

Guía  
práctica

Camel  
Milk

# Cría de camellos para la producción de leche



**B. Faye, G. Konuspayeva, E. Díaz-Medina**

# Cría de camellos para la producción de leche



# Cría de camellos para la producción de leche

**B. Faye, G. Konuspáyeva, E. Díaz-Medina**

Créditos de las fotos: Todas las fotos pertenecen a Bernard Faye, a menos que indique lo contrario en los subtítulos.

Foto portada: Oasis Wildlife Fuerteventura.

This book is supported by the PRIMA programme under grant agreement Nº 1832, project Boost the production, processing, and consumption of camel milk in the Mediterranean Basin – CAMELMILK.

Septiembre 2022

Depósito Legal: B 23419-2022

ISBN: 978-84-09-41939-5



*The PRIMA programme is supported  
under Horizon 2020 the European  
Union's Framework Programme for  
Research and Innovation*



# Índice

Introducción.....	9
<b>I. Bases fisiológicas de los grandes camélidos .....</b>	<b>11</b>
1. Ciclo de vida.....	13
2. Fisiología de la reproducción.....	15
2.1. Ciclo sexual en la camella.....	15
2.2. Ciclo sexual en el camello macho.....	16
2.3. La cubrición o apareamiento.....	19
2.4. Gestación.....	20
2.5. El parto.....	21
3. Fisiología de la lactación.....	25
3.1. Morfología mamaria.....	25
3.2. Flujo de leche.....	26
3.3. Curva de lactación.....	28
4. Bases fisiológicas de la digestión y nutrición.....	30
4.1. La digestión en grandes camélidos.....	30
4.2. Nutrición en grandes camélidos.....	32
4.2.1. Conducta alimentaria.....	32
4.2.2. Cantidades ingeridas.....	33
4.2.3. Almacenamiento y eliminación de las reservas de grasa.....	35
4.2.4. Requerimientos de agua.....	35
<b>II Gestión técnica para la cría de camellas lecheras .....</b>	<b>37</b>
5. Manejo de la reproducción.....	39
5.1. La cubrición.....	39
5.2. Diagnóstico de Gestación.....	40
5.3. Asistencia al parto.....	43
5.4. Cuidados del recién nacido.....	44
5.5. Manejo de los machos reproductores.....	49
5.6. Biotecnología de la reproducción.....	51
5.6.1. La inseminación artificial (IA).....	51
5.7.2. Transferencia de embriones (TE).....	52

6. Manejo del ordeño.....	53
6.1. Presencia de la cría.....	53
6.2. Número de ordeños.....	55
6.3. Tipos de ordeño.....	55
6.4. Eyección de la leche y calidad en el ordeño.....	58
6.5. Entrenamiento de las camellas para el ordeño mecánico.....	59
6.6. Higiene en el ordeño.....	61
7. Cría del recién nacido.....	65
7.1. Viabilidad de las crías.....	65
7.2. El destete.....	66
7.3. Control y mediciones del crecimiento.....	67
8. La alimentación.....	70
8.1. Necesidades nutricionales.....	70
8.1.1. Necesidades energéticas.....	71
8.1.2. Requerimientos de nitrógeno.....	72
8.1.3. Necesidades de agua.....	72
8.1.4. Necesidades en minerales y vitaminas.....	72
8.2. Posibles recursos alimenticios.....	74
8.3. Cálculo de la ración.....	76
9. Manejo de la salud.....	79
9.1. Técnicas de contención o sujeción.....	79
9.1.1. Sujeción de la cabeza.....	79
9.1.2. Restricción de las extremidades.....	83
9.2. Sedación y anestesia.....	89
9.3. Examen clínico y muestras.....	91
9.3.1. Examen clínico general.....	91
9.3.2. Extracción de sangre.....	95
9.3.3. Otros tipos de muestra.....	97
9.4. Interpretación de las analíticas.....	98
9.5. Enfermedades.....	100
9.5.1. Problemas de la piel.....	100
9.5.2. Parásitos externos.....	103
9.5.3. Parásitos internos.....	105
9.5.4. Problemas de locomoción.....	107
9.5.5. Problemas digestivos.....	109
9.5.6. Problemas respiratorios.....	111
9.5.7. Patologías reproductivas.....	112
9.5.8. Afecciones oculares y de los senos nasales.....	113
9.5.9. Principales enfermedades infecciosas.....	115
9.5.10. Necropsia.....	116

<b>III. Gestión económica del ganado camellar para producir leche</b> .....	<b>121</b>
10. Identificación animal .....	123
10.1 Tipos de Identificación .....	123
10.2 Establecimiento de una base de datos en la granja.....	126
11. Modelo demográfico.....	128
12. Modelo de evaluación de rentabilidad económica .....	130
12.1. Partidas de gasto .....	130
12.2. Productos.....	132
12.3. Rentabilidad final .....	133
<b>IV. Procesado de la leche de camella</b> .....	<b>135</b>
13. Leche fermentada: de la elaboración tradicional a la industrial.....	137
14. Leche de camella pasteurizada.....	139
15. Leche de camella esterilizada.....	139
16. Yogur de leche de camella.....	140
17. Mantequilla de camella.....	141
18. Queso de leche de camella.....	141
19. Leche de camella en polvo.....	144
20. Otros productos lácteos a base de leche de camella.....	144
21. Transformación no alimentaria de la leche de camella.....	145
Conclusión general.....	149
Agradecimientos.....	151





# Introducción

*Camelus*, es un género de la familia *Camelidae* al que pertenecen las dos especies domésticas de camélidos del Viejo Mundo (aquellos provistos de joroba): el dromedario (*Camelus dromedarius*) y el bactriano (*Camelus bactrianus*). Ambas especies, confinadas durante mucho tiempo a las zonas áridas del planeta, se encuentran cada día más presentes en el paisaje agrícola europeo. Se emplean para diversas actividades turísticas (paseos en camello), deportivas (carreras), y de producción (leche e incluso lana). Sin embargo, no tienen una tradición de cría bien establecida en las latitudes europeas. Por otra parte, tanto a criadores como a técnicos y veterinarios, a menudo, les surgen dudas sobre cómo comportarse frente al animal, su manejo, determinar sus requerimientos alimenticios, gestión de la reproducción o, simplemente, cómo brindar los cuidados básicos necesarios. Mencionar también la dificultad añadida que surge a la hora de encontrar bibliografía acerca de todas estas cuestiones en español.

Es por ello, que el objetivo principal de este libro es dar respuestas útiles, sencillas y prácticas a todos los integrantes de este sector tradicional que se haya en plena conversión en los países áridos. En cambio, para otras latitudes surge como un sector nuevo que ha recibido mucho interés durante las últimas décadas, tanto en los países de origen como en el mundo occidental. Esto se debe en gran parte, a la notable resistencia que exhiben los grandes camélidos a ambientes extremos en un contexto internacional de cambio climático, pero también a la calidad excepcional de sus productos (leche, carne y lana) y servicios (transporte, paseos y gestión de áreas de pastoreo). La buena valorización de sus productos y servicios en los mercados nacionales e internacionales, ha llevado a hablar de la urgencia de un nuevo sector para una especie confinada hasta hace poco a la subsistencia de las poblaciones nómadas que viven en las regiones más hostiles del planeta y sin influencia significativa en la economía local.

A nivel práctico, la presente guía proporciona una base para el conocimiento de la fisiología de este animal, así como un conjunto de consejos prácticos sobre el manejo de su cría y salud. Se divide en los siguientes apartados:

- a) Bases fisiológicas de la reproducción, lactación y alimentación
- b) Gestión técnica y económica de la explotación lechera (manejo de la reproducción, alimentación y lactación), incluida la transformación de productos
- c) Manejo de la salud e higiene del ganado
- d) Procesado de la leche de camella





|

**BASES FISIOLÓGICAS  
DE LOS GRANDES  
CAMÉLIDOS**



## 1. Ciclo de vida

Los grandes camélidos (dromedarios y bactrianos) se consideran especies poco prolíficas. Esto se debe a que a lo largo de toda su vida productiva y pese a su longevidad (20-30 años), la hembra tan sólo produce de 6 a 8 crías. En términos de productividad, esto se traduce como una baja productividad numérica, y se relaciona con la capacidad de adaptación que presentan a ambientes desérticos. De hecho, en entornos con escasa comida como el desierto o ambientes semidesérticos, el nacimiento de una cría es siempre un desafío. Por un lado, para el propio recién nacido —todavía frágil— su tasa de mortalidad suele aproximarse al 20%. Pero también para la madre que —todavía débil por el parto— usa sus reservas corporales, especialmente de su joroba, para amamantar a su cría y asegurarle el crecimiento óptimo. En entornos más intensivos, donde se proporciona una nutrición regular, más rica y con condiciones favorables en el control de la salud, la mejora es evidente. Se observa tanto en la tasa de supervivencia de las crías, como en la tasa de fertilidad de las hembras reproductoras, contribuyendo así al aumento de la productividad final. Sin embargo, este hecho, tiene un impacto relativamente bajo en el ciclo de vida del animal, que sigue siendo prácticamente igual en entornos más intensivos.

Teniendo en cuenta los parámetros reproductivos conocidos en grandes camélidos (Tabla 1.1), su ciclo de vida se puede describir de la siguiente manera:

- el nacimiento de la cría se produce después de una gestación de 13 meses durante la estación de invierno (en sentido amplio: entre noviembre y marzo en el hemisferio norte). La estacionalidad de los períodos de cría está vinculada con la fase de celo en el macho que se produce durante la estación fría.
- el crecimiento de la cría, si sobrevive, está garantizado por la producción de leche de la madre durante los primeros meses de vida. En sistemas extensivos, el destete definitivo es tardío, rara vez antes de los 6 meses.
- la pubertad ocurre alrededor de los 3-4 años, de promedio. Los primeros nacimientos llegan alrededor de los 4-5 años. La edad de la pubertad depende del peso del animal (alrededor del 70-80% del peso adulto, de promedio) y por lo tanto de la dieta prepuberal.
- el período de gestación es de 390 días, o casi 13 meses, y varía dependiendo del sexo y peso de la cría, así como de la temporada de parto.
- la duración del periodo de lactancia es de 6 a 18 meses, siendo 12 meses el promedio. La producción de leche se detiene rápidamente después de la fertilización, ya que existe incompatibilidad entre gestación y lactancia. Se establece un periodo de tiempo de aproximadamente 2 años, en el cual, un año se produce la formación del feto y al año siguiente la producción de leche.
- el peso adulto se alcanza a los 7 años aproximadamente.

- la vida útil productiva de los camellos se estima entre 10 y 16 años, aunque pueden encontrarse animales de 30 años en buenas condiciones nutricionales y sanitarias.

- el sacrificio de las hembras es tardío (más de 20 años) y en algunos países como Arabia Saudita, por ejemplo, está prohibido (excepto en casos de fuerza mayor).

- los machos no destinados a la cría son sacrificados antes de los 2 años (países del Golfo), cuando su peso alcanza los 250 kg (Túnez), o también después de la pubertad (países del Sahel).

- los machos destinados a la reproducción o “sementales” alcanzan la pubertad completa alrededor de los 4 o 5 años, aunque, pueden exhibir comportamiento sexual antes de esa edad. Su primera cría rara vez se obtiene antes de los 5 o 6 años. Los machos sementales se utilizan entre 5 y 10 años, dependiendo principalmente del criterio del criador para renovarlo.

**Tabla 1.1.** Algunos parámetros reproductivos en grandes camélidos (intervalo y media)

Configuración	Intervalo	Media
Edad de la pubertad	30-48 meses	36 meses
Edad al primer parto	42-72 meses	54 meses
Tiempo de gestación	370-390 días*	380 días
Tasa gemelar		0,4%
Intervalo entre partos	15**-36 meses***	24 meses
Número de nacimientos en la etapa productiva	3-8	6
Tasa anual de fertilidad del rebaño	30-45%	35%

\* Más largo en camellos bactrianos (dos jorobas) que pueden llegar a los 410 días

\*\* En camellas no utilizadas para producir leche y que han parido al comienzo de la temporada de cría

\*\*\*Especialmente cuando hay abortos

Este bajo rendimiento reproductivo, hace que haya por parte de los criadores una demanda constante para su mejora. Estas medidas de mejora pasan por la incorporación de alimentación a las crías jóvenes para acelerar las diferentes fases del ciclo de vida temprano (edad de la pubertad, edad de reproducción y edad al primer parto), control de la salud de los recién nacidos (aumento de la tasa de supervivencia) y capacidad reproductiva de las hembras (mejora en la tasa de fertilidad). La figura 1.1 resume el ciclo de vida de una camella en las dos primeras lactaciones.

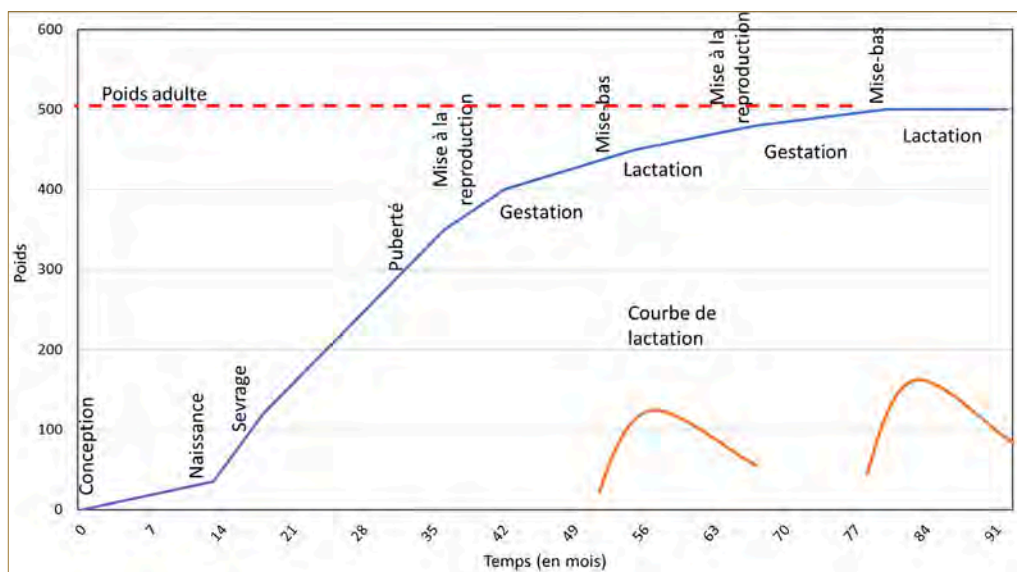


Figura 1.1. Representación esquemática de los primeros años del ciclo de vida de una camella lechera.

## 2. Fisiología de la reproducción

### 2.1. Ciclo sexual en la camella

Aunque a diferencia de la vaca, la camella no exhibe «calores» muy visibles, sí que presenta un ciclo estral (aún cuando en grandes camélidos, este término parece cuestionable). La principal característica de la fisiología reproductiva (tanto en dromedarias como en bactrianas), es que la ovulación es inducida por el apareamiento. Por tanto, el ciclo completo sólo puede producirse en presencia del macho reproductor y siempre que haya un apareamiento real. En su ausencia, este ciclo se limita a una sucesión de «ondas foliculares» con una periodicidad que varía de 3 a 4 semanas. Una vez que el folículo ha madurado, suelta el óvulo, sólo si hay apareamiento. En ausencia de fertilización, el folículo retrocede, permitiendo el desarrollo del siguiente. Si se fertiliza el óvulo, el folículo se mantiene y se convierte en un folículo gestacional o «cuerpo lúteo».

Las «ondas foliculares» tienen varias fases, vinculadas a cambios hormonales, que se describen a continuación (figura 2.1):

- **fase de crecimiento** que dura de 2- 6 días durante la cual varios folículos aumentan de tamaño y emergen a la superficie del ovario. Su tamaño alcanza los 2-3 mm aproximadamente.
- **fase de dominancia** de los folículos que han mostrado crecimiento, sólo uno o dos alcanzan un tamaño de unos 8 mm de diámetro. Esta fase dura de 4 a 6 días.





**Figura 2.1.** Folículos de dromedarias de diferentes tamaños y grados de maduración (fuente: Tibary y Anouassi, 1997.<sup>1</sup>)

— **fase de maduración** referida al folículo dominante (rara vez dos). Tiene una duración media 13 días (entre 5 y 19 días según diferentes estudios). Se produce un crecimiento en diámetro y posteriormente un estancamiento relativo del tamaño cuando alcanza la etapa previa a la ovulación. Su tamaño puede alcanzar los 25 mm. La ovulación ocurre en el momento del apareamiento o cópula. En este caso, el folículo evoluciona hacia la formación de un cuerpo lúteo o cuerpo amarillo, cuya característica en grandes camélidos es un

desarrollo lento. Sin embargo, desaparece rápidamente en caso de que no haya implantación del embrión.

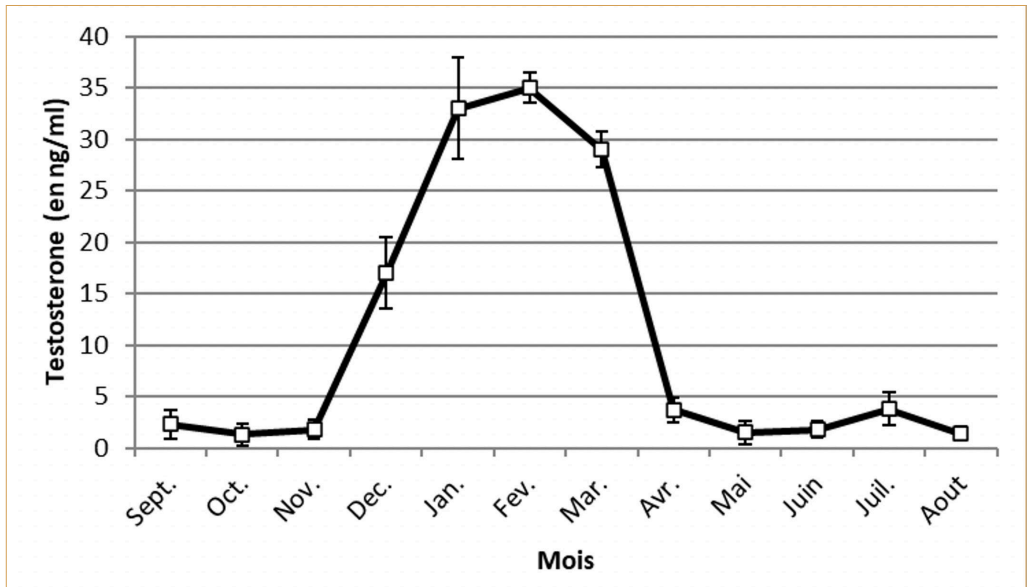
— **fase de regresión** que ocurre en ausencia de apareamiento y dura de 4 a 18 días. El folículo se vuelve atrésico o quístico dependiendo del caso. El primer caso, es una degeneración natural que dura de 4 a 18 días. El segundo caso corresponde a la evolución a un quiste anovulatorio, en ocasiones hemorrágico, de regresión lenta (hasta 45 días) que retrasa la aparición de un nuevo ciclo.<sup>1</sup>

## 2.2. Ciclo sexual en el camello macho

Tanto el dromedario macho como el bactriano, se caracterizan por un ciclo sexual estacional. De hecho, es durante los meses de invierno cuando se produce el período de celo (normalmente entre noviembre y marzo en el hemisferio norte), sin duda relacionado con la temperatura y la duración del día. La actividad sexual en el macho depende de la testosterona, que en grandes camélidos aumenta sus niveles de 10 a 15 veces entre los períodos de descanso sexual y los períodos de apareamiento. El nivel de testosterona en plasma varía de valores iniciales de 2 ng/ml hasta un máximo de 35 ng/ml en pleno invierno (figura 2.2).

En la práctica, este ciclo refleja cambios morfológicos en los testículos que aumentan de tamaño durante el período de celo (figura 2.3) y especialmente cambios en el comportamiento.

<sup>1</sup> Tibary et Anouassi, 1997. Theriogenology in Camelidae. Actes Editions IAV Hassan II, Rabat, Maroc).



**Figura 2.2.** Evolución del nivel de testosterona en sangre en dromedarios machos a lo largo de un año (fuente: Faye, 2018. Camel clinical biochemistry and hematology, Springer Publ., Suisse).

Durante el período de celo, el macho reproductor muestra un comportamiento característico:

— **agresividad:** durante la época de apareamiento, el macho se vuelve agresivo y puede atacar a otros machos y también a personas. Las lesiones que puede causar (incluyendo mordeduras) pueden ser peligrosas. Por esto, debe manejarse con especial cuidado, incluso si durante los períodos de descanso sexual, se comporta como un animal manso con las personas. Como resultado de esta agresividad, pierde el apetito y



**Figura 2.3.** Cambios en la morfología testicular: (a) período de celo; (b) período intermedio; (c) período de descanso sexual.



**Figura 2.4.** Exhibición del paladar blando en un dromedario macho en celo.

nasal), una característica anatómica de los grandes camélidos que se conoce como «dulla» (figura 2.4).

Este comportamiento puede repetirse regularmente durante toda la temporada de celo. Hay que tener en cuenta que esta exteriorización (que algunos desprevenidos confunden con la lengua) ocurre con mayor frecuencia por el lado derecho de la boca, emitiendo al mismo tiempo un sonido desagradable de gorgoteo y una baba espumosa.



**Figura 2.5.** Secreción de las glándulas occipitales en la parte posterior de la cabeza de un macho en celo.

adelgaza. Puede perder hasta el 35% de su peso y en ocasiones, su tránsito intestinal se acelera y presenta diarrea. Sobre la base de este comportamiento, se organizan festivales de lucha de camellos en Turquía. Es necesario evitar que varios machos reproductores cohabiten en la misma manada durante la época de celo, principalmente porque se establece una competencia por dominar a las hembras.

— **exhibición del paladar blando:** durante el celo, el macho exhibe al exterior la parte blanda del paladar (la partición que separa la cavidad oral de la cavidad

— **rechinar de dientes:** En el período de celo, también muestran el rechinar de dientes por el roce lateral de los molares, emitiendo un desagradable sonido metálico.

— **secreción de las glándulas occipitales:** el macho tiene dos glándulas en la parte posterior de la cabeza (glándulas occipitales) que secretan un líquido opaco denso, de color marrón casi negro, particularmente abundante durante el celo (figura 2.5). Este líquido maloliente contiene esteroides androgénicos y feromonas con las que el animal marca su te-



◀ **Figura 2.6.** Postura para marcar territorio con la orina durante el período de celo (Fuente: Tibary et Anouassi, 1997).

▼ **Figura 2.7.** Postura característica de flehmen en dromedario macho antes del apareamiento.



ritorio (cuando está al aire libre) frotándose contra los árboles o elementos del recinto.

— **marcar territorio con orina:** para marcar el territorio, no sólo lo hacen con el líquido de las glándulas occipitales. También lo hacen con la orina que el animal esparce adoptando una postura particular. Consiste en extender las extremidades posteriores y dispersar la orina mediante movimientos verticales de la cola. Esto hace que después de unas semanas, los cuartos traseros estén cubiertos con una corteza negruzca, que viene a ser una mezcla de orina y arena (figura 2.6).

— **actitudes prenupciales:** frente a frente con las hembras durante el período de aceptación de apareamiento, el macho las persigue, olfatea su flanco y el perineo. Constantemente defiende su «harem» de otros machos e incluso de las personas presentes en la manada. Con frecuencia, adopta una postura específica llamada flehmen (figura 2.7). Luego obliga a la hembra a tumbarse para el apareamiento antes de él acuclillarse en la parte posterior de la joroba de ésta.

### 2.3. La cubrición o apareamiento

El apareamiento en grandes camélidos se realiza en una posición llamada “bared” (echada) para la hembra (figura 2.8). Es característico en esta especie de gran herbívoro la duración de la cópula. Puede variar de 5 a 25 minutos dependiendo de la época del apareamiento y edad del semental. Cuando la eyaculación se produce a lo largo de la cópula, la tasa de éxito aumenta en relación con la duración del apareamiento.



**Figura 2.8.** Apareamiento asistido en dromedarios.

En algunos casos (sementales jóvenes inexpertos o machos potencialmente agresivos), el operario de la granja debe ayudar al semental facilitando la introducción del pene. Así evitamos las interacciones a veces peligrosas y la introducción de arena en los genitales de la hembra.

Más adelante en el capítulo «manejo de la reproducción», trataremos aquellas prácticas destinadas a mejorar la productividad numérica en una manada o rebaño de camellos.

## **2.4. Gestación**

La gestación en camellos es larga, de unos 13 meses de media. A pesar de que su útero es bífido (figura 2.9), casi siempre ocurre en el cuerno uterino izquierdo.

El embrión se implanta en el útero a partir del sexto día después de la ovulación y se une a él, alrededor del día 20. El embrión aparece en el cuerno derecho del útero en casi todos los casos y migra al cuerno izquierdo, probablemente porque está más desarrollado. Sin embargo, se desconoce el mecanismo de esta migración. Aunque a veces puede haber múltiples ovulaciones de forma natural, el nacimiento de gemelos es muy raro: entre el 0.1 y 0.4%. La mortalidad embrionaria temprana es bastante común, al igual que los abortos, pudiendo afectar al 10% de las gestaciones en algunos rebaños. La placenta de los grandes camélidos es de tipo epiteliochorial difusa, similar a la de caballo y muy diferente a la de vaca. Rara

vez se observa retención placentaria en camellos después del parto. A diferencia de otras especies, en todos los camélidos hay una membrana extra fetal llamada epitelial que cubre completamente al feto y evita el contacto directo con el líquido amniótico. Esta membrana actuaría como lubricante en el momento del parto y constituiría un elemento protector frente a la deshidratación.

## 2.5. El parto

Los primeros signos del parto se empiezan a observar unas semanas antes de que se produzca. En primer lugar, se aprecia el desarrollo de la glándula mamaria (aproximadamente 2 semanas antes) particularmente visible en madres primerizas. Aproximadamente 15 días antes del parto, se observa el inicio de la relajación del ligamento sacrociático que se encuentra a ambos lados de la pelvis. Aparece un edema de la vulva tan sólo unos días antes (figura 2.10).

El nacimiento en sí consta de tres fases o etapas (ver figura 2.13):

- **etapa preparatoria:** puede durar de 3 a 48 horas. Durante esta fase la futura madre muestra ansiedad, no deja de moverse, se aísla del rebaño y en algunos casos aparece la bolsa de agua (figura 2.11)

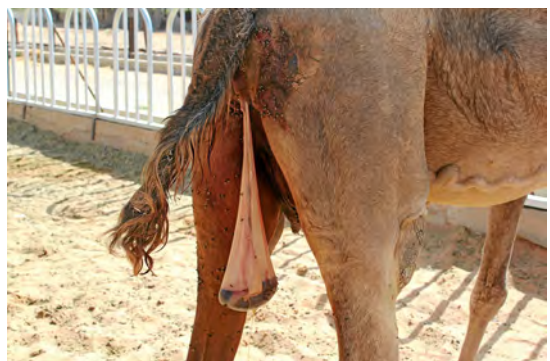
- **etapa de expulsión del feto:** se inicia con la rotura de la bolsa de agua y su duración media puede variar entre 5 y 45 minutos. El tiempo de expulsión del feto va a depender



**Figura 2.9.** Útero de una camella. El cuerno izquierdo parece más desarrollado que el cuerno derecho y es el lugar de la gestación.



**Figura 2.10.** Edema en la vulva en la fase previa al parto.



**Figura 2.11.** La presencia de la bolsa de agua señala el comienzo de expulsión del feto.

de la fuerza de las contracciones, edad de la madre y peso de la cría. En la mayoría de los casos, el feto sale de cabeza, con la barbilla apoyada sobre las extremidades anteriores. La hembra pare acostada de lado, aunque a veces, también puede hacerlo de pie. La distocia (dificultad en el parto) es poco frecuente en esta especie (figura 2.12).

— **expulsión de la placenta:** su expulsión es bastante rápida en grandes camélidos (alrededor de 40 minutos). Hay que destacar que su placenta es bastante pesada, pudiendo alcanzar los 10 kg en los recién nacidos de mayor peso al nacimiento.



**Figura 2.12.** Fase de expulsión del feto durante el parto.



**Figura 2.13. Fases de un parto eutócico en una camella.** A y B. El recién nacido se presenta en posición "normal" (cabeza y extremidades anteriores primero). C-E. El ayudante solo facilita la expulsión, la madre tumbada de lado (por lo general la hembra permanece de pie), siguiendo las contracciones. Cuando expulsa al feto, la madre se levanta y reconoce a su pequeño por su olor.





**Figura 2.14.** Cría de camello justo después del nacimiento todavía envuelta en el epitelio.



**Figura 2.15.** Reconocimiento de la cría a través de su olor por la madre unos minutos después del parto.

Tras el nacimiento, la cría es capaz de sentarse a los 5-15 minutos (figura 2.14), levantarse rápidamente, y mamar desde la primera hora. El instinto maternal de la madre se refleja desde el nacimiento mediante el reconocimiento de la cría por su olor (figura 2.15). Durante el parto, el aumento de la leche debido a la influencia de las hormonas puede provocar su expulsión natural.

Después del parto, se produce la involución vulvar en unos días y la uterina en unas semanas (aproximadamente a las tres semanas). En grandes camélidos, los sangrados y secreciones posparto de la vulva suelen producirse en pequeñas cantidades.

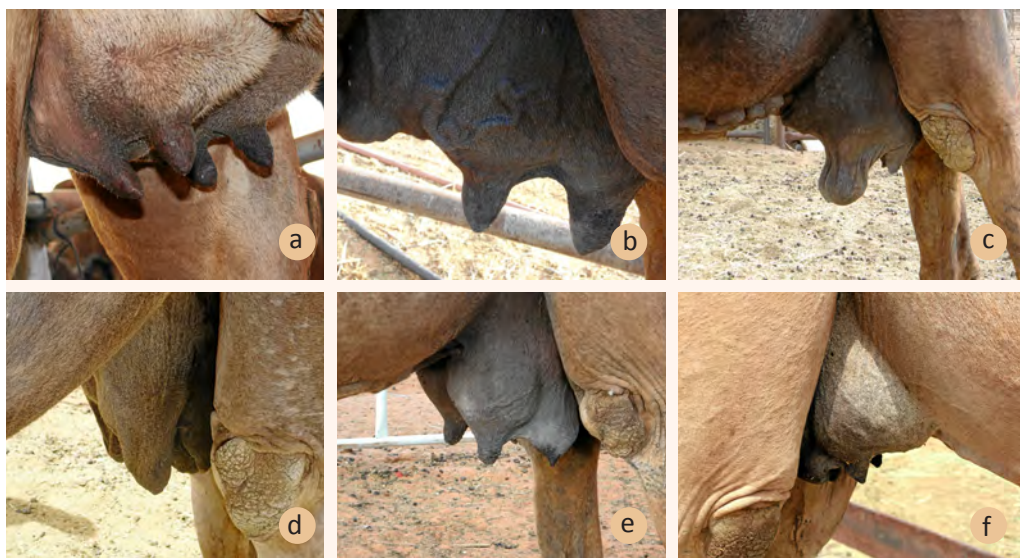
El primer celo tras el parto puede ocurrir en un intervalo de tiempo muy variable. Este ciclo puede reanudarse inmediatamente después del nacimiento de la cría —especialmente si no sobrevive— manteniendo unas buenas condiciones de alimentación.

El anestro posparto dura de media unos 30 días y el apareamiento puede darse a partir del día 45 tras el parto. Sin embargo, el ovario permanece inactivo durante parte de la lactancia: es el anestro o infertilidad de la lactancia. Se debe tener en cuenta que el inicio de la reproducción no es incompatible con la lactación, por tanto, si se produce la gestación la producción de leche disminuye y luego se detiene a las pocas semanas del inicio de ésta (véase capítulo 5, «Manejo de la reproducción»).

### 3. Fisiología de la lactación

#### 3.1. Morfología mamaria

Al igual que la vaca, la camella tiene una ubre formada por 4 cuartos, que en este caso no se hayan separados por un surco. La glándula mamaria se localiza debajo del abdomen y los pezones son generalmente más delgados y cortos que los de la vaca lechera. La morfología general de la ubre varía de una raza a otra, pero debido a la falta de selección en este rasgo, existe una alta variabilidad entre animales. Generalmente se pueden distinguir 6 tipos de morfología mamaria en camellas: (a) cilíndrica, (b) embudo, (c) embotellada, (d) pendular, (e) piriforme y (f) globular (figura 3.1).



**Figura 3.1.** Tipos de morfología mamaria en camellas lecheras.

La anatomía interna de la ubre en grandes camélidos se caracteriza por:

- Presencia de varios conductos en los pezones, lo cual es importante para el tratamiento localizado con antibióticos en caso de mastitis.
- Cisterna poco desarrollada, a diferencia de las células lactogénicas (acinos alveolares), lo que implica una menor reserva de leche «cisternal» (del 1 al 15% dependiendo del animal, con un 8% de media) en comparación con la leche «alveolar». La relación de leche cisternal /alveolar es comparable a la observada en la búfala, pero es muy diferente a la de la vaca lechera (alrededor del 35/65) y aún más a la de cabra lechera (80/20).

Esta morfología tiene importantes consecuencias a la hora de la adaptación a la máquina de ordeño, así como en la estimulación mamaria (ver capítulo 6, «manejo del ordeño»). Pero, sobre todo, ayuda a comprender la dinámica del flujo de leche durante el ordeño. De hecho, la leche cisternal (almacenada entre ordeños en la cisterna), a través de los grandes conductos galactóforos está disponible inmediatamente cuando se abre el esfínter del canal del pezón. Por el contrario, la leche alveolar, almacenada en acinos, no puede drenar por sí sola y su expulsión requiere la contracción de las células mioepiteliales que rodean los acinos. Tanto la apertura del esfínter, como la contracción de las células mioepiteliales dependen de la hormona oxitocina.

### 3.2. Flujo de leche

Para medir el flujo de leche, se utiliza un dispositivo de registro de volúmenes producidos por unidad de tiempo. Es una grabadora automática, que sólo funciona en el caso del ordeño mecánico y se coloca entre la ubre y el tanque de ordeño (figura 3.2). Los datos se registran en un medio electrónico conectado a un software que permite almacenar toda la información en forma de tablas y gráficos.

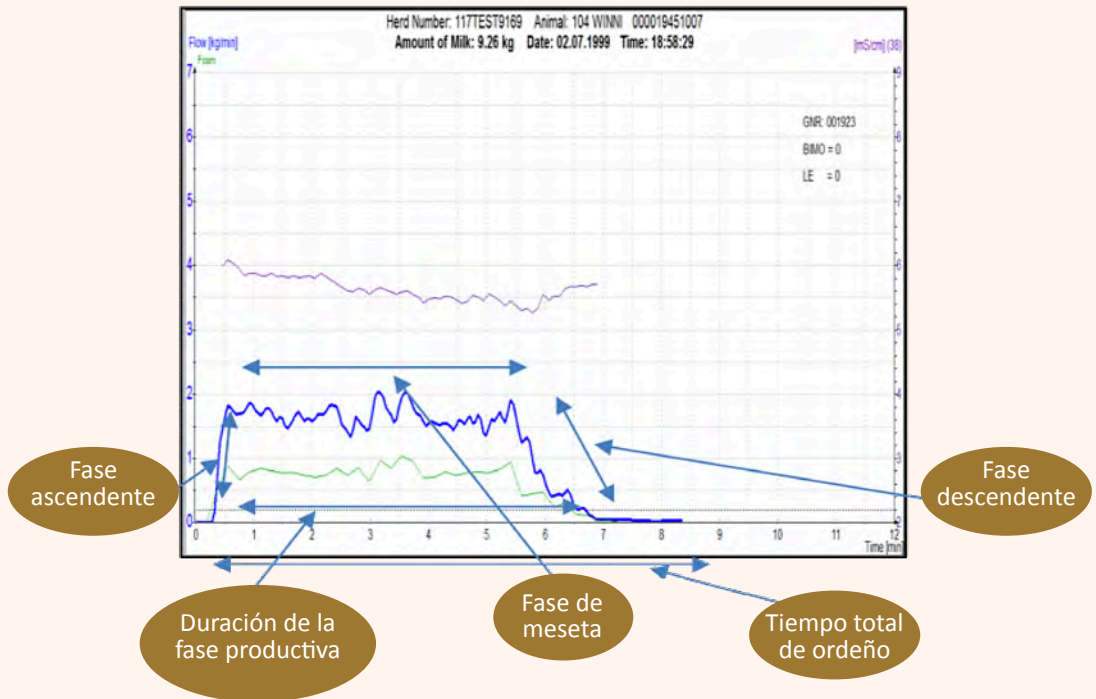


**Figura 3.2.** Dispositivo de registro automático del flujo de leche durante el ordeño. El instrumento es de tipo Lactocorder ©

Durante el ordeño, el flujo de leche incluye varias fases:

- **fase de estimulación**, generalmente proporcionada por la succión de la cría, y menos frecuente, por el masaje en los pezones por parte del operario. La estimulación desencadena la liberación de oxitocina, que actúa muy rápidamente en la apertura del esfínter que obstruye el canal del pezón, y posteriormente en los acinos permitiendo la expulsión de la leche.
- **fase ascendente**, dura unos segundos, durante los cuales el flujo de leche aumenta gradualmente, alcanzando un máximo (rara vez más de 2L/min).
- **fase de meseta**, su duración varía dependiendo del potencial lechero de la camella y durante esta fase el flujo de leche es casi constante.

