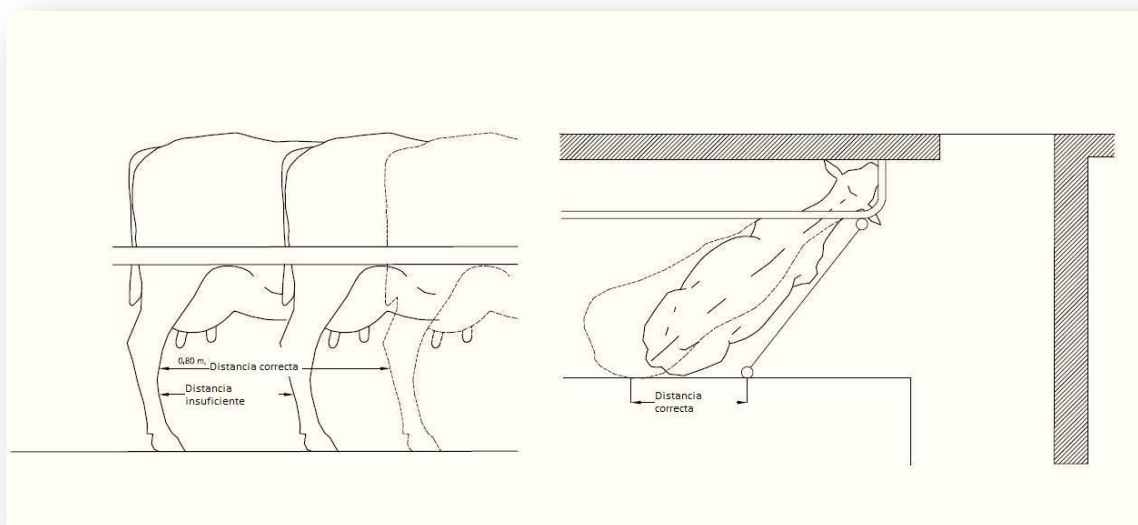
Instalaciones para el ordeño

La vista del vaquero ha de ir por debajo de la barra para así poder ver a la vaca, y, por tanto, la altura con respecto al borde del foso deberá ser de 0,90 m. Por ejemplo, si la profundidad del foso fuera de 1,1 m, y la altura del vaquero fuera de 1,95 m, la vista de éste quedaría por debajo de la barra.

La posición de la vaca al situarse en la plataforma del ordeño determinará la distancia del primer pezón visible con relación al borde del foso. Esta distancia será función del ángulo que toma la vaca con respecto al borde del foso. Cuando la vaca se pone en perpendicular al borde, en ángulo de 90º, la distancia es máxima, y cuando la vaca se coloca en paralelo la distancia es mínima. En las salas convencionales de espina de pescado, que son a las que van referidas los comentarios, el ángulo que adoptan las vacas está, en general, entre 30 y 45º.

La colocación de las vacas ha de hacerse de manera que la cadera de la primera toque el hombro de la siguiente, así las vacas no se molestan entre si y se le facilita el trabajo al vaquero (Tillie y Billon, 1985). Para que la vaca quede sujeta y la ubre sea accesible a las manos del vaquero, se coloca una barra en la parte delantera, insertada a la pared.

El objetivo es que, una vez las vacas se hayan colocado en la plataforma para el ordeño, la distancia entre las patas de dos vacas consecutivas sea como mínimo, y como máximo por razones económicas, igual a 0,80 m, distancia suficiente para una buena accesibilidad.

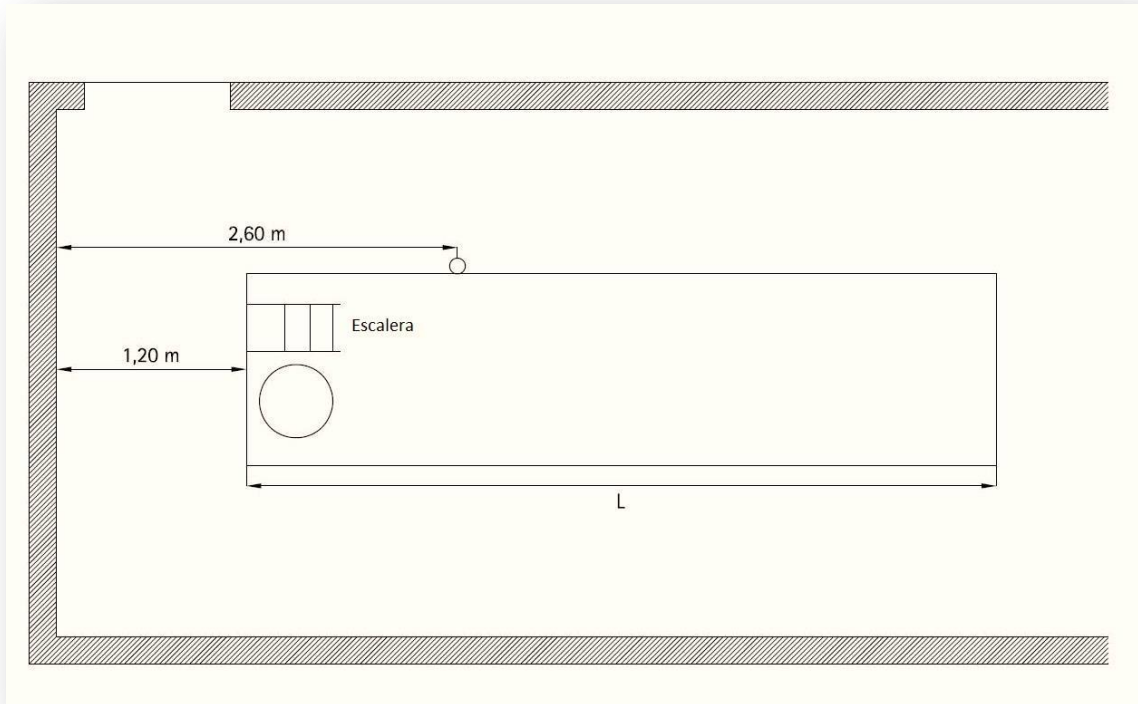


Para calcular las dimensiones de la sala, longitud y amplitud, y del foso y de las plataformas de ordeño, longitud y amplitud, hay diferentes métodos que dan unos valores aproximados para una buena colocación y ordeño. Las diferentes casas comerciales disponen de normas y planes adecuados a su material, y que lo son, también, en el ordeño.

Para un buen dimensionado hará falta calcular, en primer lugar, la longitud de la barra del trasero a partir de la distancia de 0,80 m, que es la que hay entre las patas consecutivas de dos vacas juntas en la sala espina de pescado convencional (Tillie y Billon, 1984). El paso, o paso de la vaca, es la distancia entre dos elementos que se repiten en una sala de ordeño, cuyo valor está entre 1,10 y 1,20 m. La longitud de la barra del trasero será igual a $N \times \text{paso} + 0,6$, siendo N el número de unidades de ordeño,

La explotación de vacas de leche

por tanto, la longitud de la sala será igual a $2,60 + N \times \text{paso} + 0,60$, siendo 2,60 la distancia entre el palo que sujeta la barra del trasero y la pared lateral de la sala (Tillie y Billon, 1985).



La longitud del foso (L) será función de la longitud de la barra del trasero y de la longitud de la sala, y también de la amplitud a del pasillo que hay entre la pared lateral de la sala, por donde salen las vacas, y el foso. La salida ideal es la frontal.

Por tanto, la longitud del foso, L, será igual a: $(2,60 + N \times \text{paso} + 0,60) - a$.

La amplitud del foso es variable, según el material del ordeño, pero se debe dimensionar para que el vaquero acceda con facilidad a los dos lados de la sala, y que cuando coloque la unidad de ordeño los pies estén por debajo de las tuberías y de los medidores de leche. El objetivo es que el vaquero no se tenga que inclinar para colocar las unidades de ordeño. Las nuevas instalaciones de ordeño han de ser de línea baja, con medidores o sin ellos. La amplitud más adecuada está entre 1,40 y 1,80 m (Tillie y Billon, 1985).

La amplitud recomendada por ITEB (Tillie y Billon, 1984) para la plataforma de ordeño es de 1,45 m, sin incluir el borde del foso, y que la barra delantera esté a 1 m, de la barra del trasero. Estas dimensiones son para un paso de 1,10 m.

En la siguiente tabla 8.2 se indican, de manera resumida, los distintos elementos para calcular las dimensiones de una sala según las modalidades.

Instalaciones para el ordeño

Tabla 8.2. Dimensiones usuales en salas de ordeño. Unidades en m.

	Paso de la vaca	Anchura del pasillo (entre la pared lateral y el foso)	Longitud del foso	Longitud de la sala	Anchura de la sala	Anchura foso
Tipo de sala	<i>paso</i>	<i>a</i>	<i>L</i>	<i>L_s</i>	<i>A</i>	<i>A_f</i>
Tándem	2,50	1,20- 1,25	$N^1 \times \textit{paso}$	$2 \times a + L$	6,00	2,00-2,20
Sala espina de pescado convencional; ángulo de posición de la vaca 30°	1,10- 1,20	1,20- 1,25	$N \times \textit{paso}$	$2 \times a + L$	5,00- 5,20	2,00-2,20
Sala espina de pescado convencional; ángulo de posición de la vaca 50°-60°	0,76	1,20- 1,25	$N \times \textit{paso}$	$2 \times a + L$	6,00-6,20 (para la salida rápida se deberá añadir entre 1,70-2,80 m por lado)	2,00-2,20
Sala en paralelo; ángulo de posición de la vaca 90°	0,71	2	$N \times \textit{paso}$	$2 \times a + L$	10-12 (incluye 1,70-2,80 m para salida rápida)	2,20-2,40

Elaboración a partir de BTPL (2005); ¹N, número de unidades de ordeño por lado.

En cuanto a la iluminación, deberá ser suficiente para permitir una buena visión de la ubre de las vacas; ITEB recomienda 2 tubos fluorescentes de 1,2 m (2x40 W) por grupo de 2x2. Se recomienda que la iluminación sea mayor en la sala de ordeño que en la sala de espera para facilitar la entrada de los animales.

Según sea el paso, la amplitud de la plataforma de ordeño y su longitud variarán. Si el paso es superior a 1,1 m, la longitud de la barra del trasero, o sea la longitud de la plataforma, aumentará. Por ejemplo si es de 1,2 m, la longitud será igual a 5,4 m, para una sala de 2x4. Y la amplitud del pasillo será menor, ya que la superficie que han de ocupar las vacas ha de ser la misma (Tillie y Billon, 1984).

La explotación de vacas de leche

El área de espera es necesaria para una buena circulación de vacas hacia la sala de ordeño. La superficie será función del número de vacas, del tipo de sala y del número de ordeñadores.

En general, el número de vacas que han de caber en el área de espera ha de ser un múltiple del número que habrá en la sala de ordeño, pero si solamente hay un ordeñador parece conveniente que sea de igual capacidad a la de la sala. Para el dimensionado puede considerarse una superficie por vaca entre 1,2 y 1,5 m² (Billon, 2000).

La entrada hacia la sala ha de ser recta, las vacas tienen que entrar directamente. La pendiente desde la sala hacia el área de espera tiene que ser de un 5%, ya que las patas delanteras son más altas que las posteriores y así también se minimiza la entrada de suciedad. Las paredes han de ser de una altura mínima de 1,8 m (la vaca tiene 1,4 m) para que así la vaca solamente vea la entrada hacia la sala de ordeño.

Es interesante colocar bebederos en el área de espera, mejor cerca de la entrada o del pasillo hacia la sala.

Las dimensiones del área de espera serán función del tipo de sala, y de la entrada a la misma, por esta razón no se dan medidas, y es conveniente estudiar las dimensiones propuestas por las casas comerciales especialistas en el ordeño. A lo largo del área, en caso de haber instalado un empujador, se tienen que añadir 1,5 m de más.

Las dimensiones del local donde se vaya a instalar el tanque refrigerador, lechería, ha de ser tal que el local sea fácil de limpiar, que esté bien aireado, lo más seco posible, y que no se pueda acceder al mismo desde la estabulación. La puerta de acceso tiene que tener una amplitud superior a 1,80 m y debe permitir la entrada y salida del tanque. Alrededor del tanque ha de haber, como mínimo, 1 m de pasillo para facilitar la limpieza. Se tiene que instalar agua corriente, fría y caliente. Las pendientes tienen que ser suficientes para facilitar la circulación del agua de limpieza. Los revestimientos de las paredes y del suelo tienen que ser resistentes a los ácidos y de fácil limpieza. La ventilación tiene que ser buena, para lo cual se recomienda la instalación de dos ventanas pequeñas, una de ellas superior a un lado, y la otra opuesta e inferior, las dos con rejas finas, para evitar la entrada de moscas. La zona de recogida de la leche, en el exterior, tiene que estar pavimentada, y provista de grifo y manguera para la limpieza, para evitar que la manguera del camión que recoge la leche se ensucie. En la lechería no se pueden poner ni adecuar zonas para almacenar ni piensos ni productos polvorientos (Seguí y Trias, 1996).

ELECCIÓN DE LA SALA DE ORDEÑO

El primer problema que se le presenta al ganadero es la elección de una sala de ordeño, y se ha de hacer sabiendo que el tiempo de ordeño medio de una vaca es de 7 minutos, y a partir de aquí hacer los diferentes cálculos para elegirla. A pesar de ello, el tiempo total dependerá de la rutina establecida en cada caso, con independencia del diseño. Durante estos siete minutos el ordeñador, una vez colocadas las pezoneras, debe tener tiempo de volver al mismo punto, en caso de no existir retirador automático (Billon, 2000; Billon *et al*, 1988)

Instalaciones para el ordeño

En cuanto al tiempo total dedicado al ordeño, con independencia del tamaño del grupo de vacas, parece que hay coincidencia en todos los instaladores en que no supere los 90 minutos (Tillie y Billon, 1984). También parece adecuado diseñar la sala para que una persona pueda atender hasta 8 puntos de ordeño en una espina de pescado, y hasta 12 en una en paralelo o en espina de pescado con salida rápida. Cuando el número de puntos de ordeño es superior a 12, en el caso de salas de espina de pescado con salida rápida, en paralelo y rotativa, el número de ordeñadores será 2.

A continuación se incluye una tabla resumen (tabla 8.3) para calcular la capacidad de una sala de ordeño. En cada caso se tiene que estudiar la rutina del ordeño, y adecuar un buen diseño del área de espera. Los datos pueden orientar la decisión, si bien a la hora de tomar la decisión el espacio disponible y el volumen de la inversión influirán en el tipo de sala.

