

INSTALACIONES Y EQUIPAMIENTOS PARA EXPLOTACIONES DE VACAS DE LECHE

Jordi Maynegre Santaulària

Ingeniero agrónomo

www.remugants.cat

Objetivos genéricos de una explotación de vacas lecheras

Producir leche ...

- Con la máxima eficiencia y eficacia.
- A mínimo coste.
- De forma zootécnicamente y éticamente correcto.

Mediante ...

- Alojamiento e instalaciones adecuadas
- Un manejo correcto de los factores de producción (mano de obra)
 - Alimentación
 - Genética
 - Sanidad y reproducción

El bienestar de la vaca lechera estabulada (8 condiciones ...)

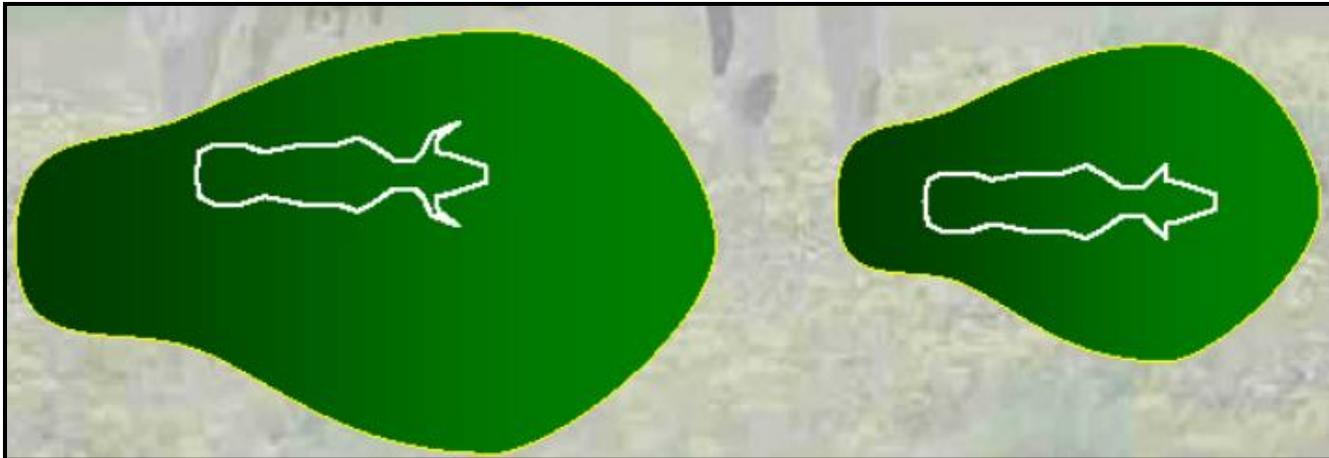
- ✓ Temperatura y humedad adecuada.
- ✓ Aire limpio.
- ✓ Ventilación adecuada. Ausencia de corrientes marcadas de aire.
- ✓ Dieta equilibrada y suficiente.
- ✓ Agua de calidad y suficiente.
- ✓ Reposo suficiente.
- ✓ Espacio suficiente.
- ✓ Ausencia de competitividad.

Comportamiento de la vaca lechera

- Las vacas lecheras son gregarias, viven en rebaños y establecen unas jerarquías sociales muy desarrolladas (triangulares).
- La jerarquía depende de la edad y características individuales de cada vaca (peso, dimensión, estado hormonal y presencia o no de cuernos).
- Les gusta estar acompañadas y tener contacto visual entre ellas durante los períodos de descanso, alimentación y desplazamiento hacia la zona de ordeño.
- La vaca necesita mantener a su alrededor un espacio vital mínimo, sin el cual se siente amenazada y le provoca situaciones de estrés.

Presencia o no de cuernos

- La mayoría de peleas entre dos vacas se producen cuando una vaca invade el espacio individual de otra vaca.
- La presencia de cuernos aumenta la superficie del espacio individual de cada vaca.
- Es muy recomendable quemar los cuernos del ganado vacuno que tenga que estar confinado a lo largo de su productiva, y hacerlo lo antes posible (ternera lactante).
- Tener las vacas sin cuernos reduce el estrés social y el riesgo de lesiones entre los animales, y además aumenta la seguridad laboral del personal que trabaja en la explotación.



Comportamiento de la vaca lechera

- ❑ ¿Qué hace, en promedio, una vaca lechera durante el día (etograma)?:
 - Comida: 9 horas/día.
 - Yacer y rumiar: 5,5 horas/día.
 - Yacer: 3 horas/día.
 - De pie y rumiar: 1 hora/día.
 - De pie: 2,5 horas/día.
 - Caminar: 2 horas/día.
 - Beber: 1 hora/día.
 - Durante la noche yacen el 80% del tiempo y durante el día el 58%.
 - Una vaca en celo yace 3 horas menos al día aproximadamente.
 - Las vacas preñadas necesitan cambiar más a menudo de posición.

Comportamiento de la vaca lechera

- ❑ És molt important que una vaca jègui i camini!
 - Les vaques ajagudes tenen major irrigació sanguínia en el braguer. Aproximadament, per a produir 1 litre de llet cal que circulin 500 l de sang per les conduccions sanguínies que envolten el braguer.
 - Les vaques tenen una motivació innata a la locomoció i mobilitat. Però quan es troben dretes, circula un 50% menys de sang pel braguer.
 - Les vaques quan caminen i fan exercici tenen una concentració més alta de glucocorticoides a la sang, els quals, entre altres propietats, tenen un efecte antiinflamatori.

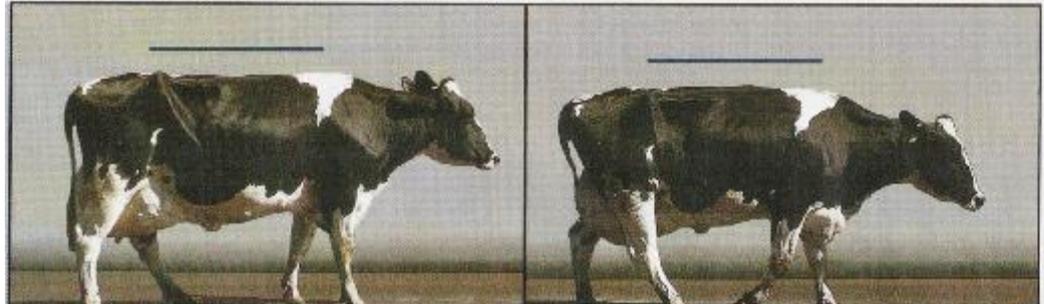
Evaluación del grado de motricidad de la vaca lechera

Nota de motricidad: **1**

Vaca normal (ideal)

Normal: derecha o en marcha

Piernas bien colocadas



Posición de la espalda recta

Nota de motricidad: **2**

Ligera cojera

Derecha: se mantiene con hombro recto

En marcha: curvada ligeramente, camina con cierta dificultad



Posición de la espalda recta; en marcha curvada

Evaluación del grado de motricidad de la vaca lechera

Nota de motricidad: **3**

Cojera moderada

Derecha: espalda curvada

En marcha: espalda curvada, camina con dificultad, pasos cortos con una o más patas



Posición de la espalda curvada

Nota de motricidad: **4**

Cojera aguda

Derecha: espalda curvada

En marcha: espalda curvada, camina con una o más patas, aunque aguantan el peso



Posición de la espalda curvada

Evaluación del grado de motricidad de la vaca lechera

Nota de motricidad: 5

Cojera muy aguda

Derecha: espalda curvada

En marcha: espalda curvada, no puede poner el peso sobre una pata, tiene dificultades para levantarse



Posición de la espalda curvada

Morfometría de la vaca lechera

Ejemplo vaca lechera de 700 kg peso vivo
 240 cm de longitud
 70 cm de ancho
 144 cm de altura en la cruz

- ❑ Espacio físico: espacio que ocupa la vaca
 - De pie: 1,70 m²
 - Tumbada : 1,95 m² (2,00 m² aprox.)
- ❑ Espacio vital: espacio mínimo que necesita

Espacio vital = espacio físico + contorno de 50 cm

- De pie: 4,93 m² (5,00 m² aprox.)
- Tumbada: 3,63 m² (5,00 m² aprox.)

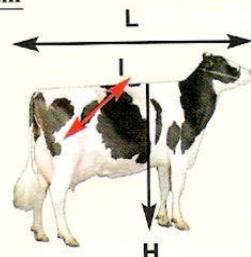
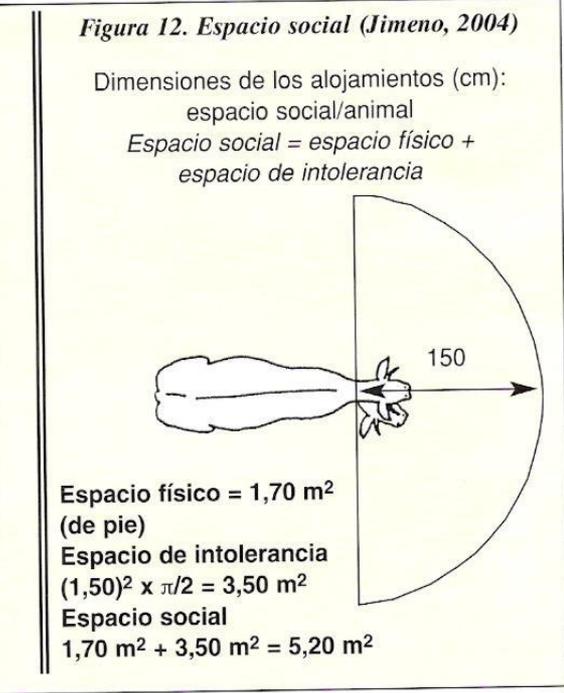
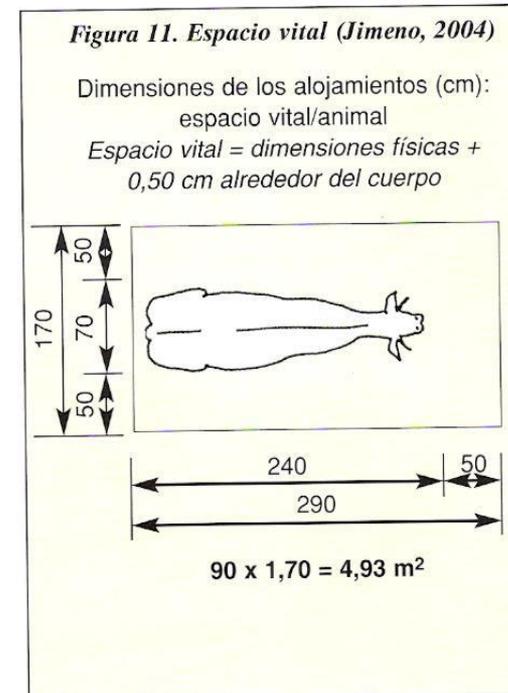
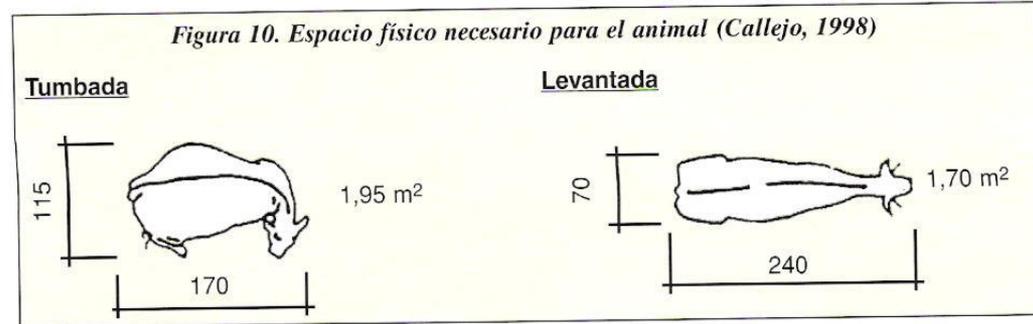
❑ Espacio social: espacio mínimo real

Espacio social = espacio físico + espacio intolerante

- De pie: 1,70 + 3,50 = 5,20 m²
- Tumbada: 1,95 + 3,50 = 5,45 m²

Tabla 1. Morfometría del ganado vacuno lechero. Fuente BTPL, 1995

Edad	Longitud (L), cm	Anchura (I), cm	Altura a la cruz (H), cm
<u>Terneras</u>			
14 días	118	25	81
3 meses	132	32	89
6 meses	173	44	107
1 año	210	59	125
2 años	220	63	131
<u>Vacas</u>			
600 kg	230	65	138
700 kg	240	70	144

Orientación de los alojamientos de la explotación

❑ Objetivos

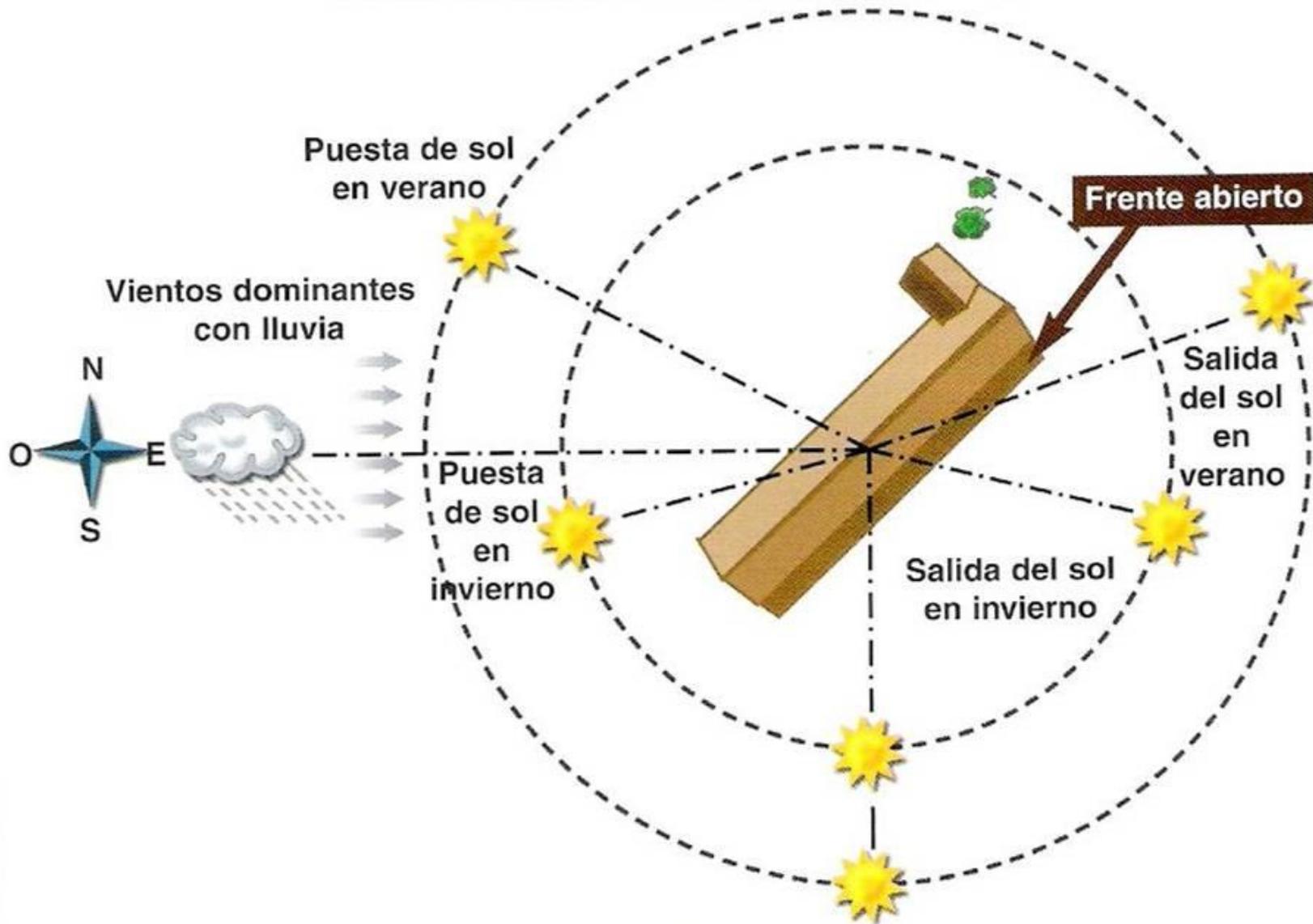
- Proteger las vacas de los vientos dominantes en la zona.
- Conseguir una insolación óptima en invierno.
- Conseguir una ventilación adecuada en verano.

❑ Mediante

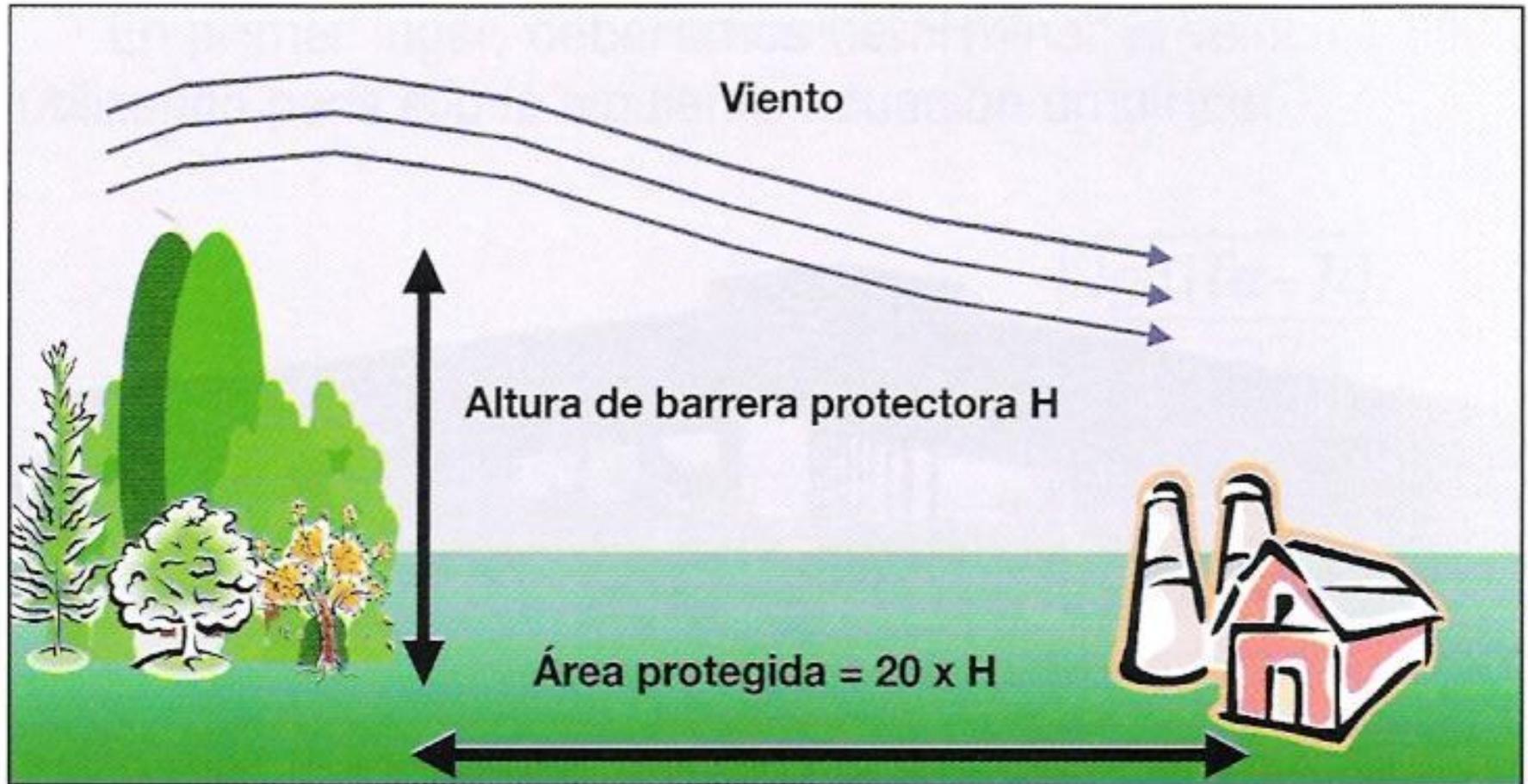
- Alojamientos abiertos o semiabiertos (Cataluña).
- Nave orientada longitudinalmente en dirección noreste / sureste (en verano el sol toca la cubierta y no las fachadas, y mantenimiento de una temperatura interior uniforme).
- Lado estrecho (transversal) abierto orientado hacia el sureste.