— **fase descendente**, también de duración variable y que acaba por detener la lactación (figura 3.3).



**Figura 3.3.** Gráfico del flujo de leche en una camella.

Existen varios tipos de curvas del flujo de leche y se pueden enumerar al menos 3 tipos principales:

- ordeño rápido:** se caracteriza por una fase ascendente muy corta con un pico que supera los 2 o incluso 3 L/min, seguido de una meseta igual de corta y una fase descendente progresiva. Este perfil es característico de las camellas “fáciles de ordeñar”, y que necesariamente no son las mayores productoras.
- ordeño bimodal:** se caracteriza por presentar dos picos que se corresponden con la eyección de la leche cisternal (primer pico), y alveolar (segundo pico). Podría estar relacionado con una estimulación insuficiente y un efecto retardado de la hormona oxitocina.
- ordeño lento,** donde la fase de meseta es reemplazada por una curva descendente muy gradual.

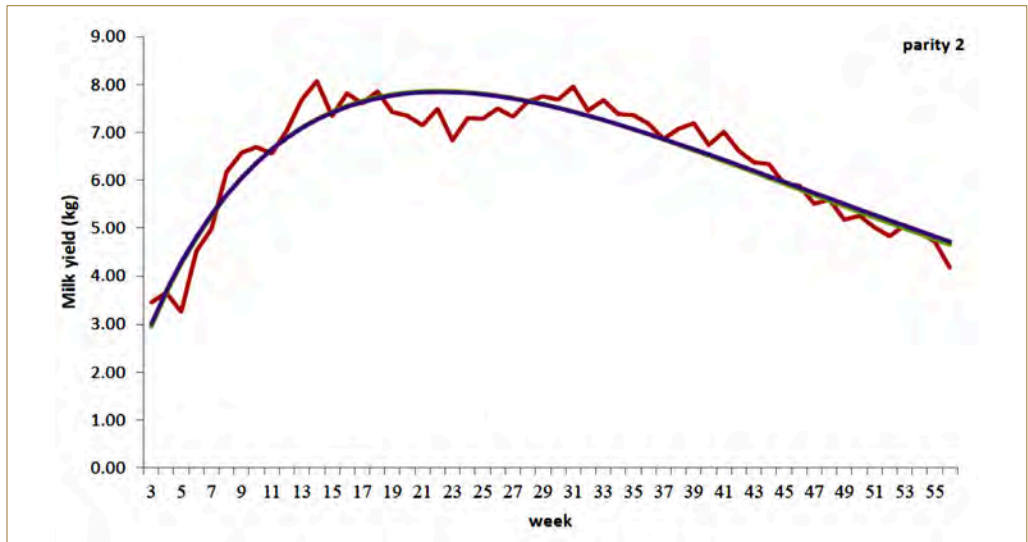
Más adelante, en el capítulo 6, manejo en el ordeño, se explicará como interpretar las lecturas de un medidor de leche. Diversos estudios han demostrado que la producción de leche no es igual en los diferentes cuartos de la ubre. Al igual que en vacas, los cuartos traseros producen más leche (alrededor del 55-60% de la leche total) que los cuartos delanteros.

### 3.3. Curva de lactación

La producción de leche comienza en el momento del parto y el volumen de leche producida no es constante a lo largo de toda la lactación. Este volumen depende de diversos factores: genética, dieta, intervalo entre ordeños, calidad de la estimulación, clima, estrés, parámetros de la máquina de ordeño, presencia de enfermedades (en particular mastitis) y, por supuesto, de la etapa fisiológica de la hembra, es decir, principio, mitad o final de lactación. En general, la curva de lactación expresa la evolución de la producción de leche. Para describir esta curva, se utilizan varios parámetros:

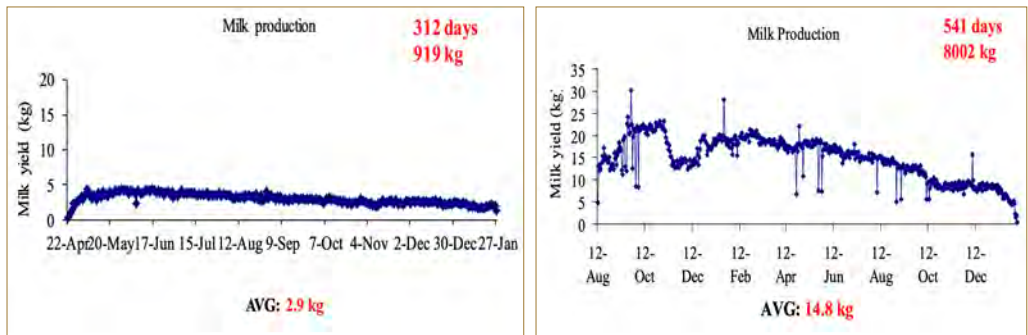
- **duración total de la lactación**, que varía de 6 a 18 meses (valor medio de 12 meses). Depende del nivel de producción de las camellas y de la calidad de su alimentación. Esto, no debe confundirse con la duración total de la producción de leche que está vinculada al ordeño. Las primeras semanas la leche se destina íntegramente a amamantar a las crías.
- **producción inicial**, inmediatamente después del parto o al inicio del ordeño.
- **duración de la fase de producción creciente**, período que varía de 2 a 4-5 meses dependiendo del animal.
- **producción en el pico de lactación**: en camellas no es muy pronunciado y aparece más bien como una meseta que puede durar varias semanas. En estos casos, se tiene en cuenta el **máximo producido en 24 horas**.
- **momento de máxima producción** (*en días posparto*)
- **duración de la fase descendente**
- **tasa de persistencia** refleja la pendiente decreciente de la producción y se estima calculando la disminución entre dos controles lácteos (generalmente un mes) reducidos a la duración total de la fase descendente. En las camellas, la tasa de persistencia es mayor que en las vacas lecheras, es decir, que la disminución de la producción es más lenta.
- **momento de secado**: sabiendo que en las camellas los niveles de producción son relativamente bajos, la interrupción de la producción ocurre básicamente de manera natural y no requiere de una dieta a base de agua como en las vacas lecheras de alta producción.

La curva de lactación (figura 3.4), varía en función del número de lactaciones de la madre (es más «aplanada» en primíparas), el mes de parto (más corto para el parto tardío que ocurre en primavera), y según el nivel de producción (el pico de lactación es menos pronunciado cuando el potencial supera los 3000 L de leche/año).



**Figura 3.4.** Ejemplo de curva de lactación real (en rojo) y modelada (en negro) para una camella de rango de lactación 2 y calculada a partir de la producción semanal (fuente: Aziz et al., 2016<sup>2</sup>).

A partir de modelos desarrollados por varios investigadores, se puede estimar la producción total esperada a partir de la producción inicial, la producción máxima y la tasa de persistencia. En el ejemplo de la figura 3.5, se muestran dos tipos de curvas lactación muy diferentes y que permiten comparar una camella de baja producción (2,9 kg/día) con otra de alta producción (14,8 kg/día con un máximo de 30 kg).



**Figura 3.5.** Ejemplo de dos curvas extremas (baja productora y alta productora) de dos camellas de la granja Camelicious en Dubai (fuente: Nagy et Juhasz, (2009)<sup>3</sup>).

<sup>2</sup> Aziz M.A., Faye B., Al-Ekna M., MUSAAD A., 2016. Modeling lactation curve of Saudi (camels using a linear and non-linear forms of the incomplete Gamma function. *Small Rumin. Res.*, 137, 40-46.

<sup>3</sup> Nagy, P, Juhasz, J.: Intensification of milk production and machine milking of dromedary camels (*Camelus Dromedarius*). 2nd Conference of the International Society on Camelids Research and Development, Djerba, Tunisia, 11-14 March 2009

## 4. Bases fisiológicas de la digestión y nutrición

Los grandes camélidos son pseudo rumiantes. Esto significa que, a pesar de presentar la fisiología de los rumiantes, no pertenecen al Suborden *Ruminantia* desde el punto de vista taxonómico. Además, tanto los dromedarios como los bactrianos presentan características fisiológicas en la digestión de los nutrientes que afectan a su comportamiento alimenticio, así como a su tipo de dieta. No obstante, como herbívoros, es probable que utilicen los mismos recursos alimenticios que los verdaderos rumiantes.

### 4.1. La digestión en grandes camélidos

Como todos los herbívoros rumiantes, los grandes camélidos son poligástricos. Tienen varios estómagos con funciones específicas, aunque la anatomía de los estómagos difiere significativamente. Si bien los rumiantes poseen 4 estómagos, los grandes camélidos tienen sólo 3 compartimentos, denominados C1 (equivale al rumen), C2 (equivale al retículo) y C3 (corresponde a la fusión entre omaso y abomaso). Desde el punto de vista interno, la parte distal del C3 se distingue por la existencia de glándulas mucosas donde se produce ácido clorhídrico (interviniendo en la digestión), por lo que algunos describen un compartimento C4. El compartimento C1 se subdivide en dos «bolsas» que incluyen los llamados sáculos glandulares o acuíferos en su parte ventral (figura 4.1).



Figura 4.1. Anatomía de los estómagos en el camello.

Esta configuración anatómica permite al animal separar el bolo alimenticio en los estómagos en dos fases, una sólida y otra líquida. En consecuencia, las partículas ingeridas permanecen durante más tiempo en los estómagos. Sin embargo, al igual que en los rumiantes, la digestión se lleva a cabo por las bacterias presentes. Estas bacterias digieren la celulosa vegetal y otros componentes a partir de los cuales se sintetizan proteínas que son absorbidas a nivel intestinal. La principal ventaja de una mayor permanencia de las partículas alimenticias en el compartimiento C1 es una digestión más completa. Esto a su vez explica por qué los grandes camélidos son capaces de digerir forrajes nutricionalmente pobres en una mejor proporción que la vaca.

Por otro lado, el tránsito intestinal de nutrientes entre la salida del C3 y la excreción fecal es más lento que en otros herbívoros, aumentando aún más la eficiencia en la digestión de forrajes pobres. Además, existen dos características de la especie que también contribuyen a esta eficiencia digestiva y que tienen consecuencias importantes en la alimentación: el poder amortiguador o capacidad tampón del contenido estomacal y el reciclaje de la urea.

— **capacidad tampón** es la capacidad de un medio (en este caso el contenido estomacal) para mantener un nivel estable de acidez. Si la capacidad amortiguadora es baja, algunas raciones pueden provocar un exceso de acidez (acidosis) o alcalinidad (alcalosis). No obstante, estos fenómenos son raros en grandes camélidos (a excepción de camellos de carreras, alimentados con raciones desequilibradas muy ricas en concentrados). El poder amortiguador lo proporciona la saliva, que el camello produce en grandes cantidades, así como por los fosfatos y bicarbonatos secretados por las glándulas ubicadas en los sáculos glandulares. La ventaja de una acidez casi constante (como mínimo un pH de 6,5) radica en el mantenimiento de la actividad de las bacterias del estómago. Además, la separación de nutrientes en dos fases permite un aumento más rápido del «turn-over o tasa de renovación» de la fase líquida. Lo anterior, combinado con el mantenimiento de la actividad bacteriana produce una eliminación más rápida de los azúcares fermentables y productos de fermentación, que, en caso contrario, pueden causar trastornos digestivos.

— **ciclo de la urea** es un fenómeno clásico en herbívoros. Las plantas contienen proteínas y nitrógeno no proteico. La digestión de las proteínas por las bacterias produce aminoácidos, así como urea y amoníaco. El nitrógeno no proteico produce directamente amoníaco. Es a partir del amoníaco que las bacterias sintetizan una parte de las proteínas digeridas en el intestino. Además, una parte del amoníaco pasa a sangre para ser también metabolizado en urea por el hígado. Esta urea vuelve al torrente sanguíneo, donde una parte es eliminada por los riñones a través de la excreción urinaria. La otra parte de la urea regresa a los estómagos y la saliva para convertirse en amoníaco que se usa para la síntesis de proteínas microbianas. A todo este proceso se le denomina ciclo de la urea. Sin embargo, la tasa de reutilización en camellos es mucho mayor que en otras especies: aproximadamente un 94% en camellos, en comparación con el 75% en cabras del desierto y el 78% en ovejas del desierto. Incluso, se eleva al 97% en camellos deshidratados. Esto es una gran ventaja, ya que esta reutilización o reciclaje conduce a la excreción de una orina relativamente baja en urea (lo que puede explicar su interés en la farmacopea



tradicional), y a una mayor eficiencia digestiva cuando se alimentan de forrajes con bajo contenido proteico. Desde otro punto de vista, lo anterior explica el riesgo de intoxicación urémica con dietas demasiado ricas en nitrógeno no proteico.

## **4.2. Nutrición en grandes camélidos**

Como casi todos los animales, los grandes camélidos necesitan azúcares, grasas, proteínas, minerales y vitaminas, para asegurar su mantenimiento y producción, sin mencionar el agua. Todos estos elementos los obtienen en proporciones variables a partir de forrajes accesibles en ecosistemas desérticos o esteparios. Las recomendaciones en cuanto a necesidades nutricionales han sido poco estudiadas para estos animales y, en general, para el cálculo de raciones (véase capítulo 8 «La alimentación»), se utilizan las referencias de bovinos, teniendo en cuenta las especificidades de la digestión mencionadas anteriormente para esta especie. A lo largo de este capítulo nos centraremos en los siguientes aspectos: conducta alimentaria, cantidades ingeridas, el almacenamiento de las reservas de grasa y las necesidades de agua.

### **4.2.1. Conducta alimentaria**

Tanto los dromedarios como los bactrianos son «ramoneadores», que al contrario que los «pastoreadores», consumen una amplia variedad de plantas en sus ecosistemas, desde las hierbas más cortas hasta los tallos y hojas de árboles que les resulten accesibles a través de su largo cuello (figura 4.2). Presentan un comportamiento similar al de la cabra y se distinguen claramente del ganado vacuno y ovejas. Tal comportamiento está relacionado con características fisiológicas y anatómicas: buena digestión de la celulosa gracias a las bacterias celulolíticas de los estómagos, fuerte secreción de ácido clorhídrico en el compartimento C4, fuerte actividad amilolítica que permite una mejor digestión de los almidones, mayor longitud del intestino y una mayor superficie papilar.

Cuando pastan los grandes camélidos se comportan de manera no gregaria y ambulatoria, lo que significa que un grupo de animales (una manada) nunca se concentra en un solo lugar, y se mueven para pastar. Los desplazamientos pueden ser largos (más de 20 km por día), lo que a su vez evita una alta presión localizada sobre los recursos. Como animal que pasta, su selectividad por las plantas consumidas será, por tanto, mayor. En particular, numerosos estudios realizados en África han demostrado claramente tanto la diversidad de especies consumidas como la variabilidad de los diferentes estratos vegetales afectados en cuestión, lo cual evita la sobreexplotación de un estrato determinado. Se ha estimado que un dromedario consume entre 15 y 22 plantas diferentes en un entorno dado, en comparación con los 12 a 15 tipos de plantas en ovejas. En general, los animales pasan un promedio de 8 horas recolectando recursos forrajeros para alimentarse (figura 4.2).

Este comportamiento natural de los animales puede tener consecuencias en los sistemas de estabulación donde se introducen los alimentos en los comederos y donde las raciones de alimentos son mucho más monótonas (distribuyéndose además solo dos veces al día).

#### 4.2.2. Cantidades ingeridas

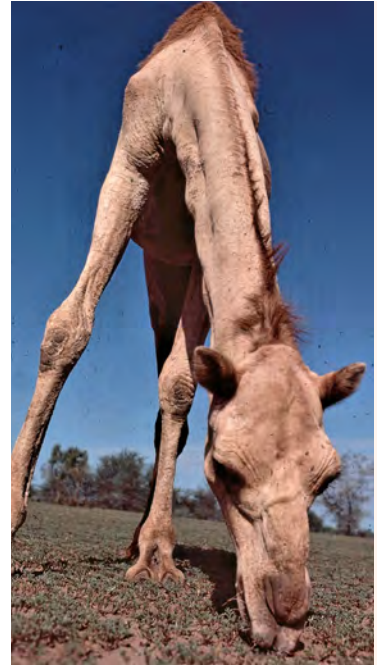
La cantidad ingerida por los grandes camélidos depende de su peso, edad, calidad del forraje, composición de la ración (presencia o ausencia de concentrados), contenido de agua y su estado (animal en crecimiento, hembra lactante o preñada, macho en celo o en reposo sexual), lo cual, determina sus necesidades. Por tanto, las cifras que se dan en las publicaciones científicas son muy variables. De media, las cantidades ingeridas en adultos oscilan entre 2 y 3 kg de materia seca (MS)/100 kg de peso vivo, o para un adulto de 500 kg, entre 10 y 15 kg de MS. Con pastos arbustivos que alcanzan casi el 80% MS, esto equivale a unos 12–18 kg de heno. De ahí que la capacidad de ingestión sea menor en camellos que en las vacas, cuyo rango oscila de 18 a 22 kg de MS para un animal del mismo peso (500 kg).

#### 4.2.3. Almacenamiento y eliminación de las reservas de grasa

Los grandes camélidos son la única especie capaz de almacenar la mayor parte de sus reservas de grasa en un solo lugar, la joroba (figura 4.3), que concentra entre el 50 y el 80% de la grasa de la canal (aproximadamente 30-35% de la grasa total si se incluye la grasa intramuscular).

La grasa representa más del 90% de la MS de la joroba y se almacena en unas células especializadas llamadas adipocitos. El mecanismo de almacenamiento/eliminación de la grasa es esencial para la supervivencia del animal. Estas reservas se acumulan durante las épocas favorables (temporada de lluvias) cuando la hierba es más abundante o durante los períodos del ciclo fisiológico que requieren menos energía (fin de la lactancia, inicio de la gestación o período de descanso sexual en el macho).

Por el contrario, estas reservas, que constituyen la energía para el animal, se movilizan durante las épocas desfavorables. Esto se produce cuando los recursos alimenticios son de mala calidad o en caso de aumento de las necesidades energéticas (inicio de la lactación, final de gestación, período de celo).



**Figura 4.2.** conducta alimentaria del camello que consume «desde las hierbas más cortas hasta los tallos y hojas de árboles accesibles a través de su largo cuello».



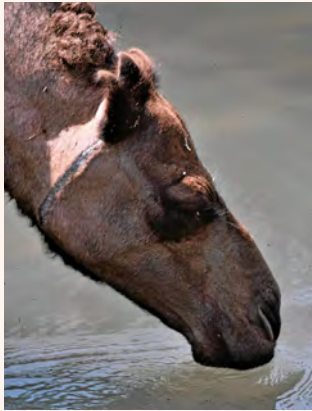
**Figura 4.3.** (a) las reservas de grasa del dromedario y bactriano se concentran en la joroba (o) jorobas; (b) la joroba está compuesta por un 70% de grasa.

La concentración de estas reservas en la joroba es una estrategia de adaptación de los grandes camélidos al calor. Debido a que la grasa se concentra principalmente en la joroba, la grasa subcutánea en el resto del cuerpo no es muy abundante, y esto facilita la disipación del exceso de calor. Sin embargo, existen otros dos sitios de almacenamiento interno, la grasa perirrenal, alrededor de los riñones (constituye del 10-15% de la grasa total) y la grasa mesentérica (5-10% de la grasa total) que cubre el mesenterio, es decir, la pared interna de la cavidad abdominal. La ventaja de la joroba es que da una lectura fácil del estado de las reservas adiposas de un animal concreto.

#### 4.2.4. Requerimientos de agua

La resistencia de los grandes camélidos a la sed es proverbial. De hecho, las necesidades de agua del dromedario en particular, que han sido estudiadas durante mucho tiempo, parecen

ser más bajas que para otras especies domésticas que viven en regiones desérticas. Uno de los parámetros utilizados para evaluar estas necesidades es la tasa de recambio de agua, es decir, la necesidad de que se renueve el agua del cuerpo. En dromedarios, es de alrededor de 80 ml/kg de peso vivo (PV)/24 horas. A modo de comparación, es de 160 ml/kg/24h en toros, 120 en cebú, 100 en ovejas del desierto y 95 en cabras del desierto resistentes a la deshidratación. Las necesidades de agua obviamente dependen de las condiciones climáticas. Son básicamente más altas en la estación cálida y con raciones de alimentos más ricas en materia seca. Se estima que estas necesidades son de alrededor de 20 a 30 litros de agua por día (ver figura 4.4). Aunque la lactación se asocia con un aumento de las necesidades energéticas, varios estudios sugieren que la restricción de agua tiene un efecto limitado sobre la producción de leche. Sin embargo, conviene recordar que, a pesar de su capacidad para resistir la deshidratación e incluso un abastecimiento menos frecuente de agua, el camello necesita beber como todos los seres vivos.



**Figura 4.4. Abastecimiento de agua en camellos (Etiopía, Sudán, Yibuti, Kenia, Arabia Saudita, Kazajistán).** La ingesta de agua se realiza acercando los animales a recursos naturales (ríos, lagos) o con equipos (bebederos, recipientes a la salida de los pozos), o bien acercando el recurso a los animales (camión cisterna).





# GESTIÓN TÉCNICA PARA LA CRÍA DE CAMELLAS LECHERAS

Esta parte está dedicada a la gestión de una granja de camellos con un enfoque particular, la producción de leche. Sabiendo que esta gestión es delicada, se tratará de establecer unas reglas básicas para un buen manejo de:

- la reproducción;
- crianza de los recién nacidos;
- ordeño;
- la alimentación; y, por último
- de la salud.



## 5. Manejo de la reproducción

### 5.1. La cubrición

La reproducción en camellos tras la pubertad o en ciclos posteriores de reproducción debe hacerse a partir del primer o segundo día de celo, si éste es visible. Es el momento en cual las probabilidades de cubriciones fértiles son más altas. En caso de celo “silencioso”, es preferible colocar al macho dentro de la manada de hembras a fecundar. Un semental puede cubrir varias veces durante el día y se utiliza un macho reproductor por cada 25 o 30 hembras. No obstante, se considera que es capaz de cubrir un total de 40 a 50 hembras (pudiendo alcanzar las 70) durante la temporada de celo a razón de 3 o 4 hembras por día. No es aconsejable mantener al mismo macho en el rebaño más de 5 años, para evitar la consanguinidad.

Seleccionar una hembra demasiado joven para la reproducción, disminuirá su capacidad de fertilidad a largo plazo. La gestación se desarrollará a expensas de su propio crecimiento, al igual que la lactación. Esto hace que el tiempo que se ha ahorrado en el primer parto, se pierda en el intervalo de tiempo necesario que la joven hembra reponga sus reservas antes del segundo parto. De hecho, más que un criterio de edad (puede oscilar entre los 2 años y medio y los 5 años), el factor más importante a la hora de decidir si iniciar o no la reproducción, es el peso de la hembra juvenil: no debe ser inferior al 65% del peso adulto.

En un entorno tradicional, el ganadero suele esperar hasta el destete de la cría, antes de poner de nuevo a la hembra en reproducción. Sin embargo, como la gestación provoca el cese prematuro de la lactación, no se recomienda iniciar la reproducción demasiado pronto tras el parto en las granjas lecheras (véase capítulo 1 «Ciclo de vida»). En buenas condiciones de mantenimiento, las hembras pueden fertilizarse a los 4-5 meses tras el parto, si ocurre al inicio de la temporada de reproducción del macho. Esto permite un intervalo entre partos de 16 a 18 meses y la obtención de 2 crías en 3 años. Inclusive, se han realizado ensayos de estación para obtener retornos al celo tempranos por inducción hormonal, lo que permite que la reproducción tenga lugar un mes después del parto, dando lugar a intervalos de 14 meses.

Se describen dos tipos de cubrición: a) monta asistida y b) monta natural.

**a) monta asistida:** consiste en conseguir que la hembra se aparee con el macho que tiene las características genéticas “deseadas”. Esto permite por un lado una mejor elección de los sementales, a la vez, que la puesta en marcha de una selección adecuada en función de los parámetros de producción o rendimiento. La ventaja de este sistema, aparte de los aspectos relativos a la mejora genética, es la posibilidad de un control previo de la integridad genital de los animales reproductores (posiblemente con control de la madurez de los folículos por ultrasonografía). Todo lo anterior, contribuye a optimizar el éxito de la fecundación y permite trabajar en condiciones



higiénicas óptimas. El apareamiento se lleva a cabo en un lugar específico donde el ganadero o cuidador pueda ayudar al macho durante la penetración del pene. Contrariamente a la creencia popular, el apareamiento puede tener lugar en presencia de humanos, pero debe realizarse en un ambiente tranquilo, evitando la presencia de otros sementales.

**b) monta natural:** es la que se practica generalmente en un ambiente extensivo. El macho reproductor se deja permanentemente y durante la temporada de reproducción con las hembras de la manada. Sin embargo, en sistemas de producción más intensivos, se introduce en el corral de las hembras a cubrir (en algunos casos todo el día o bien sólo por la noche). La ventaja de este sistema es que requiere poca o ninguna mano de obra, aunque genera incertidumbre sobre la fecha exacta del apareamiento. Pasadas unas semanas, las hembras que hayan sido cubiertas y que muestren signos de gestación se pueden separar.

## 5.2. Diagnóstico de Gestación

Existen tres métodos de diagnóstico para confirmar el estado de preñez de la hembra, que enumeramos a continuación desde el más simple hasta el más sofisticado:

— **cola levantada:** es el método tradicional practicado por todos los criadores. Se basa en el comportamiento temprano que muestra la hembra después de la fecundación, aproximadamente dos semanas después del inicio de la gestación. La hembra muestra una actitud de rigidez con la cabeza levantada, y destaca especialmente la elevación de la cola tan pronto como se acerque el macho (figura 5.1). Cabe mencionar que, aunque la elevación de la cola no es constante, se produce de forma fiable, en el 95% de los casos en camellas tranquilas. Por otro lado, a veces pueden darse muchos “falsos positivos” principalmente en hembras inquietas o nerviosas. Este signo desaparece rápidamente después de un aborto o por la muerte temprana del embrión. En los bactrianos, este signo aparece menos marcado.



**Figura 5.1.** Conducta de levantar la cola en una hembra gestante.

— **nivel de progesterona:** la confirmación de la gestación también se puede realizar analizando la hormona del embarazo, la progesterona. Su nivel en sangre, en caso de gestación confirmada, permanece por encima de 2ng/ml, mientras que en caso de no gestación después



**Figura 5.2.** (a) ecógrafo portátil utilizado para el diagnóstico de gestación u otro tipo de examen ginecológico de grandes herbívoros como los camellos. (fuente: <https://www.ultrasoundportables.com/by-application/veterinary/large-animal-ultrasound-imaging>); (b) diagnóstico de gestación por ecografía a los 30 días de gestación en una camella. La flecha indica la membrana alantoidea (fuente: Tibary et Anouassi, 1997).

del apareamiento, su valor descendiendo unas 10 veces, es decir, alrededor de 0,2 ng/ml. Sin embargo, dado que el aumento se produce a partir de la ovulación y se mantiene durante unos 8 días, incluso en caso de no gestación, la cuantificación para el diagnóstico de fecundación exitosa debe realizarse generalmente en los 15 días posteriores a la cubrición. Las técnicas de cuantificación utilizadas en los laboratorios para otras especies son perfectamente válidas para grandes camélidos. También es posible medir la progesterona en la leche. Hay pocas referencias en camellas, probablemente debido a que la reproducción a menudo ocurre después del secado, pero los valores aproximados son de 5 ng/ml en hembras gestantes frente a menos de 1 ng/ml en la leche de hembras no gestantes.

— **ecografía rectal:** la ecografía ha reemplazado de manera útil a la palpación rectal manual, para la cual se requiere más práctica. Hoy en día, existen muchos dispositivos portátiles fáciles de usar (figura 5.2). Se puede realizar con gran fiabilidad a partir del día 18 de gestación.

En ausencia de un dispositivo de ultrasonido, se necesita de cierta práctica para hacer un diagnóstico por palpación transrectal simple. En ausencia de una manga de sujeción

adecuada (consultar «técnicas de contención»), el animal debe estar echado (posición baraquée). No acepta esta manipulación, por lo que en ocasiones requiere el uso de



**Figura 5.3.** Palpación rectal. En un box de retención con dispositivo de ultrasonido (a); Palpación rectal en un animal echado (b).

un tranquilizante (figura 5.3).

En todos los casos, los signos observados durante la gestación son los siguientes:

- 1<sup>er</sup> mes: presencia de un cuerpo lúteo en uno de los ovarios;
- 2<sup>do</sup> mes: útero todavía en la pelvis, cuerno uterino izquierdo agrandado uniformemente, el cuerpo lúteo puede estar indistintamente en el ovario derecho o izquierdo;
- 3<sup>er</sup> mes: cuerno uterino izquierdo agrandado notablemente con respecto al cuerno derecho, ovario en posición abdominal;
- 4<sup>o</sup> mes: cuello uterino en el borde de la pelvis, útero aún completamente palpable en el borde de la pelvis;
- 5<sup>o</sup> mes: útero en posición abdominal, feto a veces palpable;
- 6<sup>o</sup> mes: pared dorsal del útero ligeramente por debajo del suelo pélvico; ovario del cuerno derecho aún palpable;
- 7<sup>o</sup> mes: útero debajo del suelo pélvico, pero todavía palpable; reconocibles la cabeza y piernas del feto;
- 8<sup>o</sup> mes: cabeza, cuello y patas delanteras del feto palpables;
- 9<sup>o</sup> mes: feto con movimientos detectables y se puede girar hacia el flanco derecho;
- 10<sup>o</sup> mes: movimientos evidentes; inicio del desarrollo mamario; el ovario del cuerno derecho se vuelve difícil de palpar;
- 11<sup>o</sup> mes: inicio del agrandamiento de la glándula mamaria y relajación vaginal;
- 12<sup>o</sup> mes: percepción abdominal de gestación evidente; la parte caudal del útero ocupa la parte frontal de la pelvis; relajación del ligamento sacroilíaco;
- 13<sup>o</sup> mes: vulva inflamada; ubre desarrollada; posible oscilación del feto hacia las dos paredes abdominales.

### 5.3. Asistencia al parto

En la mayoría de los casos, el parto en camellas es fácil y los casos de distocia (dificultades a la hora del parto) son poco frecuentes, con porcentajes inferiores al 5%. En sistemas extensivos, es común encontrar a la cría cerca de la madre sin necesidad de que haya sido necesaria la intervención humana. Por lo general, se considera que hay distocia cuando la fase preparatoria dura más de 6 horas y la fase de expulsión más de 2 horas. Cuando esta se produce, la hembra muestra signos de angustia y cambia de posición continuamente pasando de estar tumbada a ponerse de pie. En general, se describen dos tipos de distocia: las de origen fetal y las de origen materno.

— **distocia de origen fetal:** en este caso, se recomienda examinar la posición del feto, es decir, su orientación en el útero. Examinar si se presenta por la cabeza y extremidades anteriores (posición normal), o con las extremidades anteriores dobladas hacia atrás, o bien si se presenta desde la parte posterior («sentado»). Observar si las extremidades posteriores están plegadas o no debajo de él, el cuello doblado, etc. Las dificultades en el parto también pueden estar asociadas con anomalías monstruosas, raramente descritas, excepto en áreas muy contaminadas de Asia Central, en camellos bactrianos.

— **distocia de origen materno:** los casos más comunes se deben a una torsión uterina y generalmente solo se puede resolver mediante cesárea. La distocia puede ocurrir en camellas primíparas, cuya reproducción es demasiado temprana y el desarrollo pélvico es insuficiente para permitir el paso del feto. También puede presentarse en camellas de edad avanzada afectadas de atonía uterina, si bien, estos casos son más raros.

En cualquiera de los casos, lo mejor es llamar a un veterinario que tratará de colocar al feto en una posición más favorable (por impulso o rotación) durante la distocia fetal (figura 5.4), o realizar una cesárea en la distocia de origen materno.

La cesárea se realiza cuando la relación feto-pelvis no permite que la cría sea expulsada de manera natural (cría demasiado grande o canal pélvico demasiado estrecho), en caso de torsión uterina, malformación de la cría, enfisema fetal o mala posición del feto en el útero, imposible de corregir mediante manipulación externa. La cesárea se realiza en la hembra en posición tumbada, por incisión en el lado izquierdo después de una inyección de tranquilizante y anestesia local o regional. En la bibliografía se describen diferentes técnicas.



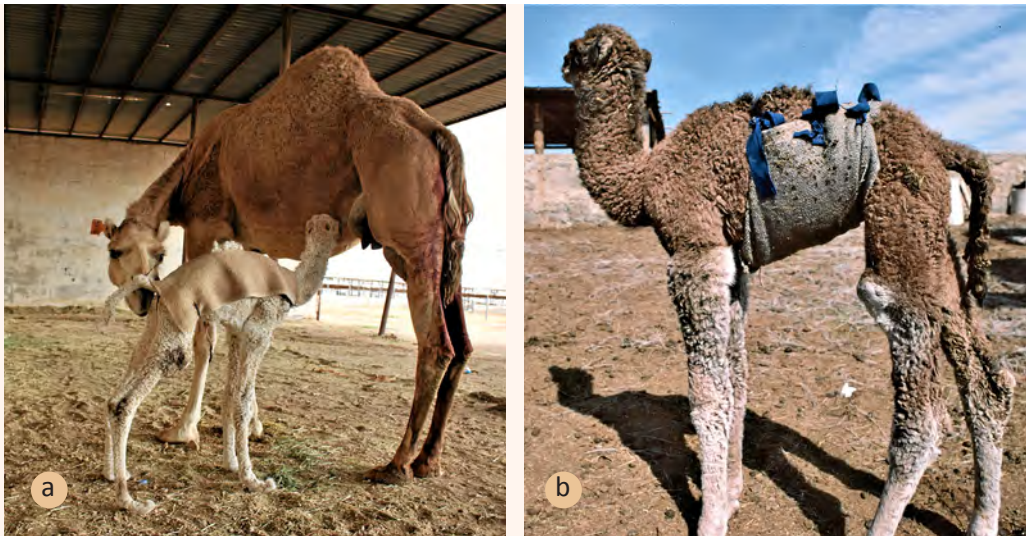
**Figura 5.4.** Asistencia al parto en una camella primeriza (foto G. Konuspayeva)

#### 5.4. Cuidados del recién nacido

La llegada al mundo en cualquier especie representa un cambio profundo, que debe evaluarse para reducir la mortalidad de las crías jóvenes (supone la mayor pérdida económica en la ganadería de camellos). Desde su nacimiento, hay que evaluar las funciones respiratorias y vitalidad, capacidad para ponerse de pie rápidamente, así como la rapidez para mamar de su madre. Las posibilidades de supervivencia de una cría que carece de vitalidad y con un peso inferior a 25 kg (evidencia su inmadurez) son mucho menores. La dificultad respiratoria se reconoce fácilmente (respira con la boca abierta, y muestra ruidos respiratorios).

El reflejo de succión aparece normalmente desde la primera media hora. El epitelio es translúcido en el parto normal, pero se vuelve amarillento en los casos de distocia prolongada. Cuando se dan los primeros intentos de ponerse de pie, es posible observar ciertas anomalías como deformaciones de las extremidades. Estas causan posturas anormales, que en general, se resuelven por sí solas en pocas semanas. Su causa suele asociarse a menudo con problemas de endogamia.