Tabla 8.3. Elección del tipo de sala de ordeño

Rendimiento: vacas/hora	Número de ordeñadores	Tipos de Sala ¹
Hasta a 35	1	Epc 2x3
De 35 a 65	1	Epc 2x4, 2x5, 2x6
De 65 a 100	1	Epc 2x6, 2x8; Epsr 2x8
De 100 a 125	1	Epc 2x10, 2x12; Epsr 2x10, 2x12; P 2x10, 2x12
De 125 a 200	2	Epsr 2x16, 2x20; P 2x16; R 24
De 175 a 250	2	Epsr 2x24; P 2x20, 2x24; R 32, 40, 48, 50
De 200 a 400	2-3	P 2x24, 2x30, Epsr 2x40; R 40, 48, 60, 50, 80

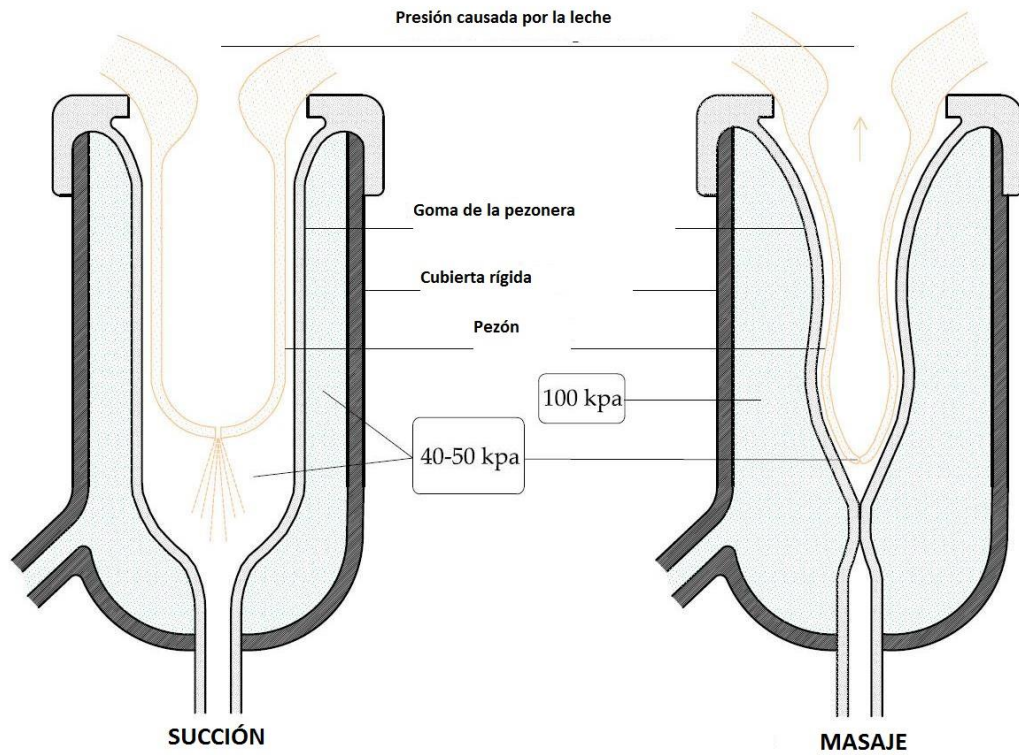
¹**Epc**: Espina pescado convencional; **Epsr**: Espina pescado salida rápida; **P**: Paralelo; **R**: Rotativa

Elaboración a partir de catálogos de casas comerciales (DeLaval, Westafalia Surge)

LA MAQUINA DE ORDEÑO

La máquina de ordeñar es el conjunto de elementos mecánicos que permite la extracción de la leche de la ubre de la vaca (Seguí y Trias, 1990). El ordeño mecánico es la acción alternativa de succión y masaje sobre los pezones de la ubre de la vaca. Esta acción se consigue mediante un mecanismo formado por la bomba, que extrae aire de toda la instalación y, por tanto, de las pezoneras en contacto con los pezones de la vaca, lo que desencadena la succión, y al mismo tiempo es interrumpida por unos artilugios llamados pulsadores, que dejan entrar aire en la cámara que hay entre la pezonera y la porta-pezonera, lo cual da lugar al masaje del pezón. Este sistema imita al ternero cuando succiona la leche de la ubre de la vaca.

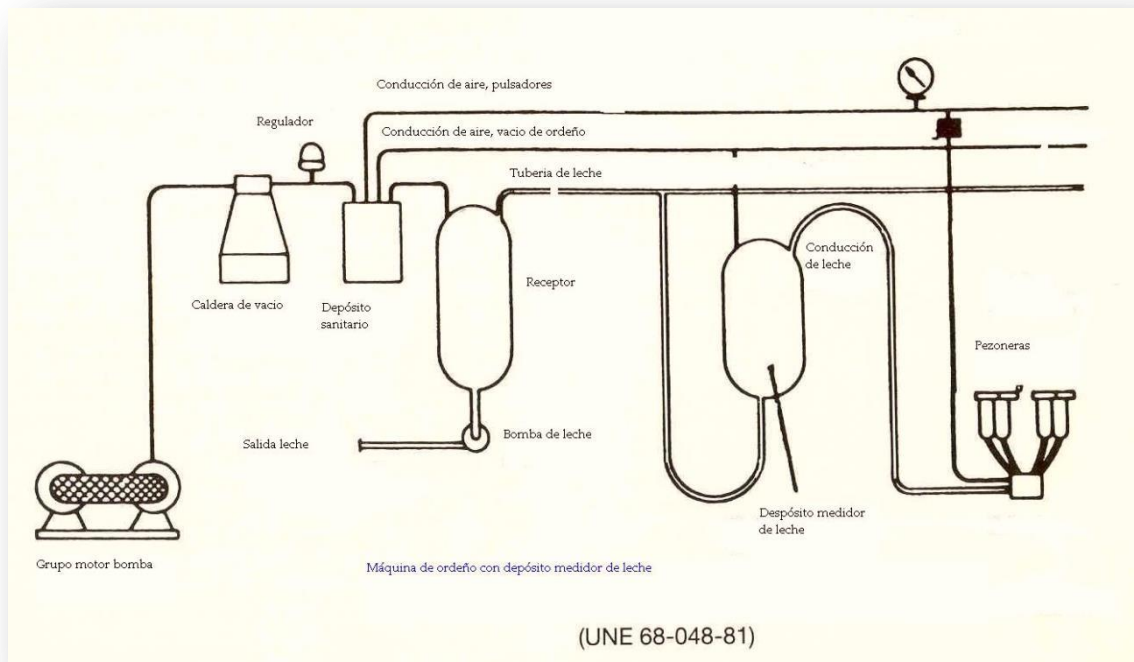
La explotación de vacas de leche



Esquema de la succión y masaje

Las máquinas de ordeño trabajan a una presión entre 40 y 50 Kpa. Una pulsación es la suma de las dos fases, succión y masaje, y la velocidad de pulsación es el número de pulsaciones por minuto. Se define la relación de pulsación como la relación del tiempo dedicado a succión respecto del dedicado a masaje en una pulsación (Seguí y Trias, 1990). Los elementos del ordeño se pueden dividir en dos grupos: los de producción y control del vacío, y los de extracción y recogida de leche (Seguí y Trias, 1983).

Instalaciones para el ordeño



Esquema de ordeño mecánico

ELEMENTOS DE PRODUCCIÓN Y CONTROL DE VACÍO

Los elementos de producción y control de vacío, son los encargados de hacer el vacío, es decir de extraer el aire de las conducciones, para así crear la diferencia de presión y permitir realizar la succión y el masaje. El grupo lo componen los siguientes elementos:

- Motor-bomba
- Caldera de vacío
- Regulador de vacío
- Vacuómetro
- Conducción o tubería de aire
- Pulsador
- Depósito sanitario.

El conjunto motor-bomba permite extraer el aire de las diferentes conducciones de la instalación. El motor de movimiento rotativo puede ser de muchos tipos: la fuerza de toma de un tractor, los motores de explosión y los eléctricos de uso general.

La bomba de vacío crea la depresión necesaria para la extracción de la leche de la ubre de las vacas, concretamente de los cuarterones. Aspira el aire de los diferentes elementos de la máquina de ordeñar, haciendo que la presión interior descienda a valores iguales e inferiores a la mitad de la presión atmosférica.

La explotación de vacas de leche



Grupo motor bomba



Depósito de vacío



Vacuómetro y regulador de vacío



Pulsador

Su capacidad ha de ser suficiente para que en toda la instalación se mantenga un nivel de vacío, o de presión, constante durante el ordeño. Se calcula en función de la longitud de las conducciones, diámetro y número de juegos o unidades de ordeño – colector, pezoneras y unidad final. Lógicamente, a cada capacidad de bomba le corresponderá el motor adecuado. La fórmula para calcular el caudal de una bomba se especifica en la tabla 8.4.

Instalaciones para el ordeño

Tabla 8.4. Necesidades de caudal mínimo de la bomba de vacío, a nivel del mar

	Hasta 10 unidades de ordeño	Más de 10 unidades de ordeño
Caudal en l/min	$50 + 60 \times N$	$650 + 45 (N - 10)$

$N =$ número de unidades de ordeño

Cuando las instalaciones se diseñan para sitios de altitud superior al nivel del mar se aplican correcciones para modificar las presiones más bajas.

Es recomendable que el tubo de escape de la bomba de vacío, a través del cual sale todo el aire que hay en el interior de la instalación, tenga una tapa que permita la salida pero no la entrada de aire. Esto evita que cuando se pare bruscamente la instalación, y ésta pierda el vacío, entre aire al circuito y haga girar los rodillos de la bomba en sentido inverso, cosa que provocaría su rotura.

El depósito o caldera de vacío, situado entre la bomba y el primer grifo, permite la regulación de fluctuaciones en la instalación, y evita que pasen líquidos hacia el motor-bomba.

Permite, también, la limpieza del tubo de vacío, práctica muy poco usual pero del todo conveniente, ya que la suciedad, junto con la humedad, hace que el diámetro del tubo disminuya, con la consiguiente necesidad de más potencia.

Si bien hacer el vacío total es casi imposible, si la bomba extrae aire constantemente la presión interior de las conducciones se iría acercando al vacío absoluto. El regulador modula la presión para que cuando se llegue al vacío adecuado, o al establecido por la casa instaladora, que, en general, es igual a menos de la mitad de la presión atmosférica, el regulador deje entrar aire, en cantidad constante para que el aire extraído sea igual al que deje entrar.

El regulador se sitúa entre el grupo motor-bomba y el inicio de las conducciones de vacío. Es una válvula automática que consigue que el vacío de la instalación sea estable durante el ordeño.

En algunas instalaciones, para un correcto funcionamiento, se incluye una tubería de aire específica para el regulador, con un filtro de aire, para que el aire aspirado por el regulador esté limpio de polvo.

El vacuómetro es el indicador del vacío interior de la conducción. Muestra la diferencia entre la presión atmosférica y la presión en el interior de las conducciones. Es conveniente que esté situado cerca del sitio de ordeño, para que el ordeñador pueda observarlo.

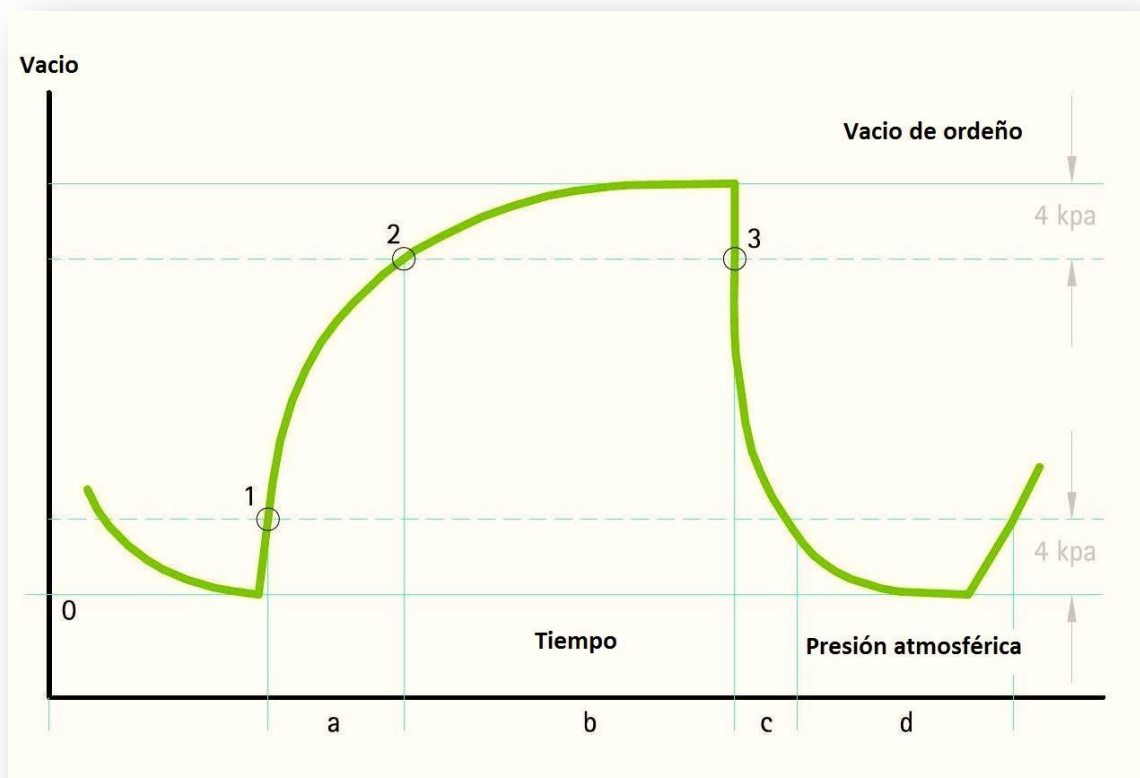
La conducción o tubería de aire también se llama tubería de vacío, y es la encargada de llevar vacío, o diferencia de presión, a todos los puntos de la instalación. Se distinguen dos tramos, el principal y el secundario. El principal va desde la salida de la bomba hasta el primer grifo, y el secundario corresponde al tramo de los grifos. El diámetro del tramo principal siempre ha de ser igual o superior al diámetro del resto de la conducción.

Para entender el funcionamiento de la instalación de ordeño, de la bomba a las diferentes conducciones o tuberías, hace falta recordar que el aire ocupa espacio, igual que el agua en las tuberías de riego. El principio de un dimensionamiento adecuado es que, si el aire aspirado por la bomba de vacío es muy importante, y el diámetro del tubo es pequeño se producirán muchas pérdidas de carga, debidas al rozamiento del aire con las paredes de la tubería. Las tuberías, en general, son de hierro galvanizado, y el diámetro interior está comprendido entre 25 y 50 mm. A más caudal más diámetro, y viceversa.

La explotación de vacas de leche

El pulsador es el dispositivo encargado de interrumpir el vacío, al dejar entrar aire, en las unidades de ordeño, para que se realice la succión y el masaje, tal y como ya se ha indicado. Transforma el vacío continuo, realizado por la bomba, en intermitente. El pulsador tiene un orificio que lo mantiene en contacto con el aire atmosférico, y mediante un sistema, sincronizado mecánicamente, hidráulicamente o eléctricamente, hace que el aire atmosférico llegue a la pezonera, produciéndose un golpe que interrumpirá la succión debida al vacío constante que llega al pezón. En general, un pulsador tiene un tubo por el cual se hace vacío – se extrae aire – y dos tubos de salida hacia las pezoneras – colector – en los cuales mientras en uno hay aire atmosférico, debido al orificio del pulsador, en el otro se comunica vacío desde el tubo de entrada.

La frecuencia de las pulsaciones, o número de pulsaciones – succión más masaje – realizadas por minuto, equivale al tiempo total dedicado a la succión y al masaje y, en general, su valor es de 60 pulsaciones por minuto. Lo más importante de un pulsador es la relación succión: masaje, o sea la relación o porcentaje del tiempo dedicado a la succión y al masaje. Una relación 80:20, indicaría que el 80% de una pulsación se dedica a succionar, y esto significaría que el pulsador ordeña muy deprisa, y puede provocar un deterioro en el tejido del pezón. En general, las relaciones de pulsación se sitúan entre 50:50 y 60:40.



Fase de succión a + b; fase de masaje c + d

Instalaciones para el ordeño

En el gráfico de pulsación el punto 0 de vacío corresponde a la presión atmosférica; el vacío es la diferencia de presión. Si la presión atmosférica es de 100 kpa, y si se supone que el vacío de ordeño es 42 kpa esto quiere decir que la presión interior en el pezón al ordeñar es de 58 kpa. Lo ideal sería poder ordeñar a una presión interior igual a la atmosférica, es decir sin diferencia de presión.

Fase de succión: a y b; a, corresponde a la fase de aumento de vacío, el vacío en la cámara de pulsación aumenta desde el punto 1 (4 kpa por debajo de la presión atmosférica, cuando la presión interior en el pezón es de 96 kpa) al punto 2 (4 kpa por debajo del vacío de ordeño; siguiendo con el ejemplo, cuando la presión interior en el pezón es de 54 kpa); b, corresponde a la fase de máximo vacío, es decir cuando la presión interior en el pezón es mínima, de 54 kpa a 50 kpa.