Orientación de los alojamientos de la explotación

Figura 6. Alojamiento de frente abierto. Protección eficaz contra los vientos dominantes e insolación máxima en invierno (B.T.P.L., 2001)



Evitar la incidencia de los vientos dominantes



Ejemplo: una barrera de árboles de 5 m de altura protege de la incidencia directa del viento en una longitud aproximada de 100 m (árboles de hoja perenne).

Necesidades ambientales en la explotación de vacas de leche

Temperatura (zona de confort térmico):

- Terneros de cría: de 7 a 25 °C.
- Terneras de reposición: de 5 a 25 °C.
- Vacas: de -5 a 22 °C.

Humedad relativa: de 55 a 75%.

Velocidad del aire en invierno:

- Ganado joven: de 0,2 a 0,3 m/s (0,72 a 1,08 km/h).
- Ganado adulto: menos de 0,5 m/s (menos de 1,8 km/h).

Renovación del aire:

- Invierno: 0,5 m³/kg peso vivo y hora.
- Verano: 1,5 m³/kg peso vivo y hora.

Índice de temperatura-humedad (Hahn, 1999)

Sirve para medir el estrés térmico

Algunos ejemplos aplicados:

Límites para una vaca sin estrés

29°C y 30% humedad relativa

23°C y 100% humedad relativa

Límites para una vaca con estrés suave

33°C y 30% humedad relativa

25°C y 100% humedad relativa

Límites para una vaca con estrés moderado

36°C y 30% humedad relativa

28°C y 100% humedad relativa

Una vaca empieza a tener estrés profundo

37°C y 30% humedad relativa

29°C y 90% humedad relativa

CUADRO 5.1
Grado de estrés térmico en función del índice de temperatura-humedad

Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)								
	30	40	50	60	70	80	90	100	
18	62	62	63	63	64	64	64	65	Sin estrés
19	63	64	64	65	65	65	66	66	
20	64	65	65	66	67	67	68	68	
21	65	66	67	67	68	69	69	70	
22	67	67	68	69	70	70	71	72	
23	68	68	69	70	71	72	73	74	
24	69	70	71	72	73	74	74	75	Estrés suave
25	70	71	72	73	74	75	76	77	
26	71	72	73	74	76	77	78	79	Estrés moderado
27	72	73	75	76	77	78	80	81	
28	73	75	76	77	79	80	81	83	
29	74	76	77	79	80	82	83	84	
30	75	77	79	80	82	83	85	86	Estrés profundo
31	76	78	80	81	83	85	86	88	
32	78	79	81	83	85	86	88	90	
33	79	81	82	84	86	88	90	92	
34	80	82	84	86	88	90	92	94	
35	81	83	85	87	89	91	93	95	
36	82	84	86	89	91	93	95	97	
37	83	85	88	90	92	94	97	99	
38	84	87	89	91	94	96	98	101	
39	85	88	90	93	95	98	100	103	
40	86	89	92	94	97	99	102	104	

Fuente: Elaboración propia a partir de fórmula propuesta por Hahn (1999).

La estabulación libre con cama caliente

□ Área de reposo:

- Nave alojamiento más larga que ancha para facilitar la circulación y que las vacas no se estorben.
- Superficie mínima (reposo) de 7,5 m² por vaca en lactación.
 - ✓ Vacas secas (5-6 m²) / Terneras 12-20 meses (3,5-5 m²)
 - ✓ Terneras 6-12 meses (3-3,5 m²) / Terneras menos 6 meses (2-2,5 m²)
- La altura de la construcción, si el tejado no está aislado, será de al menos 3,50 m en el punto más bajo.
- Garantizar la ventilación natural, con canalización de las aguas pluviales.
- Mantenimiento con incorporación diaria de 6 a 8 kg de paja por vaca (cama caliente) o bien labrado diario (compostaje) con incorporación puntual de lecho según necesidades (novedad! Conocido como sistema israelí).



La estabulación libre con cama caliente

❑ El mantenimiento del área de reposo

- El material habitual es la paja de cereales (cebada o trigo).
- Otros materiales menos habituales: serrín de madera, sorgo de maíz o maíz, corcho, etc.
- Muy práctica la utilización de máquinas de hacer lecho.

❑ El mantenimiento del área de reposo con paja de cereales

- Proporciona un buen confort a las vacas.
- Es un muy buen aislante térmico, facilita el mantenimiento de la temperatura corporal de las vacas.
- Con suficiente espesor, constituye una eficaz barrera contra la humedad originada por las deyecciones de las vacas.

La estabulación libre con cama caliente

- ❑ El mantenimiento del área de reposo con paja de cereales:
 - Mejor un picado mecánico previo a la aplicación (2-3 cm):
 - Más superficie cubierta con igual cantidad de paja.
 - Más efecto cámara de aire (más aislante).
 - Más capacidad de absorción de la humedad.
 - El espesor de la capa inicial de paja debería ser como mínimo de unos 20 cm.
 - Aportaciones periódicas según condiciones.
 - Crear una cama caliente hasta 50 cm de altura, retirar, dejar secar, desinfectar y volver a aplicar la capa inicial (¿?).

La estabulación libre con cama caliente

□ Área de ejercicio:

- Soleados, secos y bien ventilados.
- Superficie mínima de entre 12 y 15 m² por vaca.
- Pendientes adecuadas, con suelo antideslizante y de fácil limpieza.
- Limpieza según condiciones meteorológicas de cada zona. Se aconseja limpiar los patios una vez al día, al menos la zona cercana a los comederos.
- Problemáticos en zonas con alta pluviometría, humedades, etc.

La estabulación libre con cama caliente





Máquina de hacer lecho arrastrada (también puede ser suspendida)

La estabulación libre en cubículos

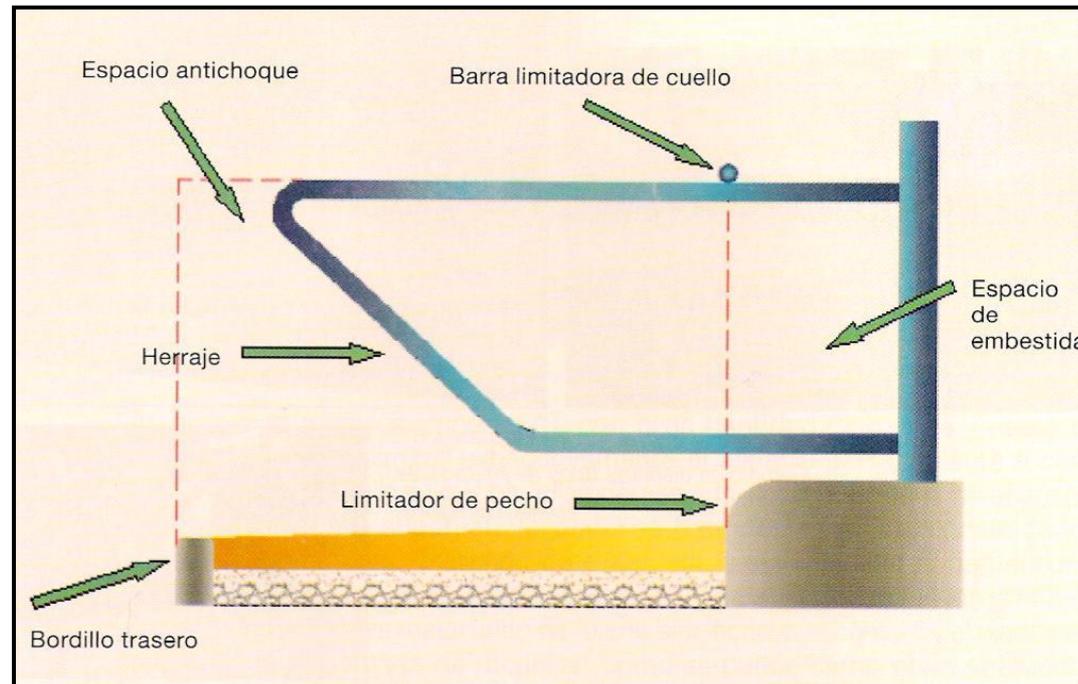
□ El porqué de este tipo de alojamiento:

- Cubículo = área de descanso individual
- Menor superficie por vaca (descanso).
- Menor cantidad de material para lecho.
- Posibilidad de automatización de la limpieza mediante tiradores.
- Menor dedicación en mano de obra para mantener unas condiciones higiénicas adecuadas (¿?).
- Desaparición de los patios descubiertos de ejercicio (según diseño).
- Mejor organización de las tareas de manejo (¿?).
- Sin embargo: mayor importancia y frecuencia en el mantenimiento y suponen un elevado coste inicial.

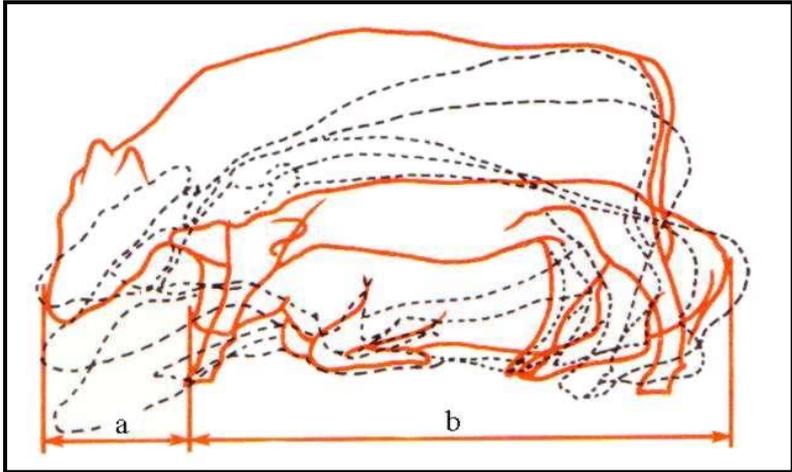
La estabulación libre en cubículos

□ Área de reposo, factores importantes:

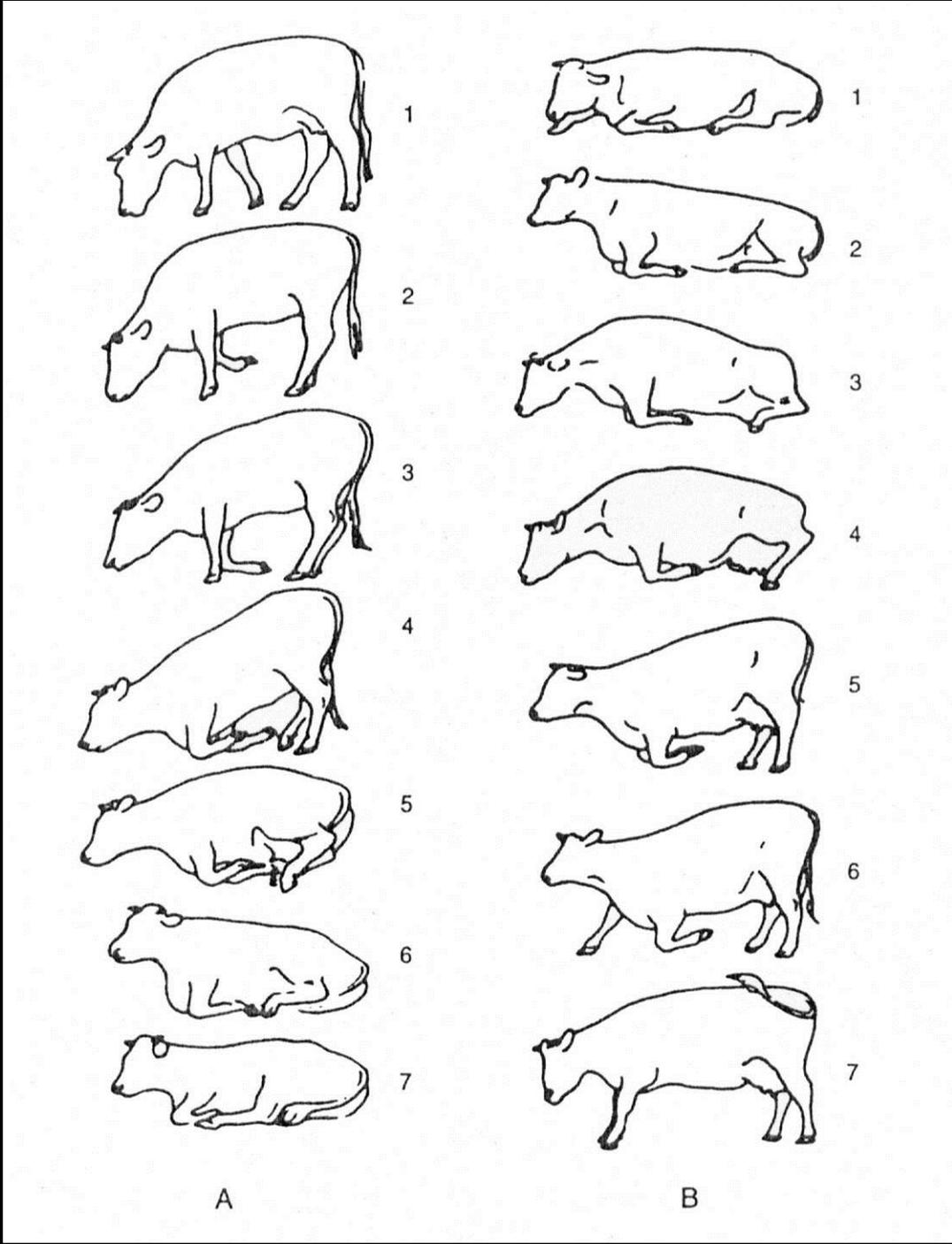
- El diseño del cubículo: La vaca debe poder tumbarse y levantarse como una vaca!
- El diseño debe evitar que la vaca lo ensucie con sus propias deyecciones.

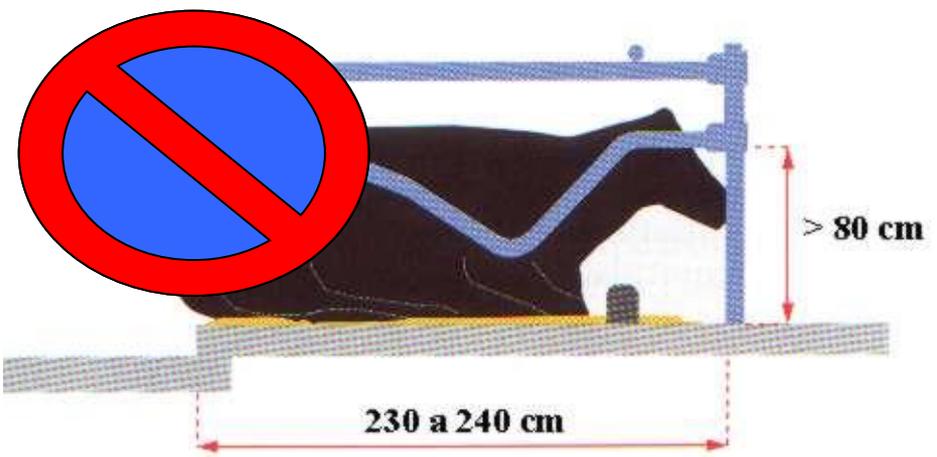
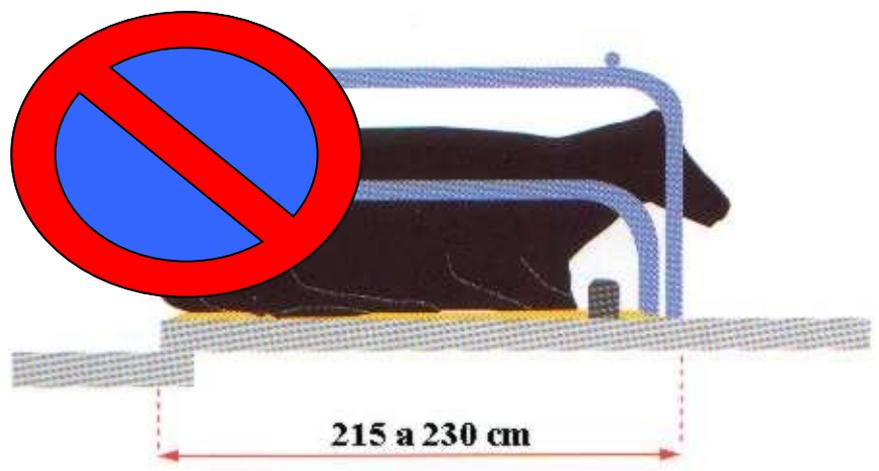
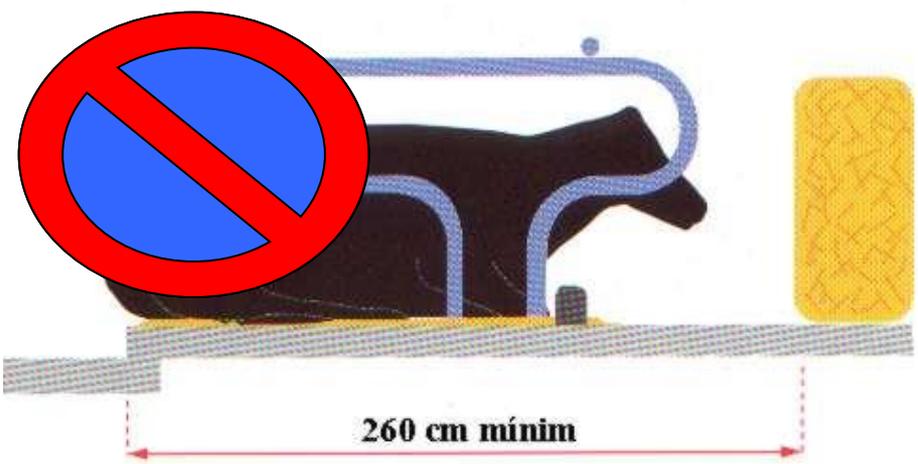


Para diseñar correctamente un cubículo lo primero que hace falta es conocer que hace la vaca al acostarse (A) o levantarse (B) ...



