

# Diagnóstico Diferencial de Micotoxicosis en Rumiantes

ANIMAL  
NUTRITION  
AND HEALTH

ESSENTIAL  
PRODUCTS

PERFORMANCE  
SOLUTIONS +  
BIOMIN®

PRECISION  
SERVICES

[www.dsm.com/anh](http://www.dsm.com/anh)

Síguenos:



**DSM**

BRIGHT SCIENCE. BRIGHTER LIVING.

## **Diagnóstico Diferencial de Micotoxicosis en Rumiantes, 2022**

**Autores:** Ignacio Artavia, Romain Coulon, Zanetta Chodorowska, Johannes Faas, Paige Gott, Wolfgang Markert, Erin Schwandt y Andrea Urbanella

**Imágenes:** Ing. Rafael Alberto Rodríguez, consultant; Paige Gott, DSM, Getty Images, Science Visual

**Edición:** GraphX Department, DSM, Austria

*Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida de cualquier forma material (incluida la fotocopia o el almacenamiento por medios electrónicos, así sea de manera transitoria o incidental a algún otro uso de esta publicación) sin el permiso por escrito del titular de los derechos de autor, excepto de acuerdo con las disposiciones de la Ley de Derechos de Autor, Diseños y Patentes de 1988. Las solicitudes de permiso por escrito del titular de los derechos de autor para reproducir cualquier parte de esta publicación deben dirigirse a los editores.*

### **Descargo de responsabilidad**

*DSM ha sido cuidadosamente diligente para garantizar que la información proporcionada en este documento sea precisa y esté actualizada; sin embargo, DSM no representa ni garantiza, ya sea de forma expresa o implícita, la exactitud, confiabilidad o integridad de la misma. La información proporcionada en este documento contiene información científica y de productos para uso de empresa a empresa y no constituye ni proporciona asesoramiento científico o médico, diagnóstico o recomendación para el tratamiento. La información específica de cada país o región debe tenerse en cuenta al etiquetar o publicitar al consumidor final. En ningún caso, DSM será responsable de los daños que surjan de la confianza o el uso de cualquier información proporcionada en este documento. El contenido de este documento está sujeto a cambios sin previo aviso. Póngase en contacto con su representante local de DSM para obtener más detalles. Todas las marcas comerciales enumeradas en este documento son marcas comerciales (registradas) o marcas comerciales autorizadas por el grupo de empresas DSM en los Países Bajos y/o en otros países, a menos que se indique explícitamente lo contrario.*

© Copyright 2022 by DSM

[www.dsm.com/anh](http://www.dsm.com/anh)

## Prefacio

Trabajar en la agricultura siempre ha sido un desafío desde cualquier ángulo considerado. Independientemente de la ubicación o el tamaño del sistema productivo, ser agricultor requiere un conjunto complejo de habilidades y conocimientos, como la ciencia del suelo, la salud animal, la mecánica, la construcción, la contabilidad, la meteorología y ¡muchas más! Sin embargo, los agricultores de todo el mundo se encuentran con dificultades para asegurar sus ganancias, así como continuar invirtiendo en mejorar sus sistemas. Lastimosamente, la edad promedio de los agricultores va en aumento porque la sociedad no consigue atraer a los jóvenes para que se hagan cargo de las fincas de sus padres y mucho menos para empezar desde cero, sin tierra ni equipo.

Sueño con un mundo en el que podamos cultivar de manera eficiente no sólo desde una perspectiva económica sino también desde el punto de vista de los recursos naturales. Necesitamos mecanismos que le den a los agricultores un pago justo, más allá del kilo de carne o leche producido, reconociendo la calidad de sus productos, la biodiversidad que se promueve en sus tierras, la salud y longevidad de sus vacas mientras se mantienen productivas, el almacenamiento de carbono en sus suelos y los árboles, así como la preservación del patrimonio cultural, entre muchos otros aportes que brindan a la sociedad. Sueño con un mundo en el que su trabajo y sus habilidades no se den por sentadas, sino que se valoren, para que también las generaciones más jóvenes continúen con esta hermosa profesión.

Este material está dedicado a ustedes, agricultores. Nuestro objetivo con el Diagnóstico Diferencial de Micotoxicosis en Rumiantes es educar y crear conciencia sobre el riesgo de las micotoxinas en las operaciones de producción de leche y carne. Este tema no es el más simple y durante mucho tiempo ha sido desatendido pero los datos son consistentes y claros: las micotoxinas están presentes en el 60-80% de los cultivos en todo el mundo (Eskola *et al.*, 2020), y tienen un impacto negativo en la salud y productividad de los rumiantes. Sabemos que los productores y técnicos de campo cuentan con muy poco tiempo para profundizar a través de publicaciones científicas. Por lo tanto, nuestro objetivo fue compilar la información en un libro que describa algunos de los problemas más importantes de la producción bovina, que explique sus posibles causas, cómo identificarlas y cómo corregirlas. Esperamos que sea útil para su toma de decisiones y para promover condiciones saludables para sus animales. En DSM Nutrición y Salud Animal, podemos decir con confianza que somos expertos en micotoxinas y nos esforzamos por brindarle soluciones y estrategias contra las micotoxinas, para que tenga un problema menos del que preocuparse.

En caso de dudas, por favor no dude en ponerse en contacto con su representante local de DSM, estaremos encantados de establecer contacto y asistirle.