La principal causa de mortalidad es el frío. De hecho, la época de reproducción en el macho corresponde al invierno y la gestación dura aproximadamente 13 meses. La gran mayoría de los nacimientos ocurren durante los meses más fríos del año. Por tanto, es aconsejable proteger a la cría recién nacida lo mejor posible, y deberá ponerse en un lugar seco si el parto tiene lugar en ecosistemas no desérticos. En algunos países o zonas con inviernos particularmente severos, se recomienda el uso de mantas adaptadas a la anatomía del camello (figura 5.5).



**Figura 5.5.** Manta de protección frente al frío para camellos (a) en Arabia Saudita, y b) en Kazajistán.

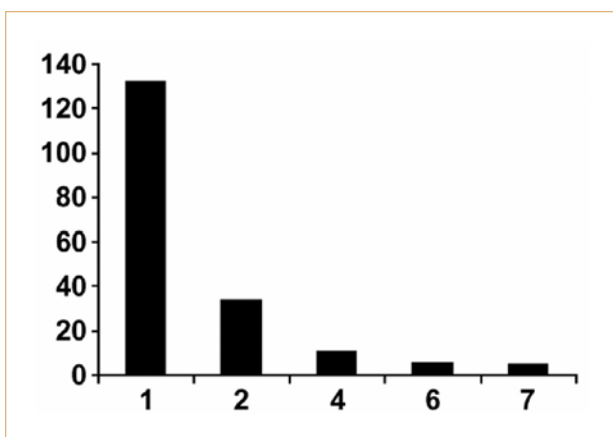
Básicamente se deben tomar tres tipos de medidas para proteger al recién nacido de posibles infecciones o deficiencias minerales: la vacunación o tratamiento al final de la gestación de la madre, desinfección del cordón umbilical e ingesta del calostro.

— **vacunación y tratamiento:** con el fin de evitar el riesgo de enterotoxemia, se puede recomendar la vacunación de la madre frente a *Clostridium perfringens*, tétanos, así como frente a enfermedades virales específicas (IBR-BVD,

por ejemplo). Vacunar a la madre al final de la gestación (en el último mes) protege a su cría mediante la transferencia de anticuerpos al feto. En algunas regiones del mundo (particularmente en los países del Golfo), la deficiencia de selenio es una de las principales causas de mortalidad de las crías durante el primer mes de vida. En estos casos, la administración intramuscular de una solución de selepherol®, por ejemplo, o bien la administración de bolos que contengan selenio, asegura un nivel suficiente de selenio en las crías durante las primeras semanas de vida, contribuyendo así a evitar el riesgo de degeneración cardíaca.

— **desinfección del cordón umbilical:** Desde su nacimiento, es recomendable cortar y desinfectar el cordón umbilical con una solución de yodo, ya que puede ser una puerta de entrada importante de patógenos ambientales. Si el parto tiene lugar en un recinto cerrado, se recomienda que esté limpio y libre de excrementos de animales.

— **ingesta de calostro:** el calostro es la primera leche producida, que permite una transferencia pasiva de inmunidad a través de las inmunoglobulinas (IgG) que no atraviesan la barrera placentaria durante la vida en el útero. Teniendo en cuenta que los niveles de IgG disminuyen rápidamente después de la expulsión de la primera leche (figura 5.6), es recomendable que la camella amamante a su cría desde la primera hora después del nacimiento. La cría, por un lado, aprovechará los altos niveles de IgG del calostro; y también la máxima capacidad de absorción intestinal asegurada en las primeras 24 horas. De media, se considera que el camellito puede succionar alrededor de 200 ml de calostro cada dos horas durante las primeras 18 horas. En las crías más débiles, se puede ordeñar a su madre y administrar el calostro en biberón.



**Figura 5.6.** Concentración de inmunoglobulinas G (en mg/100ml) en calostro de camella durante los primeros 7 días de vida (Fuente: Konuspayeva et al., 2007<sup>4</sup>).

<sup>4</sup> Konuspayeva G., Faye B., Loiseau G., Levieux D., 2007. Lactoferrin and Immunoglobulin content in camel milk from Kazakhstan. J. Dairy Sci., 90, 38-46.

Es esencial que el cuidador observe a las crías durante las primeras horas después del nacimiento, para comprobar que el calostro se extrae correctamente, y que el recién nacido tiene suficiente vitalidad para ponerse de pie y acceder a los pezones de su madre. También es posible suministrar calostro de otra camella de buena producción, que habría sido congelado previamente para darle a las crías más débiles o rechazadas por su madre (figura 5.7).



**Figura 5.7.** A. Ordeño de una camella que rechaza a su cría. B. Suministro de calostro al recién nacido rechazado por su madre.

### — técnicas para la adopción

Una de las principales causas de mortalidad en las crías, es la incapacidad de la madre para amamantarla, bien porque la haya rechazado; por falta de leche; o cualquier otra razón (lactación dolorosa o muerte de la madre). Con el fin de salvar a la cría, los cuidadores han desarrollado diferentes prácticas de adopción algunas más efectivas que otras. El objetivo de estas prácticas es conseguir que la cría sea aceptada, bien por su

propia madre, o por otra camella lactante que haya perdido a la suya. La técnica más común, es presentar a la madre la nueva cría envuelta en la placenta de su cría recién nacida muerta (figura 5.8).

Existen otras técnicas de adopción basadas en el reconocimiento de olores, como vendar los ojos de la madre y colocar la piel de la cría muerta en la cría a sustituir. Posteriormente, se le presenta a la madre cuando se le quita la venda.



**Figura 5.8.** Recién nacido en adopción cubierto con la placenta de otro recién nacido muerto (a); aceptación de la nueva cría por una camella que ha perdido a la suya propia en el parto (b).

También existen prácticas tradicionales más coercitivas. Entre los tuaregs, por ejemplo, se realiza un verdadero psicodrama: la cría a adoptar se une a la madre adoptiva (cuyos ojos han sido vendados de antemano) y es entonces, cuando los cuidadores asistidos por perros simulan una agresión con gritos, ladridos, a veces golpes y lanzamiento de objetos. El camellito asustado intenta refugiarse con la hembra que, a su vez, debido a su instinto maternal, busca proteger a la joven cría que siente cerca de ella. Después de varias decenas de minutos con tal perturbación, se le retira la venda de los ojos a la hembra y se deja a la cría que se desea sustituir unida a ella.

Por el contrario, en Asia Central, existe una técnica menos violenta para los casos de auto adopción (cuando la madre rechaza a su propia cría), que consiste en provocar una emoción en la madre tocando música suave cuando se le presenta a su cría.

Algunos camelleros optan por realizar un parto simulado. Esta técnica particularmente agresiva consiste en insertar una bolsa llena de excrementos de camello en el ano de la hembra, y luego coserle el ano para evitar la excreción fecal durante 3-4 horas. A lo anterior, se suma la obstrucción de las fosas nasales colocando una bolsa de plástico en su interior antes de atarlas. Después de 3-4 horas, el ano se desenreda, dando a la madre la ilusión de un parto. Al mismo tiempo, se deshacen los lazos que bloquean las fosas nasales de la hembra antes de presentar a su cría de reemplazo, que siente como si acabara de tener lugar el nacimiento (figura 5.9). En general estas técnicas son efectivas.





**Figura 5.9. Técnica tradicional de adopción que simula el parto:** a) introducción de bolsas llenas de excrementos en el ano, b) y c) ligadura del ano, (d) introducción de plástico en las fosas nasales, (e) ligadura de las fosas nasales, f) liberación del ano, (g) presentación de la cría después de la liberación de las fosas nasales, (h) reconocimiento de la cría por la madre.

## 4.5. Manejo de los machos reproductores

El número de machos reproductores o sementales en una manada es bajo. Su manejo debe ser adecuado, para que puedan realizar su función. Para ello, hay que tener en cuenta los siguientes parámetros:

— **edad de los machos reproductores:** lo ideal es entre 6 y 12 años. Si son demasiado jóvenes, el debilitamiento que sufren durante el período de celo no les permite asegurar su función reproductora. Si por el contrario tienen mucha edad, su poder para fecundar a la hembra puede ser limitado. Además sus preferencias, les llevan muchas veces a abandonar a determinadas hembras.

— **conformación:** el principal factor para la mejora genética del rebaño es la selección del macho progenitor. En ausencia de un índice lácteo, los ganaderos pueden identificar aquellos animales que transmiten su conformación. Uno de los criterios empíricos utilizados para elegir a los reproductores en las granjas lecheras es el tamaño de la vaina del pene. Su tamaño estaría correlacionado con el desarrollo mamario de la descendencia femenina.

— **origen genético:** un progenitor externo al rebaño es la garantía de variabilidad genética, beneficiosa para la mejora. Un progenitor macho del mismo rebaño que las hembras a fecundar, especialmente si se mantiene durante demasiado tiempo (más de 5-6 años) puede fecundar hembras emparentadas. Esto produce consanguinidad, que a su vez puede causar esterilidad o malformaciones. Por tanto, es aconsejable realizar un reemplazo regular de los padres.

— **el número de machos reproductores** debe ser acorde al número de hembras de la manada. En general, se recomienda un macho por cada 30-35 hembras. En rebaños grandes, la convivencia de varios machos puede causar problemas de agresividad durante la época de celo, por lo que los reproductores deben estar aislados entre sí. Sin embargo, es posible mantener junto a un adulto dominante un macho joven. Este último evita la confrontación directa, pero puede cubrir a las hembras abandonadas por el primero.

— **mantener la libido:** en un contexto sedentario e incluso aunque esté aislado, el macho desarrolla una libido mejor expresada en presencia visual de las hembras, especialmente durante la época de celo. Por tanto, es preferible colocarlo en un recinto que le permita verlas de cerca. En un ambiente extensivo, el macho se queda con la manada de camellas a cubrir, pero es recomendable dejarlo solo como reproductor de su harén.

— **alimentación:** debe cuidarse, particularmente, durante la temporada de descanso sexual. Una buena suplementación alimenticia permite al macho reproductor reponer sus reservas antes de afrontar el siguiente período de celo, donde es capaz de perder del 20 al 30% de su peso.

— **castración de los machos reproductores no deseados:** está reservada para machos agresivos, destinados a actividades distintas de la reproducción (trabajo, paseos), tam-

bién para evitar agresiones entre congéneres de una misma manada o evitar la reproducción. En general, la castración se realiza alrededor de los 2-3 años, aunque es posible realizarla antes (previa a los 6 meses) o posteriormente (hasta los 5-6 años). Existen varias técnicas de castración, pero la más común incluye los siguientes pasos a seguir (figura 5.10): anestesia local después de la sedación; inmovilización animal, desinfección de la bolsa escrotal; incisión en la zona media del rafe testicular de 6 a 8 cm; exteriorización del testículo, cubierto o no, ligadura transfijante con un hilo reabsorbible; repetir con el segundo testículo; posible sutura cutánea del escroto con un hilo reabsorbible; desinfección de la herida y aplicación de un repelente insecticida tipo Tigel alrededor de la herida. Repetir el último paso todos los días durante la semana siguiente de la operación.



**Figura 5.10. Castración de un dromedario:** (a) sujeción y desinfección de la zona, (b) incisión en la zona media del rafe del testículo, (c) extracción del testículo y ablación, (d) pinzamiento del cordón testicular (e) sutura de la piel del escroto.

## 5.6. Biotecnología de la reproducción

La recolección y congelación de semen, la inseminación artificial y la transferencia de embriones son viables en grandes camélidos y se realizan en muchos lugares del mundo. Además, son muchas las ventajas de utilizar estas técnicas: higiene reproductiva, prevención de enfermedades de transmisión sexual, agrupación de los partos y nacimientos, y, sobre todo, la mejora genética. Sin embargo, ninguna de estas biotecnologías reproductivas ha podido desarrollarse a gran escala, debido a limitaciones técnicas y organizativas.

### 5.6.1. La inseminación artificial (IA)

La IA requiere la recolección previa del semen del macho. Para tal propósito, el método de electroeyaculación se considera demasiado coercitivo e incompatible con el bienestar animal, por lo que ha ido sufriendo un abandono paulatino. A su vez, esto ha fomentado el uso de la vagina artificial, de la que existen varios modelos. Para la recolección del semen mediante el uso de vagina artificial, se recomiendan dos métodos: a) colocación de la vagina artificial cuando el macho comienza a montar a la hembra en celo que se le presenta, b) el uso de un maniquí. El primer método requiere de la presencia de un técnico experimentado, ya que tanto la duración de la cópula, como la posición de apareamiento hacen que la postura del técnico que lleva la vagina artificial sea incómoda y potencialmente peligrosa (figura 5.11).



Figura 5.11. Técnica de recolección de semen con vagina artificial durante un apareamiento natural.

La técnica del maniquí fue desarrollada en Egipto, donde es posible obtenerlo. Sin embargo, el uso de esta técnica requiere de un buen entrenamiento del macho para aceptar el maniquí y una instalación adecuada. El maniquí debe colocarse sobre una plataforma bajo la cual se ubica el operador encargado de la recolección con una vagina artificial (figura 5.12).



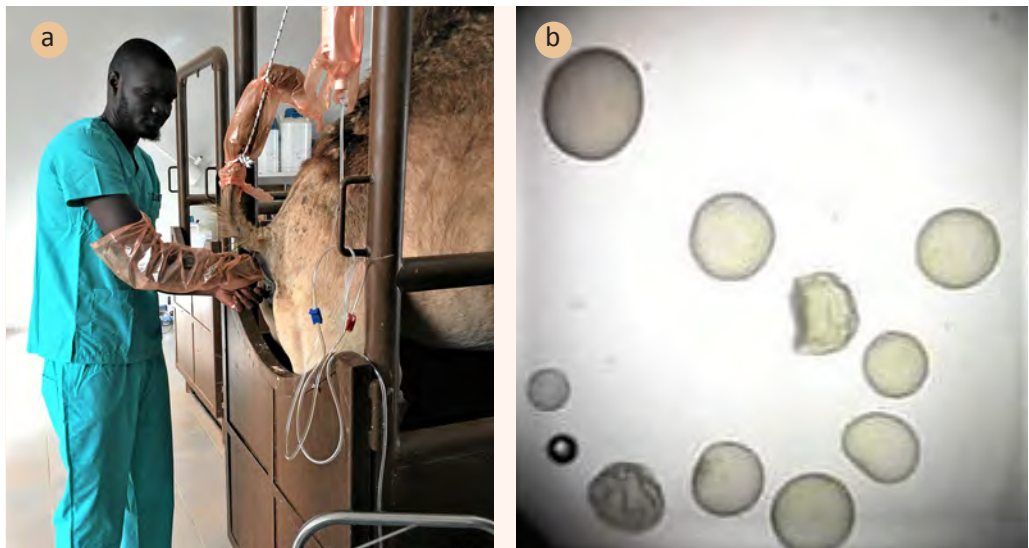
**Figura 5.12.** Técnica del maniquí para recolectar el semen de dromedarios en Egipto. El operador se encuentra debajo del maniquí en una habitación apropiada para tal fin.

La principal limitación para el desarrollo de la IA en grandes camélidos es la consistencia del semen. De hecho, el semen del macho es muy viscoso y, por tanto, difícil de manejar. Además, los espermatozoides en grandes camélidos no toleran bien la congelación, por ello es difícil utilizar semen congelado como se hace en otras especies animales. Actualmente, se están realizando estudios basados en la dilución del semen para reducir su viscosidad, y también del proceso de congelación, de forma que permita mantener la motilidad y supervivencia de los espermatozoides. En la mayoría de los casos la inseminación se realiza con semen fresco. Estas limitaciones explican el bajo rendimiento relativo de la IA para una gestación exitosa (alrededor del 30-35% en dromedarias, un poco más alta en bactrianas). Como resultado, prácticamente solo se aplica en determinados centros de investigación y algunas granjas de gran tamaño de los países del Golfo.

### **5.7.2. Transferencia de embriones (TE)**

La técnica de TE parece ser más eficaz que la IA, aunque presenta las mismas limitaciones para la recolección de semen. Debido al coste y nivel técnico de los métodos para la TE, su uso está reservado para grandes granjas de camellas lecheras, y granjas de camellos de carreras en los países del Golfo, así como centros de investigación de todo el mundo. Aunque los protocolos para las diferentes etapas (tratamiento hormonal para la superovulación en hembras donantes, reproducción natural, recolección de embriones, sincronización hormonal en las hembras receptoras, transfe-

rencia de embriones, y control de la gestación) están ahora bastante bien descritos, sigue siendo una técnica que no está al alcance de todos (figura 5.13). La tasa de éxito en términos de fertilización es más alta que la de IA y permite una mejora genética aún más rápida, ya que un solo donante puede proporcionar un promedio de 7 embriones. Además, debido a que la congelación de embriones es más fácil que la de semen, la comercialización de embriones congelados es más factible que la de semen congelado. Actualmente, sólo los Emiratos Árabes Unidos comercializan embriones de dromedario congelados con un potencial genético mejorado para la producción de camellas lecheras y camellos para carreras.



**Figura 5.13.** Recolección de embriones de una camella donante después del tratamiento super-ovulatorio (a), y embriones recogidos en la etapa de blastocito (b).

## 6. Manejo del ordeño

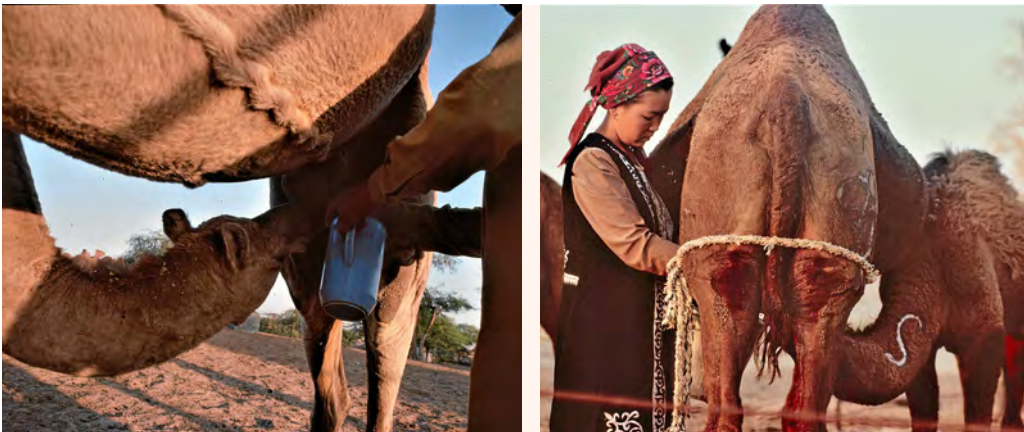
### 6.1. Presencia de la cría

Según los criadores de camellos, la presencia de la cría es absolutamente necesaria para asegurar la bajada de la leche. Para tal fin, se pueden realizar diferentes técnicas. Una de ellas, es permitir que la cría mame dos de los pezones del mismo lado, mientras que el ordeño se realiza en los otros dos pezones. Otra opción, es que la cría inicie la producción de leche por parte de la madre, y luego se la sujeta a una de las extremidades de su progenitora (evita que perturbe el ordeño), se extrae la leche, y posteriormente se deja que mame la leche residual (figura 6.1). De hecho, la acción de mamar

por parte de la cría es fundamental para asegurar una mayor producción. A modo de ejemplo mencionaremos que en entornos tradicionales se ha demostrado que la cantidad diaria de leche producida era un 65% más alta en camellas con su cría hasta el destete, en comparación con la cantidad producida por una hembra que había perdido a su cría antes del destete. Si consideramos la lactación completa, la producción puede ser 2,9 veces mayor si la cría sobrevive.

A través de la succión, la cría desencadena el reflejo neurohormonal que conduce a la liberación de la oxitocina. Sin embargo, la implantación de sistemas más intensivos, ha demostrado que la succión previa por las crías no es imprescindible (figura 6.2). Cuando se realiza la separación de la cría tras el destete (ver apartado 7.2, «destete»), es necesario complementar su función de estimulación para la liberación de la oxitocina. Para ello se pueden usar las dos técnicas siguientes: a) dejar a la cría en presencia de la madre durante el ordeño sin acceso a los pezones maternos, por ejemplo, colocando una rejilla entre la manga de ordeño y el corral de los camellos (figura 6.3) y b) acostumar a las hembras de ordeño a la ausencia de su cría y realizar estimulación manual (masaje de los pezones). A través de diferentes ensayos se ha comprobado que la producción óptima se obtiene después de un masaje de 2 minutos (tiempo mucho mayor al requerido para la estimulación en vacas).

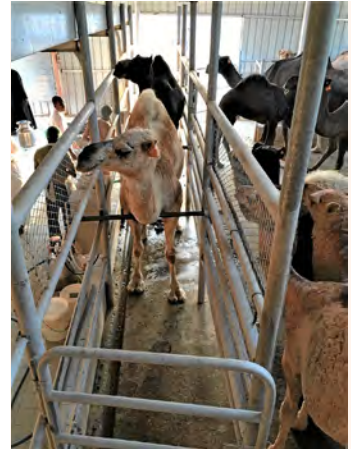
En algunos países, se inyectan entre 1-2 ml de oxitocina intramuscular (IM) justo antes del ordeño para reemplazar a la cría y asegurar la bajada de la leche. Sin embargo, esta práctica no se recomienda si debe repetirse regularmente. El consumo de leche que contenga trazas de oxitocina sintética puede tener efectos nocivos en humanos. El uso de oxitocina se recomienda únicamente en casos de pérdida de la cría para estimular el ordeño, o bien, cuando la hembra se niega a dar leche durante los primeros ordeños.



**Figura 6.1.** Ordeño tradicional en presencia de la cría en Turkmenistán (a), y compartiendo la leche entre la cría y la persona que realiza un ordeño tradicional en la India (b).



**Figura 6.2.** Ordeño de camellas lecheras sin la presencia de sus crías en la granja Camelicious en Dubai.



**Figura 6.3.** Instalación de una rejilla de separación entre la manga de ordeño y los camellos destetados.

## 6.2. Número de ordeños

En su medio natural, las camellas se ordeñan dos veces al día: por la mañana antes de salir a pastar, y por la tarde, de regreso al campamento. Pero si fuera necesario, el pastor puede obtener leche cada 2-3 horas. El aumento de la frecuencia de ordeño afecta a la producción. Así, una frecuencia de ordeño de 2 a 4 veces al día aumentaría la producción en un 12%. Pero frecuentemente, lo que sucede es que el ordeño es muy irregular e incluso pueden pasar 24 horas o más sin que el pastor las ordeñe. En estos casos de irregularidad, puede haber consecuencias negativas tanto en la producción como por riesgo de infecciones mamarias.

En ambientes intensivos, aumentar el número de ordeños plantea un problema de mano de obra. El esperado aumento en la producción no compensa el coste adicional de personal, sin mencionar que se puede agotar a la hembra lactante. El intervalo entre ordeños es también un punto importante. La cantidad de leche disminuye cuando los intervalos de ordeño superan las 12 horas y la producción óptima se alcanza después de 8 horas entre dos ordeños. Por tanto, es recomendable hacer dos ordeños al día con un intervalo óptimo de tiempo que se sitúa entre las 8 y 12 horas como máximo. Por ejemplo, podemos ordeñar a las 7am de la mañana y 4pm de la tarde.

## 6.3. Tipos de ordeño

Como ocurre con otras especies lecheras, se hace una distinción entre el ordeño manual y el ordeño mecánico.



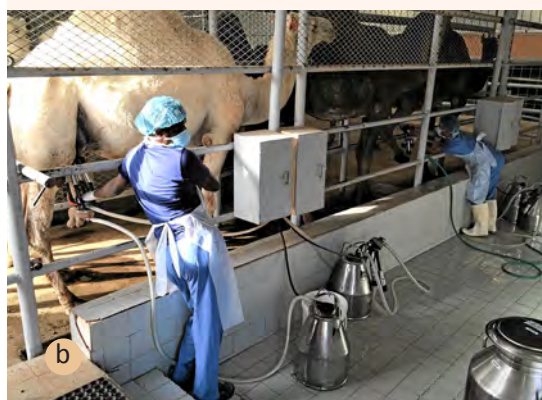
— **ordeño manual:** es el más común en entornos tradicionales, pero también en sistemas semi-intensivos, especialmente en granjas periurbanas. El ordeño manual requiere, a priori, más mano de obra. La persona que ordeña (hombre y/o mujer dependiendo de la cultura) se coloca al lado del animal, estando la cría situada en el lado opuesto (ver apartado 6.1 «Presencia de la cría»). El ordeño puede hacerse con una mano, y así poder sujetar el recipiente de ordeño con la otra. Cuando hay un segundo operario que sujeta el recipiente, o bien, cuando esté sujeto al cuello del ordeñador (figura 6.4a), el ordeño se realiza con ambas manos y es mucho más rápido. Para hembras de alta producción, pueden ser necesarios dos operarios que se colocan a ambos lados del animal ordeñando simultáneamente (figura 6.4b).

De cualquier manera, la experiencia de los operarios de ordeño es un factor muy importante para poder garantizar un ordeño en las mejores condiciones posibles (habilidad, velocidad de ordeño, buen vaciado de la ubre). Los recipientes de ordeño son muy variables en las explotaciones tradicionales, y determinados materiales (calabazas, cestas trenzadas, envases plásticos reutilizados) no son muy compatibles con las medidas higiénicas recomendadas. Sin embargo, cada vez más se utilizan como recipientes contenedores metálicos, mucho más fáciles de limpiar.



**Figura 6.4.** Ordeño tradicional en Turkmenistán con un cubo sujeto al cuello (a). Ordeño manual en Kazajistán de una camella de alta producción por dos ordeñadores simultáneamente (b).

— **ordeño mecánico:** aunque el uso de la máquina de ordeño en camellas se remonta a la década de 1960, en la Unión Soviética, su desarrollo en otras partes del mundo es bastante reciente. Se probaron diferentes tipos de equipos: con cántara de ordeño individual independiente, cántara de ordeño individual conectada a un sistema central de vacío y pulsación, y sistema centralizado de recolección de la leche (figura 6.5).



**Figura 6.5.** Tipos de sistemas de ordeño mecánico: (a) cántara de ordeño individual, (b) cántara de ordeño individual con sistema centralizado para vacío y pulsación, (c) sistema de recogida centralizada (fotos B. Faye y A. Musaad).

Lo más importante a considerar en el ordeño mecánico son los parámetros de vacío y pulsaciones, independientemente del sistema y equipo de ordeño. Diferentes estudios han demostrado que un vacío de aproximadamente 50 KPa y 60 pulsaciones/min. parece óptimo para permitir el flujo de la leche hacia fuera, y es significativamente mayor que en vacas. Sin embargo, hay pocos datos sobre los efectos a largo plazo de un vacío tan alto. En las granjas donde las camellas se seleccionan por su facilidad para el ordeño, un vacío de 45 KPa podría ser suficiente. Otro aspecto importante a tener en cuenta es la forma de los pezones (ver el apartado 3.1 «Morfología mamaria»). En camellas con poco desarrollo mamario y pezones pequeños, las pezoneras cónicas para cabra pueden ser las más adecuadas. En cualquier caso, es importante asegurarse de que las pezoneras se ajustan a la forma de los pezones para evitar daños en éstos a largo plazo (figura 6.6).



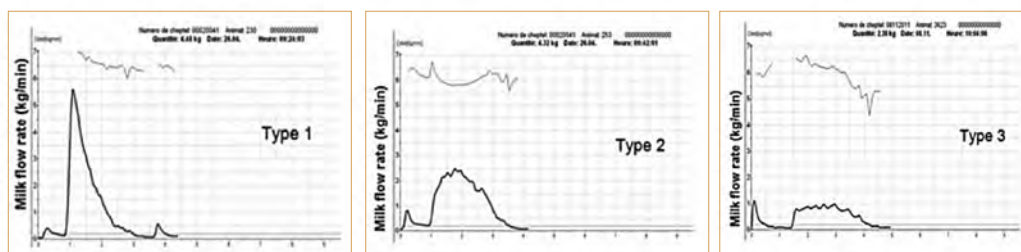
**Figura 6.6.** Mala adaptación de las pezoneras a la forma de los pezones en una camella lechera (Foto. B. Faye).

## 6.4. Eyección de la leche y calidad en el ordeño

El uso de un sistema de registro del flujo de leche (véase apartado «Flujo de leche»), nos proporciona acceso a parámetros que nos permiten evaluar los problemas en el ordeño y el comportamiento de la camella en la eyección de la leche. Esta información ayuda a conocer la calidad del ordeño. A pesar de que estos parámetros pueden variar de un tipo de equipo a otro, en general podemos tener acceso a la siguiente información: conductividad eléctrica (permite detectar infecciones mamarias), tiempo total del ordeño entre la máquina de ordeño instalada en la manga y su extracción (en minutos), cantidad total de leche producida durante el ordeño, tiempo de eyección de la leche (un poco más corto que la duración del ordeño real), duración de las diferentes fases (ascendente, meseta, descendente), caudal medio calculado sobre la duración del ordeño (en Kg/min.), caudal máximo (en Kg/min.), presencia o ausencia de un flujo bimodal, duración del sobretratamiento (período entre el final de la expulsión de la leche y la extracción de las pezoneras de la máquina de ordeño), duración del vaciado de la ubre (leche obtenida aumentando la presión manual sobre la pezonera al final del ordeño), caudal medio de vaciado de leche y cantidad de leche producida durante el vaciado.

En cualquier caso, la interpretación de las curvas de flujo de leche debe realizarse únicamente si el ordeño de la camella se realiza en condiciones óptimas de bienestar. En consecuencia, debe evitarse antes y durante el ordeño el estrés (ruido excesivo, movimientos bruscos del operario, personas que no suelen estar presentes, así como la manipulación inoportuna de los animales). La distribución de concentrados durante el ordeño puede ser un factor favorable, pero no es obligatorio.

En general, una curva caracterizada por un rápido aumento en el flujo de leche hasta la fase de meseta y una fase descendente gradual es característica de una preparación óptima como se muestra en la figura 3.2, en el apartado «Flujo de leche». La presencia de una interrupción en la fase ascendente o en la fase de meseta puede significar una pezonera de la máquina de ordeño mal colocada. Una curva bimodal refleja baja disponibilidad para el ordeño (estimulación insuficiente) y diferencias entre la leche cisternal y la leche alveolar. Cuando la curva se caracteriza por una fase de meseta en forma de cúpula, sugiere que la preparación para el ordeño fue insuficiente. Un flujo o caudal medio bajo se debe a camellas «difíciles de ordeñar». Una disminución prolongada, se asocia a menudo con un exceso de ordeño de los cuartos individuales, expresado por niveles más o menos significativos de la curva. Cuando los pezones son demasiado pequeños se pueden producir entradas de aire que provocan la caída de una o todas las pezoneras de la máquina de ordeño, lo que se traduce en roturas repentinas en la curva de eyección de la leche. La caída de las pezoneras puede ser también por camellas nerviosas, que pisotean el pasillo de la manga de ordeño, relacionado a veces con dolor en la ubre. En un estudio realizado en Túnez sobre un gran número de curvas de eyección de la leche, se observaron principalmente 3 tipos de curvas (figura 6.7).



**Figura 6.7.** Tipos de curvas de eyección de la leche: (1) camella con esfínter del pezón de baja resistencia que permite una bajada rápida de la leche, (2) camella con esfínter del pezón con una mayor resistencia o con preparación insuficiente para el ordeño o no adaptada a las pezoneras, (3) camella estresada, mal adaptada al ordeño mecánico (fuente: Atigui et al., 2014<sup>5</sup>).

El análisis del flujo de leche mediante un dispositivo de registro se puede utilizar para identificar las camellas que son fáciles de ordeñar, y en base a esta observación, establecer un plan de selección de los animales para nuestra rutina de ordeño. En cualquier caso, cuando el ordeño se realiza en buenas condiciones (camellas bien entrenadas, ordeño sin estrés y buenas condiciones de higiene) se garantiza una mejor productividad.

## 6.5. Entrenamiento de las camellas para el ordeño mecánico

Para realizar un ordeño mecánico de buena calidad, el primer paso es acostumbrar a las camellas al uso de la máquina de ordeño. A pesar de que existen diferentes tipos de instalaciones de ordeño, con o sin manga de ordeño (especialmente en el caso de ordeñadoras portátiles individuales), los tipos principales de salas de ordeño utilizadas son: a) lineales (pasillo lineal) o b) en espina de pescado (el pasillo de ordeño se asemeja a la disposición de las espinas del pescado). Como mencionamos anteriormente, el primer paso consiste en familiarizar a los animales con el entorno de ordeño. Lo ideal es hacerlo incluso antes de que el animal pueda ordeñarse, o, durante las primeras semanas cuando su leche se destina exclusivamente a la alimentación de la cría. El primer inconveniente con el que nos vamos a encontrar va a ser que la camella entre en la manga de ordeño (esta misma dificultad la encontramos al hacerla entrar en una estructura o recinto de contención). En estos casos, se debe evitar en todo momento actuar en contra de la voluntad del animal de manera violenta o golpearlo, ya que lo único que se consigue es producirle estrés y miedo. Además, debemos evitar también que el animal asocie el ordeño con una mala experiencia o dolor. Una manera fácil de animar a entrar a la camella en la manga de ordeño para su entrenamiento es, colo-

<sup>5</sup> : Atigui et al., 2014. First description of milk flow traits in Tunisian dairy dromedary camels under an intensive farming system. *J. Dairy Res.*, 81,173-182.



**Figura 6.8.** Entrenamiento de camellas para entrar en la manga de ordeño.



**Figura 6.9.** Dificultades con una camella en la manga de ordeño antes de que se le coloquen las pezoneras.

carla en el grupo de camellas ya entrenadas (figura 6.8).

Esta operación deberá repetirse durante varios días seguidos. Si la primera vez la camella se niega a entrar, tan pronto como entre se le debe ofrecer una «recompensa». Como recompensa se le puede dar un poco de concentrado o una “golosina” si es posible, y tranquilizarla. Podemos encontrarnos con dificultades a la hora de colocar las pezoneras (la camella puede golpearlas con sus patas traseras y además intentar morder a la persona que ordeña). En estos casos es más seguro sujetar sus patas traseras y hacer que un ayudante evite que muerda (figura 6.9). Este problema desaparecerá tan pronto como la camella se acostumbre a la presencia de la máquina de ordeño.

La duración del entrenamiento puede variar de una camella a otra y depende mucho de su temperamento. Se necesitan al menos entre 8 y 10 días para que se establezcan los reflejos y comportamientos adecuados para el

ordeño y que además, acepten la colocación de las pezoneras. Pasado este tiempo, el mero sonido de la máquina de ordeño es suficiente para que las camellas se muevan hacia el lugar de ordeño.

Son muy importantes las rutinas. Las sesiones de ordeño deben ser regulares, a una hora fija, y respetar el orden de entrada de las camellas en la manga de ordeño (a menudo, es la misma camella la que entra primero). Cuando se realizan cambios en los hábitos adquiridos, suelen ser mal aceptados por los animales. Por ejemplo, si hay dos pasillos a ambos lados del foso donde se encuentra la ordeñadora, no tiene sentido intentar cambiar a las camellas de pasillo. Cuanto antes se adquiera por los animales la aceptación de las acciones y prácticas de ordeño, más fácil será aplicar las normas correctas de higiene.

## 6.6. Higiene en el ordeño

En entornos tradicionales, las normas de higiene a menudo se reducen estrictamente a lo mínimo: lavado de manos de la persona que ordeña y limpieza de los pezones de las camellas con agua. Sin embargo, en granjas con sistemas intensivos y especialmente con el uso de la máquina de ordeño, deben imponerse normas higiénicas mucho más estrictas. La leche es un producto altamente perecedero, susceptible de contaminación por bacterias patógenas, así como por otros productos fisicoquímicos. Las infecciones mamarias y la contaminación de la leche se pueden prevenir en gran medida mediante las buenas prácticas de ordeño. Estas buenas prácticas de ordeño cumplen con la regla de las 5 «M», esto es: mejora de a) higiene ambiental, b) higiene de los materiales, c) higiene de la mano de obra, d) higiene en el método de ordeño y e) higiene de las materias primas.

**a) higiene ambiental:** el ordeño debe realizarse en un área limpia, antes de la llegada de los animales. Además, deberá limpiarse inmediatamente después del ordeño. Entre las medidas de limpieza se incluye: eliminar las heces acumuladas en la zona entre dos ordeños, no esparcir la leche de mastitis por el suelo (si se presenta el caso) y evitar la proximidad de otros animales en el momento del ordeño (perros, pequeños rumiantes, aves).