La vaca yace con la cabeza erguida o bien atrás hacia un lado. En los cubículos las vacas deben poder poner la cabeza atrás y de lado!







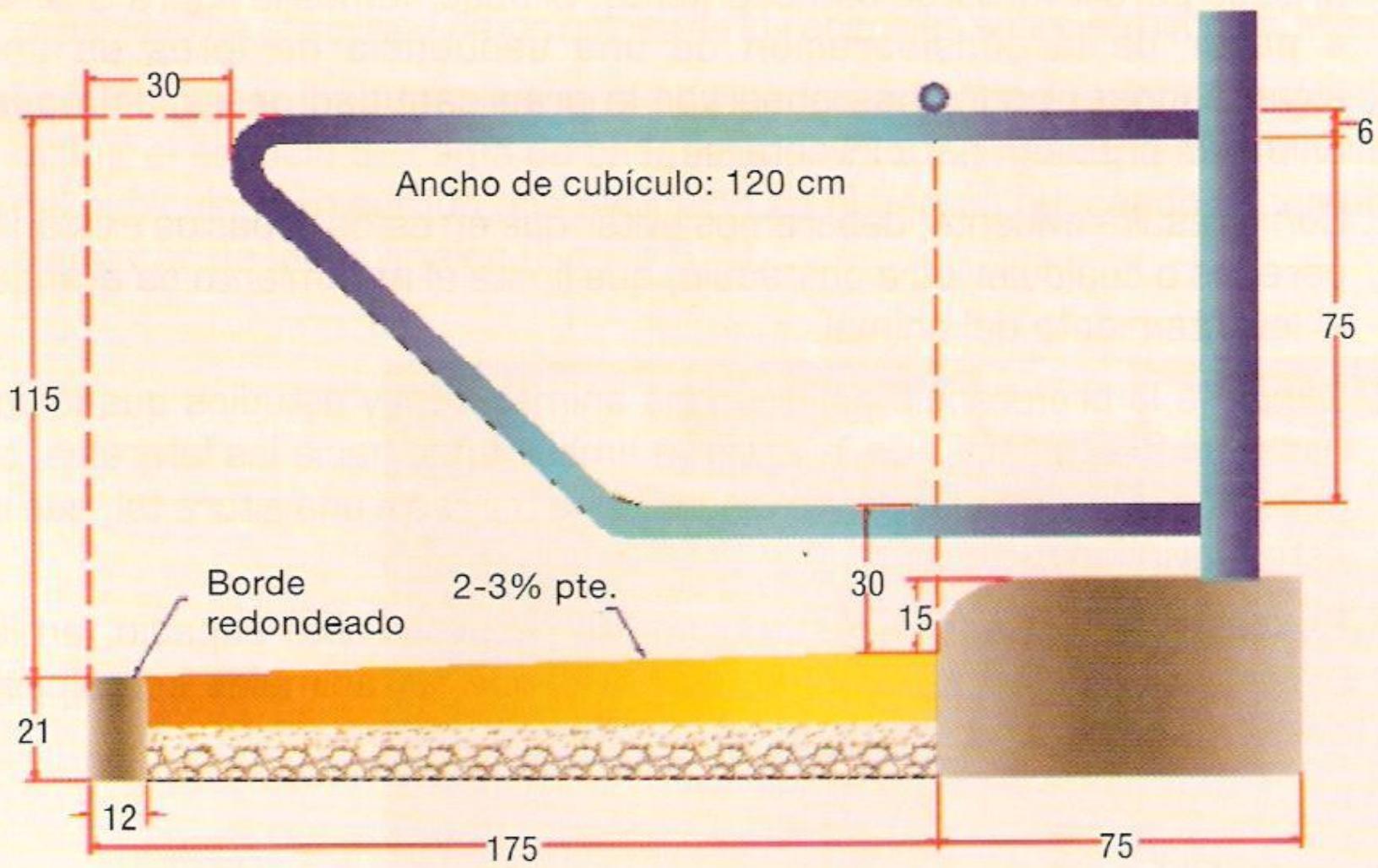




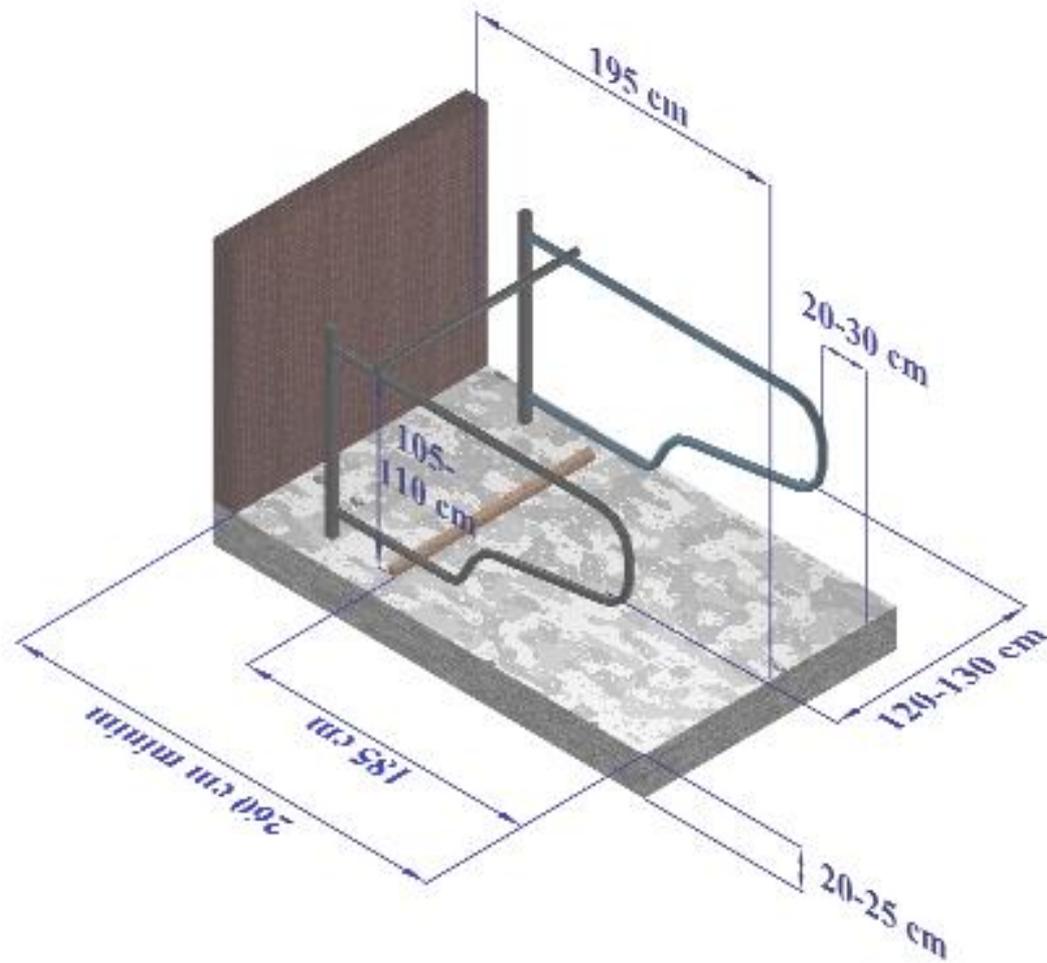


LUCAS.G

Dimensiones recomendadas para el cubículo



Dimensiones recomendadas para el cubículo



Dimensiones recomendadas para el cubículo

- ❑ La longitud total del cubículo dependerá de su disposición:
 - Frente a pared: mínimo 2,60 a 2,70 m.
 - Cara a cara: mínimo 2,25 m por plaza. Recomendable 2,50 m o más.
- ❑ Ancho: 1,20 m (según constitución física de la vaca). Hasta 1,30 m
- ❑ Limitador de pecho (inferior) situado a 175 cm del inicio del cubículo.
- ❑ Barra limitadora de cuello (superior) ubicada a 175 cm del inicio del cubículo, y a una altura de 115 cm de la base del cubículo.
- ❑ Pendiente del 2 al 3% hacia el exterior.
- ❑ Escalón inicial con una altura inferior a 25 cm (según el sistema de limpieza).
- ❑ Dejar un espacio anti-choque de entre 25 y 30 cm (entre el final de la barra y el final del cubículo).

El suelo o material para la cama de los cubículos

□ Existen multitud de soluciones para el suelo o la cama de los cubículos, pero fundamentalmente se pueden agrupar en:

- Materiales inorgánicos (arena y carbonato cálcico):

- Proporcionan mucho confort a la vaca (se adaptan a la morfología del animal).

- Desgaste de tiradores y soleras.

- Sedimentación en fosas y depósitos de almacenamiento.

- Elevada densidad, lo que implica grandes cantidades de material (coste ¿?).

- Materiales orgánicos (paja de cereales, aserrín de madera, estiércol compostado, etc.):

- Mantenimiento (crecimiento bacteriano).

- Coste variable según disponibilidad.

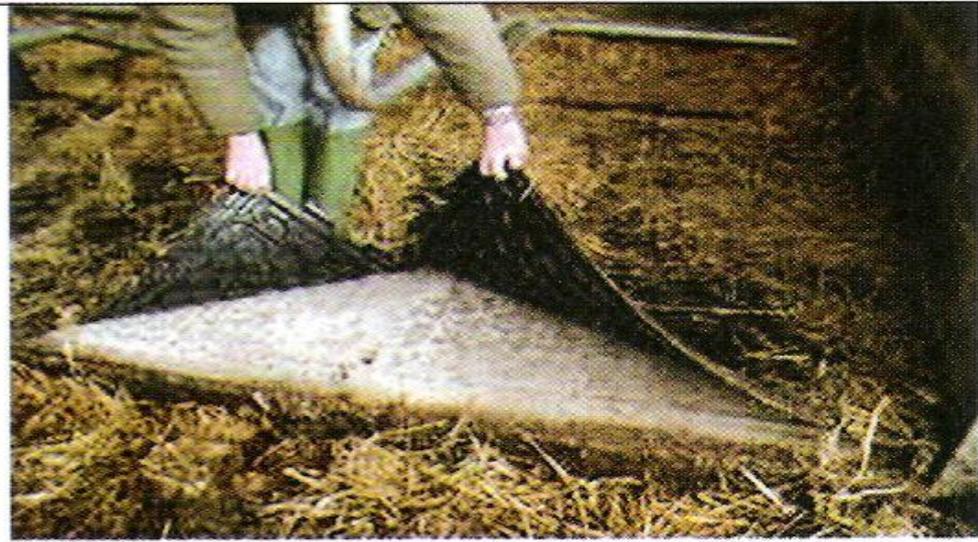
- Calidad variable.

- Colchones sintéticos:

- Requieren menos mano de obra y mantenimiento (¿?).

- Garantías del fabricante sobre su vida útil.

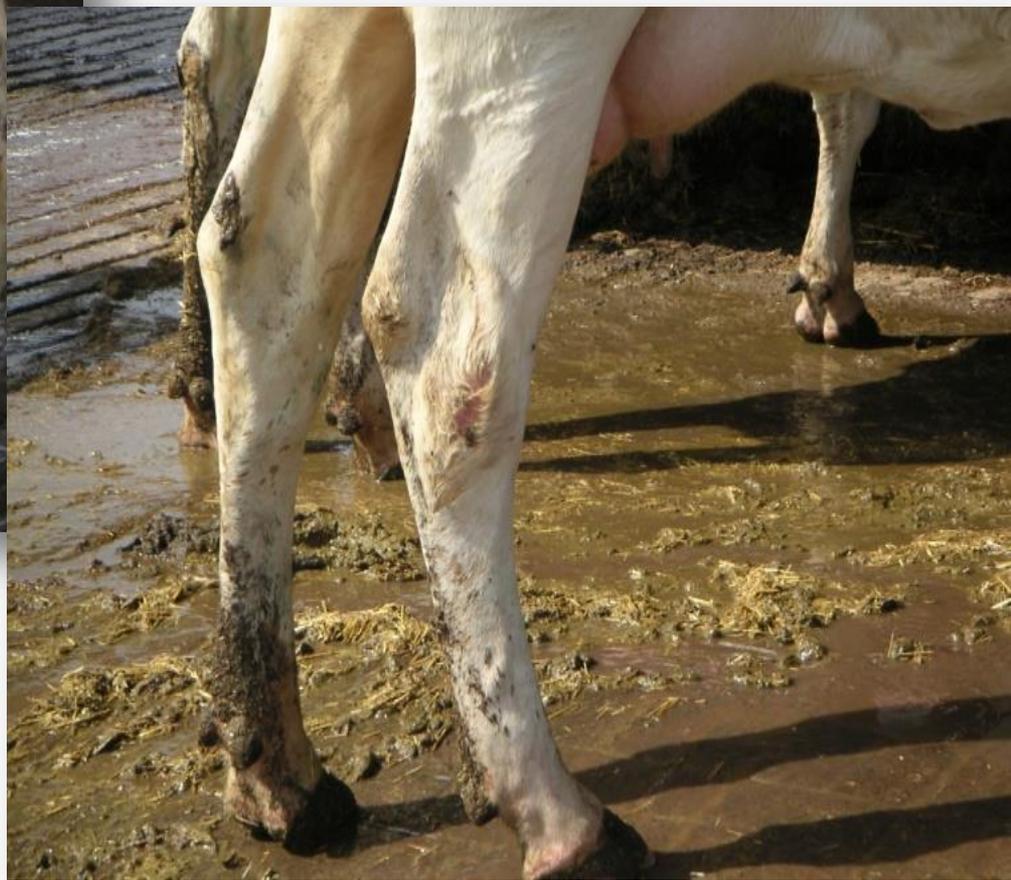
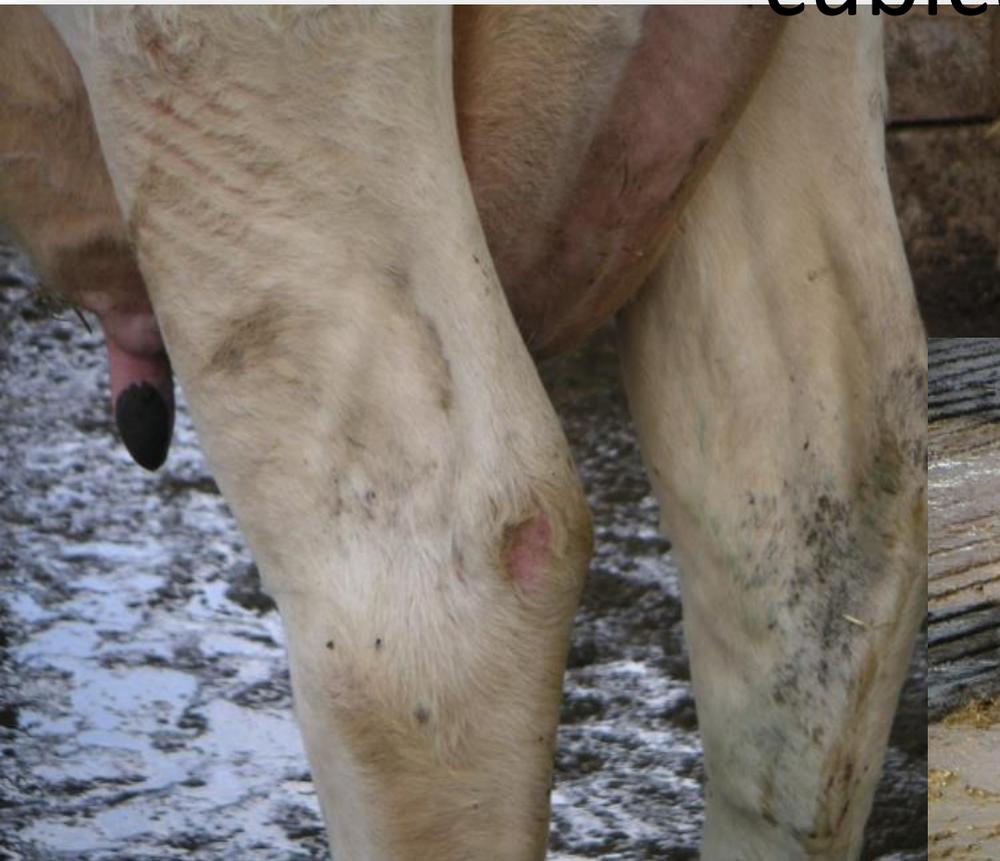
- El material de cubierta del colchón puede ser abrasivo (¿?).



El secreto de los cubículos está en un correcto diseño y en un adecuado mantenimiento, a fin de que el bienestar de la vaca lechera sea máximo!

Existen multitud de materiales y soluciones posibles, hay que estudiar con detenimiento cuál es la que mejor se ajusta a cada explotación!