Fase de masaje: c y d; c, es la fase de disminución de vacío, pasando de 4 kpa por debajo del vacío de ordeño, punto 3, a 4 kpa por debajo de la presión atmosférica, es decir la presión interior en el pezón pasa de 54 a 96 kpa; d, es la fase de vacío mínimo, a menos de 4 kpa de la presión atmosférica (la presión interior en el pezón está alrededor de 96 kpa). Lo importante es saber que a más vacío más deterioro del tejido mamario, ya que el vacío es la diferencia de presiones, entre la atmosférica y la interior en el pezón, y que los caudales altos de las bombas permiten que las instalaciones trabajen a vacíos bajos, sin que se caigan las pezoneras.

En definitiva, el tiempo dedicado a succión (a + b) en porcentaje es la relación con el tiempo de una pulsación (a + b + c + d).

El depósito sanitario es donde se conectan todas las tuberías, a través del cual se da vacío a la instalación de leche – unidad final, conducción de leche, pezoneras –, y no permite que entre suciedad en la conducción de leche. Aísla el circuito de la leche del circuito de vacío, para evitar la entrada de leche en la tubería de vacío y de ésta a la bomba.

ELEMENTOS PARA LA EXTRACCIÓN Y LA RECOGIDA DE LA LECHE

Los elementos para la extracción y la recogida de la leche son los siguientes:

- Conducción o tubería de leche
- Depósito medidor de leche
- Receptor o unidad final
- Bomba de leche
- Conducción para evacuar la leche
- Colector
- Pezoneras
- Retiradores

La conducción o tubería de leche es una canalización con dos funciones, transportar la leche hasta la unidad final o depósito receptor, y, a la vez, proporcionar la depresión – vacío – en las pezoneras de los diferentes juegos o unidades de ordeño. Se tiene que dimensionar con capacidad suficiente para recoger la leche de todas las unidades de ordeño en funcionamiento.

La explotación de vacas de leche

La instalación se tiene que hacer con pendiente de 1,24 a 1,7% hacia la unidad final o receptor (AENOR, 1998¹⁴). Y siempre sin subidas, para evitar turbulencias y las consecuentes lipólisis que éstas provocan.

El depósito medidor de leche es un recipiente, normalmente de vidrio Pyrex, conectado entre el tubo largo de la leche y la tubería de la leche; sirve para medir la leche producida por cada vaca durante el ordeño. Actualmente estos recipientes suelen substituirse por medidores proporcionales, mucho más pequeños y normalmente de plástico. Otro sistema de medida es el digital, que permite enviar los datos a un sistema informático.



Juego de pezoneras



Medidor proporcional de leche

El receptor o unidad final recoge la leche del ordeño, y a partir del cual se envía, a través de la bomba de leche, al tanque refrigerador. Una vez la leche ha pasado por la unidad final o receptor pasa por la bomba de leche, que actúa a la presión atmosférica, evitándose turbulencias y las consecuentes lipólisis.

En algunas instalaciones antiguas puede verse aún que la extracción de leche, desde la unidad final hasta el tanque, se hace con una bomba de diafragma, conectada al sistema de vacío, y, mediante un pulsador, el diafragma impulsa la leche. A parte de las bajadas de presión en el conjunto de la instalación, que provocan que las pezoneras caigan, o que se tenga que ordeñar a más presión para evitar esta caída, provocan en la leche turbulencias que predisponen a la lipólisis o rotura de la grasa.

La conducción para evacuar la leche es una canalización exterior a la máquina de ordeño que lleva la leche al tanque de refrigeración y almacenamiento.

¹⁴ AENOR, Asociación Española de Normalización y Certificación, para todos los sectores industriales y de servicios. Entidad sin ánimo de lucro, designada por la Orden del Ministerio de Industria y Energía, de 26 de febrero de 1986, de acuerdo con el Real Decreto 1614/1985 y reconocida como organismo de normalización y para actuar como entidad de certificación por el Real Decreto 2200/1995, en desarrollo de la Ley 21/1992, de Industria. Para máquinas de ordeño, la norma vigente a 15.10.2008 es la UNE 68061:1998, la cual se puede conseguir en línea, previo pago.



Unidad final



Programador para la limpieza de la instalación

El colector es un recipiente con dos misiones, sirve de recogida de leche de las cuatro pezoneras que forman el juego de ordeño y, a la vez, de distribución del sistema de pulsación a cada una de las pezoneras. Son dos sistemas independientes entre sí, uno va conectado al pulsador y el otro con el sistema de vacío. Ha de tener suficiente capacidad para evitar el retorno de la leche hacia los pezones. Del pulsador salen dos tubos que llegan al colector, y de aquí salen cuatro que van a las pezoneras, entre la parte rígida y la elástica. En el colector entra un tubo, el tubo largo de la leche, que transmite el vacío, y del colector salen cuatro que transmiten vacío, igualmente, hacia las pezoneras. Por este circuito la leche es aspirada constantemente, si bien el paso no es continuo, porque el golpe de aire que transmite el pulsador, al hacer masaje, interrumpe el paso.

El colector y las cuatro pezoneras forman la unidad de ordeño, que es la parte más repetida de una instalación. La pezonera consta de la porta-pezonera y de la goma, que puede ser de material plástico o de silicona. En la porta-pezonera se acopla el tubo que interrumpe o no el vacío en la goma. Han de ser suaves y flexibles, y nunca han de presentar grietas.

Los retiradores automáticos de pezoneras funcionan mediante un dispositivo de medición de leche, y cuando el flujo es inferior a un valor determinado, emite un impulso que desencadena la retirada de pezoneras, evitando el sobreordeño.

CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS DE LA MÁQUINA DE ORDEÑO

Las normas UNE para las instalaciones de ordeño (AENOR, 1998) son complicadas a causa de los numerosos cálculos que se han de hacer, cosa que en la práctica se resuelve con un buen instalador, y la experiencia personal del proyectista. Con el objetivo de dar una visión más práctica, se resume a continuación el sistema de cálculo recomendado por DeLaval Agri (Alfa Laval Agri, 1997) siguiendo las normas ISO/UNE (AENOR, 1998).

La explotación de vacas de leche

Para el cálculo de las tuberías de leche, el objetivo principal del dimensionado es evitar tapones de leche cuando el sistema de vacío de la instalación hace oscilaciones. También se ha de tener en cuenta el aumento de la capacidad de transporte de leche, y la pendiente de las conducciones.

La capacidad de transporte de una conducción de leche depende de los siguientes factores: del flujo de la leche, del intervalo de colocación de las unidades de ordeño, de las entradas de aire no previstas, del número de unidades de ordeño, y de la pendiente de las conducciones. Las normas ISO/UNE (AENOR, 1998) para cada uno de estos factores establece lo siguiente:

El flujo de leche en el pico de la producción o caudal máximo se considera de 4 l/min.

El intervalo de colocación de las unidades de ordeño, depende de la rutina del ordeño, la cual a su vez es función del número de ordeñadores y de si se ordeña en una sala o en circuito (estabulaciones trabadas, en general de gran dimensión de pasillos). Este intervalo de colocación de pezoneras se considera, para un ordeñador, igual a 50 segundos en un circuito, y de 30 segundos en una sala; para dos ordeñadores, igual a 25 segundos en un circuito, y de 15 segundos en una sala.

Para las entradas de aire no previstas (en la colocación de las unidades de ordeño), se toma como máximo un valor de 100 l/min tanto para circuito como para sala. El número de unidades de ordeño es el factor que más aire consume.

La pendiente de la conducción, es un factor importante, ya que con pendientes bajas, de 0,2 a 0,5%, el flujo de leche está afectado por la corriente de aire en la parte superior de la conducción. Y para pendientes superiores se reduce el riesgo de tapones.

En la tabla 8.5 se incluyen los diámetros necesarios para conducciones de leche, en función del número de unidades de ordeño, y de la pendiente, para las especificaciones establecidas, para una sala de ordeño.

Tabla 8.5. Diámetros de las conducciones de leche en una sala de ordeño, en *mm*.

Unidades de ordeño por lado	Pendiente, %			
	0,5	1,0	1,5	2,0
2	50	50	50	50
4	60	50	50	50
6	60	60	50	50
8	73	60	60	50
10	73	60	60	50
14	73	60	60	50
16	73	60	60	50
18	73	60	60	50
20-40	73	60	60	50

Elaborada a partir de las normas ISO/UNE (AENOR, 1998)

Instalaciones para el ordeño

Y en la tabla 8.6 se incluye la longitud máxima de la conducción, para pendientes entre 0,2 y 0,5%, para diferentes diámetros, para circuitos de ordeño.

Tabla 8.6. Longitud máxima, en *m*, de conducciones en circuitos de leche, en función de unidades de ordeño y diámetro

Unidades de ordeño por lado	Diámetros conducciones de leche, en mm		
	40/38	52/50	63,5/60
2	40	más de 50	más de 50
3	18	más de 50	más de 50
4	12	41	más de 50
5		33	más de 50
6		28	más de 50
7			más de 50
8			más de 50
9			más de 50
10			más de 50

Elaborada a partir de las normas ISO/UNE (AENOR, 1998)

Otro aspecto importante es el cálculo del diámetro interno mínimo de las conducciones de aire. Para las tuberías de aire con poca rugosidad, normalmente de plástico o de acero inoxidable, se calcula la caída de presión en función de la longitud de la conducción, del caudal que ha de pasar por ella, y del diámetro interno.

Sabiendo que el caudal de la conducción es normalmente conocido – cuando se diseña, siempre se hacen unos cálculos aproximados del caudal de la bomba – y la máxima caída de presión permitida está entre 1 y 2 Kpa, las normas ISO/UNE calculan el diámetro interior según la siguiente fórmula:

$$d = 4,75 \sqrt[4]{\frac{27,8 l q^{1,75}}{\Delta p}}$$

Donde,

- d*, es el diámetro de la conducción de aire, en mm
- l*, es la longitud de la conducción de aire, en m
- q*, es el caudal a la conducción, en l/min
- Δp , la caída de presión en Kpa.

La explotación de vacas de leche

A partir de esta fórmula se generan las tablas ISO/UNE para determinar el diámetro interior de las conducciones de aire, con superficie interior lisa, diseñadas para una caída de presión (Δp) máxima de 1 Kpa, tanto para diseños lineales como para diseños con anillo. En el caso de anillo, donde la conducción está conectada en los extremos, los cálculos se han de hacer considerando que la longitud l será $1/2$, que irá en la fórmula, y el caudal q será $q/2$, que irá en la fórmula. Estas tablas pueden generarse de manera sencilla con una hoja de cálculo, y el resultado será el diámetro en mm de la conducción de aire lisa.

Para conducciones de aire galvanizadas, se calcula, igualmente, la caída de presión en función de la longitud de la conducción, del caudal que ha de pasar o pasa por ella, y del diámetro interno, con una fórmula parecida.

El caudal de la conducción se da por conocido, pues siempre se hacen unos cálculos aproximados del caudal de la bomba, y la máxima caída de presión permitida está entre 1 y 2 Kpa, las normas ISO/UNE calculan el diámetro interior según la siguiente fórmula:

$$d = \sqrt[5]{\frac{17,74l q^2}{\Delta p}}$$

Donde,

d, es el diámetro de la conducción de aire, en mm

l, es la longitud de la conducción de aire, en m

q, es el caudal a la conducción, en l/min

Δp , la caída de presión en Kpa.

A partir de esta fórmula, se generan las tablas ISO/UNE para determinar el diámetro interior de las conducciones de aire galvanizadas, diseñadas para una caída de presión (Δp) máxima de 1 Kpa, tanto para diseños lineales como para diseños con anillo. En el caso de anillo, donde la conducción está conectada en los extremos, los cálculos se han de hacer considerando que la longitud l será $1/2$, que irá en la fórmula, y el caudal q será $q/2$, que irá en la fórmula. Estas tablas pueden generarse con una hoja de cálculo, y el resultado será el diámetro en mm de la conducción de aire galvanizada.

Para un buen dimensionado del caudal de la bomba, a parte de la longitud de las conducciones de aire y de la leche, se han de tener en cuenta el número de codos y piezas en T de las diferentes conducciones, ya que esto representa una pérdida de potencia, ya que genera un consumo de aire superior.

Un codo de 45° es equivalente a 0,5 m de una conducción de 50 mm de diámetro, o hasta casi 1 m de una conducción de 100 mm de diámetro. Un codo de 90° equivale a casi 2 m de la de 50, y casi 4 de la de 100.

Una vez calculados los diámetros de las conducciones una de las cosas importantes que se ha de hacer es calcular la capacidad de la bomba de vacío. Cuando la instalación está en funcionamiento hay entradas de aire, los pulsadores dejan entrar aire, al igual que en los diferentes puntos de aire, y también hay escapes propios del funcionamiento. Si el sistema de limpieza está conectado a la

Instalaciones para el ordeño

instalación, hay una demanda muy alta de caudal para hacer el vacío, que se tendrá que calcular para saber si supera o no la reserva de la instalación, y en caso, poco probable, de que la extracción de leche hacia el tanque se hiciera con conexión al vacío, el aumento de las necesidades sería mucho más alto. Además de tener en cuenta estos gastos de vacío, a causa de la entrada de aire, una vez garantizado que la bomba podrá hacer su función, tiene que quedar una reserva de vacío, que servirá para evitar cualquier fluctuación y que la máquina no se resienta y pueda trabajar a un nivel de vacío (o diferencia de presión entre el exterior y el interior) inferior a la mitad de la presión atmosférica.

Para un correcto dimensionamiento hará falta seguir las normas UNE, específicas para las instalaciones de ordeño (UNE 68050) (AENOR, 1998).

A continuación se indica, de manera resumida, el camino a seguir para un correcto cálculo del caudal de la bomba. Los pasos a realizar serán los siguientes:

1. Cálculo de la reserva real
2. Cálculo de las necesidades de vacío para la limpieza
3. Elección del valor más alto de los calculados en 1 y 2
4. Cálculo de los gastos originados por diferentes elementos de la instalación, como por ejemplo, los pulsadores, las tomas de aire, las bombas de leche (que funcionen al vacío), las pezoneras, etc.
5. Suma del valor obtenido en el punto 3 con el resultado del punto 4
6. Cálculo de los escapes posibles en el sistema de leche, y añadirlos al resultado del punto 5
7. Cálculo de las pérdidas de regulación. Son las originadas por el funcionamiento del regulador. Se tienen que sumar al resultado del punto 6
8. Cálculo de los escapes posibles en el sistema de conducciones de aire, y sumar al resultado del punto 7.
9. Corrección del caudal en función de la altitud y del vacío a los cuales se debe trabajar.

La explotación de vacas de leche

Tabla 8.7.- Resumen de datos para cálculos

Flujo máximo de leche en el pico	4 l/min.	
Intervalo tiempo colocación pezoneras	1 persona, circuito: 50 seg.	
	1 persona, sala: 30 seg.	
	2 personas, circuito: 25 seg.	
	2 personas, sala: 15 seg.	
Entrada aire colocación pezoneras	100 l/min. y pezonera	
Consumo de aire de la conducción	Función de la pendiente conducción (0,5% a 2%) y del número de unidades de ordeño por lado (ver tabla 8.5)	
Longitud de la conducción leche	Función del número de unidades de ordeño por lado y del diámetro de la tubería (ver tabla 8.6)	
Diámetro interno conducciones de aire	Plástico o acero inoxidable	<p>l, longitud conducción en m. (si es en anillo l/2). 1 codo de 45° = 0,5 m de 50 mm de Φ (o 1 m de 100 mm de Φ). 1 codo de 90° = 2 m de 50 mm Φ (4 m de 100 mm Φ)</p> <p>q, caudal de la conducción, l/min. Cálculos previos aproximados caudal bomba. (Si es en anillo q/2).</p> <p>Δp, caída de presión en Kpa. (entre 1 y 2 Kpa)</p>
	Galvanizadas	

Instalaciones para el ordeño

La reserva ideal para que no haya bajadas ni subidas de vacío, es decir para un funcionamiento regular del nivel del vacío, se calculará según la tabla 8.8, y se comparará con la determinada en el control de la máquina.