### **Ignacio Artavia, MSc.**

*Gerente de Producto Global, Especialista en Rumiantes  
Centro de Competencias para la Gestión de Riesgos de Micotoxinas  
DSM Nutrición y Salud Animal*



**ZEN, Alcaloides de Ergot, Tricotecenos (DON, T-2, etc.), Afla**

- Celos irregulares
- Bajas tasas de concepción
- Quistes en los ovarios
- Pérdida embrionaria
- Abortos
- Bajo desarrollo testicular
- Baja producción de espermatozoides

**DON, NIV, T-2, Afla, ZEN, Alcaloides de Ergot, etc.**

- Deterioro de la función del rumen
- Diarrea
- Menor producción de ácidos grasos volátiles
- Menor producción de proteína microbiana
- Disminución del pH del rumen

**Alcaloides de Ergot**

- Deterioro de la termorregulación
- Convulsiones

**Afla, DON, NIV, T-2, HT-2, entre otros**

- Contaminación de la leche
- Disminución de la producción de leche
- Mastitis

**DON, NIV, T-2**

- Disminución del consumo de alimento
- Disminución de la eficiencia alimenticia

**DON, FUM, Afla, etc.**

- Aumento de las enzimas hepáticas
- Toxicidad en el hígado

**Alcaloides de Ergot, endotoxinas, DON**

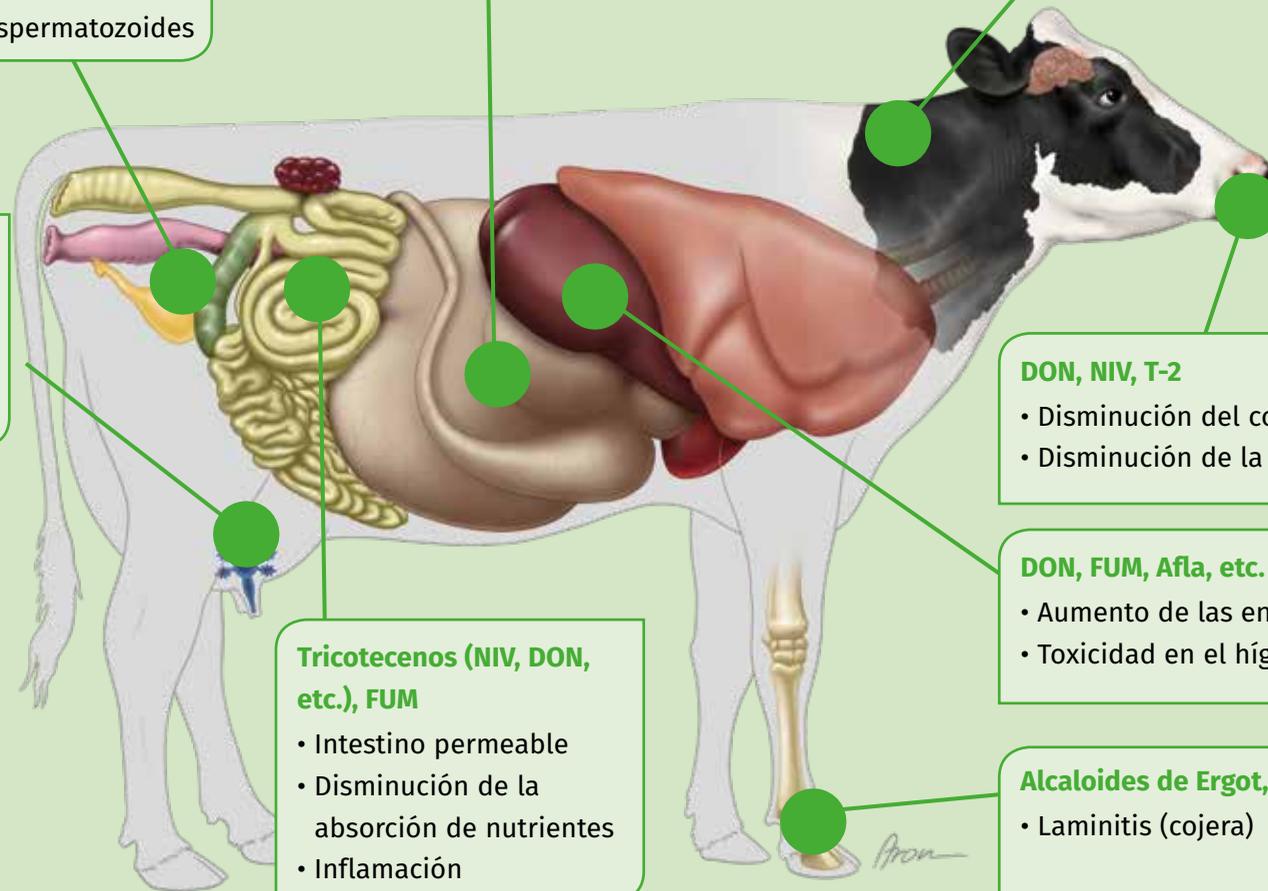
- Laminitis (cojera)

**Significado de las abreviaturas:**

- Afla:** aflatoxinas  
**DON:** deoxinivalenol  
**FUM:** fumonisinas  
**HT-2:** toxina HT-2  
**NIV:** nivalenol  
**T-2:** toxina T-2

**Tricotecenos (NIV, DON, etc.), FUM**

- Intestino permeable
- Disminución de la absorción de nutrientes
- Inflamación





## Problemas reproductivos

La productividad lechera por vaca ha aumentado considerablemente en los últimos años, en parte gracias al mejoramiento genético. Sin embargo, este desarrollo genético se realizó a expensas de una menor fertilidad (Veerkamp *et al.*, 2001). La fertilidad de la vaca desempeña un papel muy importante en la rentabilidad de la ganadería de vacas lecheras y lactantes. En los EE. UU., el costo estimado de enfermedades y trastornos reproductivos (incluidos la infertilidad de hembras, abortos, dificultades en el parto, placenta retenida y metritis) es de mil millones de USD (Bellows *et al.*, 2002). Una vaca eficiente debería tener un intervalo entre partos de 365 días, que incluye 9 meses de gestación y un período de tiempo específico para el apareamiento y para lograr la gestación en un plazo de 90 días después del parto. Sin embargo, la mayoría de las explotaciones lecheras tiene dificultades para alcanzar este nivel de eficiencia, lo que se convierte en un importante costo ya que cada día abierto adicional tiene un costo de aproximadamente 5,2 USD (Cabrera, 2014).