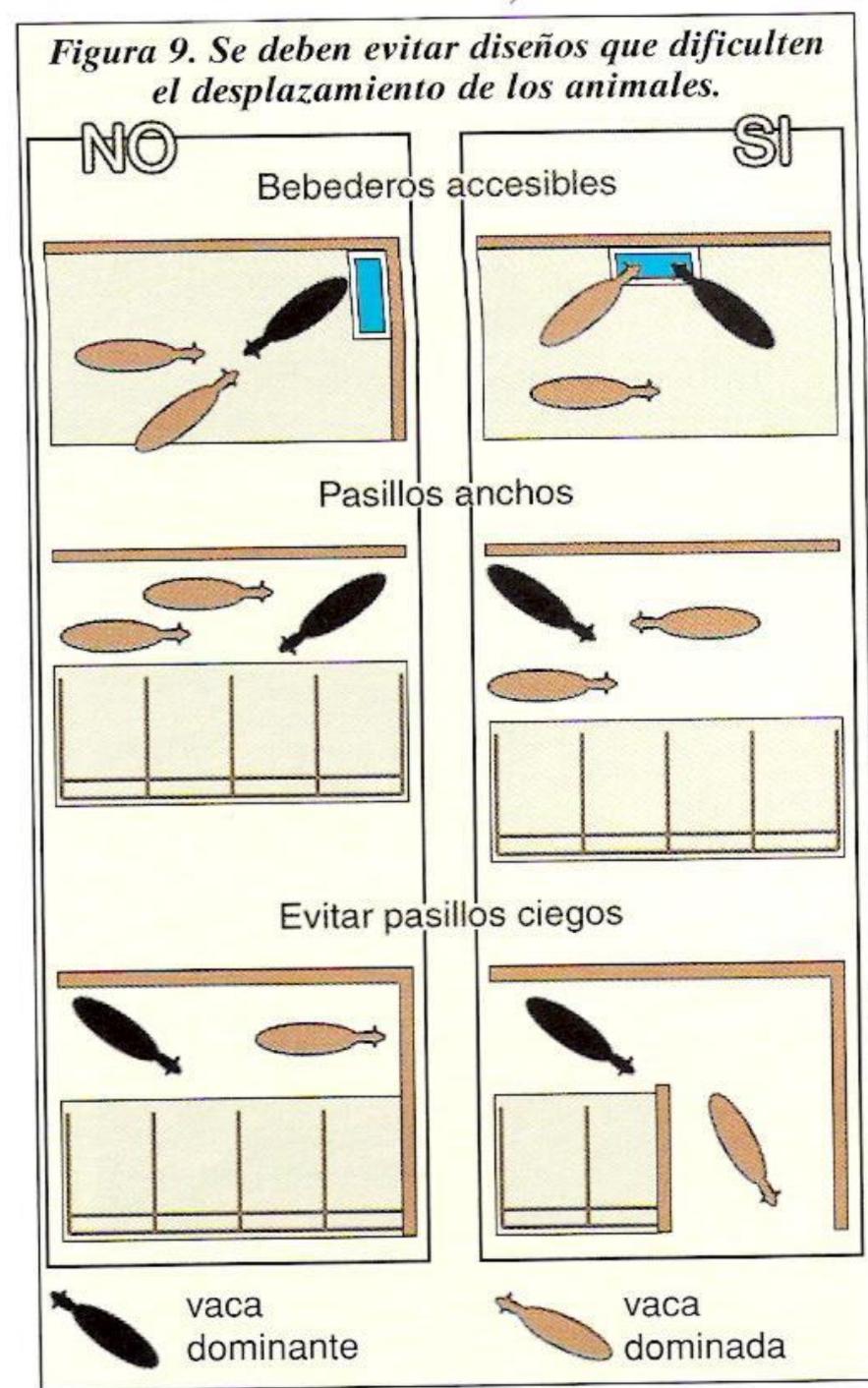
El suelo o material para la cama de los cubículos

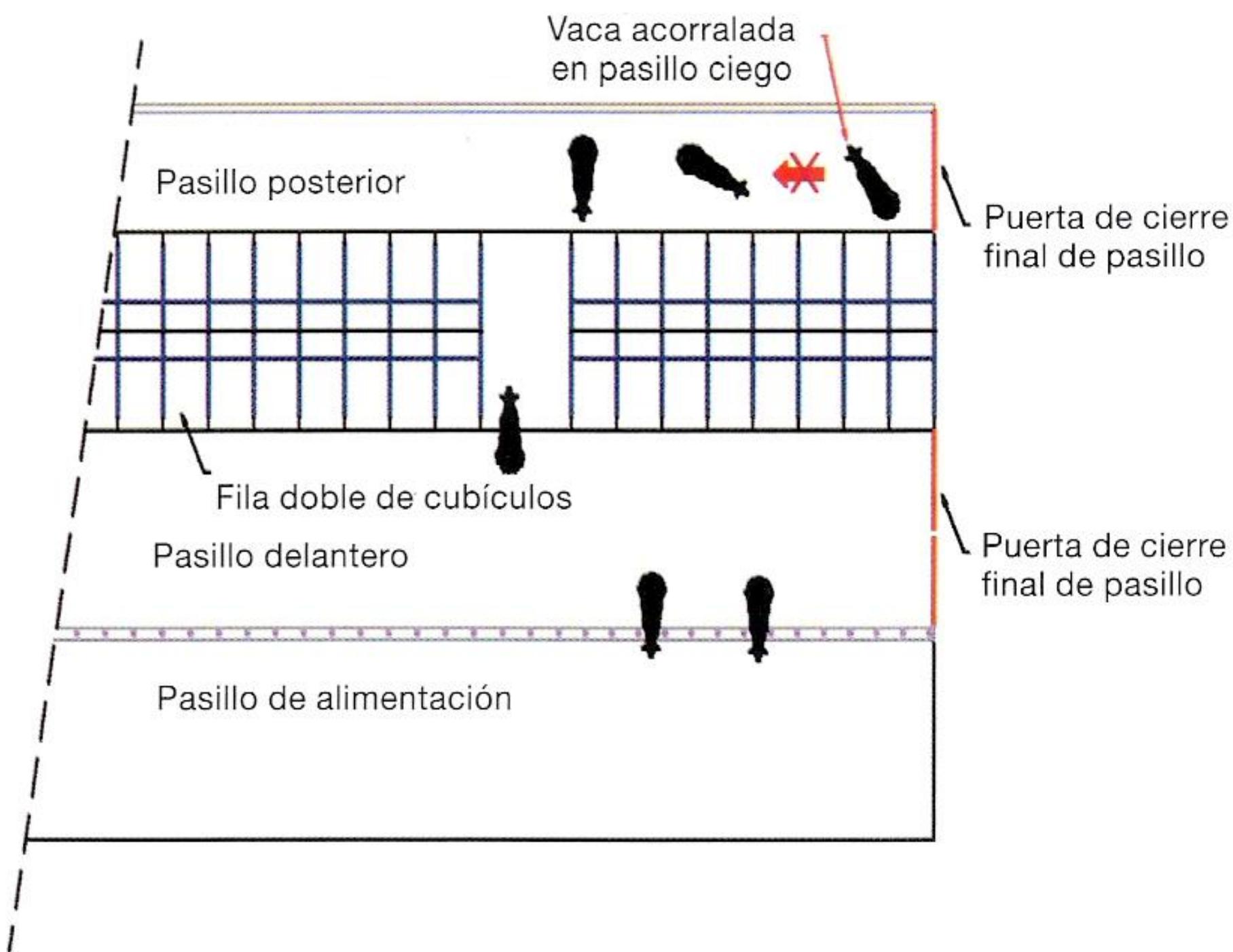


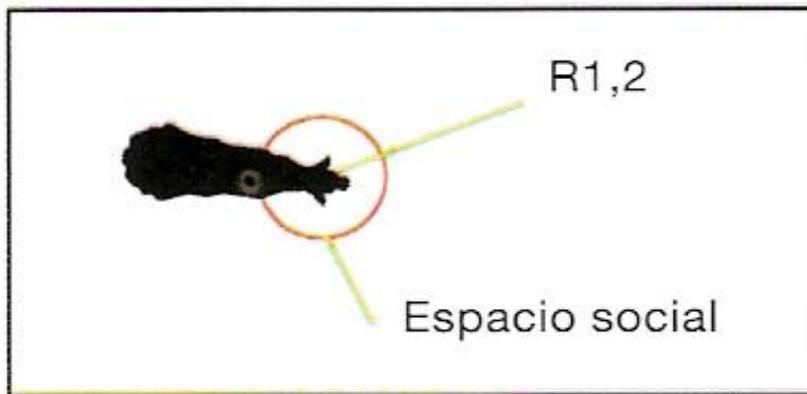
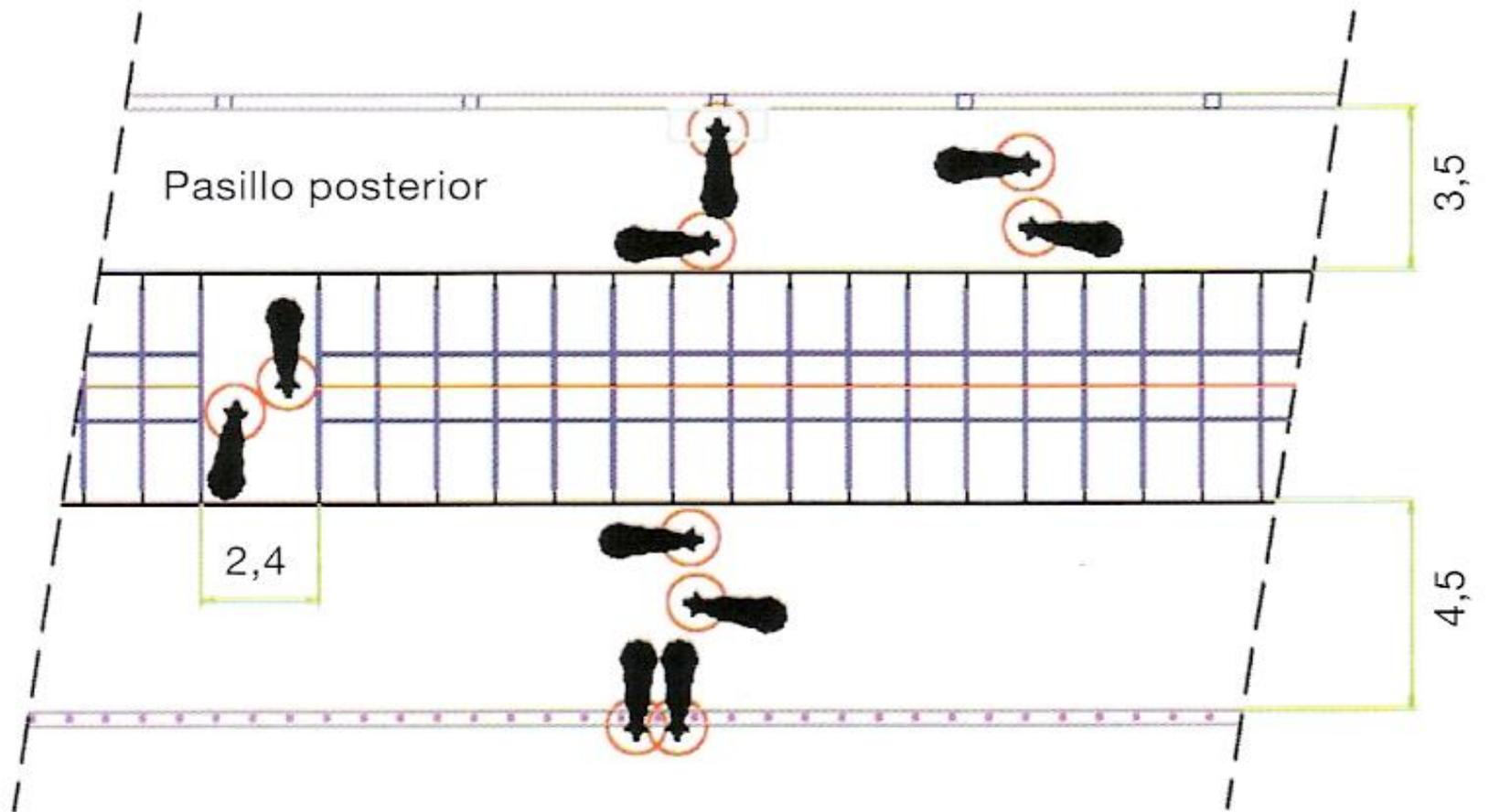
El material o lona que recubre los colchones no debe ser abrasivo. Las vacas no deberían tener los corvejones pelados!

Diseño de una estabulación libre en cubículos

- Una vaca, un cubículo!
- Una vaca, una plaza de pesebre!
- Diseñar el alojamiento de forma que no dificulte el movimientos y espacio social de las vacas:
 - Anchura de los pasillos y pasos de cruce correcto.
 - Evitar pasillos ciegos.
 - Colocación correcta abrevaderos.
- Elegir una distribución interior de los cubículos adecuada.







La distribución interior

□ Tipo de distribuciones cubículos:

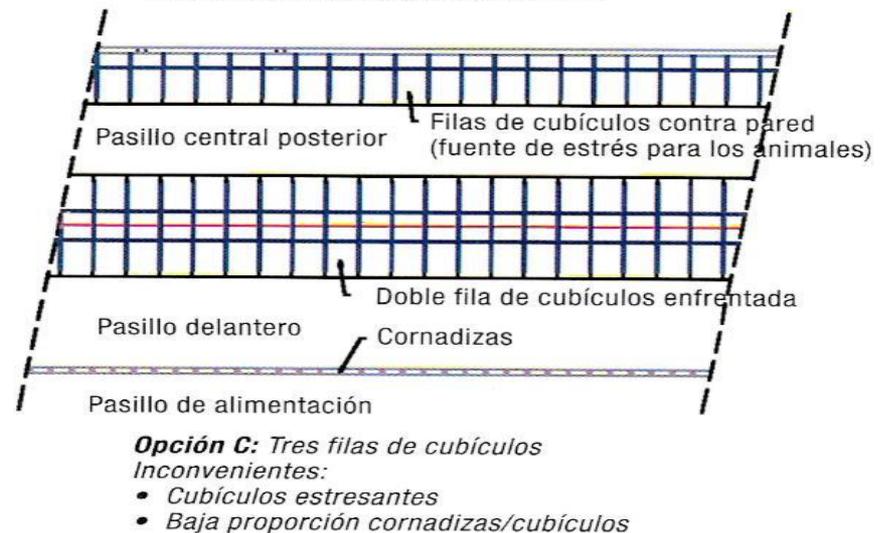
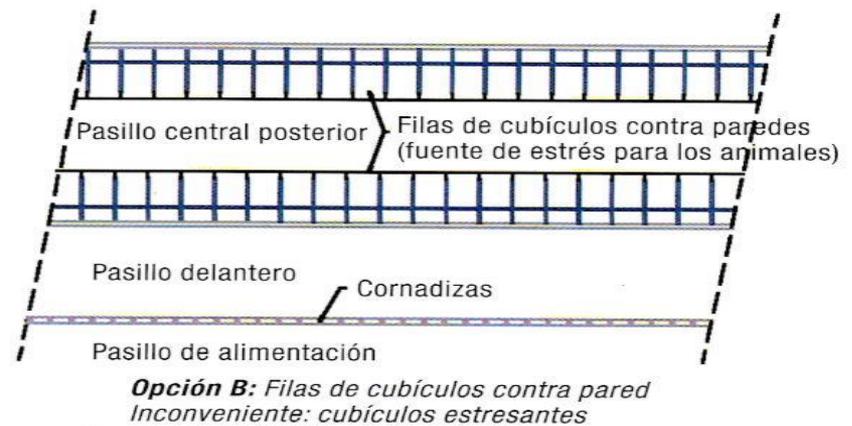
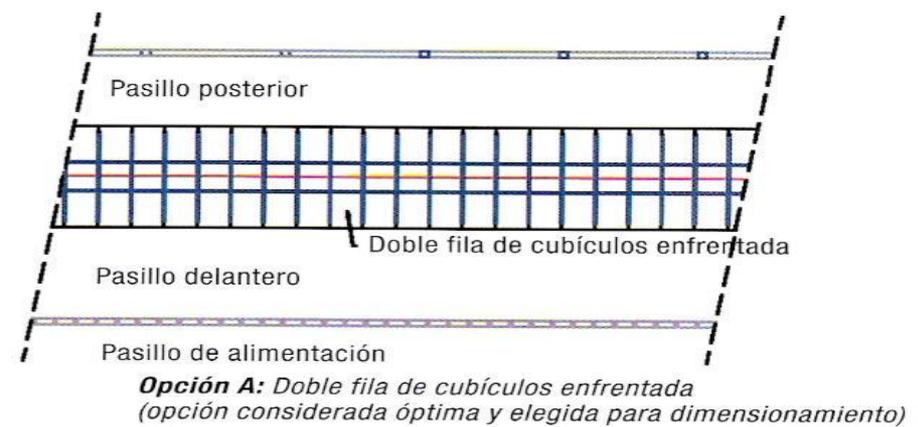
- Dos filas frente a frente.
- Dos filas culo a culo.
- Tres filas de cubículos (2 frente a frente y 1a pared).

□ Dos filas de cubículos culo a culo:

- Vacas más estresadas.
- Incidencia lluvia y viento.

□ Tres filas de cubículos:

- Solución más económica (¿?).
- Del 25 al 30% de vacas sin pesebre. Manejo y bienestar afectados.
- Vacas más estresadas, menos ventilación estática, etc.



Recomendaciones generales en el diseño de los alojamientos con cubículos

- ❑ Disposición frente a frente:
 - Cada vaca dispone de un cubículo.
 - Cada vaca dispondrá de un pesebre.
 - Los bebederos podrán no estar colocados en los pasos de cruce.
- ❑ Ancho pasillo anterior vacas (alimentación):
 - mínimo 5,00 m.
- ❑ Anchura doble fila de cubículos:
 - mínimo 5,00 m.
- ❑ Ancho pasillo posterior vacas:
 - mínimo 3,50 m (sobre todo si están los bebederos).
- ❑ Anchura pasillos cruce:
 - Sin bebederos: 2,50 m.
 - Con bebederos: 4,00 m (no lo hace nadie!).
- ❑ Disposición de los pasillos de cruce:
 - cada 25-30 cubículos consecutivos.



La zona de alimentación y abrevado

- ❑ Comportamiento alimentario de la vaca lechera:
 - Las vacas, en condiciones naturales (pasto), siguen las curvas de nivel, y en ningún caso comen en dirección hacia abajo, ya que no llegan más allá de las patas delanteras.
 - La accesibilidad en el pesebre es más importante que la cantidad de nutrientes suministrados a la ración.
 - La vaca siempre elige, incluido en las raciones integrales únicas (unifeed).
 - La jerarquía, y por tanto competitividad existente entre las diferentes vacas, hace necesaria la instalación de rastrillos. Además del propio manejo.

Ejemplo en EEUU: test de competición entre vacas, de 3 minutos de duración.

Sin hileras: vacas dominantes 2 min 57 segundos, resto 3 segundos.

Con hileras: vacas dominantes 2 min 58 segundos, resto 2 min 13 segundos.

Comportamiento alimentario

Factores que inciden en el comportamiento de la vaca:

- Vaca (edad y estado de la dentadura).
- Sanidad (cetosis, acidosis, fiebres de la leche, dolor de pezuñas, etc.).
- Ambiente (luz, temperatura, humedad e incidencia del viento).
- Relaciones sociales (gregarismos, jerarquías y fenómenos de competencia).
- Presentación y constitución de la ración (palatabilidad, densidad física, tamaño de partícula, calidad organoléptica de los alimentos y del agua, etc.).
- Ganadero (carácter vaca \Leftrightarrow carácter ganadero).

Comportamiento alimentario

☐ Ambiente

- Luz: son animales crepusculares.
- Temperatura: a más t^a menos consumo y por tanto, menos producción.
- Humedad: si es excesiva las perjudica.
- Viento: ventilación sí, corrientes de aire no!

☐ Relaciones sociales

- Comen más en grupo que no solas.
- Tienen unos órdenes jerárquicos preestablecidos que respetan la hora de comer.
- Cuidado con los cambios de lote!