Tabla 8.8. Reserva real mínima, en l/min de aire. Con conducción de leche y depósito medidor

Unidades de ordeño	Reserva real l/min
Menos de 10	$200 + 30 n$
Más de 10	$500 + 10 (n - 10)$

(n, número de unidades de ordeño) (Norma UNE 68050:1998)

En el caso de instalaciones con olla, la reserva real mínima se calculará según la tabla 8.9.

Tabla 8.9. Reserva real mínima, en l/min de aire. Con ollas

Unidades de ordeño	Reserva real l/min
Menos de 10	$80 + 25 n$
Más de 10	$330 + 10 (n - 10)$

(n, número de unidades de ordeño) (Norma UNE 68050:1998)

El valor que saldrá de hacer los cálculos se supone que será válido, para altitudes inferiores o iguales a 300 m y para obtener un vacío o diferencia de presión igual a 50 Kpa. En caso contrario, se tendrá que hacer una corrección, tanto para la altitud como para el nivel de vacío que se quiera obtener. Si lo que se pretende es que el ordeño no provoque ningún traumatismo en el pezón, lo ideal sería ordeñar a la presión atmosférica, pero esto no sería posible ya que la extracción de leche se basa, precisamente, en la depresión que se crea en el pezón. Ordeñar a 50 Kpa significa que la diferencia entre la presión atmosférica y la interior es de 50, y para conseguir esta depresión se necesita, por ejemplo, un caudal de la bomba igual a 600 l/min. Este caudal será suficiente para pasar de 100 Kpa a 50 Kpa. Pero si lo que se quiere es ordeñar con menos depresión no hará falta que la bomba sea tan potente, ya que el recorrido desde la presión atmosférica hasta el interior será menor. Por ejemplo si lo que se quiere es ordeñar a 40 Kpa, la bomba ha de sacar aire para que la presión interior pase de 100 a 60 Kpa. El problema será que las pezoneras se aguanten, ya que si la depresión es baja caerán. De aquí la necesidad de tener bombas con caudal suficiente, y, sobretodo, a causa de nuevas incorporaciones de material, como por ejemplo los retiradores de unidades de ordeño, que tienen un alto gasto.

En la tabla 8.10 se incluye el corrector por el que se ha de multiplicar el caudal de la bomba, calculado a nivel del mar y a 100 Kpa.

La explotación de vacas de leche

Tabla 8.10. Factor de corrección H a aplicar al caudal de la bomba, en función de la altitud y el nivel de vacío al cual se quiere trabajar

		Nivel de vacío al cual se quiere trabajar (Kpa)		
		40	45	50
Altitud en m	Presión atmosférica (Kpa)	Coeficiente de corrección, H		
menos de 300	100	0,80	0,89	1,00
de 300 a 700	95	0,84	0,94	1,07
de 700 a 1.200	90	0,88	1,00	1,16
de 1.200 a 1.700	85	0,93	1,08	1,28
de 1.700 a 2.200	80	1,00	1,19	1,45

Elaborada a partir de las normas ISO/UNE (AENOR, 1998)

Si el vacío ha de ser igual a 50 Kpa, a nivel del mar, el corrector es 1, ya que este es el punto de referencia, que coincide a un vacío de 40 Kpa y a una presión atmosférica de 80 Kpa o a un nivel de más de 1.700 m, y con el de 45 Kpa y 90 de presión atmosférica.

Por ejemplo, si se ha calculado que a nivel del mar el caudal de la bomba ha de ser de 900 l/min, a una altitud de 1.300 m, el caudal tendrá que ser de $900 \times 1,28 = 1.152$ l/min.

Para una limpieza adecuada de todas las conducciones y unidades de ordeño, mediante una corriente de agua con formación de tapones, se recomienda una velocidad entre 7 m/s y 10 m/s. Se tiene que calcular el gasto o el consumo de aire necesario para la limpieza, y éste se calcula en función del diámetro (d) de la conducción de leche (*en dm*), de la velocidad (v) recomendada para el aire (normalmente se coge 8 m/s), pero expresada en *dm/min*, y de la relación entre la presión interior en la conducción y la presión atmosférica (es decir $p_a - p_i$ con respecto a p_a).

La fórmula utilizada es la siguiente, cada una de sus variables expresadas en las unidades indicadas:

$$q = \frac{\pi d^2}{4} \times v \times \frac{p_a - p_i}{p_a}$$

q será el caudal necesario para una correcta limpieza, en l/min.

Instalaciones para el ordeño

Otro aspecto importante es calcular los gastos originados por diferentes elementos de la instalación, como por ejemplo, los pulsadores, las tomas de aire, las bombas de leche (que funcionen al vacío), las pezoneras, etc.

El consumo de cada pulsador se considera igual a 25 l/min. El consumo del conjunto de cuatro pezoneras (unidad de ordeño) se considera igual a 10 l/min.

Para los retiradores de unidades de ordeño, se considera que el máximo de retiradores que trabajarán a la vez serán dos, y el gasto o consumo de aire de cada uno es, aproximadamente, de 50 l/min. En el caso de que la reserva real calculada en el punto 1 (cálculo del caudal de la bomba) fuera inferior a este valor 100, (2 x 50) los cálculos se tendrían que hacer con este valor.



Retiradores de pezoneras

En definitiva, se multiplica el número de unidades de ordeño por 35 (la suma del consumo de un pulsador y el juego o unidad de ordeño).

El valor calculado se sumará al anterior, o sea a la reserva real o caudal necesario para la limpieza.

A continuación se tienen que calcular los escapes que pueda haber en el sistema de leche. Según las normas UNE/ISO, los escapes relativos a las conducciones, a los depósitos medidores, a la unidad final o

La explotación de vacas de leche

al receptor, y a las diferentes uniones, no han de superar la suma de 10 l/min más 2 l/min por unidad de ordeño en las salas de ordeño.

Después deberán calcularse las pérdidas de regulación. Son las originadas en el funcionamiento del regulador. No han de ser superiores a 35 l/min, o al 5% de la reserva cuando se hace el control de la máquina de ordeño.

Y, por último, para calcular las pérdidas posibles en el sistema de conducciones de aire, se tendrá en cuenta lo siguiente: No han de ser superiores al 5% del caudal nominal de la bomba. Corregir, a continuación, el caudal en función de la altitud y el vacío a los cuales se deba trabajar. Según la altitud para la cual se diseña la instalación, o según el vacío al cual se quiera trabajar (si es inferior a 50 Kpa), se harán las correcciones indicadas.

SISTEMAS DE ORDEÑO AUTOMÁTICO

Un sistema de ordeño mecánico es, además del robot de ordeño, el diseño del local y los accesos al mismo (Kuipers y Rossing, 1998). Es un equipamiento que permite ordeñar las vacas sin intervención *directa* del vaquero (Veyssset *et al*, 2001). Con esto se quiere recalcar que el robot para su funcionamiento necesita de accesorios adecuados que acerquen o que lleven la vaca al robot. A menudo el diseño es más importante, o más difícil, que el funcionamiento del robot.

La secuencia en un sistema de ordeño automático o *robotizado* está compuesta de los siguientes puntos: entrada del animal a la unidad o bloque de ordeño (robot); identificación de la vaca; estimación de la cantidad de leche que le queda por dar; bloqueo o liberación de la vaca según si la cantidad estimada es superior o inferior, respectivamente, a un mínimo establecido; distribución del concentrado programado; limpieza de los pezones; búsqueda de los pezones y colocación de las pezoneras; ordeño de cada cuarterón; retirada automática de las pezoneras; desinfección de los pezones; y, por último, liberación de la vaca.

En la búsqueda de los pezones y colocación de las pezoneras cada casa comercial utiliza un sistema: detección por láser, por ultrasonidos, por láser y cámara, y por ultrasonidos y sistemas ópticos. Por ejemplo, cuando el sensor es por láser, el bastidor del ordeño se desplaza por debajo de la ubre, y el sensor localiza la base de un pezón, para así retrasar la posición hasta encontrar los dos pezones posteriores. A continuación aplica las pezoneras y busca los pezones anteriores.

Instalaciones para el ordeño



Entrada y salida al robot de ordeño



Unidad de ordeño

El desplazamiento por debajo de la ubre, o la entrada del bastidor hacia la ubre, se hace, en general, lateralmente. Si la detección es por ultrasonidos, hay una unidad de dos sensores de ultrasonidos con campos divergentes, la cual detecta el pezón delantero derecho, y lo toma como punto de referencia. Después un sensor más fino se desplaza arriba y abajo, hasta encontrar los otros. El bastidor se desplaza según el pezón de referencia.

Hay otros robots que colocan las unidades de ordeño entre las patas posteriores, ya que la máquina tiene almacenadas las coordenadas de los cuatro pezones. En cada ordeño se actualizan las coordenadas. Hay algunos robots que tienen de una a cuatro plazas para el ordeño.

Una de las particularidades que introduce el robot, y que parece muy positiva, es el ordeño por separado de cada pezón, es decir la estimulación y separación automática de cada uno de ellos, consiguiéndose que no se produzca sobre-ordeño o que quede leche retenida en un cuarterón.

La limpieza de los pezones, en algunos casos es por inyección de agua y aire, y en otros es mecánica con cepillos desinfectados.

Todos los modelos eliminan los primeros chorros de leche, y, entre ordeños, en general, limpian el juego de pezoneras. La desinfección de los pezones, una vez acabado el ordeño, se hace, según cada fabricante, por aspersión o pulverización.

Según diversos estudios y datos de casas comerciales el número de ordeños/vaca y día es de 2,8, y solamente el 46% de las visitas de las vacas al robot son voluntarias (Kuipers y Rossing, 1998).

Para estudiar la oportunidad de invertir en un robot se debe determinar el sobre-coste (Veysset *et al.*, 2001). Se define el sobre-coste como la diferencia entre el beneficio que se ha de atribuir a la sala de ordeño convencional en el total del beneficio de la explotación, y lo que se ha de atribuir al robot.

Para las explotaciones de más de 60 vacas, y menos de 100, las inversiones en robots salen forzosamente con sobre-coste, incluso si la producción de leche aumenta hasta un 10% (Veysset *et al.*, 2001).

La explotación de vacas de leche

Del estudio realizado por Alibés *et al.* (2003) siguiendo la metodología anterior, aplicada a explotaciones de Cataluña, se dedujo que en los supuestos en que no se produce un aumento de la producción, la inversión realizada con el robot penaliza el coste de producción, de 0,001 a 0,020 €/kg de leche (de 8.700 € a 17.560 € para una explotación de 90 vacas), aconsejándose que en cualquier caso, antes de la decisión de instalar un robot, debe hacerse un estudio del sobre-coste.

EL ORDEÑO ROBOTIZADO Y ASPECTOS FUNCIONALES Y PRODUCTIVOS

A parte de las cuestiones económicas (tiempo libre, coste de la mano de obra, amortización de la inversión) que influirán en la decisión de implantar un robot de ordeño, hay razones funcionales y de producción que, a menudo, se le plantean al asesor. ¿Qué influencia tiene un sistema de ordeño robotizado sobre la producción de leche? O bien, la frecuencia de ordeño, el intervalo entre ordeños, el tiempo de ordeño, etc., ¿cómo varían entre tipos de ordeño? Son argumentos que ayudan a tomar una decisión trascendental como es la innovación del ordeño robotizado en una explotación. En la exposición anterior se aludía a estos temas; actualmente se dispone de referencias de campo, que complementan los estudios teóricos y las simulaciones de la implantación.

En un estudio sobre 12 explotaciones (Gygax *et al.*, 2007), se compararon 2 modelos de sistemas automáticos de ordeño con los equivalentes sistema convencionales de ordeño¹⁵. La producción media de leche por vaca no difería entre los tres sistemas, lo cual añade una cierta incertidumbre a las referencias usadas hasta el momento. Posiblemente la causa sea que al medir la producción media de la explotación, los resultados que indicaban que el ordeño robotizado aumentaba la producción individual de una vaca, se diluyen en el conjunto. Esto debe obligar a buscar la oportunidad de la inversión en los aspectos de coste de la mano de obra. Otros autores (Melin *et al.*, 2005) estudiaron que para que se aumentara la producción de leche con el ordeño robotizado, era necesario diseñar el área del robot con diferentes puertas de acceso, tanto para los concentrados como para la ración base, de manera que las vacas se distribuyan con criterios mejores que no el único estímulo del consumo de concentrados.

La media del número de ordeños diarios para los sistemas automáticos era de 2,47 (entre 2,38 y 2,56), valor inferior al que indican algunas casas comerciales. Entre los tres sistemas (automáticos y convencionales) no hubo diferencias en el tiempo total empleado en ordeñar todas las vacas (7 minutos y medio por vaca)

GUÍA PARA DECIDIR SI COMPRAR O NO UN ROBOT

Para decidir si comprar o no un robot, en definitiva para aceptar su instalación o no, se deben tener en cuenta los siguientes puntos (Veysset *et al.*, 2001):

a) Económico: Hacer un análisis del sobre-coste para cada caso. Parece que las explotaciones entre 50 y 60 vacas son las que están mejor colocadas para hacer la inversión, a igualdad de inversión. No

¹⁵ 4 explotaciones con robot *Lely Astronaut*, 4 explotaciones con robot *DeLaval VMS*, y 4 explotaciones unas con sala *tandem* 2x2 y 2x3. Todas las explotaciones tenían entre 20 y 56 vacas en ordeño, de las cuales se registraron 20 vacas en el período de declive de la lactación.

Instalaciones para el ordeño

obstante, el caso más favorable es para las explotaciones que utilizan mano de obra asalariada para el ordeño, cosa que no es muy habitual en estos tipos de explotaciones.

b) Trabajo: Estudiar las limitaciones de la mano de obra. Si es escasa se tendrá que hacer el estudio de sobre-coste. Y si no lo es parece mejor la sala de ordeño convencional. Por otra parte, si se opta por el robot se ha de tener en cuenta que, como mínimo, las vacas tardarán dos meses en adaptarse. El ganadero tendrá una adaptación más difícil, con excepciones, ya que tendrá que cambiar el tipo de trabajo, e ir más hacia la gestión de los datos generados por el robot. No hay suficiente experiencia para saber si “observar” los datos será tanto o más efectivo que observar dos veces al día a las vacas, una a una, al ordeñarlas.

c) Ganado: Estudiar las repercusiones en el ganado. La tasa de reposición suplementaria debida a la implantación del robot se sitúa aproximadamente en el 10%. Se tendrá que tener en cuenta la calidad de los aplomos y de la ubre para el ordeño robotizado. En el caso de partos agrupados por meses o estaciones, parece poco recomendable el uso de robot, ya que se producen picos de uso y épocas de paradas. Las investigaciones deberán aclarar si la actual tecnología es adecuada para altas frecuencias de ordeño, ya que la máquina actúa más tiempo sobre la ubre (Kuipers y Rossing, 1998), y la frecuencia de ordeños implica que la tasa en AG libres es más alta, y, por tanto, la leche no es tan estable. Se tiene que saber que no es el uso del robot lo que hace aumentar la productividad de la vaca, en el caso de que lo hiciera, sino que es el aumento en la frecuencia de ordeños el responsable.

d) Leche: Vigilar diariamente la limpieza de las vacas, ya que el robot no detecta la suciedad de la ubre (Kuipers y Rossing, 1998). Parece que el aumento de la concentración de leucocitos es pasajero.

e) Edificaciones: Prever una área de atención y elección de al menos un 10% de las vacas. El acceso al robot puede ser libre o forzado. Se tiene que estudiar la mejor manera de implantar el robot. No es lo mismo introducirlo en una explotación nueva, que adaptarlo a una ya existente.

f) Capacidad del robot: Elegir la capacidad diaria necesaria de un robot. Para ello se han de tener en cuenta los siguientes aspectos: la producción de leche por vaca, la velocidad de ordeño, la facilidad de ordeño – conformación de la ubre – el agrupamiento de partos, y el periodo de parada para la limpieza del robot. Cuando la alimentación se basa en el pasto, el estudio de oportunidad de la inversión tendrá que hacerse con mucha atención, ya que el robot obtiene la máxima productividad si está disponible todo el día.