**b) higiene de los materiales:** los recipientes para el ordeño deben estar completamente limpios. Entre ordeños deben lavarse con agua jabonosa y dejarlos secar. Si la máquina de ordeño tiene muchas mangueras, su limpieza se basa en un riguroso protocolo que incluye: un lavado ácido y un lavado básico seguido de un aclarado (figura 6.10a). La leche debe ser almacenada en recipientes limpios y desinfectados entre usos. Cuando sea posible, en recipientes de acero inoxidable, que son más fáciles de limpiar. Se deben evitar los contenedores de almacenamiento y transporte con pequeñas aberturas, ya que son más difíciles de limpiar. Antes de verter la leche en las cántaras o contenedores (si no existe un sistema de recogida centralizado), se debe utilizar un filtro y asegurarse de que esté limpio (figura 6.10b). Si el ordeño tiene lugar en presencia de



**Figura 6.10.** Limpieza del equipo de ordeño después de que pasen los animales (a). Uso de recipientes de acero inoxidable y filtros limpios al verter la leche en cántaras de almacenamiento o transporte (b).



**Figura 6.11.** Limpieza del pezón con una bayeta individual lavable.

la cría, las cuerdas de sujeción también deben limpiarse regularmente.

**c) higiene de la mano de obra:** el operario de ordeño debe lavarse las manos con agua jabonosa antes de ordeñar o en su caso, usar guantes. Debe llevar ropa limpia, y si fuera posible tener una ropa exclusiva para el ordeño. Además, en la sala de ordeño se recomienda llevar máscara, gorro y delantal lavable. En el caso de que el operario de ordeño esté enfermo o

presente llagas en las manos, se recomienda que ordeñe otra persona.

**d) higiene en el método de ordeño:** Antes de la salida de la leche, el operario debe limpiar los pezones con agua limpia, o aún mejor, con agua jabonosa para eliminar las bacterias de la piel. Para lavar y secar los pezones se puede usar una bayeta o paño desechable o lavable (figura 6.11). En el caso de que sea lavable, se recomienda colocarla en una caja reservada para tal fin. Se debe utilizar una bayeta individual limpia por animal. Cuando se incorpore un animal nuevo al ordeño, se toma una bayeta limpia de una segunda caja reservada para este fin. Los paños utilizados se deben lavar entre ordeños. En el caso de que el suelo no esté limpio, es mejor no colocar el material directamente en el suelo, sino que a una cierta altura. Por último, es recomendable evitar que las camellas se echen inmediatamente después del ordeño, para permitir que el esfínter se cierre correctamente antes de entrar en contacto con el suelo.

**e) higiene de la materia prima:** Cuando el ordeño es manual, se recomienda descartar la leche inicial, potencialmente contaminada con una mayor frecuencia. Se debe evitar mojar el dedo en la leche para lubricar los pezones y, además, deben cubrirse los recipientes que contienen leche en el caso de que no sean recipientes cerrados. La leche debe mantenerse a una temperatura lo más moderada posible durante su almacenamiento y transporte (colocar las cántaras a la sombra o en un hueco humedecido) o bien, llevarlas rápidamente al tanque de refrigeración. El tiempo de espera entre la recogida y el almacenamiento en frío (4°C) debe ser lo más corto posible. Lo mismo se aplica al tiempo de transporte, en el caso de que sea difícil mantener la cadena de frío. Finalmente, es fundamental eliminar la leche de las camellas con mastitis clínica, así como tratar dicha mastitis. En caso de tratamiento, hay que respetar los tiempos de espera de los antibióticos. Se aconseja también realizar de forma periódica algún tipo de prueba para la detección de mastitis subclínica como, por ejemplo, la prueba de california para mastitis (tabla 6.1 y recuadro 6.1).

**Recuadro 6.1.** Teepol test o CMT (California mastitis test)

El “*California mastitis test*” o (CMT) es una prueba rápida y eficaz que mide indirectamente el nivel de glóbulos blancos (leucocitos), que son indicadores de la presencia de bacterias patógenas en la leche, siendo los leucocitos el medio de defensa de la ubre. El reactivo CMT, en presencia de leucocitos, provoca una reacción de aglutinación, tanto más marcada cuanto mayor es el nivel de leucocitos. Esta prueba se usa regularmente en las camellas de grandes granjas lecheras (figura 6.12). El material para la realización del test incluye: a) una bandeja especial o un vaso; b) una botella de reactivo. La forma en que se realiza es sencilla. Consiste en: eliminar los primeros chorros de leche de cada pezón; posteriormente recoger leche de cada pezón en la bandeja o en el vaso y añadir aproximadamente la misma cantidad de reactivo; dar movimientos circulares a la bandeja o vaso para mezclar bien el reactivo y la leche; después leer la

reacción, es decir, la presencia o ausencia de grumos que atestiguan la reacción de aglutinación (véase tabla 6.1); evaluar el pH usando un indicador de color (púrpura de bromocresol), que se vuelve púrpura cuando el pH está cerca de 7, lo que indica la presencia de mastitis. Después de su uso, la bandeja se enjuaga con agua limpia, sin detergente para evitar cualquier reacción posterior de falso positivo.



**Figura 6.12.** Bandeja para CMT compuesta por 4 pocillos correspondientes a cada uno de los pezones de la ubre. La presencia de grumos violáceos muestra la presencia de bacterias en ese cuarto. La lectura se realiza de acuerdo con la tabla 6.1 que se presenta a continuación.



**Tabla 6.1.** Guía interpretativa para la reacción del CMT en camellas lecheras

Lectura		Interpretación	
Aspecto	Clasificación	Leche individual	Mezcla de leche
No hay reacción. Consistencia líquida y color gris	0 (0)	Leche normal	Entre 0 y 20% camellas positivas en el rebaño.
Gel ligero de escamas desaparece después de 10 segundos (color gris violáceo)	1(+)	Mastitis latente. Mastitis subclínica. Ordeño irritante.	Alrededor del 30% de las camellas positivas.
Gel ligero persistente en forma de filamentos grumosos (color gris-violeta)	2 (+)	Mastitis subclínica. Ordeño irritante	Alrededor del 40% de las camellas positivas.
Gel espeso se adhiere en una masa viscosa al fondo del pocillo cuando se le imprime movimiento de rotación a la placa	3 (++)	Mastitis bien establecida	Alrededor del 60% de las camellas positivas.
Gel con la consistencia de la clara de huevo (color violeta oscuro).	4 (+++)	Mastitis bien establecida	Alrededor del 80% de las camellas positivas

Este conjunto de reglas constituye las «buenas prácticas de ordeño», que aseguran una producción de leche de buena calidad higiénica. El impacto de las prácticas de ordeño sobre la importancia cuantitativa de la contaminación bacteriana ha sido ampliamente demostrado (figura 6.13).



**Figura 6.13.** Tres niveles diferentes de higiene en las prácticas de ordeño: a) nivel bajo, b) nivel medio, c) nivel alto.

En los ejemplos de la figura 6.13, la contaminación bacteriana evaluada a partir del recuento de coliformes y flora bacteriana aerobia mesófila total (FAMT) presentó los siguientes recuentos:

- Nivel de higiene bajo: 4 millones de coliformes/ml y 500.000 FAMT/ml de leche
- Nivel de higiene medio: 1 millón de coliformes/ml y 350.000 FAMT/ml de leche
- Nivel de higiene alto: 1000 coliformes/ml y 18.000 FAMT/ml de leche

## 7. Cría del recién nacido

### 7.1. Viabilidad de las crías

La supervivencia y el buen crecimiento de las crías son un factor esencial para la productividad numérica del rebaño, la calidad de las hembras de reposición y la valorización de los machos jóvenes para la producción de carne o la reproducción. La viabilidad de las crías depende en gran medida de los cuidados que se les brinden justo después del nacimiento (véase el apartado 5.4 «Cuidados del recién nacido») y de las condiciones higiénicas en los primeros 6 meses de vida de las crías, el período más crítico. De hecho, el 80% de los casos de mortalidad en camellos jóvenes se producen en los primeros 6 meses de lactancia (figura 7.1).

Las causas de esta mortalidad tiene múltiples orígenes. Pueden ser trastornos infecciosos que afecten al sistema digestivo (la diarrea es la enfermedad más común en la cría), o al sistema respiratorio, especialmente en climas fríos. Pero el camello también es sensible a intoxicaciones por plantas, accidentes, parasitismo gastrointestinal y desnutrición (ver capítulo 9, “Manejo de la salud”). La supervivencia de las crías está relacionada tanto con las prácticas de crianza (administración del calostro, prácticas de destete y lactancia), como con el estado inmunológico de los animales jóvenes. Hay quienes consideran que los criterios de adaptación a un entorno hostil implican una selección natural rápida que conduce a la supervivencia de los únicos individuos capaces de hacer frente a las condiciones de dicho entorno. Sin embargo, los sistemas lecheros más intensivos constituyen ambientes más artificiales donde estos criterios son poco cuestionados. Por tanto, podemos considerar que las prácticas de crianza son más decisivas en este contexto, especialmente porque las causas de la mor-



**Figura 7.1.** La mayor mortalidad en camellos se produce en el 80% de los casos durante los primeros 6 meses de vida. El primer mes es el más crítico.



**Figura 7.2.** Desinfección exhaustiva del biberón en caso de lactancia artificial entre tomas.

alidad son a menudo multifactoriales. Existe una gran variabilidad en el rendimiento entre rebaños, lo que sugiere que se pueden obtener avances mediante la mejora de las prácticas de producción, en particular, las prácticas de cuidado de los animales jóvenes.

Además de los cuidados mencionados anteriormente después del nacimiento, se pueden implementar otras medidas de protección o preventivas, en particular:

- asegurar una ingesta adecuada de leche en la cría lactante y desinfectar bien el biberón en caso de lactancia artificial (figura 7.2);
- evitar que la cría mame de su madre en caso de mastitis o edema ;
- controlar el aumento de peso para detectar posibles incidentes en el crecimiento;
- aislar a las crías enfermas tan pronto como aparezcan los primeros signos de diarrea, patología respiratoria o parasitaria (en particular la tiña);
- realizar el destete de forma gradual y, por tanto, estar atento durante la transición de una dieta basada únicamente en leche a una dieta forrajera;
- tratar las instalaciones contra garrapatas
- verificar las interacciones entre crías de la misma edad (competencia por el acceso a la comida, agresividad de los congéneres, etc).
- realizar pruebas serológicas en caso de aparentes epidemias, que pueden ser de origen viral o bacteriano.

## 7.2. El destete

La transición total de la lactancia materna a una dieta basada en forraje y concentrados es un punto de inflexión bastante sensible para el ganado. En un ambiente tradicional, el destete es más tardío, ya que la cría está presente en el ordeño. Tal práctica se justifica en un contexto de escasos recursos. De manera general, el destete suele ocurrir alrededor de los 6 meses, a veces un año o incluso más. En un entorno intensivo destinado a la producción de leche, el destete tardío está mucho menos justificado, sobre todo porque la cría toma una parte importante de la leche producida (entre el 40 y 75%). Por tanto, es económicamente necesario retirar a la cría tan pronto como sea posible, sin arriesgar su supervivencia y crecimiento. Varios estudios han demostrado que la cría tolera muy bien el suministro temprano de una ración de alimento a base de forraje. Además, no se observa estrés en el destete como en muchas otras especies. El destete temprano en un entorno tradicional rara vez se realiza antes de los 3 meses y se basa en varios métodos coercitivos, como colocar un trozo de madera en las fosas



**Figura 7.3.** Uso del “chmel” para proteger los pezones (a) y evitar la alimentación fuera de los tiempos de ordeño (Foto S. Saleh). Limpieza del “chmel” en una granja en Arabia Saudí (b).

nasales de la cría para provocar una reacción defensiva en la madre. La técnica más común, especialmente entre los camelleros árabes, es el uso de “*chmel*”, ya sea un trozo de tela o un tejido vegetal que impide el acceso de la cría a la ubre de su madre entre ordeños. Sin embargo, este utensilio representa un verdadero nido de microbios si no se limpia regularmente, por lo que debe estar prohibido en sistemas lecheros intensivos (figura 7.3).

En granjas lecheras intensivas, el destete puede iniciarse a las 6-7 semanas después del parto, dependiendo del crecimiento de la cría. Al final de este periodo de tiempo, la cría se separa de su madre durante el día. Este período de transición dura de 2 a 3 semanas durante las cuales, la cría se separa completamente de su madre para consumir forrajes y un poco de concentrado permitiendo así el desarrollo de sus estómagos. Al final de este período de tiempo, la cría se separa completamente de la madre y se socializa en la cohorte de crías nacidas en la misma estación que ella. Sin embargo, también se puede dejar a la cría con su madre durante 30 minutos después del ordeño para que pueda beneficiarse de la leche residual durante los primeros 5-6 meses. Más allá de este período, la presencia de la cría ya no es necesaria.

### 7.3. Control y mediciones del crecimiento

El peso medio de una cría al nacer está alrededor de los 35 kg, variando de 26 a 51 kg. Por debajo de los 25 kg, las posibilidades de supervivencia son muy bajas. Este peso dependerá más del crecimiento intrauterino (por tanto, de la genética materna) y del entorno, en particular de la alimentación de la madre al final de gestación, que de un posible potencial genético hereditario (la heredabilidad parece baja). Esta baja heredabilidad, podría estar asociada a la ausencia de selección para este criterio. El seguimiento del crecimiento es una parte importante en el control de los animales. En general, este crecimiento sigue una curva clásica en forma de S, con rendimientos que varían mucho según los sistemas de producción.

En un entorno tradicional, el aumento de peso de las crías puede variar entre 190 y 310 g/día durante el primer año. En condiciones más intensivas, la ganancia diaria media (GDM) es de 440 a 580 g. Sin embargo, a veces se dan valores más altos en la literatura (hasta 750-800 g/d). En general, el crecimiento comienza a disminuir después de los 6 meses (aproximadamente 500 g/d en sistemas intensivos), hasta alcanzar alrededor de 200g/d después de los 2 años. El crecimiento dura hasta los 7 años, pero es en los 12 primeros meses donde su control es esencial. Para ello, existen dos métodos: mediciones barimétricas o pesaje. Hay varias ecuaciones para estimar el peso a partir de determinadas medidas, aunque estas ecuaciones se han desarrollado para animales adultos (ver tabla 7.1) y necesariamente no tienen por qué ser las adecuadas para animales jóvenes. Sin embargo, podemos contentarnos con algunas medidas que reflejan con precisión el crecimiento (altura a la cruz y circunferencia del tórax) sin tratar de estimar el peso. Ahora bien, el uso de una báscula es más fiable siempre que se pese en las mismas condiciones, por ejemplo, por la mañana con el estómago vacío y antes de beber agua, y con un equipo adecuado para pesar los animales.

Existen varios sistemas de pesaje. En estudios de campo o para el pesaje exclusivo de crías, basta una pesa extraíble con un sistema de carga (figura 7.4a). En grandes granjas lecheras, es mejor instalar un sistema de pesaje con báscula electrónica. En este caso se requiere de más infraestructura, un pasillo de entrada y vallado adecuado (figura 7.4b).

La evaluación del peso de animales adultos por ecuaciones, en ausencia de un sistema de pesaje, debe de hacerse con precaución. Las medidas barimétricas más comunes son la circunferencia del tórax, la altura a la cruz y la circunferencia abdominal. Un análisis comparativo reciente de 6 ecuaciones publicadas en artículos científicos (tabla 7.1) mostró que en comparación con el peso real (promedio de 406 kg), los valores medios estimados variaban entre 382 y 536 kg, las mejores predicciones fueron las ofrecidas por Field (1984) en Kenia o Boué (1949) en Argelia.

Schwartz y Dioli, (1992)<sup>6</sup> también propusieron una ecuación de predicción del peso vivo teniendo en cuenta la joroba:  $PV \text{ (en kg)} = HG * TP * HB * 50$  donde HB representa la altura de la joroba (en cm).

Se ha propuesto una ecuación para evaluar el peso vivo de los animales en crecimiento en función de la edad, basada en otras medidas, como, la circunferencia del cuello (TC), la circunferencia del muslo (CC) y la longitud de la joroba (LB) de acuerdo con la fórmula (Kamili et al., 2006)<sup>7</sup>:

$$PV \text{ (kg)} = 4,06 * \text{edad (años)} + 3,05 * TC \text{ (cm)} + 3,38 * CC \text{ (cm)} + 1,38 * LB \text{ (cm)} - 191$$

---

<sup>6</sup> Schwartz H., Dioli M., 1992. The One-Humped camel in eastern-Africa. Publ. Verlag, Weikersheim, Germany.

<sup>7</sup> D'après Kamili A., Bengoumi M., Faye B., 2006. Assessment of body condition and body composition in camel by barymetric measurements. J. Camel Pract. Res., 13(1), 67-72.



**Figura 7.4.** Sistema de pesado suspendido en Níger (a). Sistema de pesado con balanza electrónica en Arabia Saudí (b).

**Tabla 7.1.** Comparación de algunas ecuaciones para predecir el peso vivo (PV) a partir de la altura a la cruz (HG), la circunferencia torácica (TP) y la circunferencia abdominal, incluida la joroba (TA) para un peso medio real de 406 kg (según Boujenane, 2019<sup>8</sup>).

Ecuación	Peso estimado	Autor	País	Fecha
$PV=53*(HG*TP*TA)$	404	Boué <sup>9</sup> (1949)	Argelia	1949
$PV=52*(HG*TP*TA)$	397	Graber <sup>10</sup> (1966)	Chad	1966
$PV=507*TP-457$	536	Wilson <sup>11</sup> (1978)	Sudán	1978
$PV=6,46*10^{-7}*(HG+TP+TA)^{3,17}$	399	Field <sup>12</sup> (1984)	Kenia	1979
$PV=3,06*TP-209,6$	454	Bucci et al. <sup>13</sup> (1984)	Egipto	1984
$PV=50*(HG*TP*TA)$	382	Yagil <sup>14</sup> (1994)	Israel	1994

<sup>8</sup> Boujenane, 2019. Comparison of body weight estimation equations for camels (*Camelus dromedarius*). *Trop. Anim. Hlth Prod.*, 51(4),1003-1007.

<sup>9</sup> Boué A., 1949. Essai de barymétrie chez le dromadaire Nord-africain, *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 3 (1), 13-16.

<sup>10</sup> Graber M., 1966. Etudes dans certaines conditions africaines de l'action antiparasitaire de Thiabendazole sur divers helminthes des animaux domestiques. II. Dromadaire, *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 19, 527-543.

<sup>11</sup> Wilson R.T., 1978. Studies on the livestock of southern Darfur. V. Notes on camels. *Sudan, Trop. Anim. Hlth Prod.*, 10, 19-25

<sup>12</sup> Field C.R., 1979. Camel growth and milk production in Marsabit district, Northern Kenya. In "the camelid an all-purpose animal". *Proc. Khartoum workshop on camels*, W.R. Cockrill (Ed.) Uppsala, Sweden, 1984, 209-230.

<sup>13</sup> Bucci T.J., Soliman A.M., Botros B.A.M., Kerker M.E., 1984. Abdominal circumference at the hump as an index of body weight in dromedary camels, *Indian Vet. J.*, 61, 26-30.

<sup>14</sup> Yagil R., 1994. *The Camel in Today's World. A Handbook for Camel Breeding*, Deutsche Welthungerhilfe, Bonn, Germany

Se han propuesto muchas otras medidas, no tanto para estimar el peso vivo del animal, sino determinar la morfología de los ecotipos y poder distinguir los fenotipos de camello: longitud del cuello y cabeza, longitud del cuerpo, perímetro abdominal detrás de la joroba, longitud de las extremidades, altura subesternal, etc.... (figura 7.5).



**Figura 7.5.** Medida del perímetro del pecho de un camello adulto en Arabia Saudita.

## 8. La alimentación

Un buen manejo de la alimentación es fundamental para garantizar el mantenimiento y el rendimiento productivo de los animales de granja. Este manejo se basa en el conocimiento de las necesidades según el estado fisiológico del animal (gestación, lactación, crecimiento) y de los recursos alimenticios disponibles para determinar las raciones óptimas.

### 8.1. Necesidades nutricionales

Si bien las necesidades nutricionales del dromedario son menores a las de otras especies, gracias a una digestión más eficiente y mecanismos de reciclaje (ver el apartado 4.1 «La digestión en grandes camélidos»), es necesario que beba y coma en propor-

ción a su tamaño y su producción. Los requerimientos dietéticos se relacionan con la ingesta necesaria de proteínas, energía, minerales y agua para el mantenimiento y la producción. Por tanto, varían mucho según lo que se espera del animal. Además, el cambio gradual hacia sistemas ganaderos más intensivos para la producción de leche ha ido acompañado de un cambio considerable en el sistema de alimentación. El pastoreo libre en áreas de pastoreo bajas en nutrientes, pero altamente diversificados (ver el apartado 4.2.1 «Conducta alimentaria»), se reemplaza por raciones monótonas de alta concentración energética y proteica, sin que se evalúen claramente los efectos sobre la productividad y los trastornos metabólicos. Por tanto, es fundamental proporcionar una ración equilibrada que estimule la producción de leche esperada.

### 8.1.1. Necesidades energéticas

Generalmente se considera que las necesidades de mantenimiento del dromedario adulto rondan las 1,2 unidades forrajeras (UF) por 100kg de peso vivo. Una UF corresponde al valor energético de 1 kg de cebada cosechada en la etapa de grano maduro. También se distingue entre unidades de forraje para producir leche (UFL) y aquellas para producir carne (UFV). La UFL es la cantidad de energía neta absorbible durante la lactancia o mantenimiento del rumiante, y corresponde a 1700 kcal para 1UFL. La UFV es la cantidad de energía neta absorbible durante el engorde si la GMD es superior a 1000 g/d o 1820 kcal por 1 UFV. En el sistema anglosajón, la energía no se mide en UFL, sino en megajulios (MJ). Una UFL corresponde a 7,1 MJ. Para los animales que se desplazan diariamente, las necesidades energéticas de mantenimiento se incrementan en un 20% para contemplar el gasto muscular. Las necesidades energéticas de las camellas lecheras obviamente dependen de la cantidad de leche que producen.

La siguiente tabla resumen muestra las necesidades energéticas según el estado del animal (tabla 8.1), sabiendo que el rango de valores depende del peso del animal. De promedio, las necesidades energéticas para producir un litro de leche son de 5 MJ o 0,7 UFL. Así, una camella que produce 10 litros de leche necesitará 7UFL adicionales.

**Tabla 8.1.** Necesidades diarias de energía y nitrógeno en función del estado fisiológico de los camellos para pesos que van desde 100 a 600 kg (crecimiento) y con una producción de leche que oscila entre 1 y 10 litros de leche/d.

Necesidades/día	Crecimiento posterior al destete*	Hembra no gestante	Hembra gestante	Hembra lactante
Energía (UFL)	2-7	3,5-5,1	3,9-8,1	5,6-12,9
Energía (MJ)	14,6-54	24,9-42	28,1-57,6	40-92
Proteína (g)	195-495	144-321	234-492	470-608
Agua (L)	6-18	18-36	25-45	25-45

\*para un crecimiento de 500g/d



### **8.1.2. Requerimientos de nitrógeno**

En el apartado 4.1, la digestión en grandes camélidos, vimos que las proteínas y el nitrógeno no proteico del forraje se metabolizaban en amoníaco, a partir del cual los microorganismos del compartimento C1 sintetizan proteínas que son digeridas en el intestino. Sin embargo, parte de las proteínas de la ración también se absorben a nivel intestinal. Estas dos fuentes proteicas cubren las necesidades de mantenimiento del animal, que se estiman en 90 g de proteína bruta por cada 100 kg de peso vivo. Esto corresponde a valores inferiores a los de otros herbívoros domésticos, debido a la capacidad de reciclaje de la urea mencionada anteriormente. La producción de leche, por otro lado, requiere alrededor de 55g de proteína digestible por kilogramo de leche. Sin embargo, se sabe poco sobre la distribución —en grandes camélidos— de las proteínas de la dieta en proteínas lácteas y musculares. A pesar de la capacidad de reciclaje de la urea, los camellos desaprovechan buena parte de las proteínas ingeridas y sólo el 15% de lo ingerido quedaría retenido en el organismo. Las necesidades según el estado fisiológico del animal se resumen en la tabla 8.1. Estas necesidades son significativamente inferiores que las de una vaca del mismo peso.

### **8.1.3. Necesidades de agua**

Dada su capacidad para resistir la sed y especialmente para ahorrar agua, las necesidades de agua son relativamente bajas en comparación con otras especies ganaderas. Se estima que en condiciones climáticas adversas (calor y sequía), las necesidades diarias son del orden de 6 litros por cada 100 kg de peso vivo. Se reducen a la mitad en condiciones favorables (estación fría y húmeda). En hembras lactantes, la producción de leche aumenta la pérdida de agua debido al contenido de agua de la leche y al aumento en el metabolismo basal inducido por la lactogénesis. La producción de un litro de leche requiere 1,5 litros adicionales de agua. Durante el último tercio de la gestación, las hembras gestantes aumentan sus requerimientos de agua en aproximadamente un 20%.

### **8.1.4. Necesidades en minerales y vitaminas**

Los requerimientos de sal (cloruro sódico) son altos. Se estiman en 20g por 100 kg de peso vivo. Eso corresponde para un animal de 400 kg, a una ingesta de 28 a 34 kg de sal por año. Más allá de estos valores, la excreción urinaria de sal aumenta de manera proporcional a la cantidad ingerida. Teniendo en cuenta el contenido en sal de la leche, las necesidades para camellas lactantes se sitúan entorno a los 2,5 g por litro de leche. Por otro lado, la gestación no modifica las necesidades en sal. La suplementación de sal se puede asegurar mediante el aporte de bloques de sal, especialmente si los animales no tienen acceso a plantas halófitas. Los coeficientes de utilización digestiva de fósforo y calcio son más altos que en el ganado bovino, lo que significa que los grandes camélidos absorben mejor estos minerales esenciales. Las necesidades de mantenimiento en dromedarios se estiman en 4 g de calcio y 2,5 g de fósforo por 100 kg de peso vivo. Teniendo en cuenta los niveles en leche, las necesidades de la camella lactante se estiman en 1,9 g de calcio y 1,1 g de fósforo por litro de leche producida. Los aportes

necesarios para la construcción ósea del feto durante el último tercio de la gestación son poco conocidos. Sin embargo, por extensión de los resultados observados en otras especies, estas necesidades pueden estimarse en 9,5 g de calcio y 5,5 g de fósforo por día. Respecto a las necesidades para el crecimiento, también son poco conocidas. Sobre el magnesio, no hay referencias precisas. Sin embargo, se sabe que una ingesta diaria de 3g por 100 kg de peso vivo ayuda a mantener los niveles normales en sangre.

En cuanto a los oligoelementos, sus necesidades son bien conocidas. Siendo la regulación del cobre comparable a la del ganado vacuno, las necesidades en camélidos son las mismas, es decir aproximadamente 15 mg por 100 kg de peso vivo de cobre. En cambio, el metabolismo del zinc es diferente al del ganado vacuno, y si las ingestas recomendadas son del orden de 60 mg por 100 kg de peso vivo, es decir, un valor comparable al del ganado vacuno, es probable que los requerimientos reales para dromedarios sean menores. Lo mismo ocurre con el selenio, siendo el dromedario muy sensible a un aporte complementario. Las ingestas recomendadas son dos veces inferiores a las del ganado vacuno, es decir, 0,06 mg por 100 kg de peso vivo. Debido a que la leche de camella es rica en hierro y el forraje de las zonas áridas o semiáridas contiene suficiente hierro absorbible, no hay necesidad de suplementar en dromedarios o camellos en este elemento. En la tabla 8.2 se muestran los requerimientos para estos minerales.

**Tabla 8.2** Requerimientos minerales diarios basados en el estado fisiológico de las camellas con pesos que oscilan de 100 a 600kg.

Elemento	Crecimiento	No-gestante	Gestante	Lactante
Sodio (g/d)	20-60	60-120	60-120	72-132
Calcio (g/d)	4-12	12-24	21-33	21-33
Fósforo (g/d)	1,8-5,4	5,4-11	10-16	10-16
Magnesio (g/d)	3,9	9-18	?	?
Cobre (mg/d)	15-45	45-90	45-90	45-90
Zinc (mg/d)	60-180	180-360	180-360	180-360
Selenio (mg/d)	0,12-0,36	0,36-0,72	0,36-0,72	0,36-0,72

Respecto a las vitaminas, se desconocen las necesidades o requerimientos diarios. Dada la excepcional riqueza de la leche de camella en vitamina C (ácido ascórbico), las necesidades son sin duda importantes en la camella lactante. Pero, al igual que en los rumiantes, el ácido ascórbico se sintetiza en el hígado, no es necesaria una suplementación específica. Por otro lado, la suplementación con vitaminas liposolubles (especialmente vitaminas A y E), si es necesaria para tener un efecto beneficioso sobre la reproducción. Las concentraciones de  $\beta$ -caroteno (provitamina A) son de hecho muy bajas tanto en sangre como en leche, lo que explica el color translúcido del plasma del dromedario, y la ausencia de un color crema en la leche de camella. El contenido de vitamina E en plasma también es comparativamente más bajo



**Figura 8.1.** Distribución del suplemento de minerales y vitaminas en forma de bloques triturados para garantizar una mejor ingesta.

que en otros herbívoros domésticos. Por otro lado, el ácido fólico (vitamina B9) y la biotina (vitamina B7) tienen concentraciones plasmáticas similares a las de bovinos. Sin embargo, estos resultados son insuficientes para especificar las necesidades y las deficiencias vitamínicas, que son poco conocidas en esta especie. Probablemente haya una relación entre la deficiencia en vitamina A y la sensibilidad a la sarna. En cuanto a las vitaminas hidrosolubles del grupo B, se encuentran en cantidades iguales o inferiores, especialmente en leche, en comparación con la leche

de vaca. No obstante, los déficits nunca se describen en la literatura. Dado que los camellos viven, normalmente, en regiones muy soleadas, la síntesis de vitamina D por la piel bajo el efecto del sol parece ser muy alta (los niveles plasmáticos son 10 veces superiores que en la vaca). Aún así, esta es una cuestión que debería plantearse en las granjas ubicadas en los países del norte. En general, el aporte en minerales y vitaminas se realiza con bloques para lamer enriquecidos con oligoelementos y vitaminas. Pero, a diferencia de las vacas, los dromedarios y bactrianos no “laman” estos bloques, sino que tienden a morderlos. Es por esto, que se recomienda la toma de suplementos de vitaminas y minerales en forma de polvo o bloques triturados (figura 8.1).

## 8.2. Posibles recursos alimenticios

Al ser un animal de zonas áridas y semiáridas, los grandes camélidos están acostumbrados a la vegetación de zonas secas. Las plantas susceptibles de ser consumidas por el dromedario en condiciones naturales, conociendo la diversidad de pastos desde Mauritania hasta China, son numerosas y su valor nutricional muy variado. Sin embargo, estas plantas presentan una serie de particularidades que se pueden resumir de la siguiente manera:

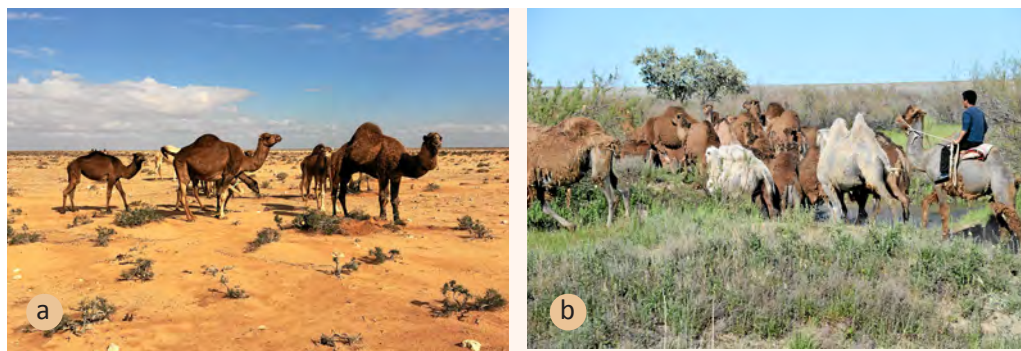
- a menudo son plantas pequeñas, con un potente sistema radicular, con mecanismos para limitar la evapotranspiración (hojas reducidas, aciculares, vidriadas o crasas);
- las plantas herbáceas son terófitas, cuyas semillas tienen una larga latencia y una capacidad de germinación que puede preservarse durante mucho tiempo;
- las plantas perennes tienen la capacidad de sobrevivir ralentizado su crecimiento durante largos períodos de tiempo y presentan mecanismos de absorción efectiva por las raíces y retención de agua;

- la rizosfera (es decir, la parte subterránea) de estas plantas se ha desarrollado, dando lugar a una gran dispersión de “mechones aéreos”, a menudo asociados a otros lugares, para plantas herbáceas con gran movilidad.

En los hábitats naturales donde viven los grandes camélidos, la riqueza de la flora es mayor de lo que uno podría imaginar, incluso aunque muchas veces cada especie esté representada por un número relativamente bajo de ejemplares. Sin embargo, la dispersión de esta cubierta vegetal da como resultado una baja productividad de pasto por unidad de superficie. Por tanto, la carga animal por hectárea es generalmente muy baja y el área requerida para la alimentación de un camello adulto se estima en más de 20 ha al año. Por supuesto, esto es un promedio, y se observa una gran variabilidad entre regiones y estaciones (figura 8.2).

Otro elemento importante relacionado con los recursos alimenticios del dromedario es el uso de recursos leñosos, que pueden ser superiores a los recursos herbáceos en los márgenes del desierto. El valor nutricional de los «pastos aéreos» es a menudo superior al de las gramíneas y otras plantas herbáceas. Además, la longitud del cuello del animal les permite un fácil acceso a las ramas de árboles de gran tamaño (ver apartado 4.2.1, «Conducta alimentaria”).

En sistemas intensivos, los camélidos tienen acceso a otros recursos agrícolas (salvado de arroz o trigo, arroz o trigo partido, vainas de cacahuets, cebada, bagazo de cerveza, subproductos de la producción del aceite como el orujo de aceituna, tortas de algodón, torta de cacahuete, etc.) o a concentrados comerciales. Además, disponen de una ración básica que puede proceder de pastos, heno de alfalfa u otras plantas forrajeras de zonas de regadío (figura 8.3). Se han realizado pruebas de ensilado con gramíneas (en particular, *Cenchrus ciliaris*). Las raciones a base de paja tratada con urea (para aumentar la proporción de nitrógeno no proteico) o los bloques de melaza-urea que a veces se ofrecen como suplemento en vacas lecheras, deben evitarse debido al riesgo de hiperuremia.



**Figura 8.2.** Dromedarios pastando en la región de Mathrouh en Egipto (a). Camellos e híbridos bactrianos en los caminos de la región de Akshi en Kazajistán (b).

En las granjas ubicadas en los países del norte, la alimentación a base de pastos templados resulta una alternativa deliciosa, especialmente en primavera. Sin embargo, hay que tener en cuenta que puede ser la causa de diversos trastornos metabólicos. Por esta razón es aconsejable aportar un forraje como la paja de trigo (por ejemplo), a razón de al menos un kilogramo por día.



**Figura 8.3.** Alimentación de camellas lecheras con heno de alfalfa de zonas de regadío en Arabia Saudí.

### 8.3. Cálculo de la ración

La energía se aporta a través de la ración de alimentos, por la celulosa y hemicelulosa que constituyen las paredes celulares de las plantas consumidas, o bien por almidones y azúcares complejos presentes en gran cantidad en concentrados como la cebada o los granos de trigo. Estos nutrientes se transforman en azúcares simples para los primeros y glucosa para los segundos, aunque en todos los casos estos azúcares se convierten en ácidos grasos volátiles (AGV): acetato, propionato y butirato. Estos AGVs se absorben rápidamente a través de las paredes de los estómagos y pasan al torrente sanguíneo para ser metabolizados en los diferentes órganos en forma de energía. Con raciones ricas en celulosa, la tasa de acetato es mayor. En el caso de raciones más ricas en concentrados, predominan los propionatos y butiratos, así como la cantidad de glucosa absorbida en el intestino, en particular con alimentos ricos en cereales. No obstante, los propionatos y butiratos son productos utilizados por el tejido adiposo. En hembras

lactantes, los depósitos corporales aumentan a expensas de las secreciones mamarias, a menos que sean hembras de alta producción. Sin embargo, en las camellas de baja producción, como es el caso de la mayoría de las «razas» africanas, la ingesta excesiva de concentrados no produce necesariamente más leche o leche más nutritiva, sino un aumento del tamaño de la joroba.