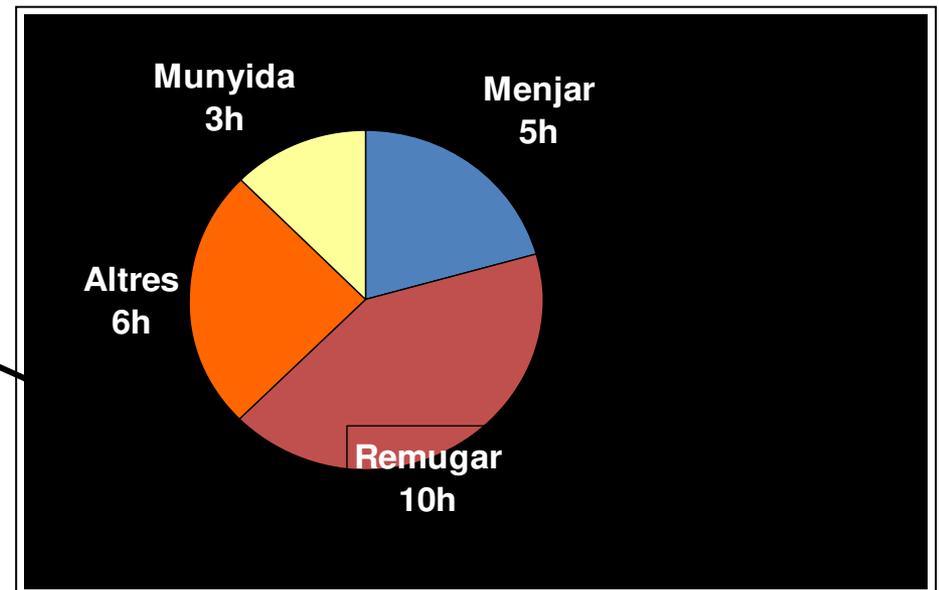
Comportamiento alimentario

☐ Qué, cómo y cuando comen?

- Suponiendo una ingestión de 20 kg MS al día.
- Comen unos 12 veces al día.
- Cada comida tiene una duración ~ 25 minutos.
- Ingieren unos 75 g de MS por minuto.

☐ Que hacen (o deberían hacer) durante el día?

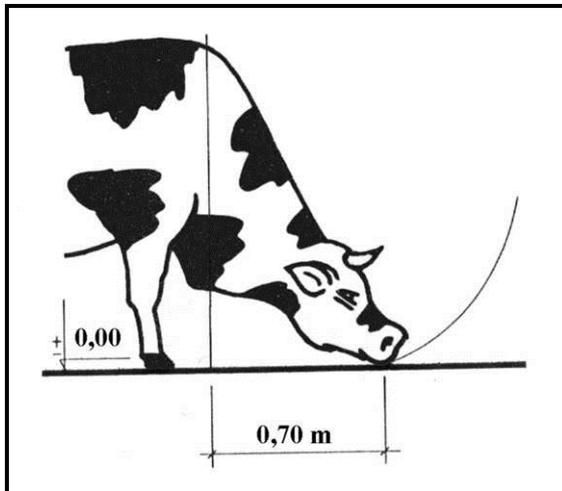
Orientativamente la vaca debería rumiar unos 30 min por kg MS ingerida.



La zona de alimentación y abrevado

□ Diseño de los comederos

- El nivel del suelo donde se distribuye la alimentación estará 10-15 cm más elevado que el nivel donde se sitúan las vacas.
- La altura del murete separador (delimita el pasillo de alimentación y evita el contacto de las deyecciones con el alimento) no será superior a 50 cm (riesgo de ahogamiento).
- Evitar situar los bordillos directamente sobre el murete. Dejar un espacio mínimo de 5 cm para evitar que se acumulen restos de alimentos (a descontar los 50 cm anteriores del murete).
- Parte superior del murete preferentemente redondeada.



Nivel del comedero respecto a las patas de las vacas (cm)	Longitud máxima alcance de los labios (cm)
0	70
+10	96
+20	100
+30	110

La zona de alimentación y abrevado

□ Diseño de los comederos

- La altura del comedero será equivalente a la altura de la vaca en la cruz + 5 cm (150 cm aprox.).
- Entre las dos barras que delimitan la plaza de rastrillo en altura debe existir un espacio libre de al menos 90 cm.
- Se recomienda inclinar el rastrillo hacia el pasillo de alimentación unos 10° (aprovechando el grueso de los elementos estructurales).
- La superficie sobre la que se distribuya el alimento debe ser lisa, poco abrasiva, de fácil limpieza y resistente a la acción de los ácidos de los ensilados u otras materias primas con poder corrosivo (colocar baldosas de gres o cerámica, láminas de acero inoxidable, o bien pintarlo con epoxi o fibra de vidrio).
- La anchura mínima recomendable del pasillo de alimentación (por donde circulará la maquinaria) será de 5,00 m.
- Interesante disponer de "pasos de persona" en el bordillo. Recomendable cada 30,00 m, y al menos ubicados en los extremos y el centro de la nave.







❑ Los bebederos

- Cuánta agua bebe o puede ver una vaca teóricamente?

Aproximadamente, las necesidades totales de agua (incluida el agua de los alimentos) a una temperatura de 15º son equivalentes al consumo de materia seca x 4.

Temperatura	Consumo agua por kg MS
0 a 15°	3.4 – 3.8 l/kg MS
15-21°	3.8 – 4.4 l/kg MS
21-27°	4.4 – 5.2 l/kg MS
> 27°	> 5.2 l/kg MS

- Y en la práctica?

En un estudio real realizado en tres explotaciones en el Pla de Lleida (abril-diciembre 2007):

Explotación nº 1: 107,90 litros / vaca ordeño y día.

Explotación nº 2: 141,70 litros / vaca ordeño y día.

Explotación nº 3: 83,80 litros / vaca ordeño y día.

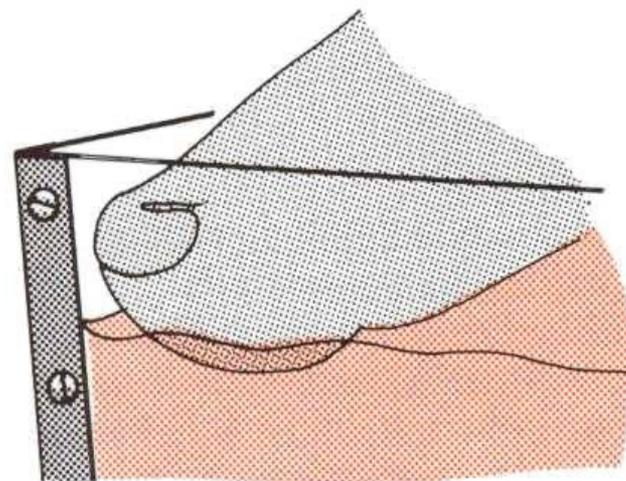
Media: 111,13 litros / vaca ordeño y día

La zona de alimentación y abrevado

❑ Los bebederos

Comportamiento de la vaca cuando bebe

- Las vacas beben chupando; en un estudio se comprobó que lo hacen a una velocidad de entre 4,5 y 24,6 litros / minuto con unos intervalos de tiempo de entre 2 y 7,8 minutos.
- En condiciones normales, el morro de la vaca penetra en la lámina de agua unos 3-4 cm, quedando las fosas nasales fuera, formando un ángulo de 60° hacia esta. La superficie ocupada por el hocico es de unos 600 cm².
- En condiciones normales de estabulación libre, un 15% de las vacas beben simultáneamente, y el 50% del agua consumida lo es entre las 15 y las 20 horas (según la duración del día).
- Los hábitos alimentarios de la vaca, tanto en el beber como en la comida, son de tipo crepuscular!



La zona de alimentación y abrevado

- Calidad del agua de bebida:

Calidad microbiológica: ausencia de microorganismos.

Calidad físico-química: ver cuadro adjunto (página siguiente).

- Requisitos generales de los bebederos:

No contener excesivamente agua (menos suciedad, más renovación).

Material constructivo de fácil limpieza.

Ideados para que su limpieza sea rápida y sencilla.

Suministrar agua a temperatura de pozo todo el año (15-20°C).

Suministrar un caudal de al menos 25 litros / minuto.

Proporcionar de 8-10 cm lineales útiles de bebedero por vaca.

Colocar 1 bebedero de 2,00 m por cada 20-25 vacas.

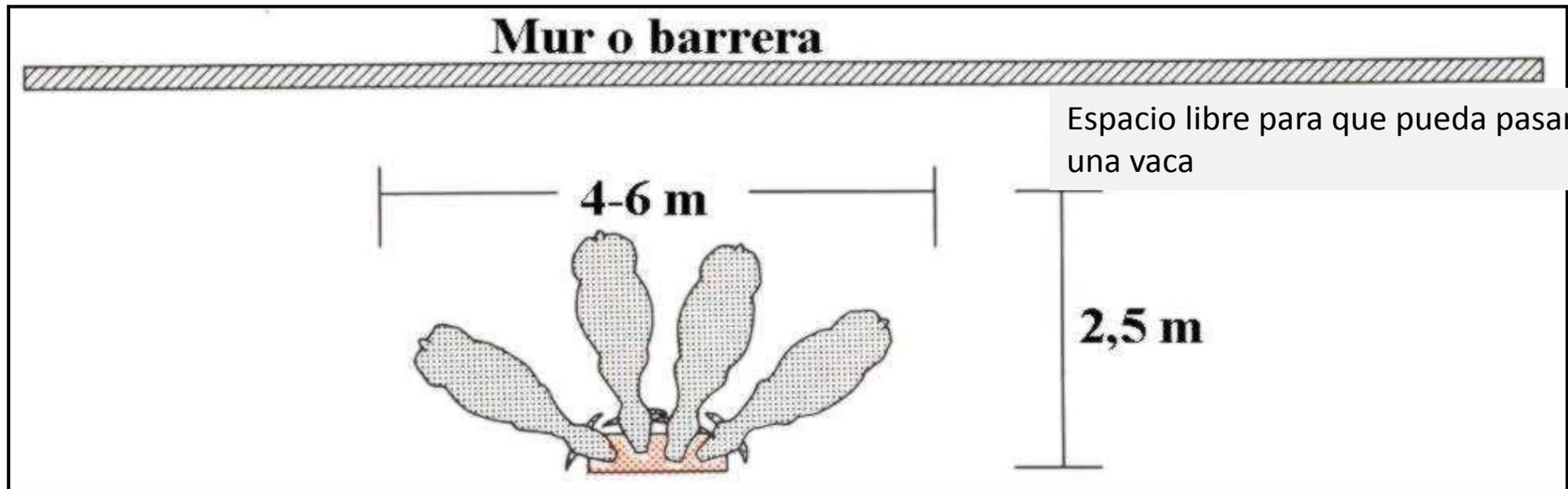
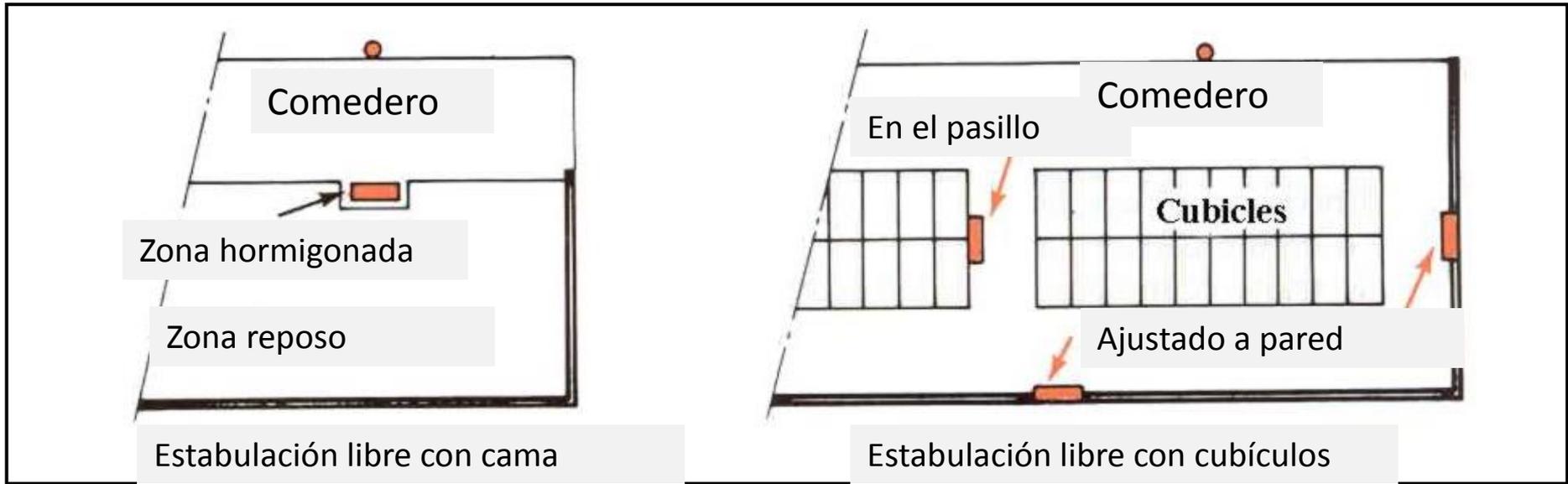
Colocación y ubicación de los bebederos (ver figuras adjuntas).



El bebedero no es una balsa para ranas!

Paràmetres orientatius per a valorar la qualitat físico-química de l'aigua de beguda per a vacas de llet.

Elemento analitzat	Valores admissibles	Exceso
Matèries minerals totals	500 mg/l	2.000 mg/l
Matèries orgàniques	1-2 mg/l	5 mg/l
Amoníac	0,05 mg/l	0,5 mg/l
Nitrats en (NO ₃)	45 mg/l	150 mg/l
Nitrits en (NO ₂)	-	0,1 mg/l
Fe	0,3 mg/l	1 mg/l
Mn	0,1mg/l	0,5 mg/l
Co	0,5 mg/l	2 mg/l
Cu	1 mg/l	1,5 mg/l
Zn	5 mg/l	15 mg/l
Ca	75 mg/l	200 mg/l
Mg	50 mg/l	150 mg/l (si sulfats igual a 250 mg/l Mg, màxim 30 mg/l)
Sulfats (SO ₄)	200 mg/l	400 mg/l
Clorurs	200 mg/l	600 mg/l
Fosfats (PO ₄)	1 mg/l	5 mg/l
PH	7 a 8,5	menys de 6,5 més de 9,2
Turbidesa	5 U	25 U
Duresa (grau hidrotimètric)	15° (15-50)	100°
Conductivitat elèctrica	666 µs/cm ²	1000 µs/cm ²
Gravimetria	50°	60°

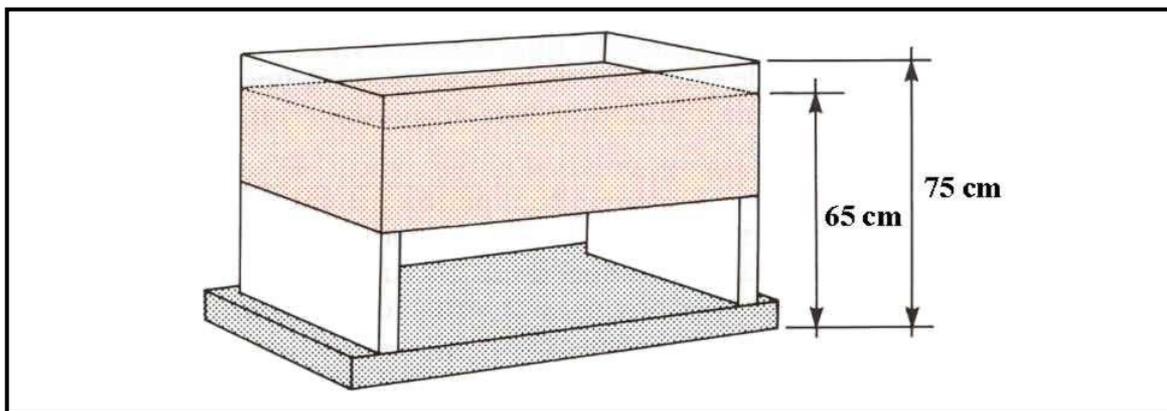


Bebedero de nivel constante:

La parte superior a 75 cm del suelo.

10 cm lineales por vaca.

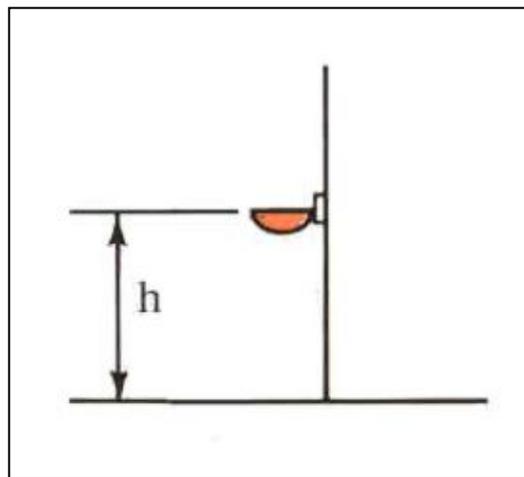
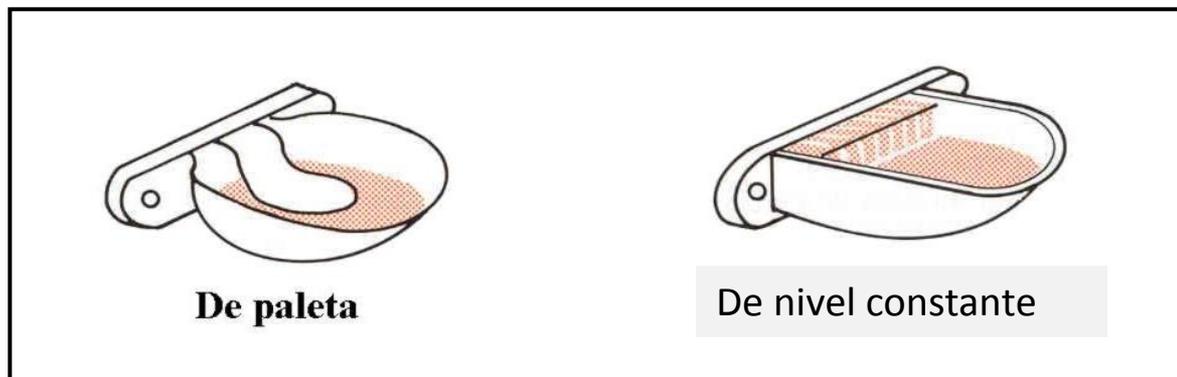
Caudal mínimo 25 litros / minuto



Bebedero individual:

Altura según tipo de ganado. Ideal: vacas secas y novillas de reposición.