Además, los trastornos reproductivos son la razón más común para el desecho de vacas. Eso afecta significativamente la economía de la explotación ya que reduce la vida productiva de las vacas y requiere novillas de reposición. Asegurar el éxito reproductivo en la crianza de vacas lecheras y lactantes no sólo es relevante para garantizar la rentabilidad del negocio, sino también para reducir las emisiones de metano por litro de leche, ya que las emisiones desde el desarrollo de los animales hasta que alcancen la madurez sexual y el primer parto se distribuyen en un mayor número de lactancias y se necesitan menos animales de reposición (Grandl *et al.*, 2019).

# ¿Cómo identificar los problemas reproductivos en la explotación?

Mantener los registros es esencial para medir y evaluar la eficiencia reproductiva. Existen diferentes maneras de medir la fertilidad:

- **Intervalo entre partos:** tal como se ha mencionado anteriormente, lo ideal es que haya un intervalo entre partos de 365 días. De esta manera se puede lograr un parto al año.
- **Intervalo parto-concepción (IPC):** es el tiempo desde el parto hasta la inseminación exitosa. Un IPC ideal de 85 días resulta en un ternero al año. El número de días abiertos es un parámetro bastante similar, pero se cuenta hasta que las vacas hayan parido o muerto.
- **Tasa de concepción:** es el porcentaje de vacas que quedan preñadas después del servicio.

## MANEJO

PROBLEMA	CHECKLIST	ACCIÓN CORRECTIVA
<p>a-) <b>Inflamación</b>, aunque es necesaria para la involución uterina, reparación de tejidos dañados e involución de la glándula mamaria; si es excesiva puede llevar a una reducción del consumo de alimento, balance energético negativo excesivo, bajo desempeño reproductivo y menor rendimiento lechero. Las causas principales de la inflamación son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Infecciones uterinas después del parto</li> <li>• Infecciones de la glándula mamaria</li> <li>• Aparición de bacterias en el tracto gastrointestinal, especialmente en casos de síndrome del intestino permeable (Horst <i>et al.</i>, 2021)</li> <li>• Inflamación inducida por micotoxinas o endotoxinas (Gallo <i>et al.</i>, 2020; Humer <i>et al.</i>, 2019)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar el consumo de alimento para identificar reducciones anormales</li> <li>• Marcadores sanguíneos de inflamación: <ul style="list-style-type: none"> <li>» Relación albúmina/globulina</li> <li>» La haptoglobina es un marcador metabólico de inflamación muy fiable (aunque no sea comúnmente evaluada a nivel de explotación)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asegurar un manejo adecuado para mantener la mastitis bajo control durante la transición (véase la sección "Mastitis y alto RCS")</li> <li>• Mayor permeabilidad intestinal: controlar los factores de riesgo como acidosis ruminal (véase la sección "SARA"), estrés por calor, restricción alimentaria (entrega y empuje del alimento), entre otros</li> <li>• Minimizar las fuentes de estrés</li> <li>• Integrar una solución efectiva contra una amplia variedad de micotoxinas</li> </ul>
<p>b-) <b>Dificultades en el parto:</b> pueden conducir a daños en el tejido, inflamación excesiva, y subsecuente enfermedad uterina y bajo desempeño reproductivo (Vieira-Neto <i>et al.</i>, 2016)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar las dificultades en el parto que se observan en el hato; una alta frecuencia de partos asistidos puede reflejar prácticas de manejo inadecuadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asegurar que los trabajadores reciban capacitación sobre los procedimientos de parto y estrategias de intervención</li> </ul>
<p>c-) <b>Vacas anovulares:</b> vacas que no retoman la actividad ovárica suficientemente rápido después del parto. Los principales factores contribuyentes son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Balance energético negativo excesivo (véase la sección "Cetosis e hígado graso")</li> <li>• Enfermedades del periparto (placenta retenida, metritis, mastitis, entre otras) (Vieira-Neto <i>et al.</i>, 2014)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar las vacas sin actividad ovárica después del parto</li> <li>• Evaluar con frecuencia el puntaje de condición corporal en vacas al inicio de la lactancia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitar la pérdida excesiva de condición corporal después del parto (véase la sección "Cetosis e hígado graso")</li> <li>• Minimizar las infecciones durante el parto a través de la reducción de los factores que afectan negativamente la inmunidad de las vacas (véase la sección "Inflamación e inmunosupresión")</li> </ul>
<p>d-) <b>Baja expresión y detección del celo:</b> pueden ocurrir porque:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las vacas no pueden mostrar signos de estro de manera visible. Esto puede deberse a: <ul style="list-style-type: none"> <li>» Cojera</li> <li>» Estrés por calor, entre otros</li> </ul> </li> <li>• Signos no detectados por el personal de la explotación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar con frecuencia el puntaje de condición corporal, cojera (puntaje), índice de celo y el confort de la vaca en general</li> <li>• Evaluar las habilidades del personal responsable de la detección del celo: conocimiento acerca de los signos de estro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Minimizar la pérdida drástica de condición corporal (véase la sección "Cetosis e hígado graso")</li> <li>• Prevenir la cojera (véase la sección "Cojera")</li> <li>• Condiciones confortables de alojamiento, espacio suficiente por vaca, mitigación del estrés por calor</li> <li>• Ofrecer capacitación sobre detección del celo para el personal</li> <li>• Definir alertas sobre cuándo se espera que las vacas inicien/regresen al celo</li> <li>• Considerar el uso de sensores de actividad automáticos</li> </ul>