Sobre la alimentación hace falta hacer algunas precisiones: el robot, para un uso óptimo, necesita que la entrada de vacas a lo largo del día sea continua, y parece que está totalmente demostrado que las vacas, en general, no van a ordeñarse por sí solas, sino que necesitan ser incitadas, y la mejor manera es a base del suministro de concentrados.

Últimamente se han abandonado los collares dosificadores de pienso, como ya hace tiempo se abandonó el suministro de concentrados en la sala de ordeño, aduciendo en este caso que la sala solamente tenía que ser para ordeñar, y que el suministro de pienso estorbaba la rutina de ordeño. Ahora, para el buen funcionamiento del robot, vuelve a ser necesario el suministro de pienso. Se tendrá, por tanto, que retocar la ración única “unifeed” ya que si no se hace existirá el peligro de la bajada en la calidad de la leche, en especial de la tasa de grasa. Se tendrá que formular la ración de *unifeed* por debajo de lo que es habitual, y procurar que, en el robot, el pienso o los concentrados se den repartidos el máximo de veces posible durante el día, para evitar problemas metabólicos. A nuestro entender, se

tendría que cambiar radicalmente la manera de racionar – formular y suministrar – y hacer entrar en el análisis de oportunidad sobre la compra o no del robot, este aspecto de la alimentación.

MANEJO DEL ORDEÑO

El comportamiento de la vaca en el ordeño suele estar influido por el del ordeñador y por las condiciones del conjunto de la instalación. Algunos autores (Albright y Arave, 1997; Waiblinger *et al*, 2002; Rousing *et al*, 2004) han buscado diferentes formas de medir el manejo del ordeño, asumiendo la existencia de una relación entre el comportamiento del ordeñador y el bienestar de la vaca.

En un estudio localizado en la comarca del Alt Urgell (Cataluña), se midió el número de patadas que daban las vacas al ordeñarse, utilizando esta medición como índice de ordeño (Gomà, 2004); se observó que a mayor % de patadas mayor es el recuento celular, coincidiendo con Blowey *et al*. (1995) al indicar que cualquier causa que provoque estrés en las vacas puede influir en el recuento de células somáticas. A su vez, Gröhn *et al*. (1990) y Kehrly *et al*. (1994), determinaron la existencia de una relación negativa entre la producción de leche y las células somáticas (el recuento), a causa de que la infección provoca una bajada de la producción.

Lensink *et al*. (2001) también indican que cuando las interacciones entre el ordeñador y las vacas no son buenas, se produce menos leche.

LA RUTINA EN EL ORDEÑO

La rutina es esencial para que el ordeño sea correcto, entendida como una secuencia de operaciones ineludibles y bien realizadas. Las principales son las siguientes:

1. Antes del ordeño realizar el test de California para comprobar si hay mamitis o no, de manera periódica
2. Sacar un chorro de leche para observarla y ver si hay grumos, cambios de color o consistencia
3. Hay que limpiar los pezones, una toallita para cada vaca
4. Observar el nivel de vacío antes de colocar las pezoneras
5. Colocar las pezoneras inmediatamente después de la preparación
6. Comprobar el vaciado de la ubre, al final del ordeño, en caso de que no haya retiradores de pezoneras
7. Realizar el baño de pezones después del ordeño
8. Limpiar los elementos que han intervenido en el ordeño totalmente y cuidadosa justo después del ordeño

Instalaciones para el ordeño



Después del ordeño la limpieza deber ser total

EL ORDEÑO Y EL TIEMPO LIBRE

Aproximadamente desde hace diez años, se investiga cómo afecta la reducción de dos ordeños diarios a uno, en la producción y en la salud de la vaca. El motivo se debe a razones sociales de bienestar en el trabajo, y de conciliación familiar. Puede haber otras razones de carácter económico y de regulación de la cantidad de leche producida (cuotas), en general coyunturales, que lleven a un interés en reducir la producción, y que en función del mercado pueden volverse atrás. En este sentido también interesa conocer las incidencias que puede provocar volver, nuevamente, de un ordeño a dos. En general, la bibliografía más cercana a las condiciones de producción hace referencia a investigaciones realizadas en Francia. Los sistemas de pastoreo, y de adaptación de la producción a las condiciones climáticas, son de por sí sistemas que permiten estas prácticas de modo más natural, ya que, entre otras razones, se suele seguir la concentración de partos, con lo cual aplicar el método de un solo ordeño diario al final de las lactaciones suele ser, o puede ser, una práctica sino habitual sí factible de realizar.

La revisión de diez años de experimentación en estos aspectos (Rémond y Pomies, 2005) trata de responder a las cuestiones que plantea el paso de dos ordeños a uno, y su retorno. Sobre la adaptación de las vacas y su salud, una vez pasado el pico de la lactación, éstas se adaptan rápidamente, si bien en el primer día se muestran inquietas, y algunas no pueden contener la presión en el esfínter de los pezones. No obstante, al siguiente día se acomodan a la nueva situación, de tal manera que si vuelven a ser ordeñadas dos veces al día, en el primer ordeño no dan la cantidad que se podría presuponer, lo que demuestra su fácil adaptación. Si el paso de dos a un ordeño se hace en el post-parto y en el pico de la lactación, las vacas manifiestan más inquietud, sobre todo si hay vacas en la misma explotación que se ordeñan mañana y tarde. Los edemas en la ubre son más frecuentes.

Los autores citados refieren que en 121 explotaciones francesas que practicaron esta modalidad, durante 9 semanas, con la finalidad de adaptarse a la cuota, y siguiendo una experimentación de campo

La explotación de vacas de leche

al respecto, los titulares se mostraron conformes con el sistema sin hallar incidencias de mención, con una adaptación fácil.

Sobre la salud, en concreto el recuento celular y la mastitis, si el método se hacía en el declive de la lactación se produce en la mayoría de casos un ligero aumento del recuento celular, si bien se destaca que no hay mayor incidencia de mastitis, posiblemente por la tensión causada, de manera transitoria, en la juntura abierta de los alvéolos del tejido secretor. Cuando se volvía a los dos ordeños se normalizaba el recuento celular.

Sobre la producción las referencias indican una disminución del orden de 20 a 30%, en vacas en los últimos meses de lactación, una vez pasado ya el pico de lactación. Esta disminución es válida en cualquiera que sea la permanencia del método de un ordeño al día. Las referencias en el pico de lactación y en el post-parto indican disparidad de valores en su disminución, desde el 7% al 38%.

En cuanto a la composición de la leche hay concordancia en los resultados, aumenta la tasa de grasa medida en % (alrededor de 0,28 puntos), aumenta la tasa de proteína (alrededor de 0,15 puntos), y decrece, lógicamente, la tasa de lactosa (alrededor de 0,15 puntos). Lo que es importante recalcar es que una vez acabado el período de un ordeño al día, la producción de leche y su composición se recuperaban a los niveles de normalidad. La capacidad de ingestión no se ve afectada, por tanto cabe adaptar la ración a las necesidades de producción. En general, las vacas a mitad de lactación, ordeñadas una sola vez al día, se recuperan mejor en su condición corporal y en la próxima lactación mejoran los índices de reproducción.

Los mismos autores (Rémond y Pomiès, 2007) investigaron los efectos de un ordeño diario distribuido en el tiempo de manera interrumpida por espacio de tres semanas. Este tipo de experiencias se aproximan a dar respuesta a las necesidades de la mano de obra en cuanto a disponibilidad de tiempo libre. Para vacas en lactación¹⁶ se distribuyeron en dos grupos, uno ordeño normal y otro ordeño intermitente¹⁷, y se anotaron tanto la producción de leche como su composición. Los principales resultados fueron que la producción bajaba en torno al 25%, pero esta bajada se concentraba en las semanas en que se ordeñaba una sola vez por día, con lo cual se vio su recuperación instantánea. En cuanto a la composición de la leche, la tasa de grasa aumentaba (de promedio 0,45 puntos, por ejemplo, pasaba de 3,7% a 4,15%) y la tasa de proteína se mantenía igual durante el período, excepto en la última semana en que se ordeñaban una sola vez al día, pasando de 2,98% a 3,19%).

Finalmente, es interesante resaltar las conclusiones de un estudio sobre este tema (Pomiès *et al.*, 2008), en el cual recalcan la necesidad de estudiar la posibilidad de seleccionar las vacas con mejor adaptación a tolerar períodos largos entre dos ordeños consecutivos. De esta manera, observan, se podría aplicar esta técnica de manejo, por espacios concretos y reducidos, y disponer de más tiempo libre, ya que este método es fácil de innovar y, además, es totalmente reversible. Igualmente, advierten que no se puede

¹⁶ Vacas en el tercer mes de lactación, alimentadas con ración única, produciendo 33 litros/día, 3,7% de tasa de grasa y 2,98% de tasa de proteína. La ración a base de heno y ensilado de ray-grass, y una media de 5,4 Kg. MS de concentrado.

¹⁷ Ordeño normal: dos ordeños al día; Ordeño intermitente: pasaba una semana a un ordeño diario, volvía a ordeñarse normalmente dos semanas, otra semana a un ordeño, volvía dos ordeños durante tres meses, y, por último, se ordeñaban otra semana una sola vez al día.

Instalaciones para el ordeño

poner en práctica este método por períodos largos, ya que se degradaría la salud de las ubres. Para estos autores, es factible la supresión del ordeño del domingo por la tarde sin grandes alteraciones en la producción. Evidentemente, cada explotación debe valorar en todos sus aspectos esta posible innovación.

9.- BIBLIOGRAFIA

- AENOR. 1998. *Norma española*. UNE 68050. Madrid: AENOR.
- AGABRIEL CL, COULON JB, MARTY G, BONAÏTI B, BONIFACE P. 1993 b. "Effets respectifs de la génétique et du milieu sur la production et la composition du lait de vache". *INRA Prod Anim.* 6 (3), p. 213-223.
- AGABRIEL CL, COULON JB, MARTY G, BONAÏTI B. 1993 a. "Facteurs de variation de la composition chimique du lait dans des exploitations à haut niveau de production". *INRA Prod Anim.* 6 (1), p. 53-60.
- AGPM, ITEB, ITCF. 1991. *Le maïs ensilage: objectif qualite, objectif quantite*. París: ITCF.
- ALBRIGHT JL, ARAVE CW. 1997. *The Behaviour of Cattle*. Wallingford UK: CAB International.
- ALBRIGHT JL. 1993. "Feeding behaviour of dairy cattle". *J Dairy Sci.* 76, p. 485-498.
- ALDERMAN G. 1982. "The estimation of the energy value of liveweight change in the lactating dairy cow". *Livestock Production Sci.* 9, p. 665-673.
- ALEND A, JURADO JJ, UGARTE A, ALONSO A. 1988. "Factores que influncian la valoración genética con metodología BLUP". Madrid: Departamento de Producción Animal, CIT-INIA. (Apuntes para un seminario sobre vacas de leche, DARP, Reus).
- ALEND A. 1988. "Mejora genética del ganado vacuno de leche y control lechero". Departamento de Producción Animal. CIT-INIA. (Apuntes para un seminario sobre vacas de leche, DARP, Reus).
- ALFA LAVAL AGRI. 1997. *Normas ISO. Dimensionamiento de instalaciones de ordeño*. Madrid: Alfa Laval Agri.
- ALIBÉS X, MAESTRE MA, MUÑOZ F, COMBELLAS J, RODRÍGUEZ J. 1983. "Nutritive value of almond hulls for sheep". *Animal Feed Sci. and Technology.* 8, 63-67.
- ALIBÉS X, MAESTRE MA, MUÑOZ F, RODRÍGUEZ J. 1979. "Valor Alimenticio de la envoltura carnosa (exocarpio y mesocarpio) de la almendra en rumiantes y niveles de suplementación en nitrógeno". Separata IV Jornadas científicas de la Sociedad Española de Ovinotecnia, Zaragoza, p. 225-235.
- ALIBÉS J, GARROTE MA, SEGUÍ A. 2003. "El robot de ordeño en Cataluña. Estudio de su implantación". *Frisona Española.* 135, p. 104-106.
- ALLEN W, KILVINGTON M. 2002. *Sustainable development extension* [en línea]. MAF Technical Paper nº: 2002/03. www.maf.govt.nz. [consulta: febrer 2003]
- ANDRIEU J, BARRIERE Y, DEMARQUILLY C. 1999. "Digestibilité et valeur énergétique des ensilages de maïs: le point sur les méthodes de prévision au laboratoire". *INRA Prod Anim.* 12 (5), p. 391-396.
- ANDRIEU J, DEMARQUILLY C, DARDENNE P, BARRIÈRE Y, LILA M, MAUPETIT P. 1993. "Composition and nutritive value of whole maize plants fed fresh to sheep. I. Factors of variation". *Ann Zootech.* 42, p. 221-249.
- ARC. 1980. *The nutrient requirements of ruminant livestock*. Slough: CAB.
- ARMENTANO L, PEREIRA M. 1997. "Measuring the effectiveness of fiber by animal response trials". *J Dairy Sci.* 80 (7), p. 1416-1425.
- ASENJO B. 2000. *Calidad de carne: parámetros que la determinan y factores que la influyen*. Universidad Valladolid.

Bibliografia

- ASHES JR, GULATI SK, SCOTT TW 1997. "Potential to alter the content and composition of milk fat through nutrition". *J Dairy Sci.* 80, p. 2204-2212.
- BALCH CC, ARGUMENTERIA GUTIERREZ A. 1992. "A note on the potential conjoint use of body condition scores and milk protein concentration as an index of dietary adequacy in lactating dairy cows". *Anim Prod.* 55, p. 437-439.
- BALCH CC. 1971. "Proposal to use time spent chewing as an index of the extent to which for ruminants possess the physical property of fibrousness characteristic of roughages". *Br J Nutr.* 26, p. 383.
- BARNEY HARRIS JR. 1993. *Haversting, storing, and feeding silage to dairy cattle*. Universidad de Florida. (Colección: Feeding and Nutrition).
- BARTON BA, ROSARIO HA, ANDERSON GW, GRINDLE BP, CARROLL DJ. 1996. "Effects of dietary crude protein, breed, parity, and health status on fertility of dairy cows". *J Dairy Sci.* 79, p. 2225-2236.
- BAUMONT R. 1996. "Palatabilité et comportement alimentaire chez les ruminants". *INRA Prod Anim.* 9 (5), p. 349-358.
- BAZIN S. 1985. *La conduite des vaches laitières du tarissement au pic de lactation*. París: ITEB-RNED. (Colección "Le point sur")
- BEAUCHEMIN KA, YANG WZ. 2005. "Effects of physically effective fiber on intake, chewing activity, and ruminal acidosis for dairy cows fed diets based on corn silage". *J Dairy Sci.* 88, p. 2.117-2.129.
- BENEDICTUS N, 1983. "La extensión y el trabajo de asesoramiento". A: Broster WH, Swan H. *Estrategia de alimentación para vacas lecheras de alta producción*. Mexico: AGT editor SA. Capítulo 16.
- BERGER J, BLOMBERG S, FOX C, DIBB M, HOLLIS R. 2000. *Modos de ver*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili SA.
- BERGER J. 2001. *Mirar*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili SA.
- BERNET T, ORTIZ O, ESTRADA RD, QUIROZ R, SWINTON SM. 2001. "Tailoring agricultural extension to different production contexts: a user-friendly farm-household model to improve decision-making for participatory research". *Agricultural Systems.* 69, p. 183-198.
- BILLON P, CARROTTE G, SAUVEE O. 1988. "Systèmes de traite économiques en étables à stabulation". A: *Annuel pour l'éleveur de bovins*. París: ITEB. Nº 10, p. 145-156.
- BILLON P, TILLIE M. 1987. "Concevoir et aménager une salle de traite pour un meilleur confort". A: *Annuel pour l'éleveur de bovins*. París: ITEB. Nº 9, p. 127-141.
- BILLON P. 2000. "Dossier 7 plans de bloc traite". *Production Laitière Moderne.* 299, p. 62.
- BINNES JA, NAPPER DJ, JOHNSON VW. 1977. "Long-term effects of level intake and diet composition on the performance of lactating dairy cows. 2. Voluntary intake and ration digestibility in heifers". *Proceedings of the Nutrition Society.* 36, 164 a (abstract).
- BLOWEY R, EDMONSON P. 1995. *Control de mastitis en granjas de vacuno de leche*. Zaragoza: Editorial Acribia.
- BOISCLAIR Y, GRIEVE DG, STONE JB, ALLEN OB, MACLEOD GK. 1986. "Effect of prepartum energy, body condition and sodium bicarbonate on production of cows in early lactation". *J Dairy Sci.* 69, p. 2.636-2.647.
- BOKEN SL, STAPLES CR, SOLLENBERGER LE, JENKINS TC, THATCHER WW. 2005. "Effect of grazing and fat supplementation on production and reproduction of holstein cows". *J Dairy Sci.* 88, p. 4.258-4.272.