Número de bebederos igual al 15% de los animales presentes. Es decir, un bebedero 6-7 animales.



Tipo de animal	Altura, h (cm)
Terberos pequeños	55
Terberas recría	60
Toros	65
Vacas	65



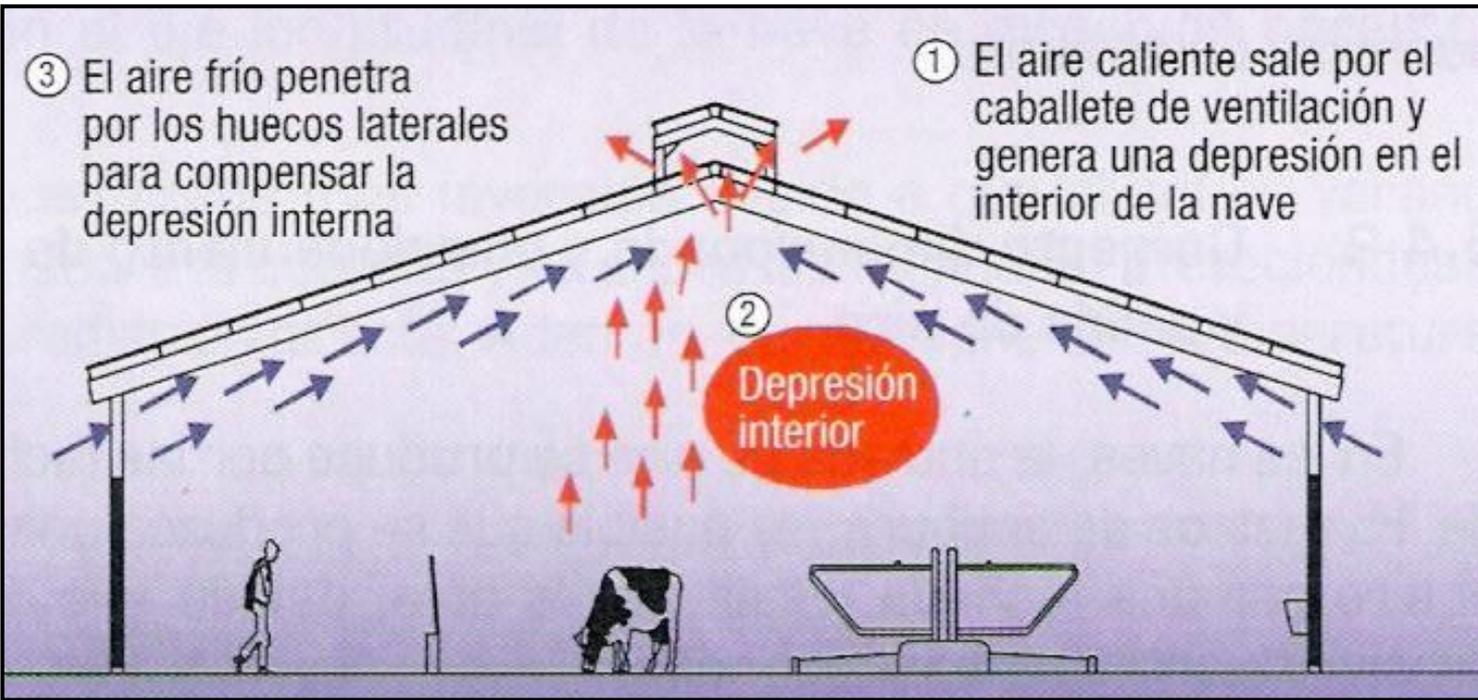
La importancia de la ventilación en las explotaciones de vacas de leche

- ❑ En naves de menos de 15 m de anchura, en general la ventilación es de tipo cruzado, es decir, el aire entra por una fachada y sale por el otro, como consecuencia de la diferencia de presiones y temperaturas entre ambas (ventilación estática natural).
- ❑ En naves de más de 15 m de anchura, el anterior sistema de ventilación no suele funcionar, lo que genera la necesidad de habilitar salidas de aire por la cumbrera (el llamado "efecto chimenea" o empuje térmico). Es el llamado caballete.
- ❑ Se recomienda disponer dentro del alojamiento de un volumen mínimo de aire estático, el cual actúa como reserva de aire y permite amortiguar las diferencias bruscas de temperatura y presión. Este volumen mínimo sería de 25 m³ por vaca, y lo óptimo sería de 40 m³.
- ❑ El efecto chimenea se favorece mediante la diferencia de altura entre la entrada y salida del aire, es decir, a más pendiente de la cubierta más efecto chimenea.

Explotación de vacas de leche sin ventilación en la cumbre.



Explotación de vacas de leche con ventilación en la cumbre, efecto chimenea.

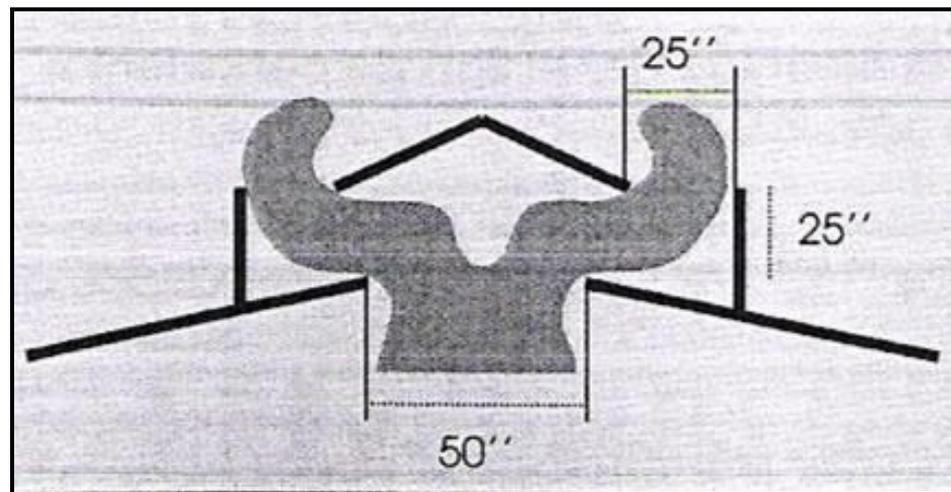


La importancia de la ventilación en las explotaciones de vacas de leche

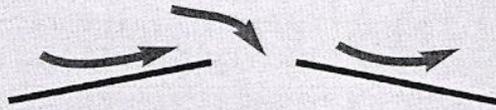
- La anchura mínima de la abertura del caballete es de 1 cm por metro de anchura de la nave, aunque en condiciones calurosas se recomienda una anchura mínima de 50 cm.

- Si el caballete está protegido por una cubierta para evitar la incidencia de la lluvia o nieve, se recomienda ampliar la anchura anterior en un 25-30% (62,5 a 65 cm).

- Se recomienda una altura mínima neta en los laterales de la nave de 4 m para favorecer el efecto chimenea y alejar de la vaca la zona más caliente del edificio (cubrera).

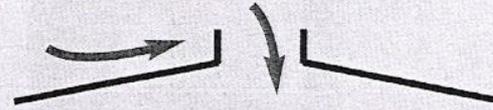


a) Cumbre abierta



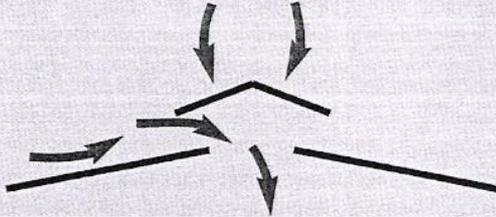
Puede entrar agua y nieve

b) Deflectores verticales



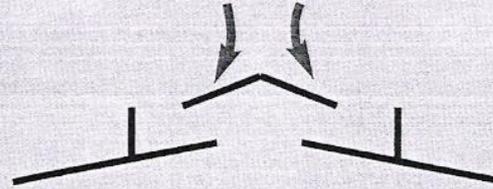
La lluvia o nieve arrastrada por el viento es desviada por los deflectores, aunque puede caer dentro del establo una pequeña cantidad

c) Tejadillo



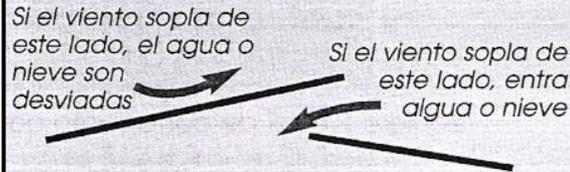
Sin viento, las precipitaciones no caen en el interior. Si el viento sopla, puede entrar agua o nieve bajo el tejadillo

d) Tejadillo con deflectores



Tanto con viento como sin él, el agua o la nieve no penetran en el establo. Deben dimensionarse bien las aberturas para no comprometer la salida de aire

e) Faldones solapados

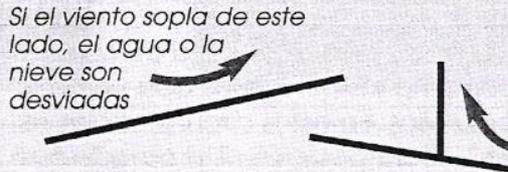


Si el viento sopla de este lado, el agua o la nieve son desviadas

Si el viento sopla de este lado, entra agua o nieve

Sin viento, las precipitaciones no entran en el establo

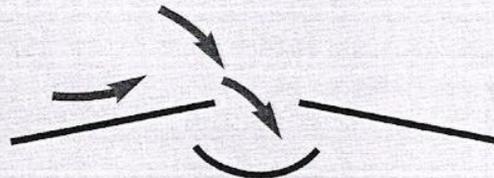
f) Faldones solapados con deflectores



Si el viento sopla de este lado, el agua o la nieve son desviadas

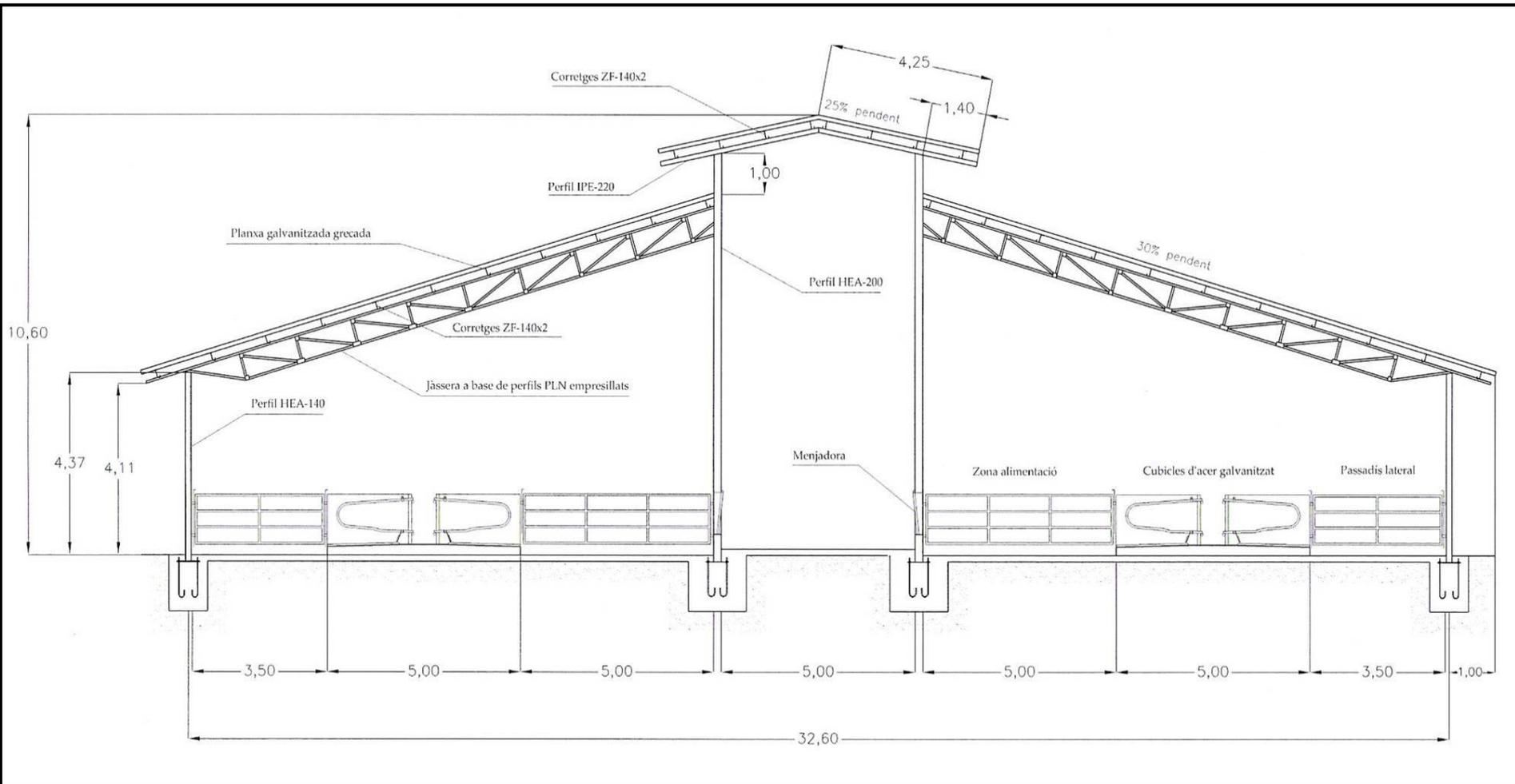
Con viento o sin él, las precipitaciones son desviadas. Deben dimensionarse bien las aberturas para no comprometer la salida de aire

g) Canalón interior



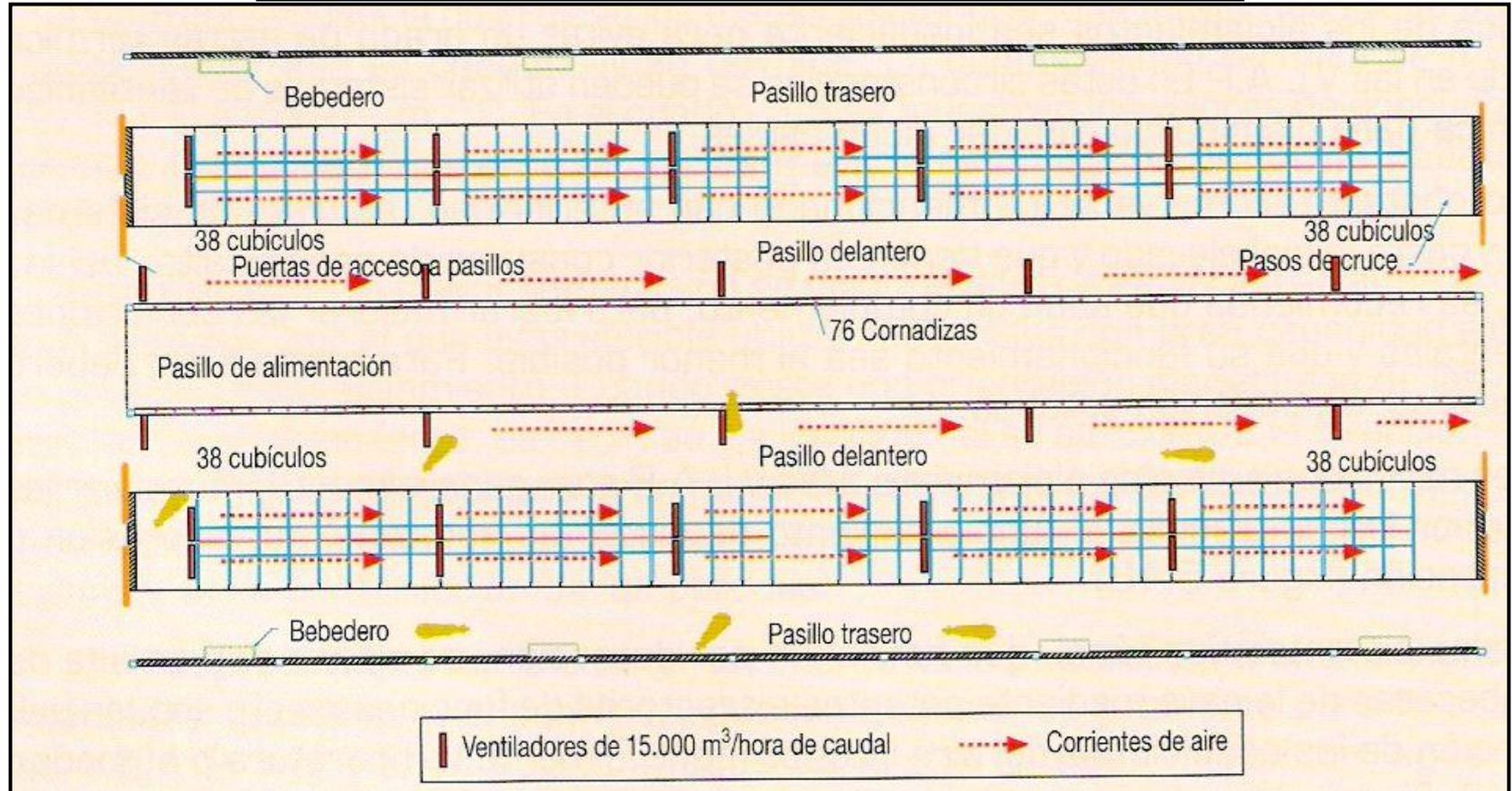
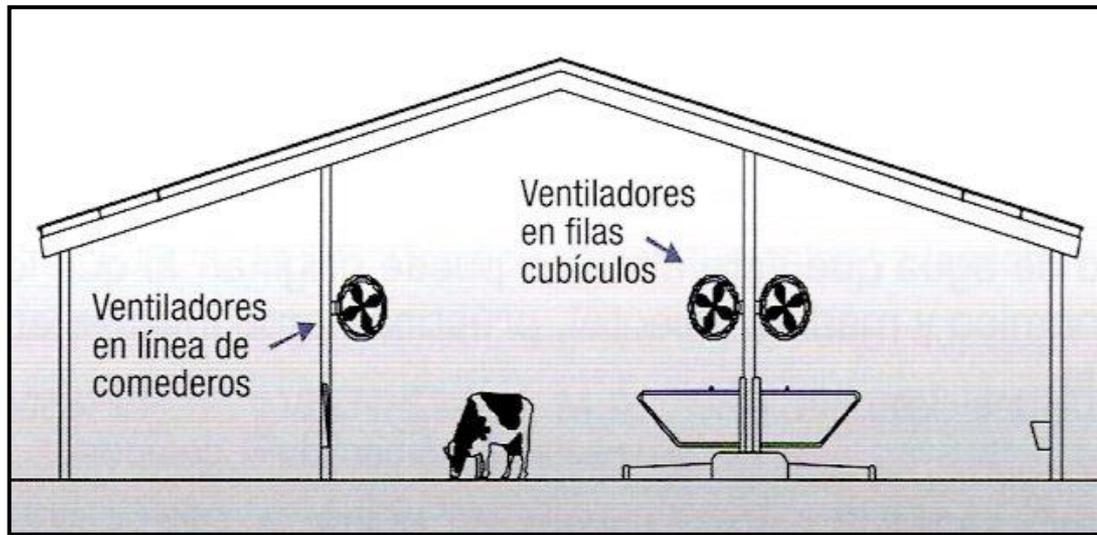
El canalón recoge el agua o la nieve que haya podido entrar

Ejemplo de diseño de una nave para vacas de leche en producción



La importancia de la ventilación en las explotaciones de vacas de leche

- En determinadas zonas, con condiciones extremas de temperatura y humedad, la ventilación estática o natural puede resultar insuficiente. Sólo en estos casos, habrá que valorar utilizar sistemas de ventilación dinámica (ventiladores).
- En alojamientos abiertos, la ventilación dinámica habrá que centrarse a las zonas de mayor permanencia de las vacas (comedero y cubículos).
- Se recomienda instalar, únicamente en caso de ser necesario, ventiladores con un caudal en torno a los 15.000 m³/hora, los cuales ventilarán una superficie equivalente a 8-10 m de largo por 4,5 m de anchura.
- La ventilación dinámica puede combinarse con sistemas de microaspersión. Este sistema funciona especialmente en zonas con humedades relativas bajas (inferiores al 70%). El agua al evaporarse absorberá parte del calor.
- ¡Cuidado! Si el aire se satura de humedad no se producirá evaporación y se producirá condensación (humedades en las camas, etc.). Valorar coste económico!