PROBLEMA	CHECKLIST	ACCIÓN CORRECTIVA
e-) <b>Técnica de inseminación deficiente:</b> errores en distintas etapas de la rutina de inseminación artificial pueden llevar a fallos de fertilización, tales como el almacenamiento, manipulación y colocación del semen, así como el momento de la inseminación (lo ideal es 12 horas después del inicio del estro) (Dalton <i>et al.</i> , 2001).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asegurar la capacitación adecuada de la persona responsable de la inseminación artificial</li> <li>• Asegurarse de que el tanque de semen esté en buenas condiciones y a una temperatura adecuada</li> <li>• Minimizar el tiempo en el que las pajillas se mantienen fuera del tanque</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proporcionar un mantenimiento adecuado del tanque de semen</li> <li>• Implementar capacitaciones periódicas sobre inseminación artificial al personal responsable (Dalton <i>et al.</i>, 2021)</li> </ul>
f-) <b>Operaciones de inseminación:</b> la inseminación artificial (IA) debe realizarse en condiciones adecuadas y no estresantes para maximizar la posibilidad de concepción.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar las condiciones de la inseminación artificial para las vacas: área de contención, tiempo en el que la vaca se mantiene fuera del grupo, factores estresantes externos</li> <li>• Verificar las condiciones de la inseminación artificial para el técnico: acceso a la vaca, contención adecuada, comportamiento del inseminador</li> </ul>	<p>La vaca restringida debe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• estar en un ambiente no estresante</li> <li>• permanecer en la manga de contención por no más de 4h</li> <li>• tener acceso al agua</li> <li>• mantenerse cerca de otros animales</li> </ul> <p>Técnico de inseminación artificial:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• debe manipular la vaca con cuidado para minimizar el estrés y ser paciente con las vacas difíciles</li> </ul>
g-) <b>Estrés por calor:</b> puede disminuir las tasas de concepción y extender los días abiertos al: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducir la expresión del estro</li> <li>• Alterar el desarrollo de quistes ováricos</li> <li>• Causar un desequilibrio hormonal (desarrollo folicular alterado)</li> <li>• Causar una mayor mortalidad embrionaria (Kelly y Amaral-Phillips, 2016)(Becker <i>et al.</i>, 2020)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitorear la temperatura y la humedad relativa durante el día</li> <li>• Considerar la posibilidad de utilizar sensores ruminales para evaluar el estrés por calor</li> <li>• Observar la frecuencia respiratoria y el confort general de las vacas</li> </ul>	<p>Estrategias de manejo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si es necesario, proporcionar ventilación artificial y aspersores para todos los animales (incluidas las vacas secas)</li> <li>• Proporcionar acceso suficiente al agua</li> <li>• Estrategias nutricionales:</li> <li>• Proporcional alimento con fibra de alta digestibilidad tiene aún más importancia durante los meses calurosos del año</li> <li>• Definir los aportes de K, Mg y Na para altos umbrales en las directrices nutricionales con el fin de compensar las pérdidas por sudor</li> </ul>



Un hato de vacas lecheras afectado por zearalenona que se puede identificar por los signos visuales de la inflamación de la vulva. Además, muchas vacas mostraron diarrea, ninfomanía (incluso estando preñadas) y no dieron respuesta al tratamiento hormonal. Durante el control de preñez después de la inseminación, se detectaron muchos abortos y casos de ovarios quísticos (folículos de más de 20 mm de diámetro, observado con ultrasonido). Se realizaron análisis de micotoxinas y se identificó que el heno de cebada que se alimentaba a esas vacas estaba contaminado con 1380 ppb ZEN. Las vacas estaban recibiendo este alimento alrededor de 4 kg/vaca/día.