La explotación de vacas de leche

- BONNY S. 2000. "Les consommateurs, l'agriculture, la qualité et la sécurité des aliments: une analyse du questionnement des consommateurs et des réponses". *INRA Prod Anim.* 13 (5), p. 287-301.
- BOUISSON MF. 1992. "La relation homme-animal. Conséquences et possibilités d'amélioration". *INRA Prod Anim.* 5 (5), p. 303-318.
- BOUISSOU M-F, BOISSY A. 2005. "Le comportement social des bovins et ses conséquences en élevage". *INRA Prod Anim.* 18 (2), p. 87-99.
- BRODERICK GA, CLAYTON MK. 1997. "A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen". *J Dairy Sci.* 80, p. 2964-2971.
- BTPL (Bureau Technique de Promotion Laitière). 2005. *Le logement du troupeau laitier. Conseiller et concevoir.* Paris : Ed. France Agricole.
- BUCKMASTER DR, MULLER LD. 1994. "Uncertainty in nutritive measures of mixed livestock rations". *J Dairy Sci.* 77, p. 3716-3724.
- BURGSTALLER G, 1981. *Alimentación práctica del ganado vacuno.* Zaragoza: Editorial Acribia.
- CALLEJO RAMOS A, JIMENO VINATEA V, DÍAZ BARCOS V. 1997. "Puntos clave en el alojamiento de vacas". A: Buxadé C. *Vacuno de leche: aspectos claves.* Madrid: Editorial Mundi-Prensa. Capítulo 7.2, p. 359-443.
- CHAN SC, HUBER JT, THEURER CB, WU Z, CHEN KH, SIMAS JM. 1997. "Effects of supplemental fat and protein source on ruminal fermentation and nutrient flow to the duodenum in dairy cows". *J Dairy Sci.* 80, p. 152-159.
- CHILLIARD Y, DOREAU M, GAGLIOSTRO G, ELMEDDUH Y. 1993. "Addition de lipides protégés (encapsulés ou savons de calcium) à la ration de vaches laitières. Effets sur les performances et la composition du lait". *INRA Prod Anim.* 6 (2), p. 139-150.
- CHILLIARD Y, REMOND B, AGABRIEL J, ROBELIN J, VÉRITÉ R. 1987. "Variations du contenu digestif et des réserves corporelles au cours du cycle gestation-lactation". *Bull Tech CRZV, Theix INRA.* 70, p. 117-131.
- CHILLIARD Y. 1993. "Adaptations métaboliques et partage des nutriments chez l'animal en lactation". A: Martinet J. *Biologie de la lactation.* Paris: Houdebine LM, INRA. Capítol 20.
- COLLEAU JJ, HEYMAN Y, RENARD JP. 1998. "Les biotechnologies de la reproduction chez les bovines et leurs applications réelles ou potentielles en sélection". *INRA Prod Anim.* 11 (1), p. 41-56.
- COLUCCI PE, CHASE LE, VAN SOEST PJ. 1982. "Feed intake, apparent diet digestibility, and rate of particulate passage in dairy cattle". *J Dairy Sci.* 65, p.1445-1456.
- CONAFE. 2003. *Catálogo de sementales.* Madrid: CONAFE.
- COPPOCK CE, WILKS DL. 1991. "Supplemental fat in high energy rations for lactating cows: Effects on intake, digestión, milk yield and composition". *J Anim Sci.* 69, p. 3826.
- CORDONNIER P. 1986. *Economie de la production laitière.* Paris: Lavoisier (INRA) Technique et Documentation.
- COUVREUR S, HURTAUD C, LOPEZ C, DELABY L, PEYRAUD JL. 2006. "The linear relationship between the proportion of fresh grass in the cow diet, milk fatty acid composition, and butter properties". *J Dairy Sci.* 89, p.1.956-1.969.
- CRAWSHAW R, WOOLFORD MK. 1980. *Deterioro aerobico del forraje ensilado dentro y fuera del silo.* Madrid: SEA. Información SID nº 10.
- CULLISON AR, LOWREY RS. 1987. *Feeds and feeding.* 4a. Edición. Englewood Cliffs, New Jersey. Prentice Hall.

Bibliografía

- DE AYALA F. 2003. Entrevista en el El País Semanal, 6.04.03.
- DE BLAS C, MATEOS GG, REBOLLAR PG. 2003. *Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos* [en línea]. 2ª edició. Madrid: Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. www.etsia.upm.es/fedna/tablas.htm [consulta: novembre 2008].
- DE LA SOTA RL, BURKE JM, RISCO CA, MOREIRA MA, DELORENZO, THATCHER WW. 1998. "Evaluation of timed insemination during summer heat stress in lactating dairy cattle". *Theriogenology*. 49, p. 761-770.
- DELAVAL. 2002. *Dimensionamiento práctico de una instalación de ordeño*. Madrid: DeLaval Agri.
- DEMARQUILLY C, ANDRIEU J. 1992. "Composition chimique, digestibilité et ingestibilité des fourrages européens exploités en vert". *INRA Prod Anim*. 5 (3), p. 213-221.
- DEMARQUILLY C, CHENOST M, GIGER S. 1995. "Pertes fécales et digestibilités des aliments ets des rations". A: Jarrige R, Ruckebusch Y, Demarquilly C, Farce MH, Journet M. *Nutrition des ruminants domestiques. Ingestion et digestion*. Paris: INRA. Capítol 17.
- DEMARQUILLY C. 1977. "Les principes de l'ensilage". *L'Élevage*. 77 (1), p. 16-22..
- DEMARQUILLY C. 1993. "Valeur énergétique des luzernes déshydratées". *INRA Prod Anim*. 6(2), p. 137-138.
- DEMARQUILLY C. 1994. "Facteurs de variation de la valeur nutritive du maïs ensilage". *INRA Prod Anim*. 7(3), p. 177-189.
- DEMARQUILLY C. 1998. "Ensilage et contamination du lait par les spores butyriques". *INRA Prod Anim*. 11 (5), p. 359-364.
- DEPETERS EJ, CANT JP. 1992. "Factors influencing the nitrogen composition of bovine milk". *J Dairy Sci*. 75, p. 2043-2070.
- DEPETERS EJ, TAYLOR SJ, FINLEY CM, FAMULA TR. 1987. "Dietary fat and nitrogen composition of milk from lactating cows". *J Dairy Sci*. 70, p. 1192-1201.
- DEVRIES TJ, VON KEYSERLINGK MAG, BEAUCHEMIN KA. 2005. "Frequency of feed delivery affects the behavior of lactating dairy cows". *J Dairy Sci*. 88 , p. 3.553-3.562.
- DIACRE JP, RAIMBAULT P. 1994. "L'eau: le premier aliment des vaches laitières". *Production Laitière Moderne*. 194.
- DONKIN SS, VARGA GA, SWEENEY TF, MULLER LD. 1989. "Rumen-protected methionine and lysine: Effects on animal performance, milk protein yield and physiological measures". *J Dairy Sci*. 72, p. 1484-1491.
- DRUDIK D, KEOWN JF, KONONOFF PJ. 2007. *Milk urea nitrogen testing*. [en línea]. Universitat de Nebraska: . NebGuide. www.extension.unl.edu/publications [consulta juliol 2008].
- DULPHY JP, FAVERDIN P, MICOL D, BOCQUIER F. 1987. "Révision du système des unités d'encombrement (UE)". *Bull Tech CRZV, Theix INRA*. 70, p. 35-48.
- DUTHIL J. 1989. *Producción de forrajes*. Madrid: Editorial Mundi-Prensa.
- EDF (European Dairy Farmers). 2002. *Cuestionario para la realización de la comparación de costes de producción en vacuno lechero a nivel europeo*. Braunschweig.
- ELLIS KA, INNOCENT G, GROVE-WHITE D, CRIPPS P, MCLEAN WG. 2006. "Comparing the fatty acid composition of organic and conventional milk". *J Dairy Sci*. 89, p. 1.938-1.950.

La explotación de vacas de leche

- EMERY RS. 1978. "Feeding for increased milk protein". *J Dairy Sci.* 61, p. 825.
- ENGALBERT F. 2003. Urée à la lait. *Production Laitière Moderne*. Desembre, p. 81-82.
- ERB HN, GROHN YT. 1988. "Epidemiology of metabolic disorders in the periparturient dairy cow". *J Dairy Sci.* 71, p. 2557-3571.
- ESCOULA L. 1977. "Les moisissures des ensilages et leur toxicité". *L'Élevage*. Les ensilages, réalisation-utilisation, p. 44-50.
- ESSL A. 1998. "Longevity in dairy cattle breeding: a review". *Livestock Production Science.* 57, p. 79-89.
- FALK DE, NOVELL RJ, FIEZ A. 1992. "Nutrient composition variation in by-product feeds". *J Dairy Sci.* 75, Supplement 1, 87th annual meeting.
- FARRINGTON J. 1995. "The changing public role in agricultural extension". *Food Policy.* 20 (6), p. 537-544.
- FAVERDIN P, DULPHY JP, COULON JB, VÉRITÉ R, GOREL JP, ROUEL J, MARGRIS B. 1992. "Les phénomènes de substitution fourrages-concentrés chez la vache laitière". *INRA Prod Anim.* 5 (2), p. 127-135.
- FAVERDIN P, M'HAMED D, RICO-GÓMEZ M, VÉRITÉ R. 2003. "La nutrition azotée influence l'ingestion chez la vache laitière". *INRA Prod Anim.* 16 (1), p. 27-37.
- FAVERDIN P. 1992. "Alimentation des vaches laitières: Comparaison des différentes méthodes de prediction des quantités ingérées". *INRA Prod Anim.* 5 (4), p. 271-282.
- FEFRIC. 2008. *Control lleter de la raça frisona a Catalunya*. [en línia]. Barcelona: DAR. www.fefric.com
- FERGUSON JD, SNIFFEN CJ, MUSCATO T, PILBEAM T, SWEENEY T. 1989. "Effects of protein degradability and protected fat supplementation on milk yield in dairy cows". *J Dairy Sci.* 72 (Suppl. 1), p. 415 (Abstr.).
- FERGUSON JD. 1991. "Nutritional problems encoured in dairy practice". A: Naylor JM, Ralston SL. *Large animal. Clinical nutrition*. St Louis, Missouri: Editorial Mosby Year Book. Capítol 27.
- FERGUSON JD. 2001. *Pregnancy rate: a clear picture of herd performance*. [en línia]. www.vet.upenn.edu [consulta març 2004].
- FRANCH A. 1996. "Nuevas tendencias en instalaciones de ordeño". *Frisona Española*. Maig/Juny.
- FRAND X, FROIDMONT E, BARTIAUX-THILL N, DECRUYENAERE V, VAN REUSEL A, FABRY J. 2003. "Utilization of milk urea concentration as a tool to evaluate dairy herd management". *Anim Res.* 52, p. 543-551.
- FREGORESI JA, LEAVER JD. 2002. "Influence of space allowance and milk yield level on behaviour, performance and health of dairy cows housed in strawyard and cubicle systems". *Livestock Production Science.* 78, p. 245-257.
- FRGEDA. 1984. "Diagnostic de l'infécondite des troupeaux laitiers". *FRGEDA Midi Pyrennees.* 84/07.
- FRISON M. 1981. "Une solution pour le stockage des lisiers pailleux: la fosse universelle". A: ITEB. *Annuel pour l'éleveur de bovins*. París: ITEB. 3, p. 161-164.
- GALÍ J. 2008. "El maneig de la reproducció a les explotacions lleteres de Catalunya". *Dossier tècnic DAR.* 33, p. 14-19. Disponible a www.ruralcat.net.
- GARCÍA HR. 1983. *El buen ensilado*. Zaragoza: Quimicamp SA. Servicios Técnicos.
- GARCÍA HR. 1984. "El buen ensilado". *Frisona Española*. Gener/Febrer, p. 70-73.

Bibliografía

- GARCÍA PASCUAL F. 2001. *El sector agrari a Catalunya. Evolució, anàlisi i estadístiques. 1986-2000*. Barcelona: Gabinet Tècnic, DARP.
- GARCÍA-PALOMA JA. 1989. *Programa reproductivo en ganado vacuno*. Villaviciosa, Asturias: Departamento de Producción Animal, Pastos y Forrajes. CEA, Consejería de Agricultura y Pesca.
- GARCÍA-PALOMA JA. 1990. "El método de la condición corporal en vacuno lechero, propuesta de una metodología unificadora". *Investigación Agrária: producción y sanidad animales*. 5 (3), separata 4.
- GARNSWORTHY PC, HUGGETT CD. 1992. "The influence of the fat concentration of the diet on the response by dairy cows to body condition at calving". *Anim Prod*. 54, p. 7-13.
- GASA J, CASTRILLO C. 1991. *Criterios de utilización de subproductos agroindustriales en la alimentación de rumiantes*. Madrid: MAPA, Hojas Divulgadoras, 13.
- GODDEN SM, LISSEMORE KD, KELTON DF, LESLIE KE, WALTONJS, LUMSDEN JH. 2001b. "Relationships between milk urea concentrations and nutritional management, production, and economic variables in Ontario dairy herds". *J Dairy Sci*. 84, p. 1128-1139.
- GODDEN SM, LISSEMORE KD, KELTON DF, LESLIE KE. 2001a. "Factors associated with milk urea concentrations in Ontario dairy cows". *J Dairy Sci*. 84, p. 107-114.
- GOMÀ A. 2004. *Estudi dels factors que afecten la producció de les explotacions de vaquí lleter dins d'un sistema d'alimentació d'unifeed comunitari a l'Alt Urgell*. Seguí A. (tutor).[Projecte Final de Carrera]. Lleida: biblioteca ETSEA.
- GOMBRICH EH. 2000. *La imagen y el ojo. Nuevos estudios sobre la psicología de la representación pictórica*. Barcelona: Editorial Debate.
- GOMBRICH EH. 2003. *Los usos de las imágenes. Estudios sobre la función social del arte y la comunicación visual*. Barcelona: Editorial Debate.
- GÓMEZ CABRERA A, MOLINA ALCAIDE E, GARRIDO VARO A. 1989. *Nuevas fuentes de alimentos para la producción animal*. Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca.
- GÓMEZ CABRERA A, GARCÍA ANDRÉS R, MARTÍNEZ BLÁZQUEZ ML, SÁNCHEZ GARCÍA C, RUIZ D. 2002. *Utilización de índices reproductivos en el desarrollo del sector vacuno lechero*. Sevilla: Consejería de Agricultura y Pesca.
- GRANT RJ. 1997. "Interactions among forages and nonforage fiber sources". *J Dairy Sci*. 80 (7), p. 1438-1446.
- GRASSER LA, FADEL JG, GARNETT I, DEPETERS EJ. 1995. "Quantity and economic importance of nine selected by-products used in California dairy rations". *J Dairy Sci*. 78 (4), p. 962-971.
- GRÖHN YT, ERB NH, MCCULLOCH CE, SALONIEMI HS. 1990. "Epidemiology of mammary gland disorders in multiparous Finnish Ayrshire cows". *Prev Vet Med*. 8, p. 241-252.
- GRUMMER RR, JACOB AL, WOODFORD JA. 1987. "Factors associated with variation in milk fat depression resulting from high grain diets fed to dairy cows". *J Dairy Sci*. 70, p. 613-619.
- GYGAX L, NEUFFER I, KAUFMANN C, HAUSER R, WECHSLER B. 2007. "Comparison of functional aspects in two automatic milking systems and auto-tandem milking parlors". *J Dairy Sci*. 90, p. 4.265-4.274.
- HADY PJ, DOMEQ JJ, KANEENE JB. 1992. "Body condition management system for dairy cattle". *J Dairy Sci*. 75, p. Supplement 1, 87th annual meeting.