El rayado de los pasillos de las vacas

- ❑ Es prácticamente imprescindible llevar a cabo un rayado de los patios por donde circulan las vacas para evitar al máximo los resbalones y patinazos de las mismas (vacas abiertas).

- ❑ Existen multitud de tipos de rayados, sin embargo, hay que tener en cuenta las siguientes recomendaciones:
 - Una anchura de las ranuras de 1 a 1,5 cm y una profundidad no inferior a 1 cm.
 - Distancia entre dos ranuras consecutivas no superior entre 7 y 10 cm.
 - El sistema de rayado no debe interferir con el correcto funcionamiento del sistema de limpieza mecánico.

Rayado en rombo:

Diametro transversal = 12 - 15 cm

Diametro longitudinal = 8 - 10 cm

Anchura rayado = 1 cm

Profundidad rayado = 1 cm

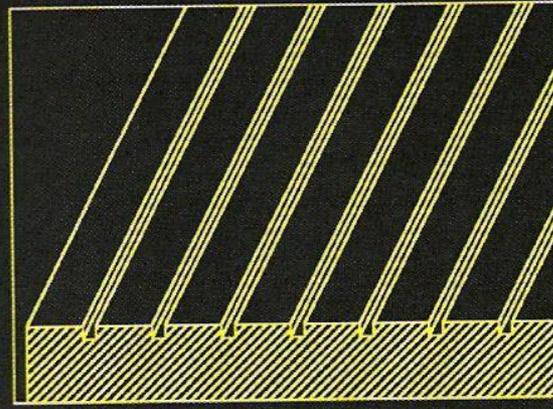


Rayado longitudinal:

Distancia entre ranuras = 6 - 10 cm

Anchura rayado = 1 cm

Profundidad rayado = 1 cm



Superficie plana entre ranuras



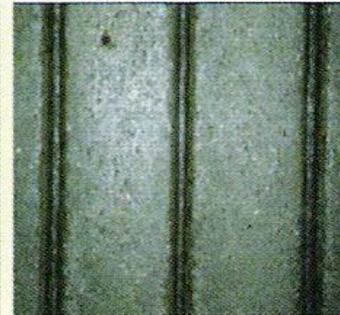
Ranuras con fondos rectos y lisos



Ranuras con aristas suaves y redondeadas



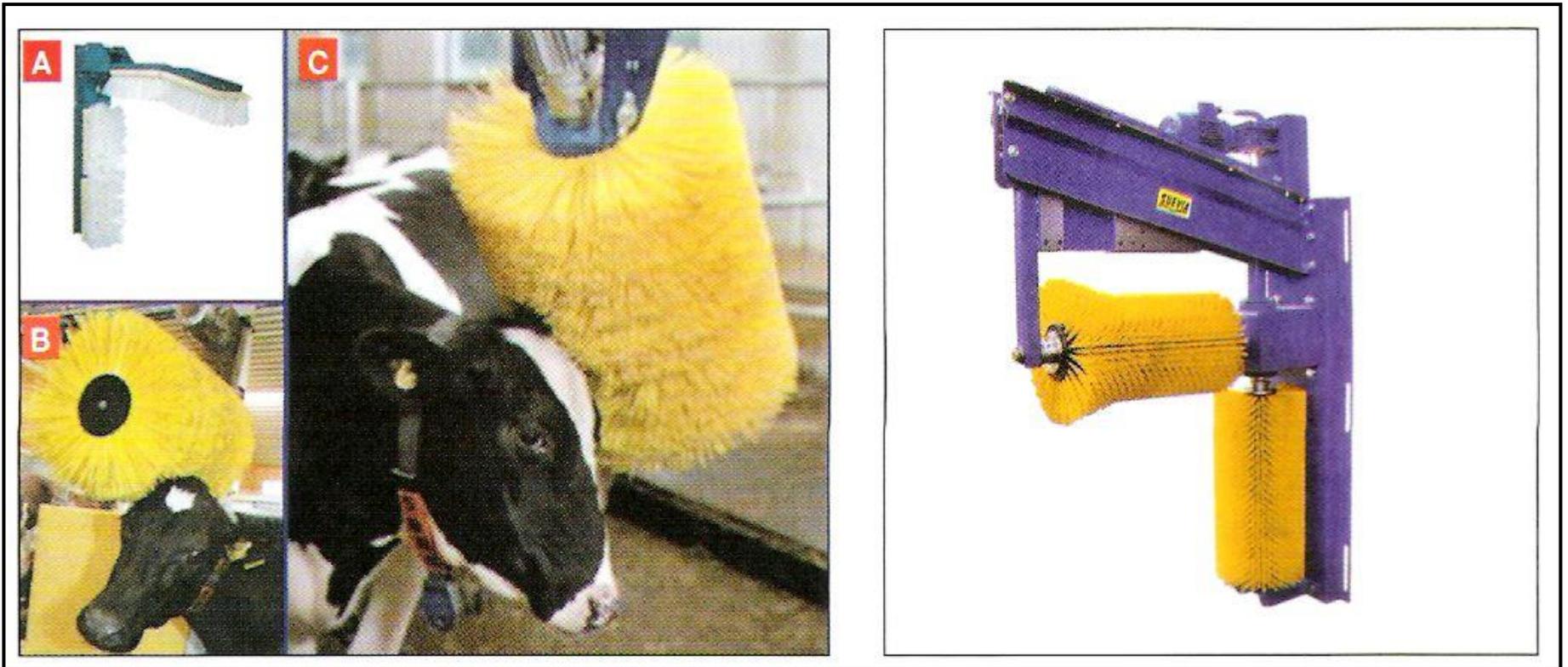
Distancia adecuada entre ranuras



Otros elementos de bienestar

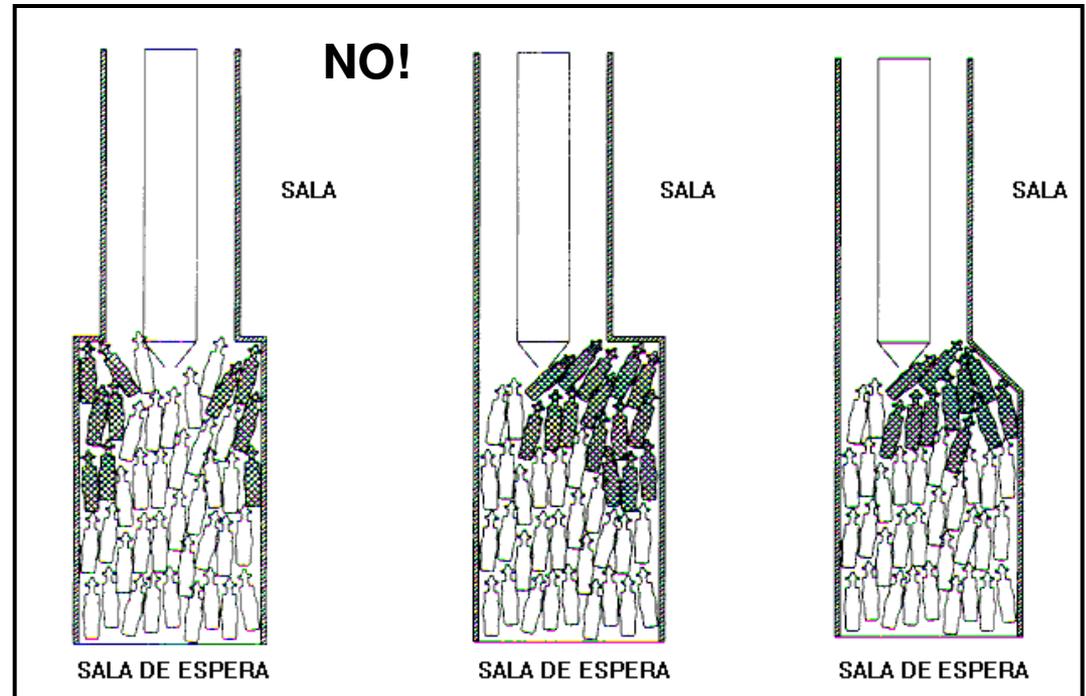
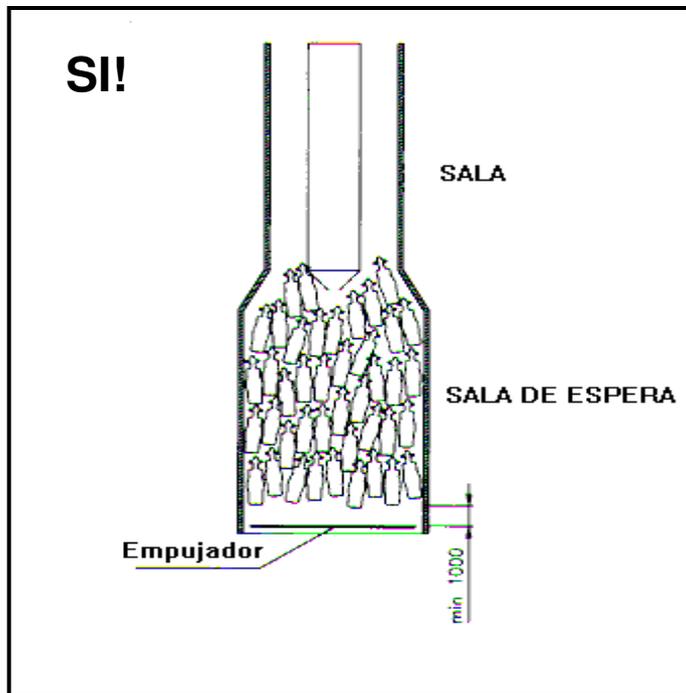
- ❑ Los cepillos rascadores son un elemento de bienestar importante en una explotación, y tienen una elevada aceptación entre las vacas.

Existen de muchos tipos (estáticos, rotativos y rotativos pendulares). La clave es su ubicación, en zonas donde no estorben el tránsito, acceso a los abrevaderos, etc.



El bienestar de la vaca lechera en el ordeño

- ❑ La sala de espera
 - El acceso debe ser muy sencillo.
 - Las vacas deben estar cómodas:
 - ✓ Altura mínima del techo 3 m. Paredes 1,8-2,0 m.
 - ✓ Superficie mínima por vaca 1,6-1,8 m².
 - ✓ El tiempo de espera no debería ser superior a 1 hora.



El bienestar de la vaca lechera en el ordeño

❑ La sala de espera

- Pavimento correctamente rallado o equivalente (gomas).
- Una pendiente inferior al 6%.
- Estudiar la posibilidad de colocar bebederos.
- La vaca nunca debe adquirir una sensación negativa o de miedo respecto al acceso al ordeño y en el mismo ordeño

❑ La sala de ordeño

- Ordeño debe ser cómodo, tanto para la vaca como para el ordeñador.
- La altura de la nave de ordeño y el aislamiento deben ser correctos.
- Iluminación adecuada (la falta de luz asusta y estresa a las vacas y no facilita el trabajo al operario).
- Evitar la generación de tensiones de defecto (corrientes de fuga).

RESIDUOS DE LAS EXPLOTACIONES GANADERAS

RESIDUOS ORGÁNICOS
dependen de la especie y edad del animal, del tipo de almacenamiento, del diseño y del manejo, y de la cantidad de agua utilizada en la limpieza

RESIDUOS INORGÁNICOS

SOLIDOS

PASTOSOS

LÍQUIDOS

ANIMALES MUERTOS

Estiércol sólido
(mezcla de excrementos sólidos, líquidos, restos de cama, restos de comida)
Fresco: MS 20-25%
Maduro: MS 30-25%

Restos de alimentos
caducados o no utilizados

Estiércol pastoso
(estiércol sólido más agua de lluvia y/o limpieza)
MS 10-20%

Estiércol líquido o purines
MS 5-10%

Aguas oscuras o sucias
de los patios cuando llueve
MS <5%

Líquidos de los ensilados
(ácidos orgánicos, azúcares, agua)

Líquidos del ordeño

Aguas verdes
de la limpieza andenes, sala, lechería

Aguas blancas
residuos lácteos, detergentes ácidos, básicos, agua, desinfectantes

Generales
plásticos
cartones
papeles
restos maquinaria
gomas y neumáticos
pinturas
escombros

Específicos
productos zoonos, medicamentos caducados, agujas, jeringas, latas, envases pesticidas, insecticidas, raticidas, etc.

Tipo de deyecciones y sistemas de recogida

❑ Tipo de deyecciones

- Sólidas, semi-sólidas, semi-líquidas o líquidas.
- Tipo de ración.
- Sistemas de manejo.
- Temperatura y densidad animal en la estabulación.

❑ Sistemas de recogida de deyecciones

- Tractor equipado con pala (media caña, refinadora, etc.).
 - ✓ Típico en cama caliente, poca infraestructura, etc.
- Arrastradores (hacia un estercolero o fosa). Pueden ser de pistón hidráulico (sistema vaivén), cable metálico o sirga o cadenas.
 - ✓ Típico en cubículos, programables, sistema de parada automática hacia obstáculos, etc. Suelen tener averías (pistón, sirga rota, etc.).
- Volúmenes de agua.
 - ✓ Requiere cierta infraestructura: depósito, pasillo con pendiente, embalse, decantación o separación y sistema de bombeo. Desgaste del pavimento!

Tipo de deyecciones y sistemas de recogida



Limpieza de la zona de ejercicio y alimentación de una explotación de vacas de leche mediante una media caña o refinadora con vertido de las deyecciones en una fosa.



Rasqueta mecánica de
pistón hidráulico, vista
trasera



Rasqueta mecánica de
pistón hidráulico, vista
anterior



Rasqueta mecánica de cable



Canal de deyecciones con rasqueta de pistón hidráulico de un ala



Lavado del pasillo de alimentación mediante un volumen de agua



Resultado final del lavado del pasillo de alimentación mediante un volumen de agua

Si se limpian los pasillos de toda la explotación con agua, hay que tener cuidado con el desgaste que sufrirá el pavimento a lo largo del tiempo (el agua lavará el cemento y dejará descubiertos los áridos, con el consecuente riesgo de cojeras si éstos tienen muchos cantos vivos).

Hay que diseñar correctamente las pendientes para que el agua circule correctamente y no forme charcos.

Renovación del agua.



Almacenamiento de deyecciones ganaderas

❑ Sistemas d'emmagatzematge (tipus)

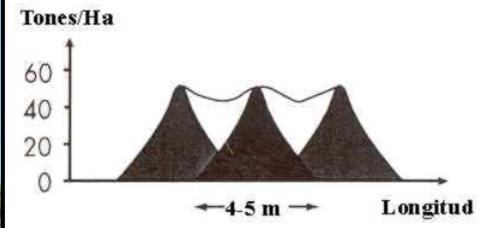
- Femer (dejeccions més sòlides que líquides, típic en llit calent).
- Fossa (dejeccions més líquides que sòlides, típic en cubicles).
- Fossa universal (dejeccions sòlides i líquides).
- Bassa (normalment quan sols conté la fracció líquida de les dejeccions).

❑ Combinacions usuals

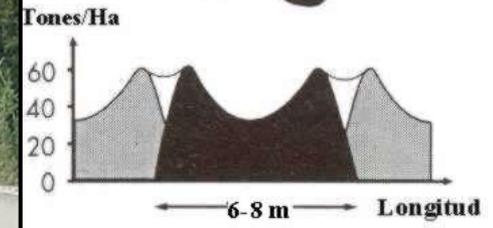
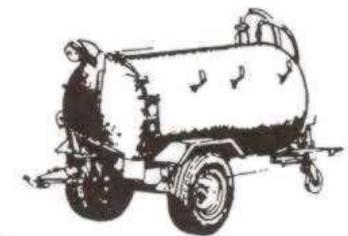
- Femer (recull inicialment totes les dejeccions) + fossa (recull els lixiviats del femer + aigües blanques + aigües verdes).
- Fossa (dejeccions + aigües residuals).
- Fossa universal (dejeccions + aigües residuals).
- Fossa (recull inicialment les dejeccions, recepció) + separació sòlid-líquid = bassa (fracció líquida) + femer (fracció sòlida).