## NUTRICIÓN

PROBLEMA	CHECKLIST	ACCIÓN CORRECTIVA
<p>a-) <b>Balance energético negativo (BEN) excesivo:</b> la alta demanda de energía y la baja ingesta de materia seca (IMS) próximo al parto resultan en un BEN, que es una condición común en los mamíferos. Sin embargo, si es demasiado grave y prolongado, el BEN puede llevar a una movilización excesiva de grasa corporal, cetosis, hígado graso, función inmunológica deprimida y trastornos hormonales importantes que afectan la fertilidad de las vacas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minimizar la gravedad del balance energético negativo (véase la sección "Cetosis e hígado graso")</li> <li>Controlar la pérdida excesiva de condición corporal durante las primeras 6 semanas de lactancia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Equilibrar las dietas de energía controlada para los grupos de vacas recién secadas (far-off) y cercanas a la parición (close-up) para obtener un puntaje de condición corporal de máximo 3,5 (en una escala de 1 a 5) antes del parto</li> <li>Maximizar el consumo de alimento después del parto a través de la frecuencia de alimentación, empuje del alimento, densidad en el corral y tamaño de partículas del alimento</li> <li>Véase la sección "Cetosis e hígado graso" de partículas del alimento</li> </ul>
<p>b-) <b>Altos niveles sanguíneos de urea:</b> pueden deberse a un exceso de nitrógeno en la dieta o un balance proteína:energía inadecuado. Las altas concentraciones de urea en la sangre pueden afectar la formación de los ovocitos en diferentes fases (Jorritsma <i>et al.</i>, 2003), lo que puede retrasar el ciclo ovárico o comprometer la calidad de los ovocitos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar la eficiencia proteica (relación proteína total de la leche:proteína total de la dieta). La baja eficiencia está altamente correlacionada con niveles excesivos de N en la leche (MUN*)</li> <li>Monitorear las fluctuaciones de MUN o BUN*</li> <li>Monitorear otras causas del aumento de MUN, como el estrés por calor y la inflamación local o sistémica</li> </ul> <p>*MUN: nitrógeno ureico en la leche; BUN: nitrógeno ureico en la sangre</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Equilibrar la energía y proteína según un sistema nutricional bien establecido</li> <li>Evitar cambios repentinos en la dieta</li> <li>Reajustar la dieta a lo largo de las estaciones (cambios en la composición del pasto) o cuando se abre un nuevo silo para evitar desajustes y exceso de proteína</li> </ul>
<p>c-) <b>Desequilibrios de minerales y vitaminas:</b> son esenciales para las funciones fisiológicas (como la función inmunológica o el estado antioxidante); aportes inadecuados de minerales y vitaminas afectan negativamente la capacidad reproductiva.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Vitamina A y carotenoides:</b> desarrollo de los ovocitos, necesarios para el crecimiento embrionario; las deficiencias pueden resultar en pérdidas embrionarias</li> <li><b>Vitamina D</b></li> <li><b>Vitamina E y Selenio (Se):</b> son los más importantes antioxidantes; son esenciales para la integridad hormonal, implantación embrionaria y mejora de la función inmunológica</li> <li><b>Deficiencia de cobalto:</b> puede afectar negativamente el desarrollo embrionario</li> <li><b>Zinc (Zn), Manganeso (Mn) y Cobre (Cu):</b> tienen una implicación en las enzimas que median la fagocitosis y la muerte de bacterias por los neutrófilos, lo que aumenta el riesgo de metritis y endometritis (Bicalho <i>et al.</i>, 2014)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar los contenidos de minerales y vitaminas en la mezcla mineral o premezcla</li> <li>Analizar la Ración Total Mezclada (TMR) o los ingredientes individuales para el control de calidad</li> <li>Atención especial a los aportes de calcio, fósforo, zinc, manganeso, cobre, cobalto, vitamina A, betacaroteno, vitamina D y vitamina E (implicaciones en la función inmunológica o estado antioxidante)</li> <li>Considerar las fluctuaciones de la demanda de nutrientes en fases específicas (vacas secas, en transición, lactantes)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asegurar una suplementación adecuada con el formulador de alimento/nutricionista para cada fase de lactancia</li> <li>Usar preferiblemente fuentes de micronutrientes que tengan una mayor absorción en el tracto digestivo</li> </ul>
<p>d-) <b>Fitoestrógenos:</b> son compuestos presentes en las plantas similares a los estrógenos que pueden afectar la función reproductiva normal (Wocławek-Potocka <i>et al.</i>, 2013).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Muestrear el alimento y enviar para análisis por HPLC o LC-MS/MS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Si se encuentran grandes cantidades de fitoestrógenos, evitar el uso de este corte o diluir su uso en la ración.</li> <li>No existe una manera práctica de adsorber o desactivar estos componentes</li> </ul>

## ENFERMEDADES

PROBLEMA	CHECKLIST	ACCIÓN CORRECTIVA
<p>a-) <b>Infecciones uterinas clínicas y subclínicas:</b> hasta el 50% de las vacas lecheras se ven afectadas por la metritis, secreción vaginal purulenta, endometritis o cervicitis después del parto (LeBlanc, 2014).</p> <p>Las principales causas son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Función inmunológica alterada, inflamación excesiva</li> <li>• Operaciones de parto inadecuadas, mala higiene</li> <li>• Dificultades en el parto, hipocalcemia, placenta retenida</li> </ul>	<p>Las infecciones uterinas varían en síntomas y pueden evaluarse por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiras de prueba urinaria</li> <li>• Pruebas de citología</li> <li>• Secreción vaginal purulenta (observable en vaginoscopia, mano enguantada o dispositivo Metrichack)</li> <li>• Metritis clínica observable a través de la medición del diámetro cervical</li> </ul>	<p>Tratamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Discutir con su veterinario el mejor tratamiento con antibióticos y antiinflamatorios</li> </ul> <p>Prevención:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se recomienda un lavado uterino con solución salina estéril (Arias <i>et al.</i>, 2018)</li> <li>• Mejorar la función inmunológica (véase la sección “Inflamación e inmunosupresión”)</li> <li>• Seguir las recomendaciones para las operaciones de parto</li> <li>• Asegurar las condiciones higiénicas durante el parto</li> </ul>
<p>b-) Varias <b>enfermedades infecciosas</b> pueden reducir el desempeño reproductivo de vacas lecheras y entre las más importantes están:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diarrea viral bovina (DVB)</li> <li>• Leptospirosis</li> <li>• <i>Neospora caninum</i></li> <li>• <i>Haemophilus sommus</i></li> <li>• Rinotraqueítis bovina infecciosa/vulvovaginitis pustular infecciosa (RBI/VPI)</li> <li>• <i>Ureaplasma</i> spp.</li> <li>• <i>Mycoplasma</i> spp.</li> <li>• Vibriosis, causada por <i>Campylobacter fetus</i></li> <li>• Tricomoniasis, causada por <i>Trichomonas foetus</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consultar su veterinario sobre la mejor forma de identificar y diagnosticar cualquiera de las posibles infecciones</li> <li>• Solicitar certificados de salud y registros de vacunación de los animales antes de la compra o de los toros antes de la inseminación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguir un plan de vacunación según la recomendación del veterinario</li> <li>• Una vez identificada una infección, lo mejor es retirar el animal del grupo lo antes posible para evitar la diseminación</li> </ul>
<p>c-) <b>Cojera:</b> ha sido relacionada con pérdidas de fertilidad debido a una alteración general del bienestar de las vacas (Huxley, 2013).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Véase la sección “Cojera”</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Véase la sección “Cojera”</li> </ul>
<p>d-) <b>Micosis/Aspergilosis:</b> infección causada por varias especies de <i>Aspergillus</i> spp. (<i>A. fumigatus</i> es la más prevalente) que se expresa sobre todo como enfermedad respiratoria. Sin embargo, puede también causar aborto (principalmente a los 6-8 meses de gestación), a veces seguido de neumonía o endometritis.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar las condiciones del ensilaje o heno. El alimento mohoso tiene más probabilidad de estar contaminado con <i>Aspergillus</i> spp.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacenar higiénicamente los ingredientes del alimento</li> <li>• Seguir las buenas prácticas de ensilaje para evitar el desarrollo de <i>Aspergillus</i> spp. en el ensilaje</li> <li>• Si es posible, evitar materiales excesivamente mohosos</li> </ul>



Vaca lechera Jersey con condición corporal 3.5 y 150 días en leche, expuesta a un alimento concentrado contaminado con DON (6140 ppb), FB<sub>1</sub> (330 ppb) y ZEN (434 ppb). Los síntomas comenzaron por una diarrea abundante y prolapso anal.