Por tanto, se recomienda en raciones «intensivas» lo siguiente:

- mezclar los concentrados con los forrajes, fraccionando la distribución del concentrado;
- limitar la ingesta de carbohidratos fácilmente fermentables (almidón, dátiles rechazados) ;
- no destruir la estructura fibrosa de los forrajes y las cáscaras de cereales (evite cortar la paja y el heno) ;
- limitar el suministro de concentrados a un máximo del 40-45% de la materia seca;
- limitar la ingesta de energía UFL de concentrados al 60%, es decir, una cantidad de energía entre 0,91 y 1,17 UFL/kg MS
- son preferibles como concentrados, cebada o trigo en lugar de maíz o sorgo para mantener una proporción (acetatos + butirato) / propionatos de alrededor de 3.5.

Estas modificaciones pueden conducir a un uso prioritario de los productos finales de la digestión por la ubre, en lugar de las reservas de grasa. Por esta razón, la adición de concentrados debe realizarse con precaución, especialmente porque esta adición no tiene ningún efecto negativo en la digestión del forraje. Por ejemplo, un aporte de concentrado, a razón del 20% de la ración básica, aumenta la ingestión entre un 17 y un 22%, lo que se explica por una mayor tasa de eliminación de los productos de la digestión microbiana (ácidos grasos volátiles, amoníaco), ligado a una tasa de renovación más rápida de la fase líquida del digestato y una mayor absorción por la pared digestiva. En consecuencia, las raciones ricas en concentrados que conducen a un exceso de propionatos frente a los acetatos pueden inducir casos de obesidad (figura 8.4).

Cuando el forraje es rico en nitrógeno, el consumo total aumenta significativamente, mientras que los productos pobres como la paja se ingieren en menor cantidad. Sin embargo, esta disminución se compensa con la buena valoración de las raciones deficientes. De hecho, la digestibilidad de la paja es aproximadamente de un 5% superior a la medida en ovino, llegando incluso al 7% en caso de deshidratación.



**Figura 8.4.** Obesidad en un camello que resulta en un almacenamiento excesivo de grasa en la joroba.

No existe una ración estándar en la ganadería lechera intensiva, ya que depende de la disponibilidad local. Sin embargo, a partir de los forrajes y subproductos agrícolas disponibles, se puede establecer una ración que cubra lo más adecuadamente posible las necesidades energéticas y proteicas de acuerdo con la producción de leche esperada.

A continuación, en la figura 8.5, se muestra a modo de ejemplo una hoja de cálculo a partir del valor energético y proteico de algunos alimentos que componen la ración. Dicha estimación fue realizada para camellas de 450 kg, con una producción de 8 litros de leche, que ingieren 2,5 kg de MS/100 kg de PV. La ración representada aquí, cubre en gran medida los requerimientos proteicos, pero solo el 90% de la energía. Por tanto, es necesario reequilibrar la ración proporcionando energía adicional y reduciendo las proteínas.

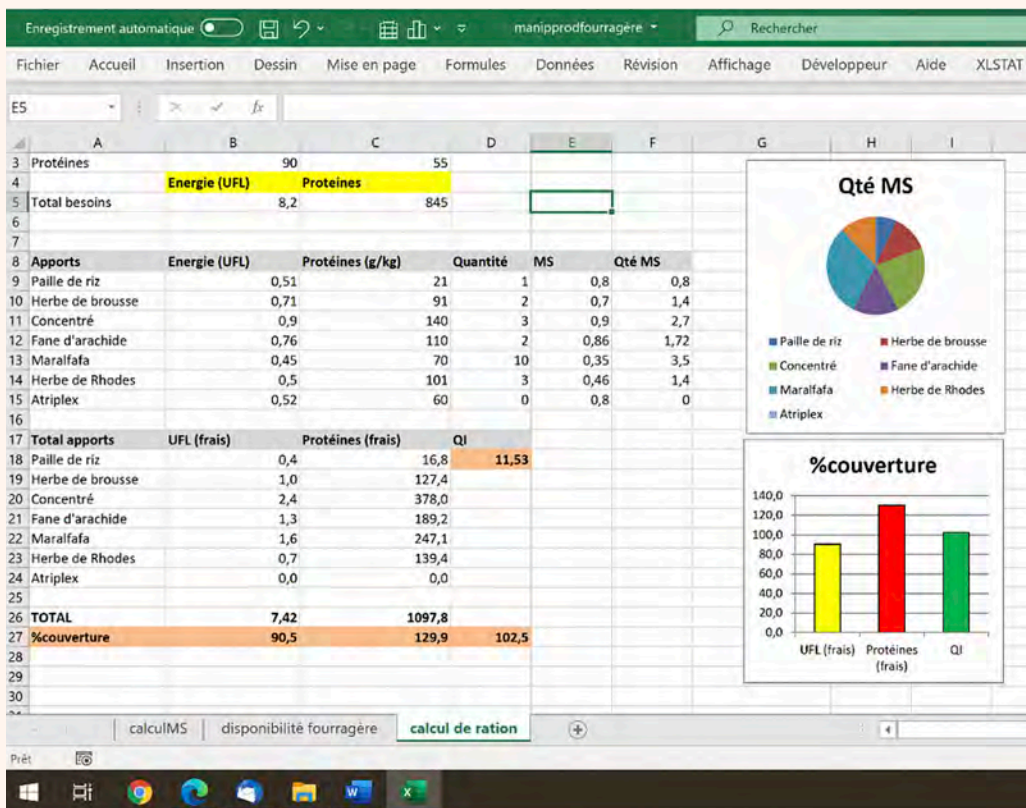


Figura 8.5. Hoja de cálculo simplificada de una ración para una camella lechera.

## 9. Manejo de la salud

La cría de grandes camélidos se considera de alto riesgo, por un lado, debido a que su ciclo de vida es lento y, por otra parte, a la baja tasa de supervivencia relativa de las crías. Por consiguiente, una buena gestión de la salud es esencial para optimizar la productividad, especialmente porque la sintomatología en esta especie (es decir, la expresión de los síntomas), a menudo es difícil de detectar. Esto hace que el diagnóstico resulte mucho más difícil. Se debe proporcionar más atención al control global de la salud de todos los animales, que a la atención brindada caso por caso. En general, los grandes camélidos no son muy susceptibles a las enfermedades infecciosas más comunes que afectan al ganado en los trópicos (fiebre aftosa, peste bovina o la pleuroneumonía). Pero esta resistencia no debería eclipsar el alto coste pagado por otras enfermedades generalizadas. Además, la intensificación de los sistemas ganaderos y la adaptación de esta especie a ecosistemas templados han llevado a una nueva configuración de los riesgos para la salud. En esta sección abordaremos el problema de la contención o sujeción, los elementos a conocer para el examen clínico de los animales, las principales enfermedades de esta especie y la interpretación de análisis de sangre.

### 9.1. Técnicas de contención o sujeción

Los grandes camélidos son animales de gran tamaño cuyo examen clínico, así como diversas manipulaciones para su tratamiento o seguimiento reproductivo requieren de contención. El objetivo de la contención es evitar que los operadores sean víctimas de reacciones violentas o agresivas, y de esta manera también se limita el estrés y el riesgo de accidentes tanto para el animal como para el operario. En general, presentan un carácter de naturaleza tranquila (especialmente las camellas lecheras que están acostumbradas a ser manipuladas). Aun así, el animal puede tener reacciones violentas como mordeduras, patadas, rechazo del contenido ruminal, aplastamiento bajo su placa esternal (como lo haría para someter a un contrincante durante una pelea) y otras reacciones inesperadas causadas por un aumento significativo del estrés. Además, vocaliza fuertemente su descontento, enfado o miedo, lo cual resulta muy molesto para el operario. La implementación de buenas técnicas de sujeción es esencial en la manipulación de estos animales y, generalmente, se requiere de varias personas para hacerlo.

#### 9.1.1. Sujeción de la cabeza

La cabeza de los grandes camélidos tiene un peso considerable, de aproximadamente 15-20kg. Está localizada al final de un cuello muy largo, de más de un metro. Tal disposición anatómica, la convierte en un peso con una fuerte inercia capaz de noquear o dejar inconsciente a cualquier operador que tenga que situarse cerca de ella. Esto puede ocurrir, por ejemplo, en un análisis de sangre en la yugular. Además, el animal es capaz de causar mordeduras profundas y triturar mediante el corte lateral de las mandíbulas. Con sus colmillos, el macho puede provocar heridas profundas (figura 9.1). Por esta razón, es de





**Figura 9.1.** Los machos tienen unos colmillos bien desarrollados que pueden causar mordeduras muy graves.

suma importancia una buena sujeción de la cabeza durante el manejo.

En el caso de que sea necesario manipular grandes camélidos repetidamente, se recomienda colocarle un **cabestro, ronzal o halter** permanente. Existen varios tipos de cabestro, la mayoría se corresponden con los utilizados para caballos (cabestro Shetland para crías jóvenes o cabestro tamaño «cob» para adultos). En los países del Golfo se pueden encontrar cabestros o halters específicos para camellos en los zocos (figura 9.2).

Está prohibido el uso de un simple cordón alrededor del cuello por el

riesgo de dislocación cervical, laceración, o estrangulamiento, excepto para abultar la vena yugular en el momento de extracción de sangre. El uso del bozal está indicado para evitar mordeduras y vómitos (jugo ruminal), pero en general, se utiliza sobre todo en camellos de carreras para evitar que consuman forraje cuando su propietario no quiere. En este caso, el bozal se retira en el momento del reparto de la ración de alimentos. Podemos encontrar varios tipos (figura 9.3). En ausencia de un cabestro y/o bozal, se puede utilizar un cordón para cerrar la mandíbula de manera eficaz, con las membranas mucosas accesibles para su examen. Otra opción es colocar una cuerda alrededor de la mandíbula inferior, y apretar para contener la cabeza de forma que nos permita la observación de la boca (figura 9.4).



a



b

**Figura 9.2.** Cabestro con cuerda para camellos de carreras en Arabia Saudí (a). Cabestro con cinta para camellas lecheras en Dubái (b).



**Figura 9.3.** Bozal de algodón trenzado para camellos de carreras (a). Bozal de malla para machos (b).

Es necesario sujetar la cabeza, por ejemplo, para colocar un crotal en la oreja (identificación del animal). También se puede realizar la aplicación sujetando el labio inferior y superior juntamente de manera firme (figura 9.5). No obstante, también es posible sujetar las orejas en camellos, pero aumenta la dificultad debido a su pequeño tamaño. Muchos camelleros tienen por costumbre colocar un anillo en la nariz (figura 9.6) o un palillo de madera perforando el tabique nasal de los animales.

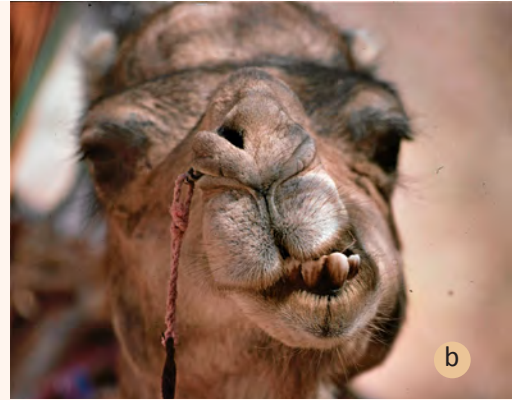


**Figura 9.4.** Cabeza mantenida por una cuerda alrededor de la mandíbula inferior (foto G. Konuspayeva).

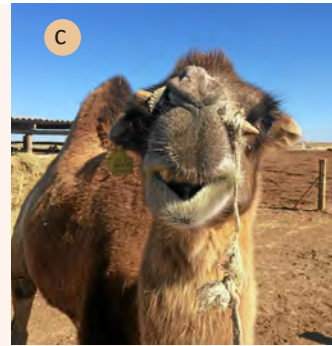
Su uso, implica que no se pueda usar el bozal, pero por lo general se emplean para caravanas o paseos, con el fin de atar a los animales uno detrás del otro. En cualquier caso, no son muy prácticos para mantener la cabeza. Por un lado, no evitan las mordeduras, y, por otro lado, mediante sacudidas, el animal puede arrancarse el anillo y cortarse las aletas de la nariz. En comparación, el palillo de madera es más fuerte, pero sin embargo su colocación es más dolorosa y no se recomienda por los grupos para la defensa de los derechos de los animales (figura 9.7).



**Figura 9.5.** Contención de la cabeza de un camello sujetando el labio superior e inferior firmemente y extendiendo su cuello.



**Figura 9.6.** Colocación de un cordón en el anillo nasal al animal de una caravana en Argelia.



**Figura 9.7.** Perforación del tabique nasal en un camello en la India (a). Punto de enganche para capturar al animal y mantenerlo en una caravana (b). Palillo nasal de madera en un camello bactriano en Kazajistán (c).



**Figura 9.8.** Palillo nasal coercitivo para evitar que el animal succione a otras camellas.

Los palillos nasales también se utilizan para evitar que las crías mamen de sus madres y de esta manera iniciar el destete. Hay ocasiones en las que los adultos se amamantan de las camellas del rebaño, y esta actitud se considera como un comportamiento anómalo (figura 9.8).

En conclusión, la sujeción de la cabeza es necesaria para muchas manipulaciones en estos animales. Es importante a) colocar la cabeza lo más baja posible en el animal erguido, para evitar que se enfade y golpee con las patas delanteras, b) estirar el cuello para evitar golpes en la cabeza o c) doblar el cuello sobre el tórax para evitar golpes por el movimiento de la cabeza (figura 9.9).

### 9.1.2. Restricción de las extremidades

El dromedario tiene la capacidad de golpear tanto con las patas delanteras como con las traseras y esto, en todas las direcciones. Si bien el bactriano es un poco menos ágil, lo anterior hace que los grandes camélidos sean más peligrosos de manipular que otros grandes animales de granja. Además, el hecho de tener las patas largas y que estén insertadas en el tórax (patas delanteras), y el abdomen separado del pliegue de la rodilla (patas traseras), hace que el rango de movimientos sea mucho mayor que en otras especies. Por tanto, es mejor intervenir sobre el animal echado, porque así es posible bloquearlo en la posición esternal sujetando las patas delanteras y traseras. Sin embargo, cuando sea necesario tratar al animal de pie (por ejemplo, para tratar la ubre en hembras o el pene en machos), es preferible posicionarse lo más cerca posible para evitar recibir golpes o patadas —capaces de romper las piernas del operario—, y obstaculizar así la parte distal de las extremidades.

#### a) Contención del animal en posición baraqué «echado»

Hay varios métodos para bloquear al animal en el suelo:

— contención de las patas delanteras (figura 9.10a): pasar una cuerda por la pata manteniéndola flexionada, a través del radio más cercano al codo. Lo más apropiado, es hacer lo mismo con la otra pata delantera (figura 9.10b).



**Figura 9.9.** Camello con el cuello doblado sobre el tórax para evitar golpes por el movimiento de la cabeza, posición práctica para colocar crotales o tomar muestras de sangre en yugular.



**Figura 9.10.** Inmovilización de las dos extremidades delanteras plegadas para evitar que el animal se levante (a). Inmovilización de las extremidades delanteras flexionadas pasando la cuerda sobre el cuello (b) (foto G. Konuspayeva).



**Figura 9.11.** Inmovilización de las extremidades anteriores y posteriores (a). Animal inmovilizado apoyado en el suelo para tratar una ubre afectada por desgarró de un pezón (b) (foto G. Konuspayeva).

— contención de las patas traseras: pasar una cuerda para mantener el corvejón plegado. Lo más adecuado es la contención de ambas extremidades posteriores (figura 9.11a).

La inmovilización simultánea de las extremidades anteriores y posteriores nos permite, por ejemplo, recostar al animal para tener acceso al pezón en caso de cirugía (foto 9.11 a,b).

Cuando el animal no está entrenado para tumbarse, existen varios métodos para forzarlo. Se requiere de una buena experiencia para realizar estos procedimientos. Uno de ellos consiste en pasar una cuerda por detrás de las extremidades traseras mediante

dos operarios, uno a cada lado del animal, en tanto una tercera persona dobla una de las patas delanteras. En ese momento, los primeros dos operarios tiran de la cuerda para empujar las extremidades traseras hacia delante, obligándolo así a flexionar todas sus extremidades y descender sobre su almohadilla esternal. Cuando el animal se echa, se mantiene en esta posición mediante cuerdas atadas alrededor de las dos patas traseras y delanteras. La otra técnica que comentaremos requiere de al menos dos operarios experimentados. Consiste en correr alrededor del animal (en dirección opuesta cada uno de los operarios), enredando al animal con una cuerda alrededor de las extremidades. Después de completar 2 o 3 vueltas, se tensan las cuerdas hasta que el animal cae al suelo (figura 9.12).



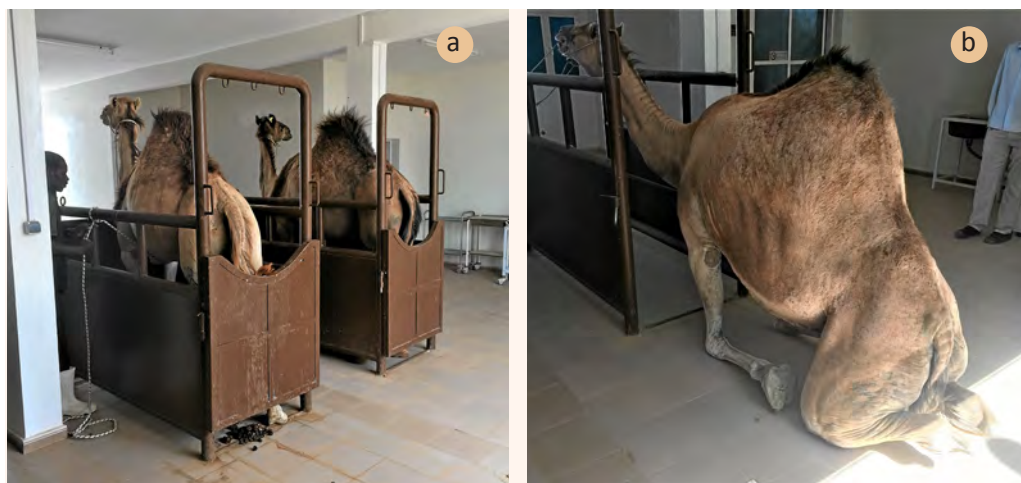
**Figura 9.12.** Inmovilización de un camello bactriano no adiestrado en Kazajistán: colocar la cuerda alrededor de las extremidades (a), correr alrededor del animal en direcciones opuestas (b), desestabilizar al animal (c), hacer caer al animal (d), bloquear la cabeza (e), animal bajo control (f) (fotos G. Konuspayeva).



**Figura 9.13.** Cuerda colocada en las patas traseras de un dromedario (a). Obstáculo (cuerda) colocado en las patas delanteras de un dromedario (a).



**Figura 9.14.** Inmovilización de una de las extremidades delanteras en un dromedario.



**Figura 9.15.** Potro de contención (en funcionamiento) para exámenes individuales (a). Negativa a entrar en un potro de contención por un camello no entrenado (b).

### b) Inmovilización del animal de pie

Para inmovilizar al animal de pie, la forma más fácil es colocar un obstáculo, habitualmente una cuerda, en las extremidades delanteras o traseras. No es necesario bloquear las dos extremidades del mismo lado, ya que los grandes camélidos caminan al paso. Lo mejor es retorcer una cuerda entre las dos patas, lo que la hace más fuerte y evita que el animal se enrede (figura 9.13).

La cuerda en las patas traseras también se utiliza para impedir que la camella en lactación se mueva mucho durante el ordeño, especialmente durante el período de adaptación a la máquina de ordeño. Para evitar el riesgo de patadas, a veces sólo se inmoviliza una de las extremidades anteriores (figura 9.14). Esta técnica también se utiliza para animales que tienden a alejarse durante el pastoreo, limitando así el radio de sus movimientos. Los camélidos tienen muy buen equilibrio sobre tres extremidades, lo que facilita la inmovilización de pie.

En todos los casos, las cuerdas de inmovilización deberán tener un diámetro suficiente grande para evitar cortar al animal y ser lo suficientemente flexibles como para poder deshacerlas fácilmente.

En caso de procedimientos individuales que requieran, por ejemplo, palpación rectal (trastornos reproductivos), extracción de heces o recogida de orina, incluso para análisis de sangre, el uso de un potro de contención resulta muy útil, aunque en estos casos es necesario el entrenamiento de los animales (figura 9.15a). Es importante invertir tiempo en este tipo de entrenamientos para las intervenciones regulares (monitoreo de la reproducción, por ejemplo). No obstante, conseguir que el animal





**Figura 9.16.** Corredor de contención con balanza electrónica en Arabia Saudí.

entre por su propia voluntad en este tipo de estructuras, puede resultar en algunos casos muy complicado (figura 9.15b). La presencia de miedo o dolor en el animal puede provocar que se tire al suelo (a diferencia de un equino), corriendo el riesgo de quedarse atascado en la estructura de contención, en particular, cuando no tiene una abertura lateral.

Para las intervenciones de todo el rebaño, puede ser útil tener un corredor o pasillo de contención en el que puedan entrar varios animales.

Se recomiendan las estructuras metálicas redondas y deben ser suficientemente fuertes, ya que muchas veces se subestima la fuerza de un camello estresado. También deben ser suficientemente altos (1,60 a 1,80m, según los ecotipos para la barra más alta), ya que los grandes camélidos, especialmente los dromedarios, pueden saltar (figura 9.16). En animales con mucho miedo y que no hayan sido entrenados, a veces es necesaria la sedación. En general, es preferible que haya varias personas a la hora de examinar a un camélido.



**Figura 9.17.** Preparación de un sedante antes de la intervención de un camello bactriano en Kazajistán (Foto G. Konuspayeva).

## 9.2. Sedación y anestesia

La sedación nos permite realizar el examen de un animal temeroso o sin entrenamiento, limitando así el estrés. Los protocolos son diversos y utilizan una combinación de sedantes. En la práctica, se utilizan:

- xilacina 0,25 mg/kg por vía intravenosa (iv) o 0,35-0,45 mg/kg por vía intramuscular (IM);
- xilacina (0,15mg/kg) combinada con ketamina (2,5 mg/kg) en IM;
- xilacina (0,2 mg/kg) combinada con butorfanol (0,05 mg/kg) en IM;
- medetomidina (0,01mg/kg) asociada con ketamina (2,5mg/kg) en IM o IV;
- detomidina 0,03 à 0,06 mg/kg en IV

Una vez que el animal se ha calmado, se debe dejar tranquilo. Hay que esperar a que los productos hagan su efecto, antes de estimularlo e intervenir. La mayoría de las veces el animal se echa, siendo este el mejor momento para cogerlo e inmovilizarlo en posición esternal.

Una buena sedación acompañada de anestesia local permite realizar procedimientos rutinarios tales como la extracción de sangre, colocación de un catéter venoso o subpalpebral, paracentesis, palpación, o examen bucal (figura 9.17).

**La anestesia local** se usa para intervenciones menores y localizadas como, abrir un absceso, hacer una suturar o colocar un catéter. A menudo se complementa con la sedación, especialmente en caso de castración o cesárea. Excepto en animales jóvenes, la sobredosis se tolera bien con inyecciones locales (subcutáneas). El anestésico más utilizado es la xilocaína al 2% (o compuestos similares). Para la anestesia en la región ocular, se utilizan la tetracaína o propacaína. Para endoscopias o intubaciones endotraqueales, se recomiendan geles de lidocaína.

La inyección más delicada es la anestesia epidural, recomendada en el caso de cirugía perianal, pero particularmente cuando se trata de reducir un prolapso rectal o vaginal. Se realiza en el primer espacio intervertebral móvil después del sacro (con este fin, sujetamos la cola con la mano y tiramos hacia arriba para localizar el espacio móvil). Se recomienda rasurar y desinfectarla bien, lo que nos permite además una mejor ubicación del punto de inyección. La aguja se inserta perpendicularmente o bien, ligeramente hacia adelante. Se inyecta de 1 a 3 ml de lidocaína HCl (sin epinefrina) para una anestesia que requiera de una a dos horas.

**La anestesia general** requiere más precaución. Además, un análisis de sangre preanestésico puede ser útil en animales enfermos o de edad avanzada. Dado que el riesgo de regurgitación es alto, se recomienda seguir una dieta sólida de 24 a 36 horas seguida de una dieta hídrica de al menos 12 horas. La anestesia se puede inducir preferentemente en el animal acostado, después de la sedación. Sin embargo, también es posible hacerlo con el animal de pie, tranquilo. Si el animal se acuesta de lado, es preferible hacerlo del lado derecho, que presenta menos riesgo de provocar regurgitaciones. La cabeza se puede mantener ligeramente elevada para evitar la regurgitación pasiva. En cambio, si se produce regurgitación, se recomienda bajar inmediatamente la cabeza tanto como sea posible para evitar una falsa deglución. Por último, para evitar el riesgo de parálisis, se recomienda tirar de la extremidad anterior que se encuentra debajo para evitar aplastar el nervio radial contra las costillas.

Existen dos tipos de anestesia general:

— **anestesia fija** con un catéter colocado vía venosa a través del cual se inyecta, por ejemplo, una mezcla de ketamina 1mg/ml combinado con guaifenesina 5%, con inducción a 1,- 2,2 ml/kg y luego mantenimiento a 2,6ml/kg/hora (+/- butorfanol 0,02 a 0,05 mg/kg) o bien una mezcla de ketamina 2-5 mg/kg y diazepam 0,2-0,5 mg/kg.

— **anestesia gaseosa** que requiere de intubación endotraqueal después de limpiar la boca y, en el macho, reposicionar la *dulla*, la parte blanda del velo del paladar debido al riesgo de protrusión durante la intubación. El gas anestésico que se utiliza con mayor frecuencia en grandes camélidos es el halotano, aunque es preferible el isoflurano, menos depresivo a nivel cardiorrespiratorio.

Para su despertar, el animal debe colocarse en posición decúbito esternal, con la cabeza recta mantenida en el eje. Se pueden colocar pacas de paja para estabilizar al animal. Se recomienda inmovilizarlo en esta posición y esperar hasta que esté completamente despierto para soltarlo. La longitud y flexibilidad del cuello de los camélidos hace que un animal mal despierto pueda provocarse una luxación cervical al despertar, al caer mal sobre su cuello. La cabeza debe mantenerse ligeramente elevada para limitar la regurgitación. Una vez esté completamente despierto, se puede realizar una realimentación gradual rápidamente (alrededor de 12 horas). Si bien el cuidador puede practicar la anestesia local, en todos los casos, la anestesia general debe ser seguida por un veterinario.

### 9.3. Examen clínico y muestras

Recordamos aquí que tanto los dromedarios como los bactrianos no expresan mucho su dolor y los síntomas pueden ser difíciles de detectar. Por esta razón, es esencial hacer una recopilación precisa de información. Rellenaremos los datos generales del animal (edad, condiciones de vida, presencia de congéneres, alimentación...), datos de comportamiento (actitud general, depresión, apatía, agresividad...) y sobre todo los signos que evidencian un problema patológico (interrupción de la rumia, cojera, diarrea, hipertermia, dificultad respiratoria, secreción nasal o genital...).

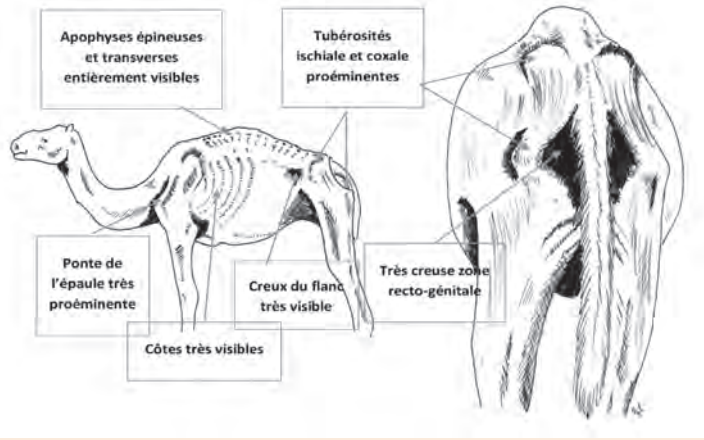
#### 9.3.1. Examen clínico general

Un examen clínico general consiste en observar con precisión los siguientes puntos:

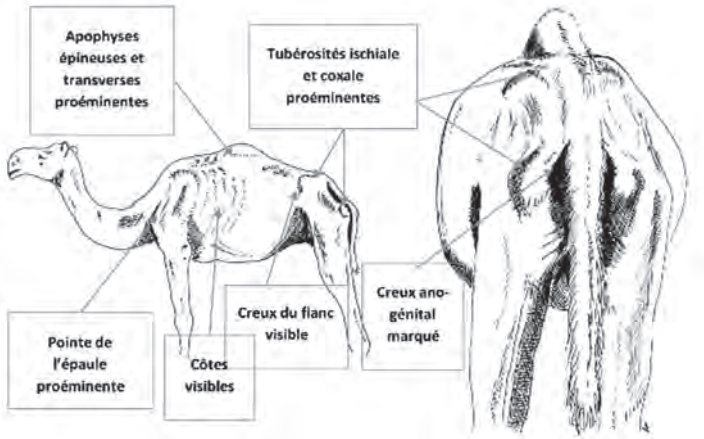
- **condición corporal del animal:** existe una tabla para la evaluación de la condición de sobrepeso del dromedario (consultar recuadro 9.1). Un animal muy delgado puede indicar una enfermedad parasitaria (por ejemplo, la tripanosomiasis), trastornos digestivos o un mal manejo en la alimentación de los animales. Por el contrario, los animales demasiado gordos pueden verse afectados por trastornos reproductivos o locomotores;
- **postura general:** el animal de pie o acostado, en decúbito esternal o lateral, el comportamiento inquieto o apático son signos de fatiga o dolor;
- **apariencia general:** normalmente el pelaje es grueso en la joroba, flancos y cuello; es muy corto, e incluso ausente en la región ventral y en la cara interna de los muslos. Un pelaje «picado» u opaco, la presencia de edema o absceso, rastros de sudoración, apariencia de la lana deteriorada, presencia de irritaciones, o heridas son signos de trastornos. Hay que prestar más atención, durante el período de muda (pérdida de la lana de invierno), donde el animal puede tener un aspecto «deteriorado» sin que esto esté relacionado con ninguna enfermedad (figura 9.18);
- **examen nasal:** normalmente las fosas nasales están muy secas. Se debe observar si hay presencia de secreción unilateral o bilateral, serosa o purulenta, con o sin olor, asociada o no a un trastorno respiratorio;
- **examen de las mucosas orales:** normalmente es de color rosa, aunque también puede ser de negra (de forma irregular) fisiológicamente. La palidez excesiva o la congestión son signos patológicos;

**Recuadro 9.1.** Cuadrícula de puntuación de la condición corporal.

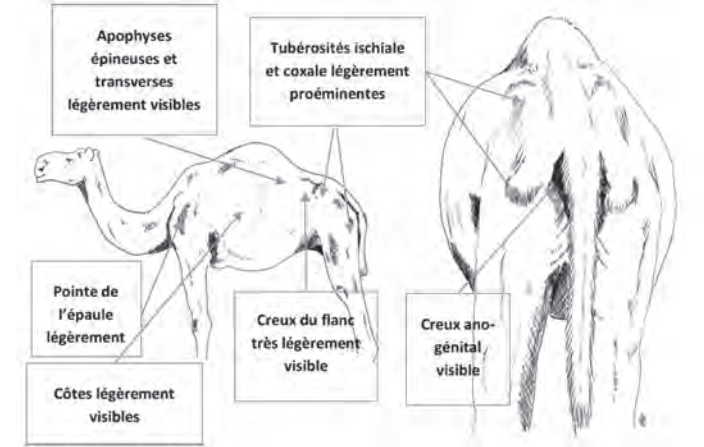
Nota 0



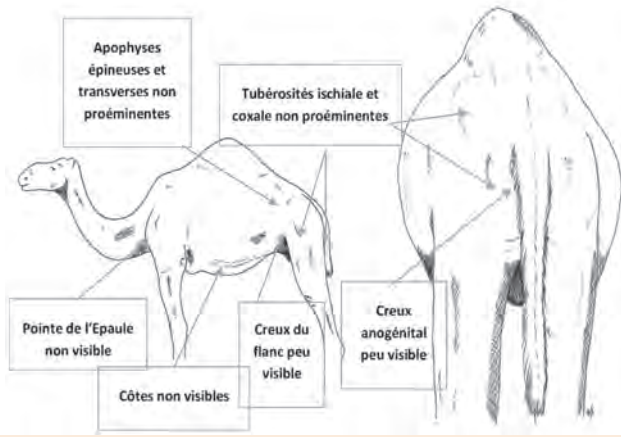
Nota 1



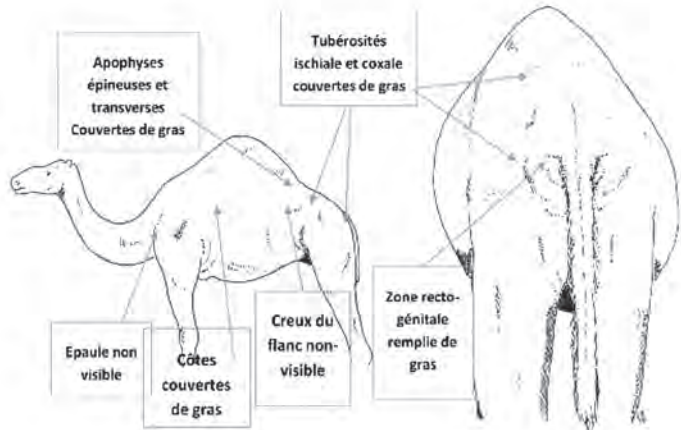
Nota 2



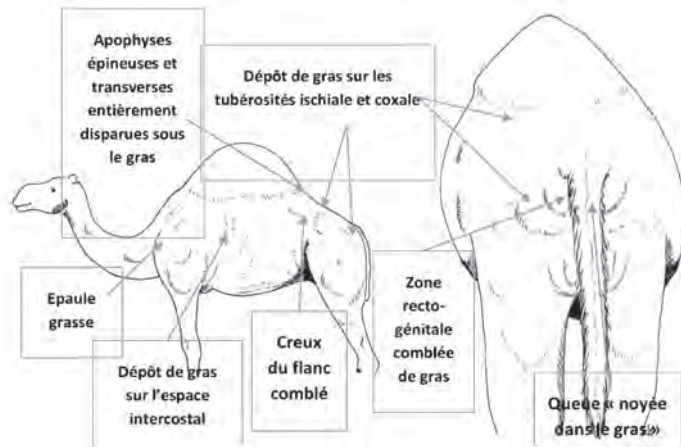
Nota 3



Nota 4

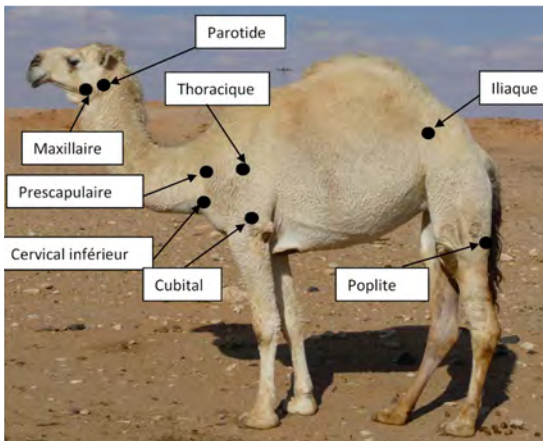


Nota 5





**Figura 9.18.** Aspecto «deteriorado» de un híbrido durante la muda de primavera (caída natural de la lana de invierno).