Estercolero con recogida de
lixiviados





La aplicación agrícola del estiércol se realiza mediante un remolque de esparcir estiércol

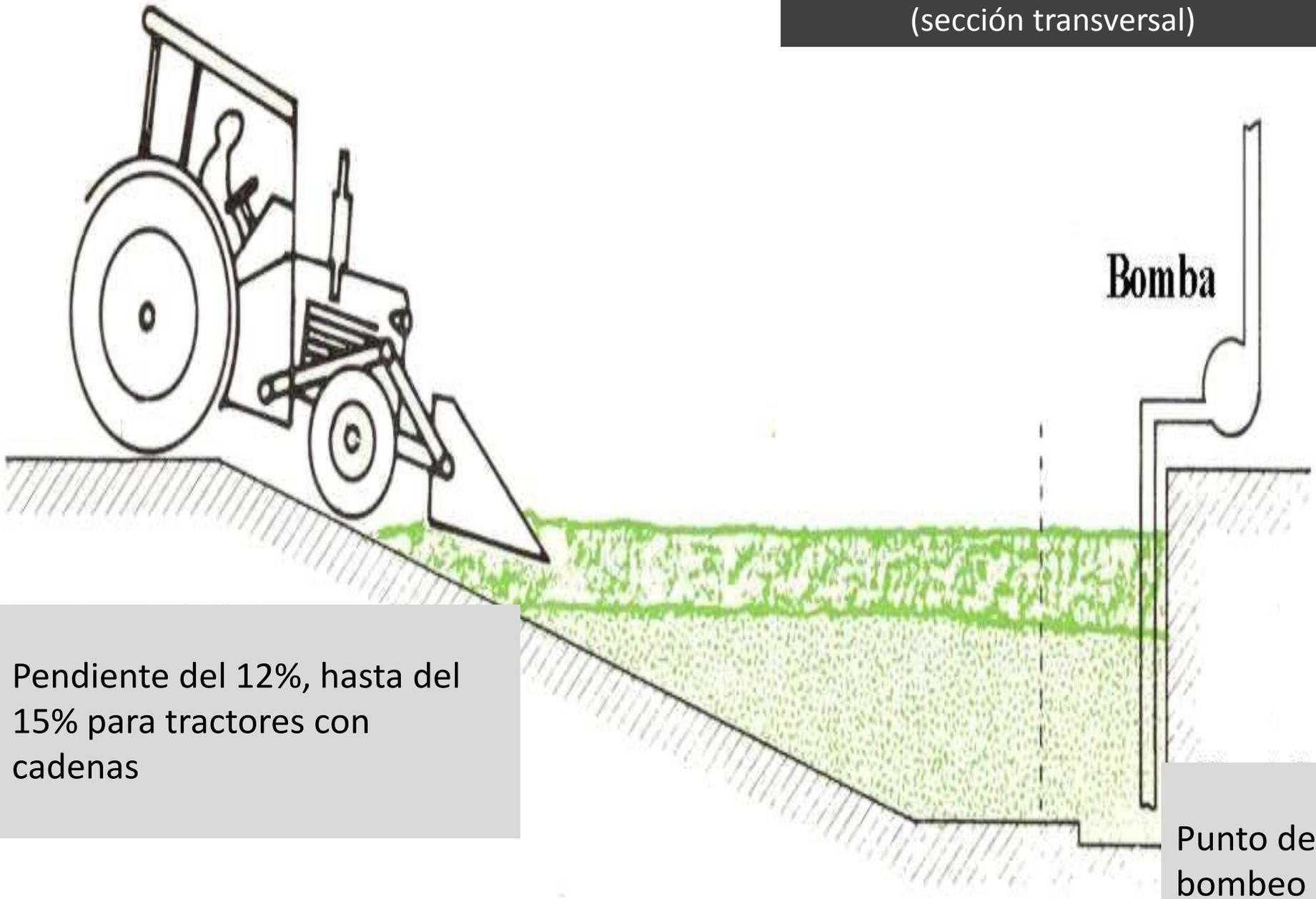


Fosa de purines. La aplicación agrícola de los purines se realiza mediante una cuba de purines

Batidor de purines móvil (accionado mediante la toma de fuerza de un tractor)



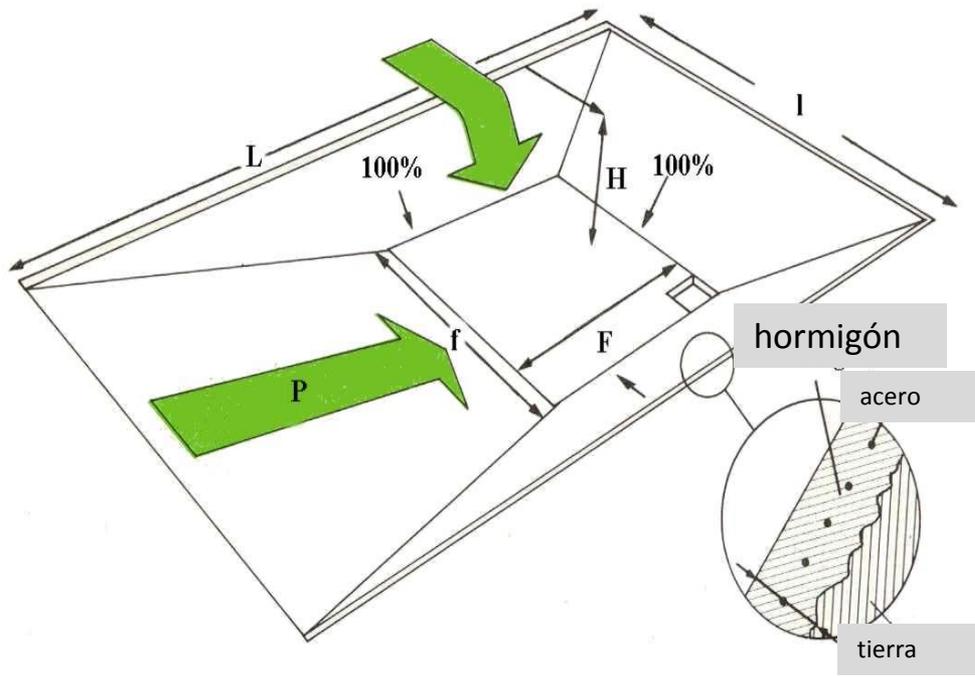
Esquema de una fosa universal
(sección transversal)



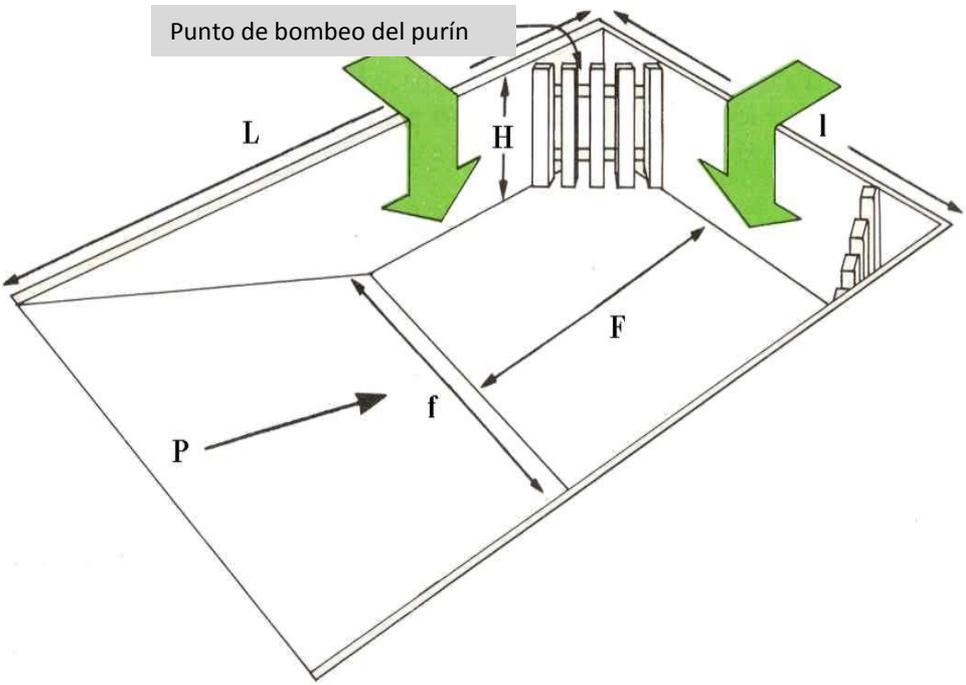
Pendiente del 12%, hasta del 15% para tractores con cadenas

Bomba

Punto de bombeo



Esquemas (vista aérea) de dos tipos de fosas universales (con paredes inclinadas o sin)



Separación de fases de las deyecciones de una explotación de vacas de leche mediante un separador sólido-líquido

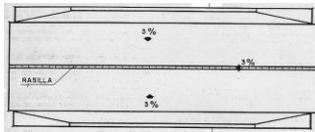


Almacenamiento de forrajes ensilados: silos trinchera o zanja

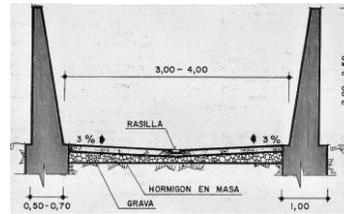
- Buena orientación.
- Asegurar un avance mínimo del frente de ataque diariamente (10 cm en invierno y 15 cm en verano como mínimo). Especialmente en verano!
- Por razones prácticas y constructivas la altura no debería ser superior a 5 m y la anchura no inferior a 6 m. En cuanto a la anchura, se recomienda como mínimo lo siguiente: dos veces la anchura del tractor que pisa menos una rueda.
- El secreto de un buen ensilado, o las 3 reglas de oro, no es otro que las 3P: Pisar, Pisar y Pisar!

Silo trinchera

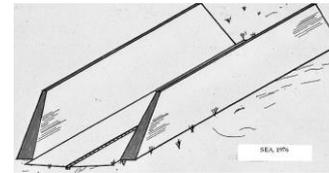
Planta



sección



perspectiva



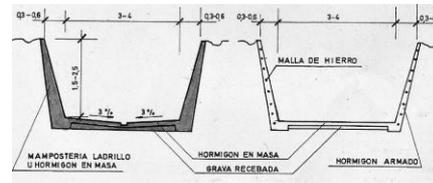
A partir de SEA (1976)

Silo zanja

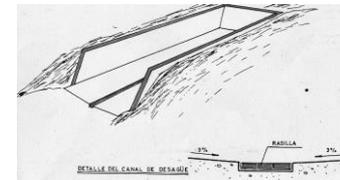
sección longitudinal



sección transversal



perspectiva



A partir de SEA (1976)

Pérdidas de materia seca en los ensilados(I)

Origen de las pérdidas de materia seca (Cañeque y Sancha, 1998):

Por respiración en el campo:

Ensilado de maíz: inapreciables.

Ensilados acondicionados en campo: hasta un 5% MS (2% MS media).

Por fermentación:

Ensilado correcto (fermentación láctica): hasta un 5% MS.

Ensilado incorrecto (fermentación butírica): hasta el 15% MS.

Por respiración / oxidación:

Aire atrapado en el interior del silo: 0,30% MS.

Entrada de aire en el silo (agujeros, dolor tapado, etc.): hasta un 2% MS mensual.

Por pérdida de efluentes:

Forrajes muy húmedos hasta el 10% MS.

Pérdidas de materia seca en los ensilados(II)

Origen de las pérdidas de materia seca (Cañeque y Sancha, 1998):

Por mohos:

- Aceptable: 2-3% MS.
- Silo mal dimensionada, dolor pulsada, dolor tapada, etc .: hasta el 20% MS.

Según la densidad del ensilado (adaptado de Ruppel, 1992):

Densidad (kg MS/m ³)	Densidad (kg MF/m ³) (32% MS)	Perdida MS a 180 días (%)
160,18	500,56	20,20
224,26	700,81	16,80
240,28	750,87	15,90
256,29	800,90	15,10
288,33	901,03	13,40
352,41	1.101,28	10,00

Pérdidas de materia seca en los ensilados(III)

¿Cuál es la densidad de los ensilados en un silo trinchera:

- Según Cañeque y Sancha (1998):
 - Ensilado de maíz: 800 kg/m³.
 - Ensilado de alfalfa: 800-1000 kg/m³.
 - Ensilados de primavera: 700 kg/m³.
- Según Muck (ASAE, 2000):
 - Ensilado de alfalfa: 590 kg/m³ (210 hasta 980 kg/m³).
 - Ensilado de maíz: 690 kg/m³ (370 a 960 kg/m³).
- Según Holmes (1999):
 - Ensilado de maíz: 690 kg/m³ (367 a 962 kg/m³).

Por lo tanto, un buen pisado es muy importante !!!

Pérdidas de materia seca en los ensilados(IV)

Objetivo genérico:

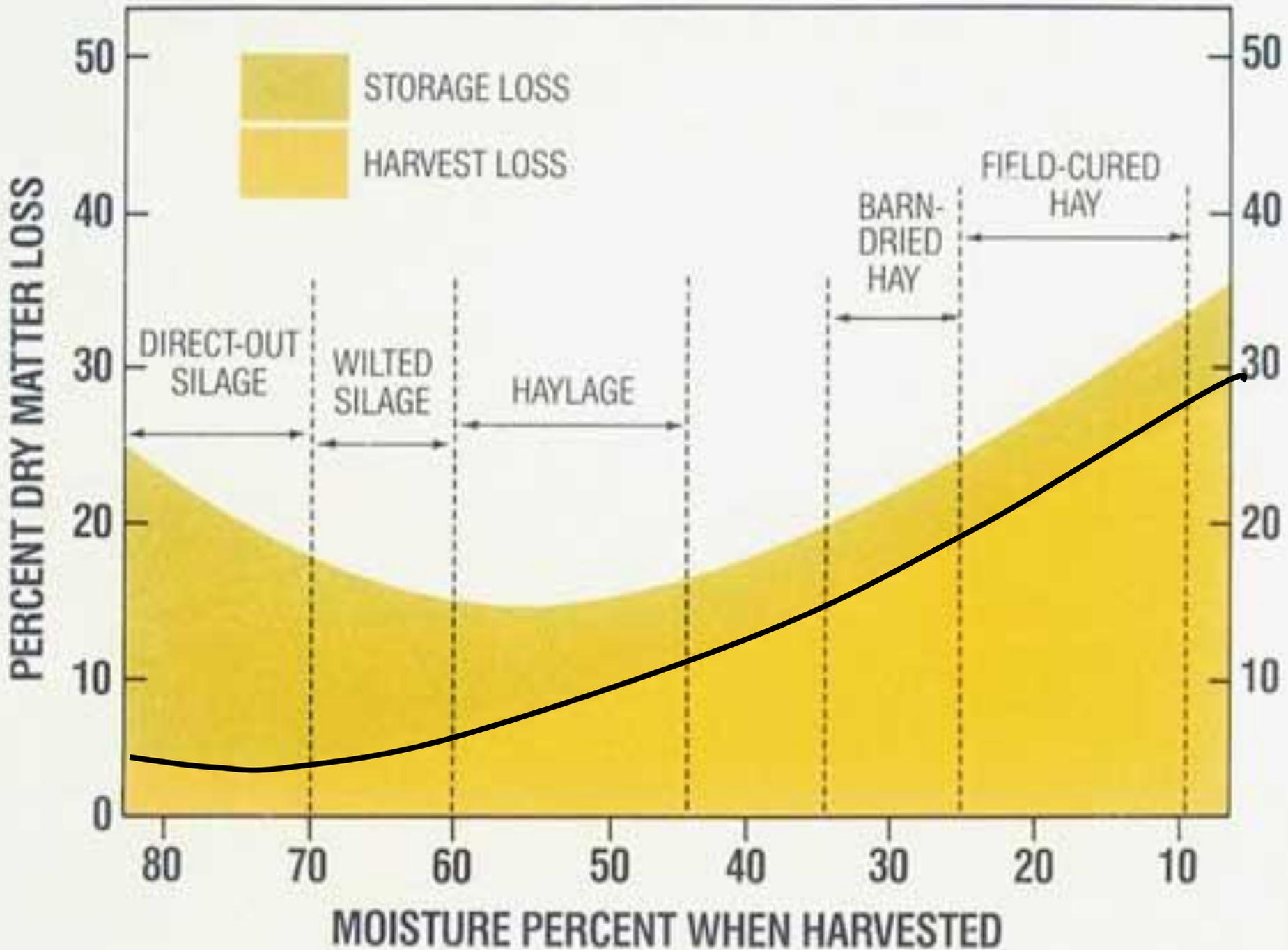
Conseguir que las pérdidas de MS sean inferiores al 15%.

No obstante, la densidad del ensilado depende de la maquinaria utilizada:

Así según Honig (1990):

Un tractor ligero (2.500 kg) consigue una densidad de 90 kg MS/m³.

Un tractor pesado (5.000 kg) consigue una densidad de 160 kg MS/m³.



Dimensionamiento de los silos trinchera(I)

- Volumen a ensilar (según el número de cabezas de ganado):

$$V \text{ (m}^3\text{)} = \frac{Q \text{ (kg)} \times T \text{ (días)} \times N \text{ (cabezas)}}{d \text{ (kg/m}^3\text{)}} \times (1 + Pe)$$

donde:

(V) volumen a ensilar.

(Q) ración diaria de ensilado por cabeza.

(T) tempo que ha de durar el ensilado.

(N) número de cabezas a alimentar.

(d) densidad del forraje ensilado.

(Pe) pérdidas estimadas de materia seca, en tanto por uno.

Dimensionamiento de los silos trinchera (I)

- Volume a ensilar (según el rendimiento por hectarea):

$$V \text{ (m}^3\text{)} = \frac{P \text{ (kg/ha)} \times A \text{ (ha)}}{d \text{ (kg/m}^3\text{)}} \times (1 + Pe)$$

Donde:

(V) volumen a ensilar.

(P) producción esperada, producto fresco.

(A) Superficie cultivada del forraje a ensilar

(d) densidad del forraje ensilado.

(Pe): pérdidas estimadas de materia seca, en tanto por uno.

Dimensionamiento de los silos trinchera(II)

- Dimensiones del silo:
 - ✓ Definir la altura (h) (normalmente entre 2,5 a 3,50 m).
 - ✓ Definir la anchura (a):
- Para un correcto prensado: mínimo 2 x anchura tractor - 1 rueda.
- Avance mínimo del frente de ataque: 0,10-0,15 m invierno y 0,15 a 0,20 m verano.
- Cálculo avance diario del frente de ataque (ADFA) en función del consumo diario (C):

C (kg/día)

$$\text{ADFA (cm/día)} = \frac{\text{-----}}{\text{d (kg/m}^3\text{) x h (m) x a (m)}} \times 100$$

d (kg/m³) x h (m) x a (m)

- ✓ Calcular la longitud (L) necesaria:

V (m³)

$$L (m) = \frac{\text{-----}}{\text{h (m) x a (m)}}$$

h (m) x a (m)

Bibliografía de referencia

- Albright, J.L.; Arave, C.W. (1997). *The behaviour of cattle*. Ed. CAB International, New York (USA).
- Buxadé, C.; Torres, M. (2007). *Vacuno de leche de alta producción: sus alojamientos e instalaciones*. Ed. Euroganadería, Madrid.
- Buxadé, C. (2002). *El ordeño en el ganado vacuno: aspectos claves*. Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- Callejo, A. (2005). *Alojamientos y bienestar. Aspectos principales*. Revista Frisona Española, núm. 150. CONAFE, Madrid.
- Núñez, N.; Callejo, A. (2006). *Condiciones ambientales y bienestar. La ventilación*. Revista Frisona Española, núm. 152. CONAFE, Madrid.
- Seguí, A. (2009). *L'explotació de vaques de llet*. Ed. Universitat de Lleida, Lleida.
- Seguí, A.; Trias, R.; Maynegre, J. (2002). *Allotjaments per a vaques de llet*. II Jornades Tècniques del Vaquí a l'ETSEA. ETSEA-UdL, Lleida.
- Torres, M. (2005). *Acondicionamiento de las explotaciones desde el punto de vista de bienestar animal*. Revista Frisona Española, núm. 148. CONAFE, Madrid.