## MICOTOXINAS

PROBLEMA	CHECKLIST	ACCIÓN CORRECTIVA
<p>a-) <b>Zearalenona (ZEN):</b> puede unirse a los receptores de estrógeno y causar graves desequilibrios hormonales que pueden resultar en:</p> <p><b>En novillas prepúberes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hipertrofia de los genitales y desarrollo de la ubre en animales prepúberes</li> </ul> <p><b>En vacas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Dificultades para detectar el estro (los falsos celos causan confusión)</li> <li>Cambios en la morfología uterina</li> <li>Quistes ováricos</li> <li>Menor supervivencia embrionaria, abortos</li> </ul> <p><b>En machos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Disminución de la producción de testosterona, feminización</li> <li>Infertilidad general</li> <li>Menor peso de los testículos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analizar las materias primas para detección de micotoxinas</li> <li>Verificar la ocurrencia de vulva anormal o inflamación de los genitales</li> <li>Muestrear el ensilaje y enviar para análisis por HPLC o LC-MS/MS</li> <li>Muestrear el alimento regularmente y enviar para análisis por HPLC o LC-MS/MS</li> <li>Monitorear el número de eventos de celo que ocurren fuera del período normal (18-24 días); analizar el alimento para detección de zearalenona si el número de eventos fuera de este período es mayor de lo normal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prevenir el crecimiento de mohos a través de buenas prácticas de manejo del ensilaje y uso de inoculantes</li> <li>Adquirir materias primas libres de mohos y micotoxinas</li> <li>Integrar una solución efectiva contra una amplia variedad de micotoxinas</li> </ul>
<p>b-) <b>Aflatoxinas (Afla):</b></p> <p><b>En hembras:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Desequilibrio hormonal general que lleva a un fallo reproductivo general (Amin <i>et al.</i>, 2019)</li> <li>Atresia y daños foliculares</li> <li>Quistes ováricos</li> </ul> <p><b>En machos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Daños al ADN de los espermatozoides, fertilización alterada (Shan, 2019)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Muestrear el alimento regularmente y enviar para análisis por HPLC o LC-MS/MS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prevenir el crecimiento de mohos a través de buenas prácticas de manejo del ensilaje y uso de inoculantes</li> <li>Adquirir materias primas libres de mohos y micotoxinas</li> <li>Integrar una solución efectiva contra una amplia variedad de micotoxinas</li> </ul>
<p>c-) <b>Alcaloides del ergot:</b></p> <p><b>Novillas y vacas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Desequilibrio endocrino general debido a: <ul style="list-style-type: none"> <li>» Alteración de los niveles de hormonas reproductivas</li> <li>» Pueden actuar como agonistas de los receptores de dopamina (interferencia con una correcta ovulación, función luteal y mantenimiento de la gestación)</li> </ul> </li> <li>Causan vasoconstricción y pueden limitar la transferencia de nutrientes al feto, afectando así negativamente el peso al nacimiento y el desarrollo del feto</li> <li>Pueden conducir al aborto</li> </ul> <p><b>Machos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Menor capacidad de fertilización del semen</li> <li>Menor concentración espermática</li> <li>Menor resistencia del semen a las condiciones de almacenamiento con congelación (Klotz, 2015; Rodrigues, 2014)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Muestrear el alimento regularmente y enviar para análisis por HPLC o LC-MS/MS</li> <li>Verificar la presencia de esclerocios en el centeno, triticale, trigo, cebada y avena</li> <li>Verificar los signos visuales de contaminación por ergot: <ul style="list-style-type: none"> <li>» Diarrea</li> <li>» Vasoconstricción (orejas, colas y pies) observable por la presencia de algún grado de necrosis</li> <li>» Cojera</li> <li>» Pelaje áspero</li> <li>» Reacciones nerviosas extrañas como excitabilidad, temblores e incapacidad de soportar el calor</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prevenir el crecimiento de mohos a través de buenas prácticas de manejo del ensilaje y uso de inoculantes</li> <li>Adquirir materias primas libres de mohos y micotoxinas</li> <li>Integrar una solución efectiva contra una amplia variedad de micotoxinas</li> </ul>