**Figura 9.19.** Ubicación de los principales ganglios linfáticos palpables en el camello.

— **examen de ojos:** el ojo debe estar bien abierto, sin lagrimeo, su pupila es ovalada-horizontal con pequeños cuerpos migratorios en el margen dorsal. El iris puede estar decolorado. La retina no tiene tapete ni fovea, con numerosos vasos que convergen en la papila. La córnea es lisa y brillante. Los reflejos palpebral y pupilar están presentes. El conducto lagrimal tiene un diámetro de 2 a 3 mm. Comienza en el canto interno y termina en la unión mucocutánea de la fosa nasal. La presencia de lágrimas, un ojo cerrado, una opacidad en la córnea, o la ausencia de reflejos son signos patológicos. En tiempo seco, el ojo se humedece regularmente gracias al párpado nictitante (el tercer párpado lateral), que lubrica la superficie ocular y proteger la conjuntiva de las tormentas de arena;

— **examen ganglios linfáticos:** son los primeros en convertirse en abscesos (figura 9.19);

— **toma de la temperatura:** hay que prestar atención al hecho de que los grandes camélidos tienen una temperatura que varía durante el día en función de la temperatura exterior. Puede variar de 35 a 40°C, sin que

esto esté relacionado con un problema infeccioso. Por tanto, es un parámetro poco fiable;

— **frecuencia cardíaca:** la frecuencia cardíaca se evalúa con el estetoscopio colocado detrás del codo, contra el pecho, a la izquierda. El ritmo es sinusal, con dos ruidos bien diferenciados y una frecuencia que oscila entre 30 y 50 latidos/min. El pulso arterial también se puede tomar debajo de la cola en animales jóvenes o detrás del carpo en adultos. Se observa un aumento de la frecuencia en caso de estrés, pero también en caso de dolor. Una alteración del ritmo o un soplo es un signo de problema cardíaco;

— **frecuencia respiratoria:** la respiración en grandes camélidos es normalmente silenciosa y se realiza por las fosas nasales. Los movimientos del pecho apenas se notan.

Para medir la frecuencia respiratoria, debe colocarse la mano plana sobre el pecho para sentirlo o colocar el estetoscopio sobre la tráquea. Una afección respiratoria (neumonía) provoca un aumento en la amplitud de los movimientos torácicos, dificultad para respirar, a veces sibilancias e incluso tos;

— **examen del aparato digestivo:** al auscultar el abdomen del lado izquierdo, podemos percibir los ruidos a nivel de los estómagos, a razón de 3 a 4 sonidos emitidos por minuto. Al dar golpecitos con los dedos también en el lado izquierdo, percibimos un ruido timpánico durante la distensión de gas.

Sin embargo, el principal signo de enfermedad en grandes camélidos es la depresión y la pérdida de apetito, incluso anorexia. Además, la contención a veces es necesaria para ciertas etapas del examen clínico, lo que a su vez puede distorsionar los datos recopilados (ritmo respiratorio, cardíaco y temperatura rectal). Por tanto, a menudo es imprescindible realizar otros exámenes adicionales como extraer sangre u otros fluidos biológicos (orina, leche), así como utilizar técnicas de imagen médica como la ecografía. En caso de mortalidad inexplicable, se debe realizar una necropsia con el fin de hacer un diagnóstico que permita evitar nuevos casos en la manada.

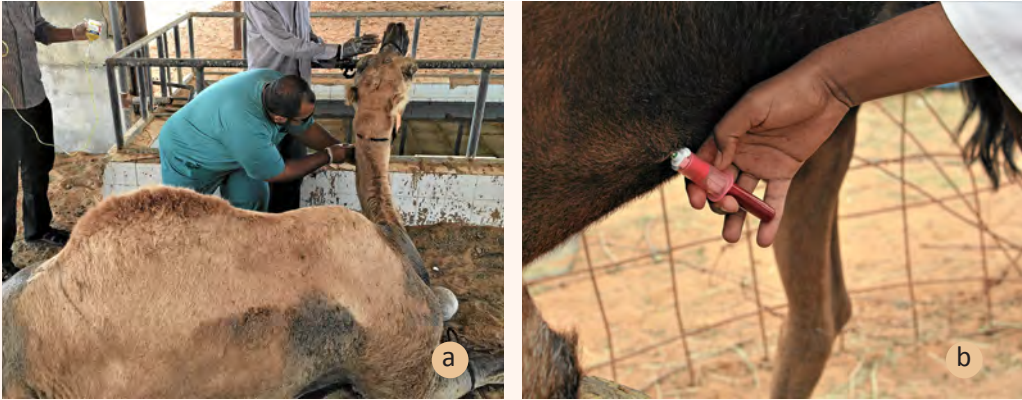
### 9.3.2. Extracción de sangre

La extracción de sangre del animal de pie debe hacerse preferiblemente con el cuello extendido y tirando hacia abajo para facilitar la estasis venosa. Las extremidades anteriores deben estar inmovilizadas. Sin embargo, en animales nerviosos, es preferible tomar la muestra con el animal echado, ya que la extracción de sangre se realiza más fácilmente con el cuello doblado contra el pecho (ver apartado 9.1 «técnicas de contención»).

El área de muestreo en la vena yugular se visualiza fácilmente, especialmente después de que se ejerza una ligera presión en la base del cuello o, preferiblemente, a media distancia entre el tórax y la cabeza. El punto de extracción más fácil se encuentra a unos 15-20cm de la mandíbula. Sin embargo, en el macho, esta región anatómica está dotada de abundante y largo pelo que a su vez puede dificultar la percepción de la vena yugular al tacto. Por esta razón, es necesario afeitar o cortar el pelo en exceso. En animales estresados o encolerizados puede confundirse la vena yugular con la parte distendida de la garganta. Es necesario asegurarse de sentir el balanceo de la vena debajo de los dedos antes de proceder a la extracción (figura 9.20a).

No obstante, la sangre se puede extraer en otras localizaciones que incluyen la vena metacarpiana medial (visible en el lado medial del carpo), la vena metatarsiana dorsal (visible en el borde craneal del metatarso entre los tendones extensores) o la vena de la cola. Para extraer sangre de estas zonas se requiere hacer una inmovilización severa. En cambio, en hembras lactantes, es fácil extraer sangre de la vena mamaria, generalmente bastante visible (figura 9.20b).





**Figura 9.20.** Extracción de sangre de la vena yugular con el animal echado (a). Extracción de sangre de la vena mamaria (b).

El uso de tubos Vacutainer © permite el uso de agujas más finas, que son menos traumáticas para el animal. Además, en dromedarios, la resistencia de los glóbulos rojos es en promedio mucho mayor que en otras especies, lo que limita considerablemente el riesgo de hemólisis. En consecuencia, no es necesario utilizar sistemas sofisticados para muestreo de sangre. Sin embargo, la reputación de rudeza que tiene el camello no debe omitir la necesidad de seguir las normas de higiene en el muestreo: desinfección de la piel con alcohol después de cortar el exceso de pelo en la zona de intervención, uso de una aguja por animal o la desinfección con alcohol entre cada uso. En este último caso, conviene saber que la piel de los camellos es muy gruesa, a veces endurecida por las frecuentes patologías de la piel (por ejemplo, sarna) lo que hace que las agujas se desafilen rápidamente.

Las analíticas se pueden realizar en sangre, plasma o en suero. En función de los parámetros a estudiar, se utilizará o no un anticoagulante (heparina, liquemine, fluoruro/oxalato, EDTA). El plasma en grandes camélidos es muy transparente debido al bajo nivel de pigmentos carotenoides. En el caso de que los análisis deban posponerse, es imperativo garantizar que las muestras se almacenen en las mejores condiciones posibles. En particular, los parámetros enzimáticos y hormonales no toleran que se rompa la cadena de frío. Desde un punto de vista general, no existen reglas específicas para la extracción de sangre y el almacenamiento de muestras en camélidos. Las normas en cuestión siguen siendo idénticas a las aplicadas para otras especies de interés zootécnico. Sin embargo, la ecología del dromedario (zonas áridas y semiáridas, de difícil acceso en ocasiones) y su extenso método de cría (nomadismo, trashumancia) requieren precauciones adicionales para asegurar el almacenamiento de las muestras en las mejores condiciones posibles.

### 9.3.3. Otros tipos de muestra

La toma de muestra de orina en animales resulta más difícil que la recolección de sangre. Esto contribuye a que en la determinación de parámetros bioquímicos de interés clínico se utilice mucho menos, y en particular, en dromedarios. Para obtener resultados relevantes se requiere un período de recolección de 24 horas. La orina se puede recolectar mediante muestreo natural o bien mediante el uso de un catéter uretral, aunque en las hembras, un divertículo en la uretra dificulta el cateterismo. Para la recolección de la orina de 24 horas, existen técnicas que utilizan una bolsa de plástico adaptada a la anatomía de la hembra (figura 9.21), y son especialmente útiles en condiciones experimentales.

La recolección de orina se realiza cuando hay sospecha de daño renal o de la vejiga (bacteriología, pruebas enzimáticas) o bien en casos de urolitiasis en machos. El color normal de la orina es transparente o amarillo pálido, dependiendo del grado de hidratación. El pH varía de 6 a 9. La densidad es de 1022 a 1070. En la orina normal no hay presencia de sangre o proteínas. Por el contrario, la presencia de sedimentos de oxalato de calcio o fosfato amónico es normal. La orina de los camélidos deshidratados es muy concentrada.

Las muestras de leche se utilizan para análisis bacteriológicos. Su uso es menos común para ensayos bioquímicos (urea, por ejemplo). La toma de muestra se realiza de manera fácil en las camellas acostumbradas al ordeño.

Las muestras de heces se utilizan para evaluar la presencia de parasitismo gastrointestinal (coprología) y también para análisis bacteriológicos. La recolección de heces es fácil. Se puede realizar directamente a través del recto. La humedad es baja en las heces de dromedario, por lo que la conservación es fácil.

Otros tipos de muestras como las de órganos internos (por biopsia), punciones de líquido cefalorraquídeo, recuperación de líquido ruminal (a través de sonda orogástrica) se utilizan muy poco y requieren además de una buena técnica y experiencia. Lo más recomendable es que sea el veterinario quien realice estas prácticas.



**Figura 9.21.** Bolsa para la recolección de la orina de 24 horas en un camello.

## 9.4. Interpretación de las analíticas

Como parte de esta guía, en este apartado nos limitaremos a comentar algunos aspectos generales. Pero para más detalle, se puede consultar bibliografía específica dedicada a la bioquímica clínica en grandes camélidos<sup>15</sup>.

Al igual que en otras especies ganaderas, la realización de pruebas bioquímicas, especialmente en sangre, son prácticas y convenientes si:

- a) el propósito de los análisis es claro y está basado en un plan de muestreo adecuado;
- b) se tienen en cuenta los factores fisiológicos de variación para una interpretación práctica de los resultados;
- c) se sigue el protocolo de muestreo (por ejemplo, análisis de sangre en ayunas);
- d) la interpretación se basa en un conjunto de animales debido a la variabilidad entre individuos, y en un conjunto de parámetros (por ejemplo, el nivel de urea en sangre debe interpretarse de acuerdo con el nivel de enzimas que controlan el daño renal y glucosa en sangre);
- e) se debe evitar la confusión entre la diferencia estadística y la significación biológica.

Con respecto a las especificidades presentes en grandes camélidos, mencionaremos las siguientes:

- el predominio de neutrófilos polinucleares en la fórmula leucocitaria;
- el mantenimiento del hematocrito en caso de esfuerzo físico;
- resistencia a la osmolalidad;
- una relativa hiperglucemia;
- una “casi” ausencia de cuerpos cetónicos;
- bajos niveles de colesterol plasmático;
- susceptibilidad a la hiperuricemia;
- la termorresistencia de las fosfatasa alcalinas;
- el mantenimiento de la actividad de las metaloenzimas como glutatión peroxidasa o ceruloplasmina en caso de deficiencia mineral;
- mantenimiento del equilibrio electrolítico en animales deshidratados;
- baja concentración plasmática de zinc en camellos suplementados;
- mayor sensibilidad a la toxicidad del selenio;
- alta concentración de vitamina C en leche;
- alta concentración en plasma de vitamina D;
- el patrón estacional de testosterona;
- disminución de la respuesta a la insulina con la edad cuando se induce la hiperglucemia en camellos.

A continuación, se muestra una tabla resumen, con los parámetros bioquímicos y hematológicos para grandes camélidos, tomada del libro citado (tabla 9.1)

---

<sup>15</sup> Faye B., Bengoumi M., 2018. Bioquímica clínica de camellos y hematología. Springer Publ., Nueva York, 346 pp.

**Tabla 9.1.** Valores de referencia de parámetros bioquímicos y hematológicos.

Parámetros	Valores de referencia	Parámetros	Valores de referencia
<b>Hematología</b>		<b>Macrominerales y electrolitos</b>	
Células rojas	6-10 x 10 <sup>6</sup> /mm <sup>3</sup>	Sodio	140-180 mmol/l
Hematocrito	25-30%	Potasio	3.5-6.3 mmol/l
Hemoglobina	9.3 – 15.5 g/dl	Cloruros	106-123 mmol/l
MCV	30-45 fl	Bicarbonatos	22-30 mmol/l
MCH	12-18 pg	Calcio	8.4-12.4 mg/100ml
MCHC	40-50 g/dl	Fósforo	3.8-8.4 mg/100ml
Células blancas	10.5-15.5 x 10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>	Magnesio	1.8-2.8 mg/100ml
Linfocitos	29-63%	<b>Oligoelementos</b>	
Neutrófilos	0-1%	Cobre	70-120 µg/100ml
Eosinófilos	1.5-13.8%	Cinc	50-100 µg/100ml
Monocitos	1-11.6%	Hierro	70-120 µg/100ml
Basófilos	< 1%	Manganeso	3-8 µg/100ml
Plaquetas	230-360 x 10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>	Selenio	50-150 ng/ml
Fibrinógeno	200-400 mg/100ml	Cobalto	30-60 µg/100ml
<b>Parámetros de energía</b>		Yodo	50-120 ng/ml
Glucosa	60-140 mg/100ml	Flúor	4-6 µg/100ml
Cuerpos cetónicos	0.001-0.01 mmol/l	<b>Vitaminas</b>	
Colesterol	18-150 mg/100ml	Vitamina A	20-50 µg/100ml
Triglicéridos	10-80 mg/100ml	Vitamina B1	35-60 µg/l
Fosfolípidos	12-50 mg/100ml	Vitamina B3	400-500 µg/100ml
<b>Parámetros de nitrógeno y proteínas</b>		Vitamina B7	20-50 ng/100ml
Urea	8-30 mg/100ml	Vitamina B9	0.5-1 µg/100ml
Ácido úrico	0.2-2 mg/100ml	Vitamina B12	20-30 ng/100ml
Creatinina	0.8-2 mg/100ml	Vitamina C	0.3-0.6 mg/100ml
Proteína total	6.3-8.3 g/100ml	Vitamina D	70-90 ng/100ml
Albumina	25-45 g/l	Vitamina E	50-400 µg/100ml
Globulina	20-50 g/l	Vitamina K	20-60 ng/100ml
Bilirrubina	0.5-8.6 mg/l	<b>Hormonas</b>	
Haptoglobina	0.1-0.6 g/l	Testosterona	2-35 ng/ml
Fibrinógeno	2.2-3.6 g/l	Estradiol	9-110 pg/ml
<b>Enzimas</b>		Progesterona	1-9 ng/ml
ASAT	37-131 U/l	Prolactina	1-10 ng/ml
ALAT	6-25 U/l	Cortisol	3-30 ng/ml
ALP	32-110 U/l	Tiroxina (T4)	80-130 ng/ml
LDH	337-2620 U/l	Triyodotironina (T3)	0.5-1 ng/ml
GGT	8 -28 U/l	Melatonina	5-250 pg/ml
CK	40-120 U/l	Insulina	100-230 pg/ml
GLDH	0-97 U/l	Leptina	2.5-8 ng/ml
Ceruloplasmina	15-50 U/l	Calcitonina	70-180 pg/ml
GSH-Px	15-36 U/l	PTH	1.9-2.1 ng/ml
SOD	1400-1800 U/l	Osteocalcina	20-40 ng/ml
		Aldosterona	2-5 ng/ml
		Vasopresina	0.0-1 pg/ml

## 9.5. Enfermedades

La elaboración de una lista exhaustiva de todos los problemas de salud que podemos encontrar en grandes camélidos sólo puede contemplarse en un libro dedicado de manera específica a este tema. Al igual que con los análisis bioquímicos y hematológicos, nos referiremos a algunos trabajos disponibles en la literatura, la mayoría de ellos en inglés<sup>16</sup>, y en menor medida en francés<sup>17</sup>. En este apartado, nos limitaremos a abordar los problemas de salud más frecuentes que dan lugar a consultas veterinarias.

### 9.5.1. Problemas de la piel

En grandes camélidos son muy comunes las patologías cutáneas. Principalmente, la sarna sarcóptica (causada por un ácaro llamado *Sarcoptes scabiei*). Ésta es posiblemente la enfermedad más común de los camélidos en todo el mundo y es relativamente difícil de tratar. Cuando ocurre en una granja donde puede afectar al 100% de los animales, resulta complicado deshacerse de ella ya que es muy contagiosa e incluso puede transmitirse a humanos. Son características las lesiones escamosas con pérdida de pelo en la cabeza, piernas, flancos y zona perianal. En manifestaciones severas, se observan pústulas e hiperqueratosis (engrosamiento de la piel) más o menos generalizado en la superficie del cuerpo (figura 9.22).

El diagnóstico se establece por identificación microscópica de un raspado cutáneo (preparación de la muestra con una gota de aceite mineral). La observación se realiza al microscopio y es suficiente un aumento 40x.

Dentro del tratamiento se incluye la mejora de la higiene del ganado. Se debe evitar el hacinamiento y aglomeración de animales, mantener las superficies donde se echan limpias y los equipos desinfectados. Los animales deben ser revisados antes de su introducción en la granja. En cuanto a los tratamientos aplicados, los aerosoles acaricidas funcionan bien en la sarna coriòptica y psoròptica, que se encuentran en la superficie. Por el contrario no son muy efectivos en la sarna sarcóptica, que está presente en profundidad en la dermis. Se puede usar el amitraz (250mg en un litro de agua, pulverizando por todo el cuerpo), lindano (solución de pulverización al 0,5%) y el fipronil en spray. Este tratamiento externo debe combinarse con uno interno de dos inyecciones de ivermectina, y terapia antibiótica en caso de sobreinfección (Ivermectina: 0,3 mg/kg en inyección subcutánea (SC) dos veces con 15 días de intervalo; Moxidectina: 0,5 mg/kg SC). Se aconseja también una suplementación en zinc y vitamina A, ambos protectores del tejido cutáneo. Es más difícil de tratar en invierno, debido a la abundancia de lana en los animales, y las recaídas son frecuentes. Los animales debilitados por una

---

<sup>16</sup> Wernery U., Kaaden O-R, 2002. Enfermedades infecciosas en camélidos. Blackwell Sciences Publ., Berlín, 404 pp.

Wernery U., Kinne J., Schuster R.K., 2014. Trastornos infecciosos del camello. OIE Publ., París, 500 pp.  
Kohler-Rollefson I., Mundy P., Mathias E., 2001. Un manual de campo de enfermedades del camello. SCTD Acción práctica publ., Bourton (Reino Unido), 254 pp.

<sup>17</sup> Pacholek X., Vias G., Faye B., 1999. Tratamiento de enfermedades del camello. Guía asistente de cría, Karkara publ., Niamey (Níger): [http://camelides.cirad.fr/fr/publications/guide\\_maladies.html](http://camelides.cirad.fr/fr/publications/guide_maladies.html)

patología son más susceptibles de contraerla. En el caso de camellas lactantes, la leche debe desecharse durante los 28 días siguientes a la aplicación del tratamiento (estos tiempos se establecen en las indicaciones de los productos).

Menos común, el género *Chorioptes*, en particular *Chorioptes bovis*. Este parásito vive en la piel y se ubica preferentemente en las patas. A veces descrito también en la cabeza o el perineo.

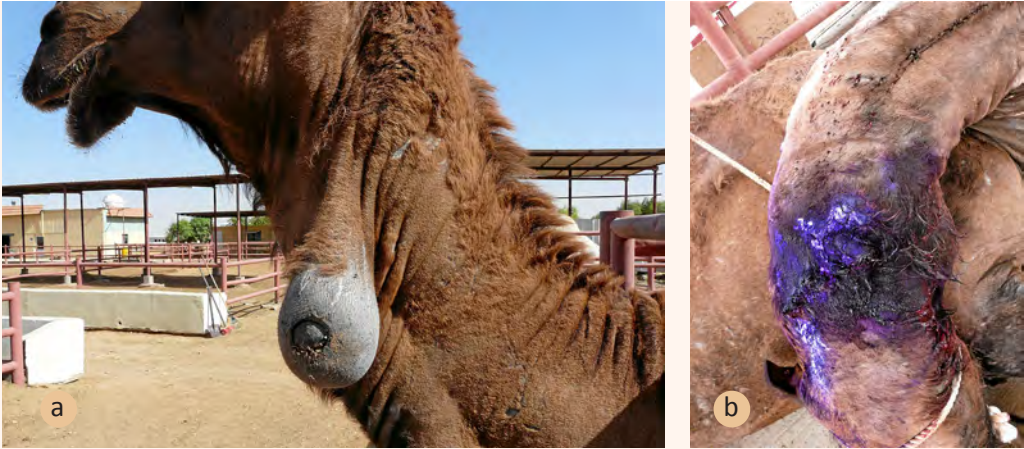
La tiña es una enfermedad fúngica, causada por un hongo (*Trichophyllum sp.*). Afecta normalmente a animales jóvenes y en la mayoría de los casos, desaparece después de los dos o tres años. Es altamente contagiosa y provoca unas lesiones características en forma redondeada o “de moneda” cubierta por una película que puede variar de blanquecina a grisácea, muy pruriginosa. Esto dificulta el crecimiento de los animales afectados, que pasan mucho tiempo rascándose (figura 9.23). Hay varias formas, que pueden ser más o menos severas. El tratamiento es largo y tedioso, basado en aplicaciones locales de pomadas antifúngicas (Imareval®) y de productos yodados, o por vía oral (dermogine®).



**Figura 9.22.** Sarna sarcóptica en un camello adulto (Foto A. Thevenot).



**Figura 9.23.** Dromedario joven afectado por la tiña del *Trichophyllum* (Foto A. Thevenot) (a). Lesión característica de tiña con alopecia en forma de «moneda» cubierta con una costra blanquecina (foto A. Thevenot) (b).



**Figura 9.24.** Absceso cutáneo en un macho adulto (a). El mismo animal después de extirparle el absceso (b).

**Los abscesos** son también una patología muy común. Está causada por patógenos inespecíficos (*Corynebacterium pyogenes* o *pseudotuberculosis*, *Staphylococcus aureus*). Estos patógenos, a menudo se localizan en los ganglios linfáticos, los cuales se inflaman y se vuelven dolorosos. Los abscesos pueden alcanzar un tamaño considerable (figura 9.24a), perforar la piel, y verter un flujo de pus abundante. El tratamiento también es local: después de abrirlo y rasparlo, se realiza una desinfección local (desinfectante yodado). Los abscesos grandes y bien definidos se pueden extirpar quirúrgicamente (figura 9.24b).

Existen muchas otras enfermedades de la piel, en particular de origen vírico como **la viruela del camello** (provocada por el virus de la viruela o «camelpox») para la cuál existe vacuna, **el ectima contagioso** o la **papilomatosis** cuyo diagnóstico diferencial no siempre es fácil (figura 9.25 a, b, c) y los tratamientos son poco efectivos. Sin embargo estas enfermedades son menos frecuentes.



**Figura 9.25.** Lesiones orales por (a) viruela del camello, (b) ectima contagioso y (c) papilomatosis (fotos A. Thevenot).

**La linfangitis ulcerativa** puede afectar a todo tipo de animales. Esta enfermedad, muy debilitante, es causada por bacterias comunes como *Corynebacterium sp.* o *Staphylococcus aureus*. Se produce un edema dependiente (a nivel de las extremidades, luego en genitales y abdomen) seguido de lesiones ulcerativas sanguinolentas (figura 9.26). El tratamiento incluye antibióticos, antiinflamatorios, vitamina A para regenerar la piel y un diurético (furosemida®) para reducir el edema.



**Figura 9.26.** Lesiones por linfangitis ulcerosa en macho adulto: (a) edema testicular, b) edema de la vaina del pene, (c) edema en la parte distal de las extremidades, (d) lesiones ulcerosas sanguinolentas en las extremidades posteriores.

También se observan casos de necrosis de la almohadilla esternal, particularmente en animales que se echan en superficies inadecuadas, muy abrasivas, causando micro-traumatismos que luego se infectan (figura 9.27).

### 9.5.2. Parásitos externos

El principal problema en la mayoría de los países es la **infestación por garrapatas**. Hay una garrapata específica de los dromedarios (*Hyalomma dromedarii*), aunque el animal puede ser parasitado por otras especies (figura 9.28a). Las garrapatas son ácaros hematófagos. Por tanto, tomarán sangre del animal y pueden transmitir o facilitar la aparición de enfermedades como las descritas anteriormente. Las garrapatas están presentes con mayor frecuencia en las zonas más irrigadas y delgadas de la piel (ubre en las hembras o vaina del pene en machos, tabique nasal, pecho, parte interna del muslo, región genital y del ano) (figura 9.28b).

El tratamiento se basa en la aplicación de un acaricida en aerosol (Ami-



**Figura 9.27.** Inicio de la necrosis de la almohadilla esternal.





**Figura 9.28.** (a) *Hyalomma dromedarii*, la garrapata del camello (b) garrapatas (fotos N. Antoine-Moussiaux).

traz<sup>®</sup>), o bien mediante aplicación pour-on (administración directa en la piel del animal donde se absorbe) (Ectosul<sup>®</sup>). El tratamiento con ivermectina (Ivomec<sup>®</sup>) tiene un efecto beneficioso. La medida preventiva más eficaz es la de rociar regularmente a los animales con un acaricida natural o sintético (figura 9.29).

Otros parásitos externos comunes, principalmente en animales estabulados son **los piojos**, cuya variedad es específica para los dromedarios. Se describen dos tipos:

a) Los piojos masticadores, son escasos (y difíciles de ver) y con localización preferencial en la base de la cola y espalda. Causan picor severo.

b) Los piojos que pican, localizados principalmente en la cabeza, cuello y flancos, y pueden causar anemia leve. Se recomienda para el primer tratamiento inyección de ivermectina y butox<sup>®</sup>; acadrex 60<sup>®</sup> o sebacil<sup>®</sup> en solución externa para el segundo.



**Figura 9.29.** Tratamiento preventivo contra garrapatas mediante pulverización de acaricida sintético en Arabia Saudita.

En determinadas condiciones climáticas, ciertas zonas anatómicas de grandes camélidos pueden ser altamente susceptibles a las picaduras de insectos provocando reacciones cutáneas graves, picazón intensa y conjuntivitis. Generalmente es suficiente un tratamiento repelente (aplicación local de Dermistop<sup>®</sup>). El tratamiento con cortisona está indicado en casos graves. En los países del Golfo, se coloca una mosquitera en la cabeza de los camellos de carreras (figura 9.30).

### 9.5.3. Parásitos internos

El parasitismo interno también es muy común en grandes camélidos. Hay dos tipos principales:

- a) **Hemoparasitosis o parasitosis sanguíneas**, en particular tripanosomiasis y;
- b) **Parasitosis por vermes** causada por gusanos gastrointestinales.

#### a) Hemoparasitosis:

— **la tripanosomiasis (*surra*)** es una de las principales enfermedades que afecta a la cría de camellos en todo el mundo. La enfermedad es causada por un hemoparásito (*Trypanosoma evansi*) transmitido por moscas que pican del género *Stomoxys* (figura 9.31). En principio esta enfermedad no existe en Europa, pero podría haber sido introducida en Francia por camellos importados de las Islas Canarias (Desquesnes *et al.*, 2007)

Los principales síntomas de la enfermedad son depresión, pérdida de peso y abortos en hembras embarazadas. Es una enfermedad muy debilitante, cuyas formas agudas son mortales. El tratamiento más eficaz es la inyección de melarsomina (Cymelarsan®).

— **la coccidiosis** se describe a menudo en animales jóvenes, principalmente en animales estabulados. Se debe, en particular, a una variedad específica (*Eimeria camelii*) que causa diarrea grave. Sin embargo, muchos animales son asintomáticos. El tratamiento se basa en anticoccidianos (por ejemplo, SoluCox®)

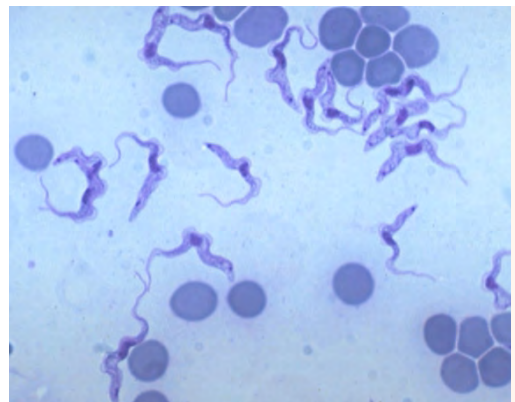
— **la criptosporidiosis**: los camellos bactrianos (especialmente las crías jóvenes) son susceptibles a criptosporidiosis, que también causa diarrea y puede provocar la muerte. El animal afectado debe aislarse rápidamente y someterse a un tratamiento sintomático.

#### b) Parasitosis por vermes

Los camélidos son muy sensibles a los parásitos intestinales y, en su entorno natural, la carga parasitaria es muy alta. Una infestación parasitaria produce rápidamente una pérdida de peso, diarrea y apatía, que pueden desencadenar la muerte del animal en caso de una infestación masiva. La parasitosis más común es **la hemoncosis**, también causada por una variedad específica de los camellos (*Haemonchus longistipes*),



**Figura 9.30.** Mosquitera para proteger la cabeza de los camellos de carreras contra las picaduras de insectos en Dubai.



**Figura 9.31.** Tripanosomas en la sangre de un camello parasitado (foto CIRAD).



**Figura 9.32.** Nemátodo *Haemonchus longistipes*, gusano redondo específico de camélidos (Foto CIRAD).

un nemátodo que se aloja en el intestino (figura 9.32). Se recomienda realizar análisis coprológicos regularmente para establecer una profilaxis adecuada. También es frecuente la infestación por gusanos planos como la **tenia**, **moniezia**, **equinocosis** o especies del género ***Dicrocoelium***, aunque en menor medida. Para el tratamiento se pueden emplear diversos antiparasitarios comerciales, que enumeramos en la tabla 9.2. La rotación de diferentes compuestos activos cada 4 o 6 meses en los tratamientos permite disminuir la resistencia de los parásitos. Desparasitar vía oral un camélido no siempre es fácil, por eso se recomienda acostumbrarlo tranquilamente desde pequeño con jeringas de miel.

**Tabla 9.2.** Dosis de las principales moléculas antiparasitarios que se pueden utilizar en camellos (PO = per os – por vía oral)

Compuesto	Especie	Dosis	Parásito
Albendazol	Bactriano	5-7,5 mg/kg PO	<i>Dicrocoelium</i> , Nemátodos
	Dromedario	7-10 mg/kg PO	No acción sobre <i>Trichuris</i>
		20mg/kg	Tenia, <i>Moniezia</i>
Fenbendazol	Bactriano	5-7 mg/kg PO de 1 a 3 d	Nemátodos. Eficaz contra la forma larvaria 50% <i>Trichuris</i>
	Dromedario	5-7,5 mg/kg PO	
Ivermectina	Bactriano	0,2 mg/kg PO, 2mg/kg SC	Nemátodos ++estróngilos <i>Trichuris</i> , ectoparásitos
	Dromedario	0,2 mg/kg PO, 2 mg/kg SC, 5 mg/kg pour-on	Nemátodos Ectoparásitos No sobrepasar 10 mg/kg en jóvenes (dosis letal)
Levamisol	Bactriano	7,5 mg/kg PO	<i>Trichuris</i> , Nemátodos
	Dromedario	7,5 mg/kg PO	
Moxidectina	Bactriano	0,4 mg/kg PO	Nemátodos
	Dromedario	0,2 mg/kg PO	Nemátodos, <i>Sarcoptes</i> , ectoparásitos
Praziquantel	Bactriano y dromedario	25 mg/kg PO	Tenia
Pyrantel	Bactriano y dromedario	25 mg/kg PO	Nemátodos

#### 9.5.4. Problemas de locomoción

Son relativamente poco frecuentes en los países de origen de los camélidos. Los trastornos de la locomoción aparecen más frecuentemente en los países europeos, donde se han importado camélidos y su reducido número conduce a problemas de endogamia, como por ejemplo defectos de aplomos. Con los aplomos correctos, el menudillo se sostiene por encima de las falanges y no toca el suelo. En cada paso, amortigua el movimiento gracias a los tendones que lo sostienen (figura 9.33a). En el caso de hiperlaxitud de los tendones, el menudillo colapsa en el suelo (figura 9.33b). Esto da lugar a una falta de alineación de las falanges, las uñas se levantan y ya no se desgastan. El animal camina sobre sus menudillos. El resultado es una gran dificultad en la locomoción, con un animal que está sufriendo y no puede trabajar.



**Figura 9.33.** (a) aplomos correctos en un camello. (b) aplomos incorrectos en un camello joven (Fotos C. Magnan).

En animales que no se mueven lo suficiente (por ejemplo, en sistemas sobre el suelo o fuera del suelo) las uñas tienden a crecer de forma anárquica, lo que puede causar la desviación de los dedos, o la inclusión de la uña en la planta (figura 9.34). En estos casos es necesario cortar las uñas demasiado largas para evitar una cojera, un absceso de la planta, o incluso la artrosis.

Al estar las patas de los camellos desprovistas de cascos, los traumatismos en la planta (almohadilla) son frecuentes, aún estando protegida por una



**Figura 9.34.** Desviación de uñas por defecto de desgaste en un dromedario (foto C. Magnan).

piel gruesa y queratinizada. Se producen principalmente, cuando transitan caminos pedregosos. En los países más húmedos donde se han establecido recientemente los grandes camélidos, la almohadilla puede ser más blanda y, por lo tanto, más frágil que en ambientes secos. La deficiencia de selenio o la toxicidad (selenosis) también puede causar erosión de la almohadilla con necrosis (figura 9.35). En suelos húmedos y fríos, la pata de los camélidos se puede fortalecer con soluciones de secado y curtido (Solipat<sup>®</sup>, pomada de almohadilla de invierno).

En general, los camélidos pueden verse afectados por **varios tipos de cojeras** (artritis, esguinces, tendinitis, osteoartritis) a menudo tratables con antiinflamatorios (dexametasona<sup>®</sup>, ketoprofeno<sup>®</sup> o fenilbutazona<sup>®</sup>). Las fracturas son poco frecuentes en producción lechera. En los machos, en cambio, con frecuencia se describen las fracturas de mandíbula después de las peleas entre animales en celo. Por esta razón, es necesario evitar la convivencia de varios machos en un mismo recinto. En estos casos, generalmente es necesaria una intervención quirúrgica.



**Figura 9.35.** Necrosis de la planta de un dromedario con selenosis en los Emiratos Árabes Unidos (foto R. Seboussi).



**Figura 9.36.** Torticólis en camello adulto (foto CIRAD).

Se han descrito casos raros de laminitis en animales obesos (dieta hiperproteica). Presentan grandes dificultades para ponerse de pie por colapso de las falanges. Una dieta y un tratamiento antiinflamatorio permiten volver a la normalidad, si el caso no es demasiado grave.

Aunque esto no se relaciona con la locomoción, en este apartado trataremos también los problemas de **torticólis idiopática o traumática**.

La anatomía de grandes camélidos se caracteriza por un cuello largo, que, durante contracciones indeseables, se retuerce bruscamente provocando un fuerte dolor y en ocasiones la imposibilidad de alimentarse y beber (figura 9.36). Se desconoce la causa y no existe prevención posible. El tratamiento incluye la inyección de un antiinflamatorio (dexametasona<sup>®</sup>) y un cóctel de vitaminas del grupo B (por ejemplo, Corebral<sup>®</sup>).

En la tabla 9.3. se enumeran los diferentes medicamentos antiinflamatorios disponibles para grandes camélidos.