La explotación de vacas de leche

- HARRISON JH, BLAUWIEKEL R. 1994. "Fermentation and utilization of grass silage". *J Dairy Sci.* 77, p. 3209-3235.
- HODEN A, COULON JB, DULPHY JP. 1985. "Influence de l'alimentation sur la composition du lait. 3. Effets des régimes alimentaires sur les taux butyreux et protéique". *Bull Tech CRZV, Theix INRA.* 62, p. 69-79.
- HODEN A, COULON JB. 1991. "Maîtrise de la composition du lait: influence des facteurs nutritionnels sur la quantité et les taux de matières grasses et protéiques". *INRA Prod Anim.* 4 (5), p. 361-367.
- HODEN A, JOURNET M, RÉMOND B, CHILLIARD Y, SAUVANT D, COULON JB. 1986. *La composition du lait et l'alimentation: taux butyreux et protéique.* Paris: ITEB-RNED. (Colección: "Le point sur").
- HULSEN J. 2005. *Signes de vaches. Connaître, observer et interpréter.* Zutphen (Holanda) i Poisy (França): Roodbont.
- HUTJENS M. 2008. *Feeding guide.* 3ª Edició. Horards Dairyman.
- HUTJENS MF, BALTZ JH. 2000. "Keeping extension programs current in order to meet the needs of a dynamic dairy industry". *J Dairy Sci.* 83, p. 1412-1417.
- IAMZ. 1981. *Tableaux de la valeur alimentaire pour les ruminants des fourrages et sous-produits d'origine méditerranéenne.* Paris: Serie etudes, Options méditerranéennes.
- IAMZ. 1990. *Tableaux de la valeur alimentaire pour les ruminants des fourrages et sous-produits d'origine méditerranéenne.* Paris: Serie B, Etudes et recherches, 4, Options méditerranéennes.
- INRA. 1978. *Alimentation des Ruminants.* Paris: INRA.
- INRA. 1981. *Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants. Tables de prévision de la valeur alimentaires des fourrages.* Theix: INRA.
- INRA. 1983. *Luzerne.* Paris: Centre de Recherches de Lusignan.
- INRA. 1988. *Alimentation des Bovins Ovins et Caprins.* Paris: INRA.
- INRA. 1996. *Rejets et pollution agricole.* Paris: INRA.
- INRA. 2007. *Alimentation des Bovins Ovins et Caprins. Besoins des animaux-Valeurs des aliments. Tables INRA.* Versailles: Quae.
- INRAP. 1984. *Alimentation des Bovins.* Paris: ITEB.
- INSTITUT DE L'ÉLEVAGE. 1993. *Guide d'animation de réunions composition du lait.* Paris: Institut de l'élevage.
- INSTITUT DE L'ÉLEVAGE. 2001. *Dossier Economie de l'Élevage. La filière laitière en Espagne, un développement sans garde-fous.* Paris: Editorial ACTA. Juliol.
- ITCF. 1976. *La Luzerne. Culture utilisation.* Paris: ITCF.
- ITCF. 1977. "Special deshidratation". *Perspectives Agricoles.* 3.
- ITCF. 1983. *Association graminée luzerne.* Paris: ITCF.
- ITCF. 1983. *Associations graminée trèfle blanc.* Paris: ITCF.
- ITCF. 1983. *Associations graminée trèfle violet.* Paris: ITCF.
- ITCF. 1983. *Associations vesces ou pois fourragers céréales.* Paris: ITCF.
- ITCF. 1983. *Luzerne.* Paris: ITCF.

Bibliografía

- ITCF. 1983. *Maïs fourrager*. París: ITCF.
- ITCF. 1994. *L'ensilage de maïs: tout en finesse*. Cultivar 2000; suplement élevage nº 6.
- ITEB. 1985. *Pathologie et logement des bovins*. París: ITEB.
- ITEB-EDE. 1989. *Pratique de l'alimentation des bovins. Tables de l'INRA 1988*. París: ITEB-EDE.
- JOHNSON L, HARRISSON JH, HUNT C, SHINNERS K, DOGGETT CG, SAPIENZA D. 1999. "Nutritive value of corn silage as affected by maturity and mechanical processing: a contemporary review". *J Dairy Sci.* 82, p. 2813-2825.
- JONKER JS, KOHN RA, ERDMAN RA. 1998. "Using milk urea to predict nitrogen excretion and utilization efficiency in lactating dairy cows". *J Dairy Sci.* 81, p. 2681-2692.
- JOUANY PP. 1994. "Les fermentations dans le rumen et leur optimisation". *INRA Prod Anim.* 7 (3), p. 207-225.
- JUAN M. 2001. "La logette sans sauci. Le guide pratique de la logette". *Production Laitière Moderne.* 313.
- KALAMBOKIDIS L. 2003. *Identifying the public value in extension programs*. Minnesota: Universidad de Minnesota. Staff paper P03-6, Department of Applied Economics.
- KAPUŚCIŃSKI R. 2000. *Lapidarium IV*. Barcelona: Editorial Anagrama. (Crónicas Anagrama).
- KAPUŚCIŃSKI R. 2002. *Los cínicos no sirven para este oficio. Sobre el buen periodismo*. Barcelona: Editorial Anagrama. (Crónicas Anagrama).
- KEHRLY ME, SHUSTER. 1994. "Factors affecting milk somatic cell and their role in health of bovine mammary gland". *J Dairy Sci.* 77, p. 619-627.
- KIDD AD, LAMERS JPA, FICARELLI PP, HOFFMANN V. 2000. "Privatising agricultural extension: caveat emptor". *Journal of Rural Studies.* 16, p. 95-102.
- KONDO S, KAWAKAMI N, KOHAMA H, NISHINO S. 1984. "Changes in activity, spatial pattern, and social behaviour in calves alter grouping". *Applied Animal Ethology.* 11, p. 217-228.
- KUIPERS A, ROSSING W. 1998. "Ordeño robótico de las vacas lecheras". A: Phillips CJC. *Avances de la ciencia de la producción lechera*. Zaragoza: Acribia. Capítulo 13.
- LEEUWIS C. 2004. *Communication for rural innovation. Rethinking agricultural extension*. 3ª Edició. Blackwell Publishing.
- LENSINK BJ, FERNÁNDEZ X, COZZI G, FLOAND L, VEISSIER I. 2001. "The influence of farmers behaviour on calves reactions to transport and quality of veal meta". *J Animal Sci.* 79, p. 642-652.
- LOISEL J. 1976. *Comment situer et gerer la fecondite d'un troupeua laitier. Proposition d'un bilan annuel de la reproduction des troupeux laitieres*. París: ITEB.
- LOOR JJ, FERLAY A, OLLIER A, DOREAU M, CHILLIARD Y. 2005. "Relationship among trans and conjugated fatty acids and bovine milk fat yield due to dietary concentrate and linseed oil". *J Dairy Sci.* 88, p. 726-740.
- LÓPEZ GARRIDO C, et al. 2000. *Estudio comparativo de los costes de producción de leche en diferentes CCAA españolas*. Madrid: INIA. (Informe Técnico).
- LOPEZ GATIUS F. 1990. *Interacciones entre nutrición, producción de leche y reproducción en ganado vacuno lechero*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.

La explotación de vacas de leche

- MAFF. 1978. *Aportes energéticos y sistemas de alimentación de los rumiantes*. Zaragoza: Acribia.
- MAIGA HA, SCHINGOETHE DJ. 1997. "Optimizing the utilization of animal fat and ruminal bypass proteins in the diets of lactating dairy cows". *J Dairy Sci.* 80, 343-352.
- MÁRQUEZ L. 1990. "Procesos que aceleran la pérdida de humedad (III)". *Mundo Ganadero.* 10, p. 72-75.
- MARTÍ JA. 1997. *Efecte de les racions integrals úniques, en vaquí de llet, sobre alguns paràmetres productius*. Seguí A. (tutor). [Projecte d'investigació final de carrera]. Lleida: biblioteca ETSEA.
- MARTIN C, BROSSARD L, DOREAU M. 2006. "Mécanismes d'apparition de l'acidose ruminale latente et conséquences physiopathologiques et zootechniques". *INRA Prod Anim.* 19 (2), p. 93-108.
- MASALLES M. 1996. *Relació entre la nota de condició corporal i la taxa proteica de la llet en la raça frisona. Estudi localitzat a la província de Girona*. Seguí A. (tutor). [Projecte d'investigació final de carrera]. Lleida: biblioteca ETSEA.
- MAYNEGRE J. 2003. *Proposta i desenvolupament d'una metodologia de gestió econòmica, que serveixi com a eina d'anàlisi dels resultats tècnics de les explotacions de vaquí de llet a Catalunya*. Seguí A. (tutor). [Projecte final de carrera]. Lleida: biblioteca ETSEA.
- MCGILLIARD ML, SWISHER JM, JAMES RE. 1983. "Grouping lactating cows by nutritional requirements for feeding". *J Dairy Sci.* 66, p. 1084.
- MCGOWAN MR, VEERKAMP RF, ANDERSON L. 1996. "Effects of genotype and feeding systems on the reproductive performance of dairy cattle". *Livestock Production Science.* 46, p. 33-40.
- MELENDEZ P, DONOVAN A, HERNANDEZ J. 2000. "Milk urea nitrogen and infertility in Florida Holstein cows". *J Dairy Sci.* 83, p. 459-463.
- MELIN M, SVENNERSTEN-SJAUNJA K, WIKTORSSON H. 2005. "Feeding patterns and performance of cows in controlled cow traffic in automatic milking systems". *J Dairy Sci.* 88, p. 3.913-3.922.
- MERTENS DR. 1997. "Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows". *J Dairy Sci.* 80 (7), p. 1463-1481.
- METGE J. 1990. *La production laitière*. París: Nathan.
- MICHALET-DOREAU B, SAUVANT D. 1989. "Influence de la nature du concentré, céréales ou pulpe de betterave, sur la digestion chez les ruminants". *INRA Prod Anim.* 2 (4), p. 235-244.
- MILLS JA, KUNG L. 2002. "The effect of delayed ensiling and application of a propionic acid-based additive on the fermentation of barley silage". *J Dairy Sci.* 85, p. 1969-1975.
- MOHAMED OE, SATTER LD, GRUMMER RR, EHLE FR. 1988. "Influence of dietary cottonseed and soybean on milk production and composition". *J Dairy Sci.* 71, 2677-2688.
- MOREL d'ARLEUX F. 1984. "Les sous-produits: pensez-y". *L'élevage bovin.* 141, 27-30.
- MORRIS C, WINTER M. 1999. "Integrated farming systems: the third way for European agriculture?". *Land Use Policy.* 16, p. 193-205.
- MOUNIER L, MARIE M, LENSINK B J. 2007. "Facteurs déterminants du bien-être des ruminants en élevage". *INRA Prod Anim.* 20 (1), p. 65-72.
- MUNKSGAARD L, LØVENDAHL P. 1993. "Effects of social and physical stressors on growth hormone levels in dairy cows". *Canadian Journal of Animal Science.* 73, p. 847-853.

Bibliografia

- NACIRI M. 1992. "La cryptosporidiose. Importance de la contamination de l'eau". *INRA Prod Anim.* 5 (5), p. 319-327.
- NASULGC. 2002. *A vision for the 21st century*. [en línia] <http://www.nasulgc.org/> [consulta gener 2003]
- NASULGC. 2002. *About the Land-Grant System*. [en línia] <http://www.nasulgc.org/> [consulta gener 2003]
- NOCEK JE, RUSSELL JB. 1988. "Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production". *J Dairy Sci.* 71, 2070-2107.
- NOUSIAINEN J, SHINGFIELD KJ, HUHTANEN P. 2004. "Evaluation of milk urea nitrogen as a diagnostic of protein feeding". *J Dairy Sci.* 87, p.386-398.
- NRC. 1981. *Nutritional energetics of domestic animals. Glossary of energy terms*. Washington: NAP.
- NRC. 1985. *Ruminant nitrogen usage*. Washington: NAP.
- NRC. 1987. *Predicting feed intake of food-producing animals*. Washington: NAP.
- NRC. 1988. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 6a. edició. Washington: NAP.
- NRC. 1989. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 6a. edició. Update 1989. Washington: NAP.
- NRC. 2001. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 7a edició. [en línia] <http://www.books.nap.edu/books/>.
- OBSERVATORI DE LA LLET. 2008. *Documents i aplicatius sobre el sector lleter a Catalunya*. www.ruralcat.net
- OLÍAS DE LIMA B. 2003. "Ciudadanía y servicios públicos". *Temas para el Debate*. 103, p. 39-42.
- OWEN JB. 1981. *Sistemas de alimentación integral para vacuno y ovino*. Madrid: Mundi-Prensa.
- OWEN JB. 1984. "Complete diet feeding for cattle". *Livest Prod Sci.* 11, p. 269-285.
- PANNELL DJ. 1999. "On the estimation of on-farm benefits of agricultural research". *Agricultural Systems*. 66, p. 123-134.
- PAYNE JM. 1983. *Maladies métaboliques des ruminants domestiques*. París: Editions du Point Vétérinaire.
- PECSOK SR, MCGILLIARD ML, JAMES RE, JOHNSON TG, HOLTER JB. 1992. "Estimating production benefits through simulation of group and individual feeding of dairy cows". *J Dairy Sci.* 75, p. 1604-1615.
- PEDRON O, CHELI F, SENATORE E, BAROLI D, PIZZI R. 1993. "Effect of body condition score at calving on performance, some blood parameters, and milk fatty acid composition in dairy cows". *J Dairy Sci.* 76, p. 2528-2535.
- PEYRAUD JL, APPER-BOSSARD E. 2006. "L'acidose latente chez la vache laitière". *INRA Prod Anim.* 19 (2), p. 79-92.
- PHILLIPS CJ. 1993. *Cattle Behaviour*. Ipswich, UK: Farming Press.
- PICCIONI M., 1989. *Dizionario degli alimenti per il bestiame*. Bologna: Ed. Agricole.
- PIEPENBRINK MS, OVERTON TR, CLARK JH. 1996. "Response of cows fed a low crude protein diet to ruminally protected methionine and lysine". *J Dairy Sci.* 79, 1638-1646.
- PLM. 2001. "Fiches: Repères". *Production Laitière Moderne*. Resum gener-desembre.
- PLM. 2003. "A la recherche de la bouse idéal". *Production Laitière Moderne*. Abril, p. 14 - 19.
- PLM. 2004. "Revu et corrigé le diagnostic urée. Dossier Urée". *Production Laitière Moderne*. Maig, p. 22-31.