PROBLEMA	CHECKLIST	ACCIÓN CORRECTIVA
<p>d-) <b>Deoxivalenol (DON):</b> debido a su efecto ribotóxico, antioxidante e inflamatorio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Puede inhibir la secreción de estrógeno y progesterona en las células de la granulosa</li> <li>• Puede inhibir la esteroidogénesis en las células de la granulosa de bovinos y aumentar la tasa de apoptosis (muerte celular) <i>in vitro</i> (Guerrero-Netro <i>et al.</i>, 2015)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestrear el alimento regularmente y enviar para análisis por HPLC o LC-MS/MS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prevenir el crecimiento de mohos a través de buenas prácticas de manejo del ensilaje y uso de inoculantes</li> <li>• Adquirir materias primas libres de mohos y micotoxinas</li> <li>• Integrar una solución efectiva contra una amplia variedad de micotoxinas</li> </ul>
<p>e-) <b>Toxina T-2:</b> debido a su efecto ribotóxico, antioxidante e inflamatorio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Puede causar retrasos en la ovulación después del tratamiento con prostaglandina</li> <li>• Puede ejercer una actividad tóxica sobre las células de la granulosa y células luteales (Huszenicza <i>et al.</i>, 2000)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestrear el alimento regularmente y enviar para análisis por HPLC o LC-MS/MS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prevenir el crecimiento de mohos a través de buenas prácticas de manejo del ensilaje y uso de inoculantes</li> <li>• Adquirir materias primas libres de mohos y micotoxinas</li> <li>• Integrar una solución efectiva contra una amplia variedad de micotoxinas</li> </ul>
<p>f-) <b>Micotoxinas en general</b> (como Afla, FUM, DON y T-2): han demostrado ser capaces de alterar e interrumpir la inmunidad generada a partir de vacunas en mamíferos (Oswald <i>et al.</i>, 2005). Dado que muchas enfermedades pueden afectar negativamente la reproducción (según la sección "Trastornos Reproductivos", Enfermedades, cuadro de texto b) y la vacunación se utiliza para inmunizar o reducir el impacto de tales enfermedades, la gestión del riesgo de micotoxinas es de gran importancia para asegurar la eficacia de los programas de vacunación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestrear el alimento regularmente y enviar para análisis por HPLC o LC-MS/MS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prevenir el crecimiento de mohos a través de buenas prácticas de manejo del ensilaje y uso de inoculantes</li> <li>• Adquirir materias primas libres de mohos y micotoxinas</li> <li>• Integrar una solución efectiva contra una amplia variedad de micotoxinas</li> </ul>



Prolapso uterino presuntamente causado por exposición a zearalenona a través de un concentrado contaminado con DON (542 ppb), FUM (375 ppb) y ZEN (387 ppb).



## Cetosis subclínica e hígado graso

Estas dos condiciones pueden resultar de la movilización excesiva de grasa que presentan las vacas en respuesta a un balance energético negativo (BEN) excesivo, entre otras razones. BEN es un término usado para explicar cuando el gasto de energía de la vaca (a través del desarrollo de la cría en el vientre, la gestación y creciente producción de leche) es superado por el aporte de energía (a través del consumo de alimento), que se reduce debido al menor consumo de alimento que es típico alrededor del parto. Este período va desde aproximadamente la semana 2 hasta la semana 6 después del nacimiento (semana 0). Después de pasado este período, la vaca debe haber recuperado el consumo y aporta su demanda de energía únicamente a partir del alimento. Sin embargo, las vacas que han sufrido una movilización de grasa excesiva pueden llevar hasta 20 semanas para retomar el estado de balance energético positivo (Taylor *et al.*, 2004).

Bajo una condición de BEN, el organismo desencadena cambios hormonales que estimulan la vaca a movilizar grasa del tejido adiposo en forma de ácidos grasos no esterificados (NEFA) para aportar energía. Los NEFAs migran hacia el hígado vía el torrente sanguíneo, donde se oxidan generando energía y cetonas (acetona, acetoacetato y beta-hidroxibutirato (BHB)), y cualquier exceso se esterifica y se convierte en triglicéridos (TAG) que pasan por el hígado. Una parte de los TAG se exportará del hígado; sin embargo, esto ocurre muy lentamente y así otra parte de los TAG se acumulará en el hígado. Cantidades excesivas de TAG en el hígado afectan sus funciones normales, entre ellas el proceso de gluconeogénesis, que permite al organismo salir del círculo vicioso de la movilización de grasa. Una vaca con el síndrome del hígado graso seguramente tiene cetosis, pero una vaca con cetosis no sufre necesariamente de hígado graso. El hígado graso resulta de un nivel más agravado de BEN.

Las altas concentraciones de cuerpos cetónicos pueden reducir la función fisiológica de los órganos debido a su efecto tóxico. Altas concentraciones de cuerpos cetónicos y la circulación de grasa en la sangre reducen las tasas de  $\beta$ -oxidación, gluconeogénesis y el ciclo del ácido cítrico en las células del hígado, así como la sensibilidad a la insulina y, por lo tanto, menos

glucosa entra en la célula. En estas condiciones es más difícil para el hígado producir y absorber la glucosa que es tan necesaria para la vaca durante la fase de transición, obligándola a movilizar aún más grasa. La concentración sanguínea de cetonas determina el grado de cetosis.

El BEN es una condición normal durante las primeras semanas después del parto. Sin embargo, se ha demostrado que la típica disminución del consumo de alimento es más drástica en vacas sobrecondicionadas (puntaje de condición corporal  $>3,5$ ), donde una mayor cantidad de grasa es movilizada en muy pocos días.