**Tabla 9.3.** Dosis de medicamentos antiinflamatorios utilizados en la medicina de camélidos

Antiinflamatorios para el tratamiento agudo		
Nombre	Dosis	Observaciones
Dexametasona	0,5 mg/kg IV	
DMSO	100 ml en 1 l NaCl IV	Mejor tolerado que en caballos
Flunixin Meglumine	2,2 mg/kg IV	
Ketoprofeno	2 mg/kg IV o IM	
Fenilbutazona	6,5 mg/kg IV lento o IM	4 sobres de equipalazone por día
Antiinflamatorios para el tratamiento crónico		
Nombre	Dosis	Observaciones
Harpagophytum	50 a 100 g <i>per os</i>	Generalmente asociado con «cola de caballo»
Previcox	1 comprimido (57 mg) por 500 kg <i>per os</i>	En cura o de por vida. Primeros resultados después de 8 o 10 días

### 9.5.5. Problemas digestivos

**La diarrea**, motivo frecuente de consulta, es el signo de una alteración de la flora intestinal y de una inflamación que puede llevar rápidamente a la muerte del animal. Es uno de los principales problemas de salud en la cría de camellos (principal causa de mortalidad) y sus causas son variables (bacterianas, virales, parasitarias, tóxicas). En los adultos, la diarrea también puede presentarse y está asociada a errores en la dieta o estrés severo. Varias enfermedades específicas pueden dar lugar a enteritis de origen bacteriano (enterotoxemia, salmonelosis, paratuberculosis, colibacilosis) o virales (rotavirus, coronavirus). Es importante identificar adecuadamente el origen de la diarrea, conocer la ración, el protocolo de vacunación (*Clostridium*) y de desparasitación del animal. Un análisis macroscópico y bacteriológico de las heces es muy útil (color, olor, presencia de mucosidad o sangre). Los tratamientos combinan:

- rehidratación (especialmente en las crías);
- productos anti-acidosis: bicarbonato de sodio en solución al 5% a razón de 5l/adulto en IV, eficaz en las primeras etapas de la endotoxemia;
- antibióticos de amplio espectro;
- antiespasmódicos

Los casos de **estreñimiento** son raros, pero pueden presentarse oclusiones por gusanos o vermes. Cuando se crían muchos camellos juntos en recintos demasiado pequeños



**Figura 9.37.** Caso de timpanismo agudo en un dromedario de 4 años que recibe una ración a base de trébol.

pueden presentarse obstrucciones intestinales por agregados de pelo (pilobezoards), debido a un lamido inapropiado de los congéneres. El estreñimiento se puede reconocer porque presenta sintomatología de cólicos, falta de excreción fecal e hinchazón abdominal. Se recomienda un tratamiento a base de productos antiespasmódicos (por ejemplo, Flunixin®) y aceite de parafina.

Ciertas **intoxicaciones**, especialmente por plantas, también pueden causar problemas digestivos. Estos casos suelen producirse generalmente cuando los animales cambian de ambiente y se alimentan de pastos. Las intoxicaciones más frecuentes se han vinculado a ambientes mediterráneos, por el consumo de adelfa, rododendro, sorgo común y boj. Por ejemplo, la ingestión de rododendro, una planta ornamental que se encuentra en los jardines, provoca la aparición de signos en una hora. El animal comienza a babear y se echa. Se deben administrar antiespasmódicos (Spasmizole®, Calmagine®) por vía intramuscular o intravenosa. Una perfusión de ringer/lactato ayuda a mantener la función renal y hepática. La curación tarda unos días. El sorgo (*Sorghum bicolor*), una planta cultivada para grano o forraje aumenta su

contenido en cianuro a medida que crece (como el mijo). Una vez cortado y secado, este componente desaparece y la planta puede ser ingerida. Si los animales lo comen fresco, es tóxico. Rápidamente presentan cólicos severos con hinchazón abdominal, dificultad respiratoria y mueren. El tratamiento es sintomático. Consiste en sondar al animal para hacerle un lavado de su estómago C1, luego se le pone aceite de parafina y carbón activado con 25 mg de carbonato de amonio. Si el meteorismo es muy importante, es posible trócar el rumen. Sin embargo, esto lo toleran menos que los bovinos.

También se describen otros casos de **timpanismo o meteorismo**, debido a la acumulación de gas en los estómagos, por una alimentación demasiado rica en ciertos tipos de forraje (por ejemplo, el trébol). Este trastorno digestivo requiere una intervención urgente mediante trocarización de la pared estomacal (figura 9.37).

### 9.5.6. Problemas respiratorios

Al igual que los trastornos digestivos, los problemas respiratorios suelen tener un origen multifactorial. En el examen clínico normal en grandes camélidos el movimiento respiratorio es muy discreto, y se observa con frecuencia una pequeña descarga serosa. A la auscultación no se perciben movimientos de aire. En un animal enfermo, los síntomas más frecuentemente observados son tos, secreción nasal (figura 9.38), y tiraje intercostal más o menos marcado dependiendo de la intensidad de la dificultad respiratoria. En la auscultación, se pueden escuchar soplos bronquiales y sibilancias. El diagnóstico diferencial no siempre es fácil: enfisema, neumonía o bronconeumonía infecciosa, edema pulmonar, pleuritis o quistes hidatídicos. A menudo son necesarios exámenes complementarios para adaptar un tratamiento. Usar un hisopo nasal para la toma de muestra puede permitir el aislamiento de un germen patógeno, una ecografía pulmonar revelará pleuritis, abscesos. Para casos complejos, el lavado transtraqueal identificará enfisema o bien un patógeno infeccioso o fúngico. El lavado transtraqueal se realiza bajo sedación y anestesia local. En un animal tranquilo y entrenado, la anestesia local es suficiente.

Entre las enfermedades específicas que causan dificultad respiratoria podemos citar la pasteurelisis, aunque en la mayoría de los casos las causas están relacionadas con gérmenes ambientales comunes.



**Figura 9.38.** Secreción nasal mucopurulenta (emisión) en un camello con problemas respiratorios (foto CIRAD).



### 9.5.7. Patologías reproductivas

En este apartado nos remitimos al apartado 5.3 «asistencia al parto» sobre los aspectos relacionados con la distocia. Uno de los principales problemas posparto es el prolapso uterino. Consiste en la externalización del útero (figura 9.39). Su aparición requiere una intervención rápida en la que se limpia el órgano y se reintroduce. Tras la reducción, se colocan tabletas de antibióticos y se sutura la vulva durante diez días. Se recomienda la sedación, e incluso la anestesia epidural. Cuando el prolapso va acompañado de una rotura de la pared uterina con externalización de las asas intestinales, suele producirse la muerte en casi todos los casos.



**Figura 9.39.** Prolapso uterino posparto en una camella.

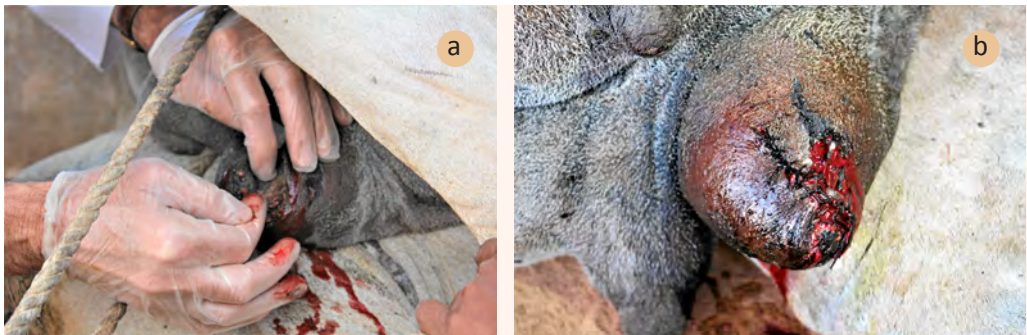


**Figura 9.40.** Caso de mastitis clínica en un cuarterón de una camella lechera, marcada por la hinchazón del pezón.

Existen muchas otras muchas patologías tanto en hembras (vaginitis, metritis, piometra, quistes ováricos...) como en machos (fimosis, orquitis, balanopostitis, trauma testicular...). En machos, el problema más recurrente es la urolitiasis, es decir, la presencia de cálculos urinarios. La enfermedad se manifiesta con signos de malestar abdominal, anorexia y depresión. En una etapa avanzada, puede provocar la rotura de la vejiga, cuya consecuencia generalmente es la muerte. El tratamiento consiste en pasar un catéter a través de la uretra (resulta difícil debido a la flexión sigmoidea del pene) o bien cirugía. La prevención se basa en una dieta equilibrada y abundante hidratación.

**La mastitis** (véase apartado 6.5 «higiene en el ordeño») es el principal problema de la ganadería lechera (figura 9.40). Las causas son multifactoriales. Se hace una distinción entre mastitis clínica (visible por los síntomas de enrojecimiento, calor y dolor en la ubre) y mastitis subclínicas detectables con la prueba de CMT, por ejemplo (ver recuadro 6.1). Las subclínicas, se asocian generalmente con patógenos menores. Las formas graves (por ejemplo, mastitis colibacilar) va acompañada también de síntomas

generales (fiebre, depresión, disminución de la producción) y cambios en la leche (grumos, sangre, e incluso pus). Las formas agudas, como la mastitis gangrenosa, pueden provocar la muerte. El tratamiento es local (inyección de antibióticos en los conductos del pezón, el conducto del pezón no es único a diferencia del bovino), o general (antibiótico en IV o IM). Después del parto, el edema mamario es frecuente y se trata con la administración de un tratamiento diurético y antiinflamatorio. Sin embargo, la incidencia de mastitis en camellas lecheras es menor que en vacas.



**Figura 9.41.** Desgarro del canal del pezón en una camella lactante: (a) sutura del canal del pezón, (b) restauración realizada (foto G. Konuspayeva).

El trauma en la ubre también es frecuente. Se pueden producir desgarros profundos que afecten al canal del pezón. Para estos casos, sólo se aconseja intervención quirúrgica (figura 9.41). El uso inadecuado de la máquina de ordeño (sobreordeño en particular) también puede provocar lesiones (eversiones) que también son puntos de entrada de gérmenes patógenos que causan mastitis.

Los abortos también tienen múltiples causas: infección, trauma, estrés, intoxicación, parasitismo. Pueden ocurrir en cualquier momento de la gestación (figura 9.42). Si se sospecha una causa infecciosa (brucelosis, fiebre del Valle del Rift, salmonelosis, fiebre Q, o clamidia), es importante hacer un diagnóstico serológico y vacunar a todo el rebaño.

### **9.5.8 Afecciones oculares y de los senos nasales**

Debido a la altura de la cabeza que presentan los grandes camélidos, el traumatismo ocular, es menos frecuente que en otras especies ganaderas. Además, la presencia del párpado nictitante limita el riesgo de microtraumatismos que puedan causar las tormentas de arena. Sin embargo, después de un golpe o por la presencia de un cuerpo extraño, se pueden observar ulceraciones de la córnea por trauma. El tratamiento es idéntico al de las otras especies, es decir, extracción del cuerpo extraño, atropina al 1% y pomada antibiótica local. En animales de edad avanzada, especialmente en bactrianos, no es raro ver úlceras espontáneas relacionadas con el ojo seco. Se producen por un defecto en la tensión de la línea de oclusión de los párpados.



**Figura 9.42.** Aborto de una camella de aproximadamente 6 meses de gestación (foto O. Philipponneau).

También se han descrito casos de uveítis, que pueden evolucionar a cataratas, y se trata con colirios antibióticos. Las cataratas congénitas también son frecuentes y pueden afectar a uno o ambos ojos.

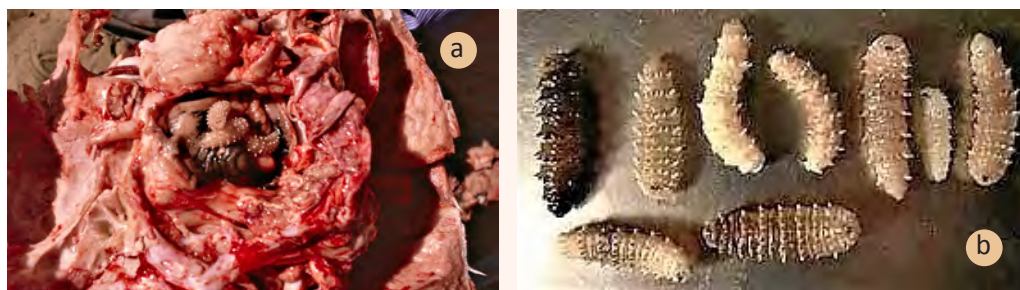
La conjuntivitis y la queratoconjuntivitis pueden tener diferentes causas. A menudo representan un síntoma de una enfermedad infecciosa general. Pueden volverse purulentas (figura 9.43). La moraxelosis, muy común en bovinos, y que se transmite a través



**Figura 9.43.** Queratoconjuntivitis en un camello con secreción purulenta (foto CIRAD).

de moscas que se pegan a los ojos, apenas se describe en grandes camélidos. Cabe mencionar que las lágrimas de grandes camélidos son ricas en lactoferrina, una proteína con alta actividad antibacteriana. El tratamiento se basa en colirios y geles antibióticos. Para la realización de terapias oculares, es necesario una buena restricción o sujeción del animal dado que es necesario intervenir en la cabeza.

En algunas regiones del mundo, los grandes camélidos se infestan frecuentemente por larvas de mosca (*Cephalopina titillator*) que parasitan los senos nasales causando irritaciones bastante molestas para el animal (figura



**Figura 9.44.** (a) Larvas de *Cephalopina titillator* en los senos paranasales de un camello de dos años en Turkmenistán. (b) Larvas de *Cephalopina titillator* expulsadas por estornudos en camellos adultos.

9.44a). Los principales síntomas son estornudos con expulsión de larvas (figura 9.44b) y dificultad para respirar. En casos graves, estas larvas pueden causar trastornos nerviosos que recuerdan a las ovejas con cenurosis. Se recomienda tratamiento con ivermectina (Ivomec®), aunque en algunas regiones realizan tratamientos tradicionales basados en la aplicación de hoja de tabaco.

#### 9.4.9. Principales enfermedades infecciosas

Los grandes camélidos pueden verse afectados por la mayoría de enfermedades infecciosas de los animales, ya sean bacterianas (ántrax, botulismo, leptospirosis, paratuberculosis, brucelosis, tuberculosis, tétanos, listeriosis), virales (rabia, viruela, lengua azul, fiebre del Valle del Rift (FVR) o parasitarias (toxoplasmosis, estrogilosis, oncocercosis), por mencionar algunas. Para más información, consultar la bibliografía mencionada anteriormente. La Oficina Internacional de Epizootias (OIE) de París, a través de su grupo ad hoc sobre enfermedades de los camélidos, ha elaborado una lista exhaustiva de estas enfermedades, así como de las técnicas diagnósticas y de los métodos terapéuticos o preventivos que deben aplicarse. Esta lista permitió la publicación de la obra citada anteriormente Wernery *et al.*, 2014. En todos los casos, el diagnóstico de estas enfermedades requiere la intervención de profesionales veterinarios, así como de los servicios veterinarios estatales, debido a que algunas de estas enfermedades tienen, como zoonosis, implicaciones importantes en términos de salud pública.

Un último punto relativo a la gestión de la salud en una granja de camellas lecheras es el hecho de que la mayoría de las patologías enumeradas anteriormente corresponden a una situación sanitaria que se encuentra sobre todo en las explotaciones del Sur. El desarrollo de la ganadería camellar en Europa plantea un verdadero desafío para los veterinarios, así como las Administraciones públicas. Esto se debe a que las patologías de los camellos en un contexto climático templado, un contexto social particular (especialmente, con escasa movilidad de los rebaños) y, sobre todo, un contexto alimentario completamente diferente corre el riesgo de adoptar formas poco estudiadas, incluso nunca observadas, fundamentalmente en lo referente a aspectos metabólicos.

### 9.5.10. Necropsia

En la práctica, rara vez se realiza la necropsia de los camellos muertos. La razón principal es sin duda el tamaño del animal, que requiere de un equipo de necropsia adaptado y a la falta de experiencia de la mayoría de los veterinarios y ganaderos en la materia. Sin embargo, una correcta necropsia podría proporcionarnos una información muy valiosa sobre las causas de la muerte del animal, sobre todo cuando no se ha podido realizar ningún diagnóstico. Como ya se ha mencionado anteriormente, muchas veces la sintomatología no se percibe, y esto dificulta el diagnóstico. En efecto, no es raro ver un dromedario o un bactriano, abatido, anoréxico, y luego encontrarlo muerto unas horas más tarde sin que se hayan podido detectar síntomas característicos. Para obtener una información completa sobre la técnica a utilizar en una necropsia y los procedimientos de examen post mortem, se recomienda consultar el trabajo de Stimelmayr *et al.* (1992)<sup>18</sup>.

La necropsia consiste en extraer todos los órganos después de abrir la musculatura abdominal y torácica, e incluso de otras regiones anatómicas (por ejemplo, el cráneo y la boca). Se debe inspeccionar todos los órganos para así, detectar las anomalías que puedan ayudar al establecimiento del diagnóstico. El análisis visual puede complementarse con la toma de muestras para analizar en el laboratorio (en particular, microbiología e histología). Para obtener más información sobre la anatomía e histología de los principales órganos y tejidos, puede consultarse el trabajo de Jarrar et Faye (2012)<sup>19</sup>. El procedimiento clásico para la necropsia en grandes camélidos es el siguiente:

- colocar al animal muerto, ladeado, mostrando el lado izquierdo;
- realizar una incisión ventral en la piel desde la almohadilla esternal hasta la ubre o vaina del pene, según sexo (figura 9.45a);
- realizar la incisión de las uniones cutáneas y conjuntivas entre el tórax y el hombro para liberar el tórax;
- realizar incisión entre la mandíbula inferior y la base del cuello para acceder a la zona cervical;
- realizar incisión en el abdomen, cuidando de no cortar los intestinos y estómagos (figura 9.45b);
- cortar las costillas cerca de las vértebras y el esternón y levantar el pabello costal;
- eviscerar el complejo pulmón-corazón en su totalidad;
- eviscerar el tracto gastrointestinal, el hígado y el bazo en su totalidad;
- retirar los riñones; tracto genital y glándulas suprarrenales;
- realizar incisión en las articulaciones y abrirlas;
- desarticular la articulación atlantooccipital, abrir la caja craneal y extraer el cerebro.

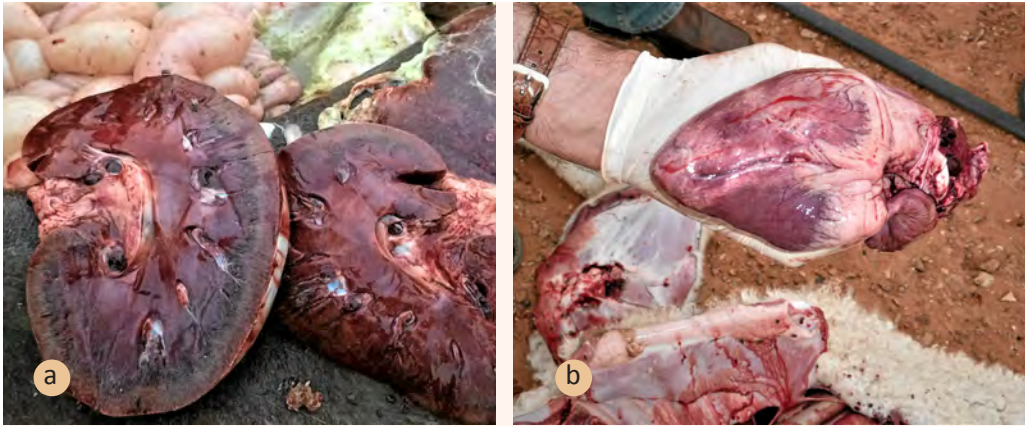
---

<sup>18</sup> Stimelmayr R., Dioli M., Schwarz H.J., 1992. Guía de campo para el examen post mortem (capítulo 5). En: "El camello de un solo golpe (C. dromedarius) en el este de África". Schwartz y Dioli Eds, Verlag publ., Berlín (Alemania), 225-262.

<sup>19</sup> Jarrar B., Faye B., 2012. Normal pattern of camel histology. Camel Breeding, Protection and Improvement Center, project UTF/SAU/021/SAU, FAO publ., Riyadh (Saudi Arabia), 140 p.



**Figura 9.45.** (a) Incisión ventral del abdomen durante la necropsia de un camello. (b) Incisión del abdomen para extraer los órganos abdominales (Fotos G. Konuspayeva).



**Figura 9.46.** (a) Congestión renal. (b) Corazón decolorado por deficiencia en selenio (Fotos G. Konuspayeva).

Cualquier necropsia debe dar lugar a un informe que incluya al menos lo siguiente:

- fecha y el lugar de la muerte
- tipo de animal (raza, edad, sexo)
- términos y condiciones (presencia de lesiones externas visibles)
- historial (síntomas, tratamiento recibido)
- inspección de órganos internos, ganglios linfáticos, esqueleto, músculos, cerebro
- diagnóstico
- recomendaciones cuando sean necesarias.

A continuación (tabla 9.2), se muestra una lista de elementos que se deben examinar en una necropsia.



**Figura 9.47.** (a) Hígado necrosado. (b) Exceso en líquido en la abertura abdominal (ascitis).

**Tabla 9.2.** Lista de parámetros y criterios a identificar en una necropsia completa

<b>Elemento</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Criterios</b>
Animal entero	Estado de engorde	Obeso, delgado, caquexia
Esqueleto	Hueso	Anomalías, fracturas
Piel y membranas	Color Estado de la epidermis	Anomalías de color Presencia de alopecia
Músculos y grasa	Color Consistencia	Decoloración Delgada, caída
Órganos internos	Color Peso Forma Consistencia Topografía Enlaces conectivos Cuerpos extraños	Decoloración, congestión (fotos 122, 123) Densidad Deformación Dureza, necrosado, delicuescente (foto 124) Desplazamiento Adherencias Presencia
Fluidos	Color Cantidad Consistencia Partículas extrañas Olor	Presencia de sangre Volumen anormal (foto 125) Viscosidad Presencia Anormal, desagradable
Cambio estructural	Lesiones Lesiones de profundidad Distribución Tamaño, forma, cantidad Consistencia Textura Olor y color	Absceso, úlcera, tumor, hemorragia, quistes Superficial, profunda Localizada, generalizada Pequeño, abundante Firme, flexible, líquida Suave, áspera Anormal
Parásitos	Tipo Abundancia Alquiler Estado del parásito	Garrapatas, gusanos, quistes hidatídicos Numerosos, invasivos Ubicación errática Vivo o muerto







# GESTIÓN ECONÓMICA DEL GANADO CAMELLAR PARA PRODUCIR LECHE

La cría de grandes camélidos para producir leche tiene como principal objetivo producir beneficios económicos. Sin embargo, se enfrenta a los límites biológicos del animal: su ciclo reproductivo es lento, la supervivencia de las crías a veces problemática y una baja productividad. Esto evidentemente son desventajas, incluso, si se compensa en parte con su longevidad y el alto valor económico de sus productos, en particular, la leche. Por tanto, es necesario constatar el potencial económico de un ganado de este tipo. A lo largo de esta sección se abordarán algunos elementos relativos a su gestión económica, empezando por:

- identificación de los animales, criterio esencial para el seguimiento individualizado;
- modelización demográfica basada en el rendimiento técnico y;
- modelización económica



## 10. Identificación animal

En la mayor parte de los países donde se crían camellos, no existe un sistema estandarizado de identificación para los animales, lo que plantea un serio problema a la hora de obtener un censo completo. Es aconsejable, al menos, poder identificar claramente a todos los animales de una granja, especialmente en granjas lecheras. Esto nos permite lo siguiente:

- monitorear el rendimiento;
- establecer un sistema de selección basado en el registro de parentesco y;
- elaborar dietas en base al rendimiento del ganado.

### 10.1. Tipos de Identificación

Se proponen tres tipos de dispositivos principales para la identificación en camélidos:

— **crotales en las orejas**, probablemente es el método más común, aunque no es el más relevante. El principal inconveniente que presenta es que la oreja de los grandes camélidos es pequeña, lo que dificulta a su vez la colocación correcta del crotal. Por otro lado, las pérdidas y desgarros son bastante frecuentes, lo que produce un riesgo significativo de infección (figura 10.1).

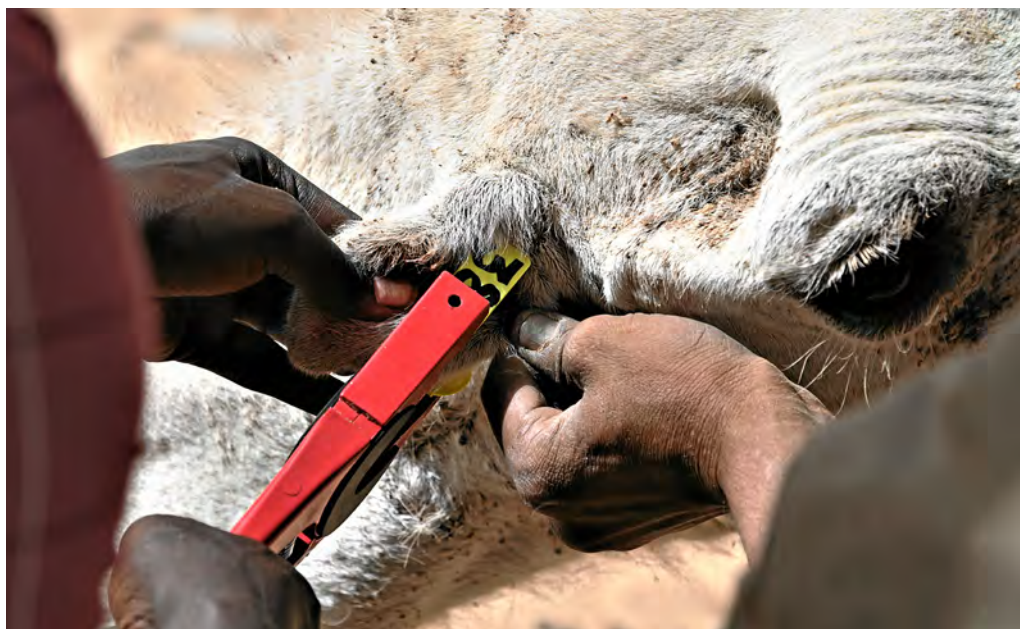


Figura 10.1. Colocación de un crotal en una granja de camellas lecheras (Mauritania).

El equipo necesario para su colocación se limita a una pinza de perforación y, por tanto, es económico. No obstante, la lectura puede ser laboriosa. Principalmente, porque los números pueden ser difíciles de leer a distancia y esto a menudo requiere la inmovilización de la cabeza, generando estrés para el animal. Por último, mencionaremos que los números a menudo desaparecen con el tiempo y es necesario volver a escribirlos con regularidad. Resumiendo, es una técnica de bajo coste, pero poco eficaz.

— **implantes subcutáneos** (chips electrónicos), son una práctica común en Oriente Medio. El método consiste en colocar un implante electrónico o subcutáneo legible por un lector apropiado (figura 10.2). Por lo general, el implante suele colocarse en la base del cuello, o en el hombro y pueden leerse a una distancia de algunas decenas de centímetros. Esto implica que no sea necesaria la sujeción del animal. Su desventaja es que puede migrar debajo de la piel y esto dificulta su localización. En algunos casos puede causar irritación local. El equipo incluye una jeringa de inyección del microchip y un lector.

— **bolo electrónico**, es el método más relevante en términos de eficiencia y durabilidad. Es necesario un aplicador de bolos (implantación a nivel esofágico) para colocar el bolo en el rumen (compartimento C1) donde permanecerá durante toda la vida del animal (figura 10.3). La lectura se realiza con una antena conectada a un lector, lo que permite mantenerse alejado del animal a la hora de realizarla (figura 10.4). La principal desventaja, es su precio. Para más detalles, podemos referirnos al artículo de Caja *et al.*, (2016)<sup>20</sup>.



▲ **Figura 10.2.** Jeringa de implante, microchip y lector electrónico (fuente: <http://www.cliniqueveterinaire-adk.be/la-puce-electronique/>).



**Figura 10.3.** Bolo electrónico para la identificación de grandes camélidos (dispositivo Datamars®). ▶

<sup>20</sup> Caja G, Díaz-Medina E, Salama AA, Salama OA, El-Shafie MH, El-Metwaly HA, Ayadi M, Aljumaah RS, Alshaikh MA, Yahyhoui MH, Seddik MM, Hammadi M, Khorchani T, Amann O, Cabrera S., 2016 Comparison of visual and electronic devices for individual identification of dromedary camels under different farming conditions. *J Anim Sci.*, 94(8):3561-3571. doi: 10.2527/jas.2016-0472.



**Figura 10.4.** Identificación de un camello con bolo electrónico ruminal (dispositivo Datamars®): Implantación del bolo con un aplicador de bolos (a), lectura del bolo con una antena conectada al lector electrónico (b), lector de bolos (c).

## 10.2. Establecimiento de una base de datos en la granja

La identificación de animales es clave a la hora de establecer una base de datos en granjas lecheras. El objetivo de una base de datos es poder realizar un seguimiento de los cambios en el rendimiento, la producción y la demografía. No existe un modelo de base de datos típica. La construcción de la base de datos se puede realizar en Access® y se basa en un modelo conceptual de datos (MCD) que consiste en establecer la lista de los parámetros a medir, así como los vínculos entre todos esos parámetros, tal y como se observa en el ejemplo de la figura. 10.5.

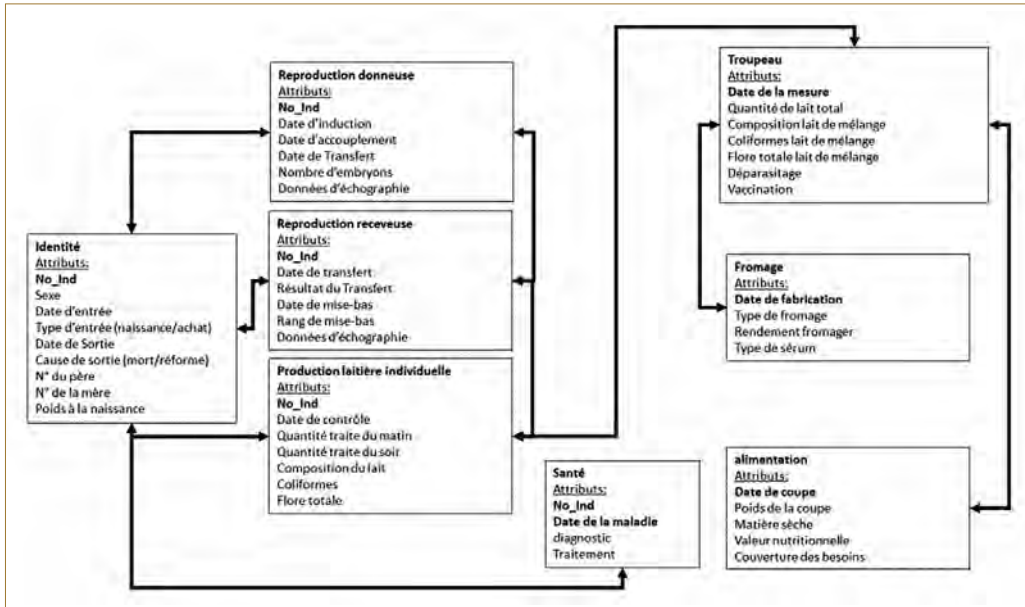


Figura 10.5. Ejemplo de modelo conceptual de datos en una granja experimental lechera CMDEC en Mauritania.

Desde el MCD, es posible construir las hojas de datos a rellenar (en forma de tablas de Excel conectadas entre sí) con interfaces fáciles de manejar (figura 10.6).

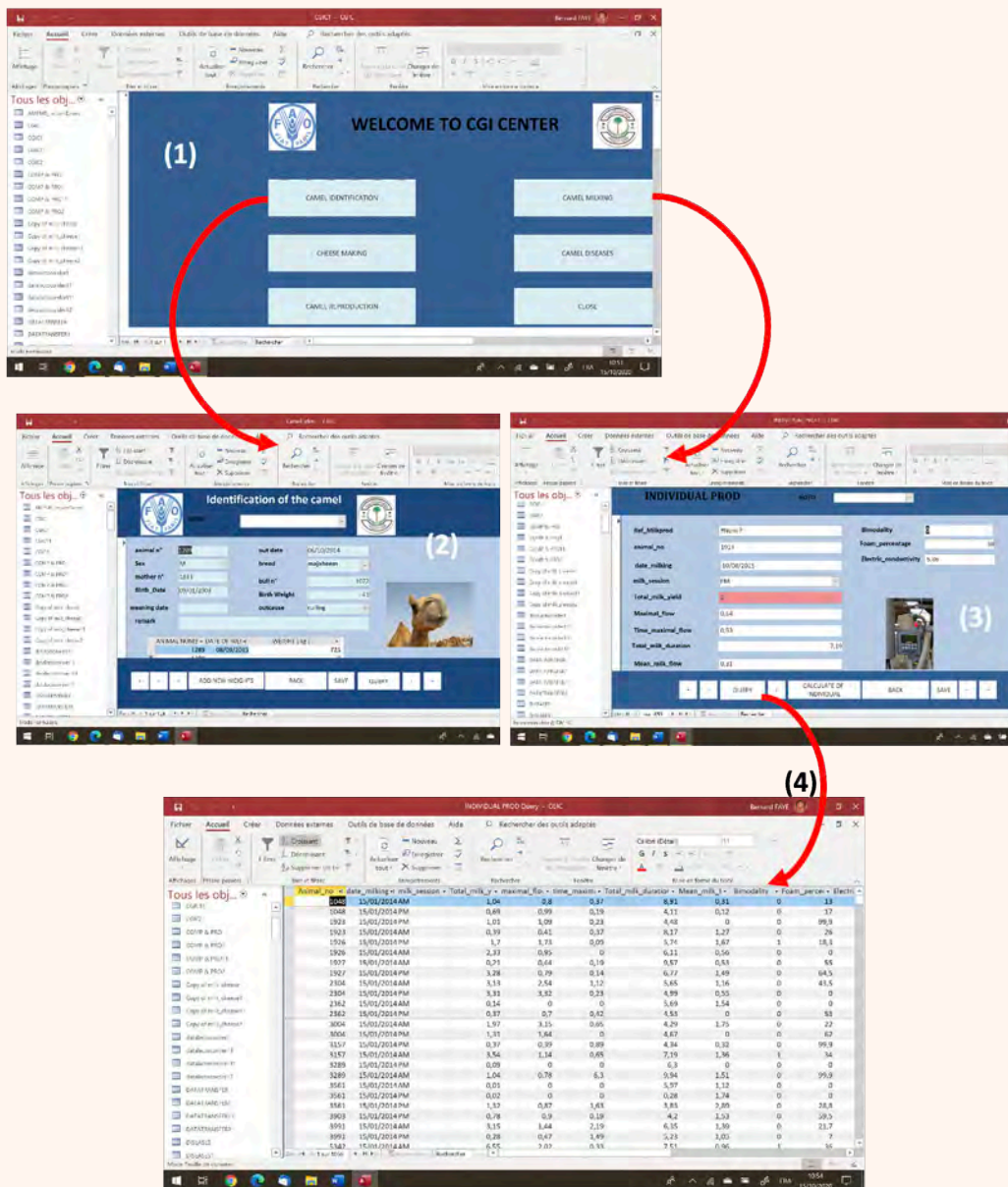
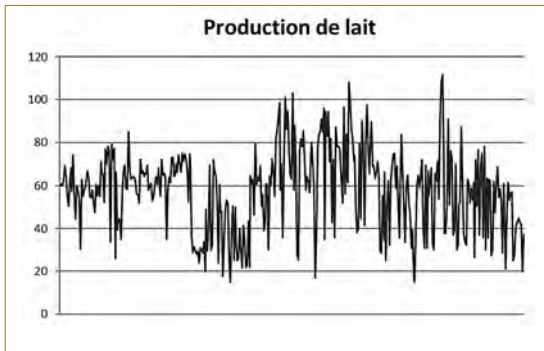


Figura 10.6. Representación de algunas pantallas de la base de datos de Kharj Experimental Dairy Camel Farm (Arabia Saudita) que muestra (1) la página de inicio, (2) la hoja de identificación de animales, (3) la base de datos de rendimiento lechero y (4) la tabla final de datos sobre el rendimiento de la leche.