La explotación de vacas de leche

- POLAN CE, CUMMINS KA, SNIFFEN CJ, MUSCATO TV, VICINI JL, CROOKER BA. 1991. "Responses of dairy cows to supplemental rumen-protected forms of methionine and lysine". *J Dairy Sci.* 74, p. 2997-3013.
- POMIÈS D, MARNET P-G, COURNOT S, BARILLET F, GUINARD-FLAMENT J, RÉMOND B. 2008. "Les conduites de traite simplifiées en élevage laitier: vers la levée de l'astreinte biquotidienne". *INRA Prod Anim.* 21 (1), p. 59-70.
- POUX X, BALDOCK D, MITCHELL K. 1995. "Preparatory document for the Consultative Forum on Environment. Setting policy scenarios for a sustainable rural development". Brussels: UE, comissió .
- RAJALA-SCHULTZ PJ, SAVILLE JA, FRAZER GS, WITTUM TE. "Association between milk urea nitrogen and fertility in Ohio dairy cows". *J Dairy Sci.* 84, p.482-489.
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. 1992. *Diccionario de la lengua española*. 21è. edició. Madrid: Espasa-Calpe.
- REARTE DH, KESLER EM, HARGROVE GL. 1986. "Forage growth and performance of grazing dairy cows supplemented with concentrate and chopped or long hay". *J Dairy Sci.* 69, p. 1048-1054.
- RÉMOND B, POMIÈS D. 2005. "Once-daily milking of dairy cows: a review of recent French experiments". *Anim Res.* 54, p. 427-442.
- RÉMOND B, POMIÈS D. 2007. "Once-daily milking of holstein cows for one-week decreases milk yield by twenty-five percent without any carry-over effect". *Livestock Science.* 110, p. 192-195.
- ROGERS JA, KRISHNAMOORTHY U, SNIFFEN CJ. 1987. "Plasma amino acids and milk protein production by cows fed rumen-protected methionine and lysine". *J Dairy Sci.* 70, p. 789-798.
- ROGERS JA, PIERCE-SANDNER SB, PAPAS AM, POLAN CE, SNIFFEN CJ, MUSCATO TV, et al. 1989. "Production responses of dairy cows fed various amounts of rumen-protected methionine and lysine". *J Dairy Sci.* 72, p. 1800-1817.
- ROSELER DK, FOX DG, CHASE LE, PELL AN, STONE WC. 1997 a. "Development and evaluation of equations for prediction of feed intake for lactating holstein dairy cows". *J Dairy Sci.* 80 (5), p. 878-893.
- ROSELER DK, FOX DG, PELL AN, CHASE LE. 1993. "Evaluation and refinement of feed intake prediction equations for holstein dairy cows in early lactation". *J Dairy Sci.* 76: Supplement 1, 88th annual meeting.
- ROSELER DK, FOX DG, PELL AN, CHASE LE. 1997 b. "Evaluation of alternative equations for prediction of intake for holstein dairy cows". *J Dairy Sci.* 80 (5), p. 864-877.
- ROUSING T, BONDE M, BADSBERG JH, SØRENSEN JT. 2004. "Stepping and kicking behaviour during milking in relation to response in human-animal interaction test and clinical health in loose housed dairy cows". *Livestock Production Science*. Disponible a www.elsevier.com/locate/livprodsci
- RULQUIN H, DELABY L. 1997. "Effects of the energy balance of dairy cows on lactational responses to rumen-protected methionine". *J Dairy Sci.* 80, p. 2513-2522.
- RULQUIN H, HURTAUD C, LEMOSQUET S, PEYRAUD JL. 2007. "Effet des nutriments énergétiques sur la production et la teneur en matière grasse du lait de vache". *INRA Prod Anim.* 20 (2), p. 163-176.
- RULQUIN H, VÉRITÉ R, GUINARD-FLAMENT J, PISULEWSKI PM. 2001 a. "Acides aminés digestibles dans l'intestin. Origens des variations chez les ruminants et répercussions sur les protéines du lait". *INRA Prod Anim.* 14 (3), p. 201-210.
- RULQUIN H, VÉRITÉ R, GUINARD-FLAMENT J. 2001 b. "Acides aminés digestibles dans l'intestin. Le système AADI et les recommandations d'apport pour la vache laitière". *INRA Prod Anim.* 14 (4), p. 265-274.

Bibliografia

- RULQUIN H, VÉRITÉ R, GUINARD-FLAMENT J. 2001 c. "Tables des valeurs AADI des aliments des ruminants". *INRA Prod Anim.* 14: supplément.
- RULQUIN H. 1997. "Regulation of the synthesis and the secretion of milk constituents in ruminants". *Rencontres Recherches Ruminants.* 4, p. 327-338.
- RULQUIN H. 2001. "Acides aminés digestibles dans l'intestin. Utilisation du système AADI dans le rationnement des vaches laitières". *INRA Prod Anim.* 14 (4), p. 275-278.
- RUPPEL KA, PITT RE, CHASE LE, GALTON DM. 1995. "Bunker silo management and its relationship to forage preservation on dairy farms". *J Dairy Sci.* 78, p. 141-153.
- SAUVANT D, PÉREZ JM, GILLES T. 2002. *Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage.* Paris: INRA.
- SAUVANT D, CHAPOUTOT P, ARCHIMEDE H. 1994. "La digestion des amidons par les ruminants et ses conséquences". *INRA Prod Anim.* 7 (2), 115-124.
- SAUVANT D, MESCHY F, MERTENS D. 1999. "Les composants de l'acidose ruminal et les effets acidogènes des rations". *INRA Prod Anim.* 12 (1), p. 49-60.
- SAUVANT D, GIGER-REVERDIN S, MESCHY F. 2006. "Le contrôle de l'acidose ruminale latente". *INRA Prod Anim.* 19 (2), p. 69-78.
- SCHMIDT GH, PRITCHARD DE. 1987. "Effect of increased production per cow economic returns". *J Dairy Sci.* 70 (12), p. 2695-2704.
- SCHMIDT GH. 1989. "Effect of length of calving intervals on income over feed and variable cost". *J Dairy Sci.* 72, p. 1605-1611.
- SCHROEDER GF, COUDERC JJ, BARGO F, REARTE DH. 2005. "Milk production and fatty acid profile of milkfat by dairy cows fed a winter oats (*avena sativa* L.) pasture only or a total mixed ration". *New Zealand journal of agricultural research.* 48, p. 187-195.
- SCHUCKER BL, MCGILLIARD ML, JAMES RE, STALLINGS CC. 1988. "A field study of grouping cows by nutrient requirements for feeding". *J Dairy Sci.* 71, p. 870-878.
- SEA. 1983. *Gestió Econòmica Agrària; un exemple de comptabilitat per marges bruts.* Reus: SEA- DARP.
- SEA. 1976. *Fichas técnicas sobre explotaciones ganaderas.* Madrid: Publicaciones de Extensión Agraria.
- SEA. 1983. *La sala de muntir paral·lel Girona.* Reus: SEA-DARP. (FIT35/83).
- SEGUÍ A, SANZ E. 1996. "La formación de lotes en las explotaciones lácteas". *Mundo Ganadero.* 77, p. 26-30.
- SEGUÍ A, SERRA P. 2000. *Programa informàtic d'alimentació de vaques.* Nº Registre Propietat Intel·lectual B-40754. Lleida: Biblioteca ETSEA, dossiers electrònics.
- SEGUÍ A, TRIAS R, MAYNEGRE J. 2001. "Conceptes generals dels prats i aplicacions pràctiques". A: *Apuntes I Jornades Tècniques del Vaquí a l'ETSEA.* Lleida: biblioteca ETSEA.
- SEGUÍ A, TRIAS R, MAYNEGRE J. 2002. "Allotjaments per a vaques de llet". A: *Apuntes II Jornades Tècniques del Vaquí a l'ETSEA.* Lleida: biblioteca ETSEA.
- SEGUÍ A, TRIAS R. 1983. *Descripció de la màquina de muntir.* Reus: SEA-DARP. (FIT30/83).

La explotación de vacas de leche

- SEGUÍ A, TRIAS R. 1990. *La llet de vaca i la munyida*. Barcelona: DARP. (Quaderns de Divulgació, 21).
- SEGUÍ A, TRIAS R. 1996. *Fulls tècnics d'assessorament: consells per obtenir una llet de més qualitat*. Barcelona: IRTA.
- SEGUÍ A, TRIAS R. 2001. "Estudio del coste de producción de leche en Cataluña". A: *Apuntes I Jornades Tècniques del Vaquí a l'ETSEA*. Lleida: biblioteca ETSEA.
- SEGUÍ A. 1987. *Esquemas relativos a la alimentación de vacas de leche en los periodos de pre y post-parto*. Madrid: MAPA, SEA.
- SEGUÍ A. 1996. *Els farratges conservats*. Barcelona: IRTA.
- SEGUÍ A. 2003. *Comprovació de racions*. Aplicació Excel®Microsoft. Lleida: biblioteca ETSEA, dossiers electrònics.
- SEGUÍ A. 2003. *Valoració nutritiva*. Aplicació Excel®Microsoft. Lleida: biblioteca ETSEA, dossiers electrònics.
- SEGUÍ A. 2005. *La necesidad de Extensión Agraria en vacuno lechero*. Tesis doctoral. Director: Sanz E. Lleida: biblioteca ETSEA, dossiers electrònics.
- SEGUÍ A. 2008. "Anàlisi tècnica i econòmica del sector productor de llet de Catalunya". *Dossier tècnic DAR*. 33, p. 3-13. Disponible a www.ruralcat.net.
- SHINGFIELD KJ, REYNOLDS CK, LUPOLI B, TOIVONEN V, YURAWECZ MP, DELMONTE P, GRIINARI JM, GRANDISON AS, BEEVER DE. 2005. "Effect of forage type and proportion of concentrate in the diet on milk fatty acid composition in cows given sunflower oil and fish oil". *Animal Science*. 80, p. 225-238.
- SHIRLEY RL. 1986. *Nitrogen and energy nutrition of ruminants*. Londres: Academic Press.
- SIGNORET JP. 1991. "Le comportement de l'animal domestique et les techniques modernes d'élevage". *INRA Prod Anim*. 4 (1), p. 13-20.
- SMITH DR, KONONOFF PJ, KEOWN JF. 2007. "Dairy cow health and metabolic disease relative to nutritional factors". *NebGuide, G1743*. Disponible <http://extension.unl.edu/publications>.
- SMITH R. 2002. Entrevista. El País, 01.10.2002.
- SNIFFEN CJ, BEVERLY RW, MOONEY CS, ROE MB, SKIDMORE AL, BLACK JR. 1993. "Nutrient Requirements versus supply in the dairy cows; strategies to account for variability". *J Dairy Sci*. 76, p. 3160-3178.
- SOITA HW, FEHR M, CHRISTENSEN DA, MUTSVANGWA T. 2005. "Effects of corn silage particle length and forage:concentrate ratio on milk fatty acid composition in dairy cows fed supplemental flaxseed". *J Dairy Sci*. 88, p. 2.813-2.819.
- SOLTNER D. 1979. *Alimentation des animaux domestiques. Le rationnement des bovin, des ovins et des porcs*. 13a. edició. Angers: Colección Sciences et techniques agricoles, Le Clos Lorelle.
- SPAHR SL, SHANKS RD, MCCOY GC, MALTZ E, KROLL O. 1992. "Production potential as a criterum for total mixed ration feeding strategy". *J Dairy Sci*. 75: Supplement 1, 87th annual meeting.
- SUTTON JD. 1989. "Altering milk composition by feeding". *J Dairy Sci*. 72, p. 2801-2814.
- THÉNARD V, MAURIÈS M, TROMMENSCHLAGER JM. 2002. "Intérêt de la luzerne déshydratée dans des rations complètes pour vaches laitières en début de lactation". *INRA Prod Anim*. 15(2), p. 119-124.
- TILLIE M, BILLON P. 1984. "Pour bien implanter le bloc de traite". *L'élevage bovin*. 138, p. 51-65.
- TILLIE M, BILLON P. 1985. "Traire sans fatigue c'est possible". A: *Annuel pour l'éleveur de bovins*. París: ITEB. (7, p.135-142).

Bibliografia

- TILLIE M. 1984. "Silos a fourrages". *Techniques Agricoles*. 4150, p. 1-16.
- TILLIE M. 1988. "Bien choisir son équipement d'abreuvement pour stabulation libre". A: *Annuel pour l'éleveur de bovins*. Paris: ITEB. (10, p. 178-183).
- TISSERAND JL. 1982. "Fourrages conservés". *Techniques Agricoles*. 3050, p. 12-1982.
- VAN DEN BAN AW, HAWKINS HS. 1996. *Agricultural Extension*. 2a edició. Oxford: Blackwell Science Ltd.
- VAN SOEST PJ. 1982. *Nutritional ecology of the ruminant*. New York: OB Books, Inc.
- VAN SOEST PJ. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2a edició. New York: OB Books, Inc.
- VERMOREL M, COULON JB, JOURNET M. 1987. "Révision du système des unités fourragères (UF)". *Bull Tech CRZV, Theix INRA*. 70, p. 9-18.
- VERMOREL M, COULON JB. 1992. "Alimentation des vaches laitières: comparaison des systèmes d'alimentation énergétique". *INRA Prod Anim*. 5(4), p. 289-298.
- VEYSSET P, WALLET P, PRUGNARD E. 2001. « Le robot de traite: pour qui? pourquoi? Caractérisation des exploitations équipées, simulations économiques et éléments de réflexion avant investissement". *INRA Prod Anim*. 14 (1), p. 51-61.
- VIDAL JM. 1979. *Diccionario técnico de la alimentación animal y la fabricación de piensos compuestos*. Inglés-Español. 2a. Edició. Madrid: Sucesores de Rivadeneira.
- WAIBLINGER S, MENKE C, COLEMAN G. 2003. "The relationship between attitudes, personal characteristics and behaviour of stockpeople and subsequent behaviour and production of dairy cows". *Applied Animal Behaviour Science*. 79, p. 195-219.
- WEST JW, HILL GM, GATES RN, MULLINIX BG. 1997. "Effects of dietary forage source and amount of forage addition on intake, milk yield, and digestion for lactating dairy cows". *J Dairy Sci*. 80 (8), p. 1656-1665
- WESTFALIA SEPARATOR. 2002. *Folleto explicativo sobre el separador de estiércol*. Westfalia.
- WHITTEMORE CT. 1998. "Structures and processes required for research, higher education and technology transfer in the agricultural sciences: a policy appraisal". *Agricultural Economics*. 19, p. 269-282.
- WILLIAMS CB, OLTENACU PA. 1992. "Evaluation of criteria used group lactating cows using a dairy production model". *J Dairy Sci*. 75, p. 155-160.
- WU Z, HUBER T. 1994. "Relationship between dietary fat supplementation and milk protein concentration in lactating cows: A review". *Livest Prod Sci*. 39, p. 141.
- YANG WZ, BEAUCHEMIN KA. 2006a. "Effectes of physically effective fiber on chewing activity and ruminal pH of dairy cows fed diets based on barley silage". *J Dairy Sci*. 89, p.217-228.
- YANG WZ, BEAUCHEMIN KA. 2006b. "Physically effective fiber: method of determination and effects on chewing, ruminal acidosis, and digestión by dairy cows". *J Dairy Sci*. 89, p. 2.618-2.633.
- YIANNIKOURIS A, JOUANY JP. 2002. "Les mycotoxines dans les aliments des ruminants, leur devenir et leurs effets chez l'animal". *INRA Prod Anim*. 15 (1), p. 3-16.
- ZARAGOZA C. 1999. "Relación entre las variables de producción en 34 explotaciones de vacuno lechero de la provincia de Girona". Seguí A. (tutor). [Projecte d'investigació final de carrera]. Lleida: biblioteca ETSEA.

La explotación de vacas de leche

ZEBELI Q, TAJAJ M, STEINGASS H, METZLER B, DROCHNER W. 2006. "Effects of physically effective fiber on digestive processes and milk fat content in early lactating dairy cows fed total mixed rations". *J Dairy Sci.* 89, p.651-668.