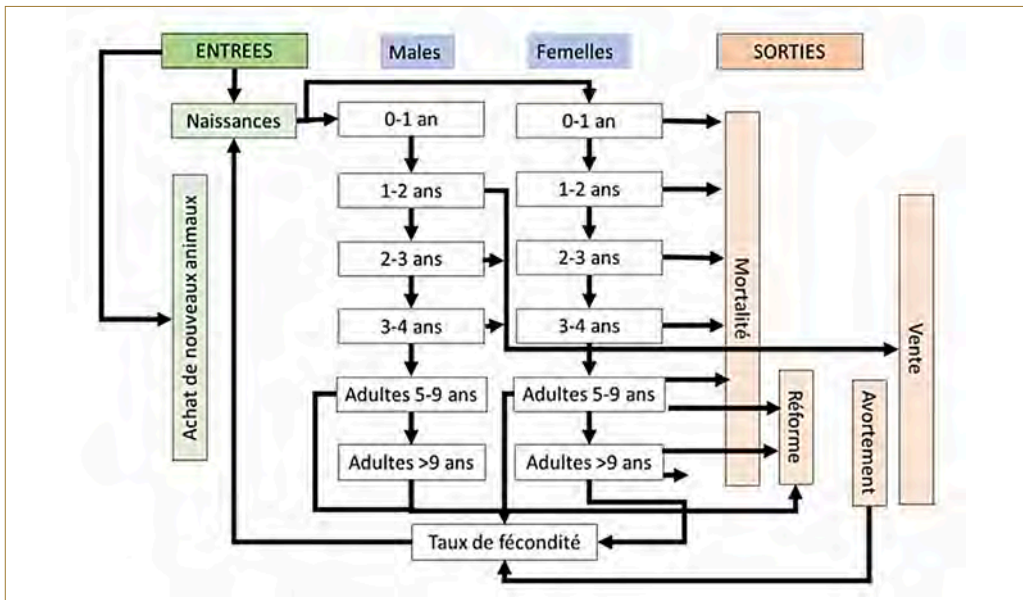


La base de datos permite monitorear el rendimiento a través de diferentes gráficos para un mejor control de la granja, por ejemplo, el control de la producción diaria de leche (figura 10.7).

**Figura 10.7.** Seguimiento de la producción diaria de leche en una granja de camellas lecheras en Kharj, Arabia Saudita, a lo largo de 18 meses.

## 11. Modelo demográfico

La demografía del rebaño en una explotación ganadera se calcula en función de las entradas (nacimientos y compras) y las salidas (muertes, sacrificios y ventas). Tanto las entradas como las salidas dependen a su vez de una serie de parámetros zootécnicos como la tasa de fertilidad (entradas) y la tasa de mortalidad, aborto, explotación y sacrificio (para las salidas). Por tanto, la probabilidad de cambiar de un grupo de edad a otro dentro de un rebaño (por ejemplo, la transición de una cría hembra de 0-1 año al grupo de crías hembras de 1-2 años) dependerá de la tasa de mortalidad en el grupo de edad 0-1. Con una tasa del 10%, la probabilidad de paso será de 0,90. El esquema conceptual del modelo demográfico se resume en la figura 11.1.



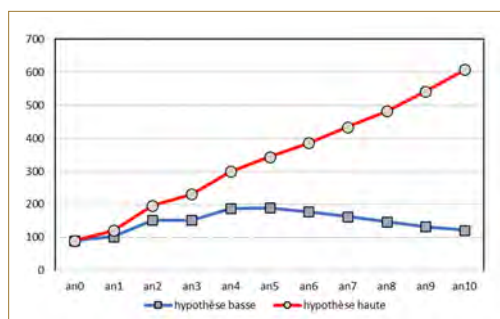
**Figura 11.1.** Modelo demográfico de un rebaño lechero.

Los parámetros zootécnicos para estimar el crecimiento de la población en un rebaño de camellos son, de manera general, los descritos en la tabla 11.1.

Al comparar el rendimiento zootécnico más desfavorable (límites inferiores de los valores enumerados en la tabla 11.1) con el rendimiento más favorable (límites superiores), podemos ver la evolución demográfica (figura 11.2) o de producción de leche (figura 11.3). El modelo demográfico es la base para determinar la rentabilidad económica de la ganadería lechera.

**Tabla 11.1.** Parámetros de entrada y salida para el modelo demográfico

Parámetros de entrada del modelo	Valores	Parámetros de salida del modelo
Tasa anual de infertilidad (%)	5-15	Producción lechera total (l)
Tasa anual de fertilidad (%)	85-95	Tamaño del rebaño (n)
Tasa de supervivencia 0-1 a (%)	80-95	Tasa de hembras lactantes (%)
Tasa de supervivencia 1-2 a (%)	90-95	Tasa de hembras gestantes (%)
Tasa de supervivencia 2-3 a (%)	90-98	Tasa de hembras no gestantes (%)
Tasa de supervivencia machos adultos (%)	95-100	Tasa de explotación (%)
Tasa de supervivencia hembras adultas (%)	95-100	Gráfica de recuento del rebaño
Tasa de abortos (%)	5-15	
Tasa de nacimientos (%)	85-95	
Proporción de machos	45-55	
Proporción de hembras	45-55	
Tasa de sacrificio machos adultos	5-10	
Tasa de sacrificio hembras 5-9 años	5-10	
Tasa de sacrificio hembras >9 años	20-30	
Tasa de sacrificio machos jóvenes (%)	80-95	
Tiempo de lactación (días)	300-330	
Crecimiento de prod. Leche (%)	0-5	
Prod. leche/día/animal (l)	5-10	



**Figura 11.2.** Evolución teórica del número de camellos (basado en 100 animales incluido el 36% de hembras lactantes) durante 10 años según el rendimiento mínimo (curva azul) o máximo (curva roja).



**Figura 11.3.** Evolución de la producción lechera a lo largo de 10 años basada en la productividad individual media de 5 L/d (curva roja) o 10 L/d (curva verde) para un rendimiento zootécnico óptimo.

## 12. Modelo de evaluación de rentabilidad económica

Para evaluar la rentabilidad económica, es necesario distinguir las partidas de gasto de los productos.

### 12.1. Partidas de gasto

Para las partidas de gastos, fijos o variables, es necesario incorporar los siguientes parámetros:

- coste de alimentación
- coste de la atención veterinaria
- coste de mano de obra
- gastos relacionados con el marketing
- coste de los equipos ganaderos
- costes fijos por insumos (agua, electricidad) y consumibles (productos de mantenimiento)
- coste por la compra de nuevos animales
- impuestos
- tasas bancarias
- coste de la amortización de infraestructura y equipos

A continuación, se especifican algunos aspectos y cómo estimarlos.

#### — coste de alimentación

La partida de gastos relacionada con la alimentación depende del acceso o no, a zonas de pastoreo abiertas. En este último caso, se debe incluir el coste del terreno (impuestos sobre la propiedad, mantenimiento, alquiler, o amortización de la adquisición). En todos los casos, la cantidad requerida debe estimarse en función de la composición del rebaño (tabla 12.1). El coste de la alimentación se estimará multiplicando las cantidades estimadas por el precio de los forrajes (si se compran y no se producen en la granja) y de los concentrados.

**Tabla 12.1.** Cantidad estimada de forraje y concentrados en peso, por categoría de edad de los camellos para el cálculo del coste de alimentación

Categoría	Peso medio (kg)	Cantidad de forraje (kg MS)	Cantidad de concentrado (kg)
Camellos 0-1años	80	1,6	1
Camellos 1-2 años	160	3,2	2
Camellos 2-3 años	250	5	2,5
Prepuberal	450	9	3
Machos adultos	700	14	1
Hembras adultas	550	11	3

### — gastos veterinarios

Resulta difícil el cálculo de los costes relacionados con la salud, ya que muchas veces surgen gastos impredecibles. Existen dos tipos de gastos:

- a) gastos de prevención (vacunación, desparasitación, farmacia veterinaria) y;
- b) gastos de intervención veterinaria.

Se puede optar por una estimación basada en el concepto de Unidad de Intervención Veterinaria (UIV), desarrollado por los grupos veterinarios contratados. El principio es determinar un número de UIV por categoría animal. Por defecto, a los camellos de menos de un año se les asigna un número de UIV de una unidad. Esto se debe a que las intervenciones son más numerosas en este grupo de edad. Para otros grupos de edad (hasta la pubertad) esta estimación es de 0,2 UIV, 0,1 UIV para machos adultos, 0,3 UIV para camellas gestantes y 0,5 UIV para camellas lactantes. Esto permite calcular el número total de UIV para todo el rebaño en función de su composición. Por tanto, sólo se necesita estimar el coste de una UIV, es decir, el gasto medio para camellos de menos de un año (por ejemplo, 50 o 100 euros/año).

### — coste de mano de obra

La mano de obra (nivel de competencia y número) incluye un número fijo de personas para las tareas administrativas y de gestión, y un número variable para tareas técnicas. En estas últimas, el personal necesario depende principalmente del número de animales. Cuando se realiza ordeño a máquina, se necesita 1 persona para ordeño por cada 25-30 camellas en lactación, 1 pastor por cada 60-100 animales y un técnico de cría por cada 120-150 animales. En el caso del ordeño manual, es necesaria 1 persona para ordeño, por cada 20 camellas.

### — costes de amortización

En general, se estima la depreciación de la infraestructura que se evalúa a lo largo de 20 años, un 5% anual del precio de los edificios. También se incluye la depreciación de equipos (vehículos, equipo de ordeño, posiblemente laboratorio de control, tanque de leche, equipo de oficina) en 5-10 años según el tipo de equipo, entre el 10-20% anual del coste de inversión.

### — costes asociados a la comercialización de la leche

Estos gastos dependen de si se trata de una venta a granel a una a una planta láctea o lechería, o bien, venta directa a particulares. Estos gastos incluyen los costes de transporte y embalaje. Del total de costes, y sobre la base de una cría de cien camellos, la proporción de gastos relacionados con la alimentación se sitúa entre el 30 y el 40%, mientras que los relacionados con la mano de obra varían entre el 40 y el 50%. Estas dos partidas de gastos representan entre el 60 y el 80 % de los gastos totales (figura 12.1).

## 12.2. Productos

Podemos diferenciar dos tipos:

- a) producción de leche, cuya cantidad depende del número de camellas lactantes y de su productividad;
- b) animales sacrificados y venta de animales para reproducción, cría o sacrificio.

En el caso de la leche, se puede obtener mayor valor añadido cuando se transforma en la explotación (queso, leche fermentada), aunque esto implica una inversión adicional en equipos. En una granja lechera, los productos lácteos representan la mayor parte de los ingresos (aproximadamente el 90-95%) y varía dependiendo de si los machos jóvenes para venta se engordan en la granja o se venden en lotes para engorde externo (figura 12.2).

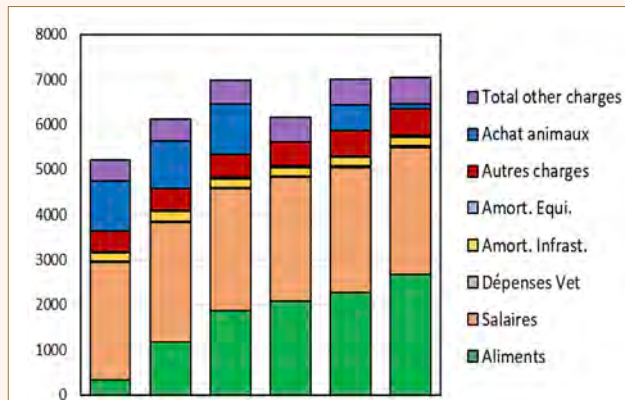


Figura 12.1. Estructura de los gastos en una granja de camellas lecheras durante 5 años.

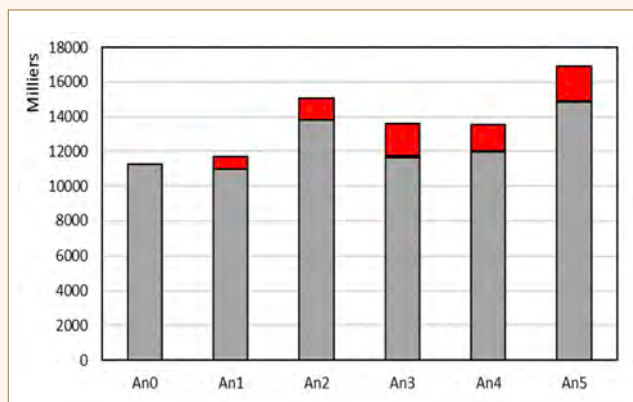
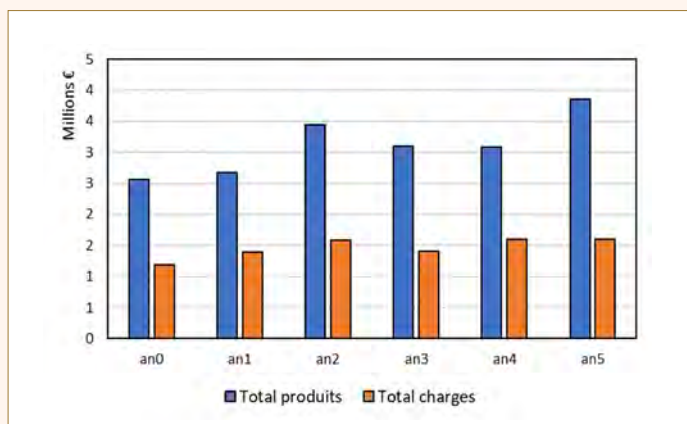


Figura 12.2. Estructura de productos en una granja de camellas lecheras durante 5 años.

### 12.3. Rentabilidad final

La evaluación de la rentabilidad de una explotación lechera dependerá de muchos parámetros, tanto zootécnicos (productividad, rendimiento) como humanos (gestión). El uso del modelo demográfico asociado a la evaluación de costes y productos nos permite visualizar los resultados financieros esperados (figura 12.3).

El modelo demográfico asociado a la evaluación de gastos y productos esperados, basado en el desempeño zootécnico, es una herramienta para el diálogo y, por lo tanto, para la gestión de las previsiones. Nos permite testear diferentes escenarios y, sobre todo, identificar acciones prioritarias respondiendo a preguntas como: ¿conviene mejorar la tasa de fecundidad o reducir la tasa de mortalidad en camellos jóvenes como prioridad para mejorar la rentabilidad?



**Figura 12.3.** Total, de productos y gastos en 5 años en una granja lechera de camellos con una productividad media de 5L/animal y un rendimiento zootécnico medio.



# IV

## PROCESADO DE LA LECHE DE CAMELLA

Durante mucho tiempo, el uso de la leche de camella se ha reducido al nivel particular, vinculado a la proximidad. Además, se limitaba al consumo de leche cruda o fermentada. Sin embargo, al introducirse en el mercado nacional e incluso internacional, el producto encaja ahora en una lógica de diversificación de la oferta, permitiendo ofrecer a los consumidores una gama más amplia de productos. Podemos encontrar en el mercado leche pasteurizada o aromatizada, helados, quesos y varios dulces. También se han realizado pruebas para la fabricación de mantequilla y yogur. Sin embargo, entre el desarrollo de laboratorio y la producción artesanal o industrial, ¿cuál es el registro de los productos disponibles en la actualidad?





### 13. Leche fermentada: de la elaboración tradicional a la industrial

La fermentación ha sido la única forma de prolongar la vida útil de la leche fresca de camella producida en regiones desérticas, sin posibilidad de ser conservada por otros medios. Debido a las dificultades que presenta para la coagulación natural, su transformación en queso no era posible. Existe una gran variedad de productos fermentados tradicionales ligados a la diversidad de flora láctica responsable de la fermentación, y a los hábitos culturales de transformación: *shubat* en Kazajistán, *gariss* en Sudán, *suusac* en Kenia, *laben* (o *Iben*) en los países árabes, *ititu* o *dhanaan* en Etiopía, *chal* en Irán y Turkmenistán. Se pueden encontrar otras bebidas de leche de camella fermentada en Mauritania o Marruecos, como *el zrig*. La leche fermentada tiene una mayor demanda que la leche fresca. Esta demanda viene por parte de consumidores que son conocedores de sus propiedades probióticas (gracias a la presencia de bacterias lácticas), y sus efectos beneficiosos sobre la salud en general.

La fermentación natural, (normalmente activada por una leche «vieja» ya fermentada a temperatura ambiente) en un entorno tradicional nunca está estandarizada. De hecho, da como resultado un producto final de calidad organoléptica muy variable, incompatible con una industrialización del proceso. Por ello, la industria láctea ha buscado, más allá de la identificación de la flora láctica, caracterizar las propiedades funcionales de esta flora con el fin de controlar la fermentación y estandarizar el producto final. El objetivo era «modernizar» la leche fermentada, por ejemplo, en Kazajistán o en China. Se trata de conseguir un producto final con propiedades constantes en cuanto a sabor, calidad y aroma. Para ello, los pasos son:

- a) Identificación de las bacterias lácticas de interés tecnológico (LAB) y levaduras responsables de la fermentación natural,
- b) Seleccionar las cepas de bacterias y levaduras en función del producto final deseado
- c) Verificar la cinética de crecimiento, la capacidad de acidificación, las propiedades organolépticas y las actividades antagónicas de cada cepa seleccionada,
- d) Comprobar los medios nutritivos para un crecimiento óptimo en biorreactores industriales,
- e) Preparar un paquete especial de LABS liofilizadas (figura 13.1) para utilizarse como fermentos estándar por los productores de leche.



Figura 13.1. Fermentos liofilizados de arranque para la preparación de shubat, leche de camella fermentada, en Kazajistán.

En la actualidad, en algunos países como Argelia se comercializa el *laben* mediante un proceso de fermentación controlada (figura 13.2), según una metodología desarrollada en Arabia Saudita. Sin embargo, en este caso, se trata de fermentos lácticos aislados de la leche de vaca.



Foto 13.2. Laben con leche de camella de una lechería de El-Oued (Argelia).

## 14. Leche de camella pasteurizada

Muchos países de África y Asia han introducido la leche de camella pasteurizada, que sigue siendo el procesamiento «moderno» más común. Sin embargo, la tecnología utilizada se basa casi siempre en los conocimientos adquiridos para la leche de vaca. Con todo, los estándares técnicos utilizados en leche de camella están lejos aún de ser controlados, y se observa una gran variabilidad tecnológica. Hay que destacar que los indicadores generalmente utilizados para el control de la pasteurización (fosfatasa alcalina) no son aplicables a la leche de camella, dadas sus propiedades de termorresistencia en las camellas. Por ello, diferentes autores han propuesto que la fosfatasa alcalina sea reemplazada por la  $\gamma$ -Glutamato transferasa (GGT) o lactoperoxidasa (LP) todavía presente en la leche pasteurizada. Sin embargo, aunque la pasteurización contribuye en gran medida a la reducción de la carga microbiana, no equivale a una esterilización. La pasteurización puede dividir la carga microbiana por 100, pero en el caso de una leche altamente contaminada (por ejemplo, 1 millón de coliformes/ml), la carga microbiana remanente sigue siendo alta (10.000 coliformes/ml). Según la normativa debe ser inferior a 100 coliformes/ml). Por esta razón, se debe prestar especial atención a la calidad inicial de la leche. Es necesario garantizar la producción de una leche cruda de buena calidad higiénica antes de la transformación.

En la actualidad, se sigue planteando la cuestión de la esterilización, debido a la mala calidad higiénica que presenta frecuentemente la leche de camella recogida en zonas de pastoreo.

En lo referente a equipos, son preferibles los pasteurizadores continuos (en tubos) a los pasteurizadores de placas. De hecho, la grasa de la leche de camella, de diferente composición de la de leche de vaca, tiende a obstruir las placas al calentarse.

## 15. Leche de camella esterilizada

La solución podría ser leche UHT. Pero desafortunadamente, el comportamiento de las proteínas de la leche de camella a altas temperaturas supone una gran limitación para los procesos de esterilización. Hasta ahora, su desnaturalización ha sido el principal impedimento para producir leche de camella UHT, ya que las proteínas se vuelven inestables a altas temperaturas. Numerosos trabajos han intentado encontrar una solución, sin éxito hasta el momento. Después del tratamiento UHT, la leche de camella muestra una separación en dos fases, debido a la precipitación de proteínas, lo que la hace inadecuada para el consumo. De hecho, las proteínas séricas se desnaturalizan rápidamente a altas temperaturas.

Sin embargo, la leche de camella se puede esterilizar después de la reconstitución del polvo, tal y como se realiza en la lechería *Camelicious* en Dubai. Para esterilizar directamente la leche líquida se han propuesto dos soluciones tecnológicas:

- **esterilización hidrostática a alta presión:** es una técnica que no requiere calentamiento y, por tanto, evita la desnaturalización térmica de las proteínas de la leche. Esta técnica se ha probado en la leche de camella de forma experimental, con presiones de alrededor de 200 MPa durante 5 minutos a 40°C. La contaminación bacteriana de la leche se reduce significativamente sin alterar su composición. Con presiones más altas (por encima de 400 MPa), se observa de nuevo la desnaturalización de la proteína, incluyendo a la  $\alpha$ -lactoalbúmina.

- **microfiltración:** es una técnica que conserva todas las propiedades de la leche al mismo tiempo que aumenta la vida útil de la leche pasteurizada hasta un mes. Aún así, con respecto a la leche de camella, de nuevo, sólo se han realizado pruebas experimentales. En la prueba realizada, la carga microbiana se volvió insignificante disminuyendo en un 99% en el permeado. Además, se observó que esta leche microfiltrada era bacteriológicamente estable durante 60 días, sin ningún cambio en su composición.

Por tanto, la esterilización de la leche de camella aún no está realmente en la agenda. La prometedora técnica de microfiltración requiere para trabajar leche desnatada, ya que su grasa tiende a obstruir rápidamente los filtros.

## 16. Yogur de leche de camella

La literatura existente para hacer yogur con leche de camella es amplia. Varias cepas de bacterias lácticas convencionales han sido probadas como *Lactobacillus bulgaricus* o *Streptococcus thermophilus*, pero también *L. acidophilus*, *L. casei* y bifidobacterias.

Sin embargo, la fabricación de yogur de leche de camella plantea un problema de textura, ya que el producto parece pegajoso y, en última instancia, desagradable al paladar. Además, la viscosidad del producto no cambia durante el proceso de gelificación, si la comparamos con la leche de otras especies lácteas. Esta limitación, por supuesto, se relaciona con la composición proteica de la leche de camella. Para algunos, incluso con la presencia de moléculas con propiedades antibacterianas presentes de forma natural en la leche de camella. Para obtener una mejor textura, se han realizado ensayos adicionando gelatina, alginato o calcio, e incluso utilizando fermentos que produjeron exopolisacáridos. La aplicación de tratamientos de alta presión podría tener un efecto positivo en la textura, pero no se han realizado ensayos hasta la fecha con leche de camella.

Otros autores han intentado mejorar la fabricación del yogur de leche de camella haciendo mezclas con leche de otras especies. También introduciendo un 0,75% de xanta-

no biosintético, pero los resultados son cuestionables en cuanto a propiedades organolépticas. En cualquier caso, el producto final corresponde en el mejor de los casos a un «yogur para beber» sin tener las cualidades organolépticas, incluso cuando se añaden aromas naturales o sintéticos. Todas estas dificultades explican por qué no existe una producción industrial de yogur de leche de camella en la actualidad y que los numerosos ensayos realizados apenas hayan salido del laboratorio. Algunos investigadores han propuesto el yogur congelado para producir un producto intermedio entre el yogur y el helado. La composición óptima desde el punto de vista de la textura se alcanzaría con varios ingredientes como grasa (5%), azúcar (13%), gelatina (0,5%) y 14% de plátano, aunque de nuevo, tal propuesta nunca ha salido del laboratorio.

## 17. Mantequilla de camella

La materia grasa de la leche de camella contiene menos del 0,5% de ácido butírico, en comparación con casi el 5% en leche de vaca. Además, los glóbulos de grasa son más pequeños que en la leche de vaca. Como resultado, el rendimiento de la mantequilla es bajo, y las propiedades organolépticas decepcionantes. Para obtener glóbulos de grasa al hacer mantequilla, es necesario realizar una fuerte agitación en caliente (22-23°C), lo que permite recuperar alrededor del 80% de la grasa.

El ghee (mantequilla clarificada), un producto popular en la India, también se ha intentado elaborar a partir de leche de camella, pero aparte del bajo rendimiento obtenido en comparación con la leche de búfala o vaca, se ha comprobado que el producto final es más susceptible al enranciamiento

Por todo lo anterior, la transformación en mantequilla no parece interesante en el contexto de una valorización industrial de la leche de camella. De hecho, aparte de los ensayos en Etiopía donde el consumo de mantequilla, incluida la rancia para ciertas recetas, es importante, la producción de mantequilla de camella tiene poco futuro.

## 18. Queso de leche de camella

La dificultad de obtener una cuajada de buena calidad ha sido siempre la razón principal de la falta de elaboración de queso con leche de camella. Esto se debe a la baja concentración de  $\kappa$ -caseína en la leche de camella, que es responsable de la coagulación y de la calidad del coágulo. A lo anterior, se suma una acidificación lenta, debido a su mayor poder amortiguador natural. Ha sido sólo recientemente, cuando se han podido

resolver estas dificultades tecnológicas. Los primeros intentos de mejora del proceso de coagulación se produjeron a finales de los años 80. Se adicionó calcio al cuajo bovino, pero se obtuvieron bajos rendimientos queseros. Tras numerosos intentos de mejora mediante el uso de coagulantes de origen vegetal con éxito mixto, el problema de la coagulación se ha solucionado gracias al trabajo de Kappeler *et al.* (2006) sobre la estructura de la quimosina del camello. Por transferencia genética del gen de la quimosina del camello en el hongo *Aspergillus niger*, la enzima recombinante se produjo industrialmente y luego fue comercializada como Chymax-M1000® por Ch. Hansen® (Dinamarca). Sin embargo, con la excepción de Mauritania, donde se comercializó el queso Caravan® por la planta láctea de Tiviski en Nouakchott, y algunas pruebas limitadas en Marruecos (figura 18.1), India, Arabia Saudita, Kenia o los países del Golfo, el queso de camella rara vez ha salido de los laboratorios.



**Figura 18.1.** Queso de leche de camella “Ajban Dakhla” elaborado ocasionalmente en Marruecos.

Desde entonces se han probado diversas metodologías para producir varios tipos de quesos. Por ejemplo, las metodologías utilizadas para hacer Gruyere (figura 18.2a), mozzarella, feta y halloumi (figura 18.2b), queso de untar o queso blanco.



**Figura 18.2.** (a) queso de camella hecho con metodología Gruyere (Arabia Saudita); (b) queso Feta conservado en aceite de oliva (Arabia Saudita).

No obstante, la producción de queso de camella se enfrenta a 3 dificultades:

- a) El resultado final no corresponde a la denominación esperada (el sabor del queso de camella «gruyere» es muy diferente del verdadero gruyere);
- b) La aceptabilidad por parte de los consumidores locales es muy variable, ya que el producto final no corresponde necesariamente a su experiencia de sabor o gustativa, así como de hábitos de consumo;
- c) El coste final del producto es elevado, incluso si el rendimiento es comparable al de la leche de vaca, debido al alto precio de la materia prima.

Para superar estas dificultades, se han realizado varios ajustes, como la fabricación de quesos mixtos (mezcla de leche de camella con la de otras especies). También comercializando quesos que se correspondan mejor con los gustos de los consumidores locales. Unido a lo anterior, mencionaremos la promoción del suero de leche (lactosuero) en forma de bebidas refrescantes.

Uno de los obstáculos para el desarrollo de la producción de queso es el precio final del producto. De hecho, al ser la materia prima más cara que la leche de vaca (entre 2 y 10 veces dependiendo del país), el precio del queso de camella se vuelve inasequible para el consumo doméstico en los países del sur. Especialmente porque hasta hace poco, no se sabía qué hacer con el suero de leche. Se puede valorar su uso en la dieta de monogástricos (especialmente en cerdos, inimaginable en la mayoría de los países de donde es originario el camello, ya que son musulmanes), o en preparaciones como la ricota. Se han realizado varios ensayos con suero de leche de camella para ayudar a reducir el precio del queso (el suero representa casi el 90% del volumen inicial de leche). Esto resulta aún más interesante, porque el suero procedente de la leche de camella es más nutritivo que el de vaca. Contiene más grasa (9g/l vs 7,7 g/l para vacas) y más proteína (9,21 frente a 7,3 g/l) para un mismo contenido de materia seca. Recientemente, en Mauritania, ha sido posible ofrecer bebidas frescas y fermentadas a base de suero de camella con una excelente aceptación por parte del consumidor.



## 19. Leche de camella en polvo



**Figura 19.1.** Leche de camella en polvo (a granel) vendida en la plataforma Alibaba © en China.

El desarrollo de un mercado internacional de la leche de camella sólo podría ser posible con la aparición de la leche en polvo. Esto se debe principalmente a la distancia existente entre los lugares de producción y los de consumo. El polvo es, de hecho, la mejor manera de transporte para largas distancias, tanto a nivel nacional como internacional. Una vez convertida en polvo, el transporte sólo se refiere a la parte seca del producto, entre el 11,5 y el 12,5% del peso. Una tonelada de leche fresca supone de media unos 120 kg de polvo (figura 19.1).

Para hacer este polvo, se han aplicado dos metodologías diferentes a la leche de camella: secado por pulverización en caliente y liofilización. El primer método parece más recomendable para la leche de camella a fin de obtener una mejor recuperación de la leche líquida. Sin embargo implica una mayor inversión por la adquisición de una torre de secado y un pulverizador. Por otra parte, el polvo fabricado mediante liofilización podría teóricamente utilizarse fácilmente en la industria alimentaria (pastelería, elaboración de chocolate).

## 20. Otros productos lácteos a base de leche de camella



**Figura 20.1.** Helado de cono con leche de camella en Kazajistán (Foto G. Konuspayeva).

Hacer helados con diferentes sabores es fácil. Existen varios ejemplos de comercialización en los Emiratos Árabes Unidos, Marruecos o Kazajistán (figura 20.1). Su elaboración se basa en la misma tecnología que se utiliza para otros leches. Además, el helado es muy popular entre los consumidores y, sobre todo, con menos reticencia que para otros productos. Hasta el momento, han sido muy pocos los estudios realizados sobre textura y propiedades sensoriales. No hay referencias sobre la transformación de la leche de camella en dulces. Aunque, hay varios productos tradicionales. Por ejemplo, en Kazajistán, se elabora un caramelo llamado

*Balkailmak*, aplicando un tratamiento térmico largo (unas diez horas) a temperatura de ebullición. También mencionaremos en este apartado, la adición de leche en polvo en el chocolate, tal y como se elabora en los Emiratos.

## 21. Transformación no alimentaria de la leche de camella

La fabricación de jabones, así como de cremas cosméticas con leche de camella es ahora una práctica común en muchos países, ya sea a escala semiindustrial o artesanal. En China se venden cajas que contienen distintos productos cosméticos, desde una barra labial hasta crema hidratante, champú y varias lociones (figura 20.1). El valor del uso de la leche de camella por la industria cosmética es alto, por las propiedades hipoalérgicas de sus proteínas.



**Figura 21.1.** Caja de cosméticos elaborados con leche de camella hecha en China.

Las conclusiones de toda la información aportada anteriormente sobre la leche de camella pueden resumirse en la tabla 20.1, que figura a continuación, indicando las posibles oportunidades de valoración, intereses y limitaciones que deben superarse para cada uno de los potenciales productos.

**Tabla 21.1.** Interés y limitaciones de los diferentes productos obtenidos con leche de camella

Producto	Interés	Restricciones		
		Técnico	Económico	Social
Leche fermentada	Fácil de producir, requiere poca inversión y bien aceptado socialmente (tradición de laben). Se puede almacenar durante días o incluso semanas. Cualidades probióticas probadas	Requiere una buena estandarización de las cualidades organolépticas del producto.  Transporte respetando la cadena de frío	Requiere el transporte de un producto líquido (coste de transporte)	Debe consumirse tal como está, pero puede utilizarse en preparaciones culinarias tradicionales (cuscús)

Producto	Interés	Restricciones		
		Técnico	Económico	Social
Leche pasteurizada	Permite una vida útil media (una semana). Tiene una imagen de leche de calidad porque está tratada térmicamente	Requiere un equipo adecuado y materia prima de buena calidad.  Transporte respetando la cadena de frío.  Vida útil relativamente limitada	Coste del transporte.  Coste de inversión (pasteurizador) e importancia del embalaje	Producto urbano por excelencia
Leche esterilizada por microfiltración	Permite una conservación duradera (30 d)	Requiere un equipo adecuado (unidad de microfiltración)	Coste de las inversiones porque requiere un pasteurizador.  Coste del transporte	Producto urbano
Leche UHT	Permite una vida útil muy larga (2-3 meses)	Imposible con leche de camella	Coste del transporte	Producto urbano
Yogur	Diversificación de la oferta.  Variedad de productos (naturales, dulces, aromatizados).  Baja inversión	Textura baja.  Requiere una materia prima higiénica y de buena calidad	Producto adecuado para los consumidores locales	Mala aceptación debido a la textura
Mantequilla	Baja demanda	Bajo rendimiento y malas cualidades organolépticas	Requiere cadena de frío  Baja inversión (batido)	Mala aceptación por los consumidores
Queso	Buena diversificación de la oferta.  Baja inversión.  Bajo coste del transporte	Hacer un producto adecuado para los consumidores locales. Requiere muchas pruebas. Necesidad de valorar el subproducto (lactosuero)	Alto precio del producto.  Mercado reducido	Sin hábitos culturales fuertes de consumo.  Producto urbano

Producto	Interés	Restricciones		
		Técnico	Económico	Social
Polvo	<p>Conservación muy larga.</p> <p>Oportunidades de exportación. Oportunidades en la agroindustria.</p> <p>Bajo coste del transporte</p>	<p>Elección de equipo para leche en polvo de buena calidad.</p> <p>Requiere buenas habilidades técnicas (mano de obra)</p>	<p>Requiere una gran inversión (torre de secado).</p> <p>Requiere una gran cantidad de materia prima para que el equipo sea rentable</p>	<p>Relativamente pocas oportunidades para la leche reconstituida a nivel doméstico.</p> <p>Dificultad de acceso al mercado occidental (barrera sanitaria)</p>
Helado	<p>Muy fácil de elaborar. Poca inversión</p>	<p>Sin dificultad. Requiere varios aromas</p>	<p>Transporte delicado.</p> <p>Consumo local</p>	<p>Elección de aromas</p>
Dulces	<p>Buena diversificación de productos</p>	<p>Necesita desarrollo de la técnica</p>	<p>Colaboración con industrias agroalimentarias.</p> <p>Requiere un buen conocimiento del mercado</p>	<p>Buscar relación calidad-precio</p>
Cosmética	<p>Buena diversificación de productos.</p> <p>Fácil de exportar y transportar</p>	<p>Elección de equipos basada en productos</p>	<p>Mucha competencia (artesanía local)</p>	<p>Demanda de calidad para satisfacer el mercado</p>



# Conclusión general

A pesar de que la leche de camella se ha consumido tradicionalmente por los pueblos nómadas del desierto durante milenios, ha sido recientemente cuando se ha introducido en la economía local y especialmente internacional. Esto ha contribuido a que los sistemas de producción se hayan intensificado y los sistemas de procesado de la leche se hayan modernizado.

Cada vez, son más las personas que deciden embarcarse en la aventura de obtener una producción que cumpla con los estándares de los consumidores del siglo XXI. Es por eso, que este libro tiene el propósito de dar algunas claves para tener éxito, o al menos para probar “a sabiendas” la experiencia. No pretende aportar un conocimiento completo, pero sí espera ser útil para aquellos ganaderos que deseen poner en el mercado un producto conocido desde la antigüedad por sus propiedades saludables.



# Agradecimientos

Los autores agradecen a **la Dra. Cecile Magnan**, Dra. Veterinaria, la información aportada en el capítulo sobre gestión de la salud.

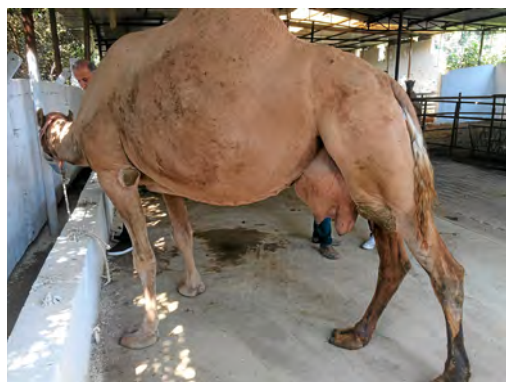
Esta guía fue diseñada como parte del proyecto CAMELMILK en el marco del programa PRIMA (Programa de Investigación e Innovación Horizon 2020) financiado por la Unión Europea.



España



Argelia



Turquía



Francia

*This book is supported by the PRIMA programme under grant agreement N° 1832, project Boost the production, processing, and consumption of camel milk in the Mediterranean Basin – CAMELMILK.*





**IRTA** 



*The PRIMA programme is supported under Horizon 2020 the European Union's Framework Programme for Research and Innovation*