### Efectos negativos generales:

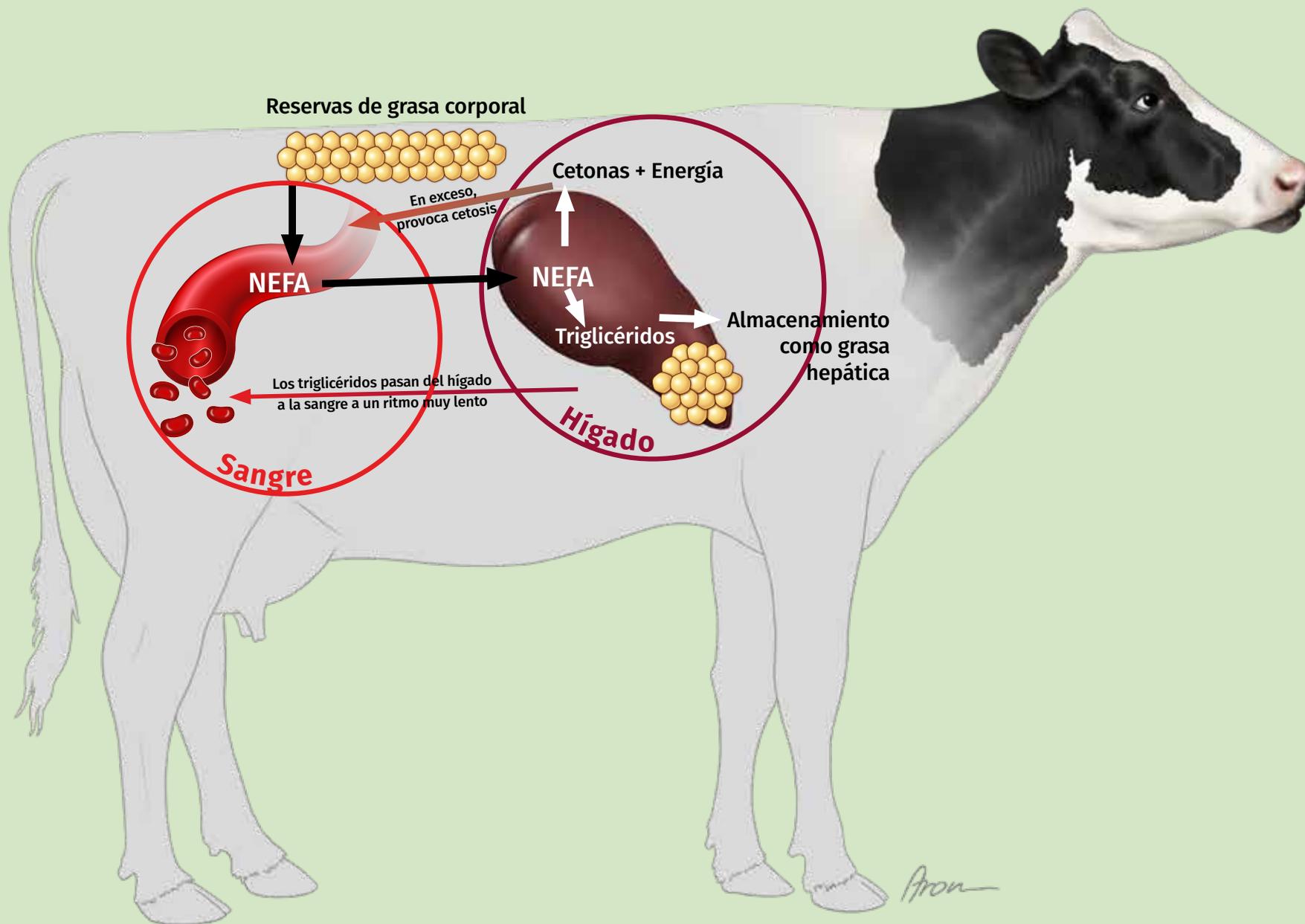
#### Inmunológicos:

Durante la cetosis y el hígado graso se reducen los niveles de glóbulos blancos (p. ej., leucocitos, linfocitos, monocitos y neutrófilos). La acumulación de lípidos en el hígado afecta directamente la respuesta inmune al alterar la capacidad del órgano de sintetizar y degradar los componentes involucrados en la respuesta inmune y, finalmente, su llegada a las áreas sensibles (p. ej., glándula mamaria, aparato reproductor, etc.). Además, en estas condiciones la menor capacidad de eliminar toxinas y micotoxinas debido al funcionamiento incorrecto del hígado también expone al animal a las endotoxinas, micotoxinas, etc.

#### Reproductivos:

La pérdida excesiva de peso durante los primeros 30 días de lactancia está relacionado con retrasos en la ovulación. Algunas de las razones son, que en condiciones de BEN se observa una reducción y retraso de la síntesis de progesterona y hormona luteinizante, así como una menor calidad de ovocitos y menor supervivencia debido a las concentraciones tóxicas de NEFA, entre otros. Dado que los trastornos del hígado graso y cetosis reducen la respuesta inmune en el útero, puede ocurrir una mayor incidencia y gravedad de infecciones uterinas (Leroy *et al.*, 2005).

# Almacenamiento como grasa hepática



# ¿Cómo identificar el hígado graso y la cetosis en la explotación?

El diagnóstico de estas condiciones es complicado de hacer sólo por observación, pero algunos de los signos que indican las fases clínicas de la cetosis e hígado graso son los siguientes:

- pérdida súbita y rápida de condición corporal (2-4 días)
- disminución del apetito
- ojos vidriosos
- aliento con olor a acetona
- lamida excesiva
- salivación excesiva y movimientos masticatorios

- **En la sangre:** la cetosis subclínica se define como niveles séricos de BHBA por encima de un umbral (p. ej. 1200 µmol/L) (Enjalbert *et al.*, 2001; Geishauser *et al.*, 1998)
- **En la leche (aún no es tan común como forma de diagnosticar):** mayores concentraciones de BHB en la leche. Una concentración límite de BHB en la leche fijada en  $\geq 0,080$  mmol/L (\*ABC=0,91±0,03; p<0,001) es un indicador significativo de cetosis subclínica en vacas lecheras (Ježek *et al.*, 2017).

Todos los puntos siguientes se centran en la reducción de la duración (número de días con BEN) y profundidad (cantidad de energía movilizada a partir de las reservas de grasa) del BEN para prevenir el hígado graso y la cetosis, y también en apoyar la salud del hígado y evitar otros factores de estrés, especialmente durante el período de transición. Existen algunas posibilidades de tratamiento, pero éstas varían según la recomendación del veterinario y la gravedad del caso.

\*ABC: área bajo la curva

## MANEJO

PROBLEMA	CHECKLIST	ACCIÓN CORRECTIVA
a-) <b>Sobrealimentación durante el período seco</b> hasta el periparto. Las vacas con puntaje de condición corporal >3,5 movilizan más grasa, alcanzan mayores concentraciones de grasa circulante, y tardan más en recuperarse que las vacas <3,5.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitorear el puntaje de condición corporal con frecuencia. Cualquier tendencia de sobrecondicionamiento debe detectarse lo antes posible para evitar problemas de sobrecondicionamiento corporal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asegurar que las vacas alcancen un puntaje de condición corporal de 3-3,5 al momento del parto</li> </ul>
b-) <b>Baja injusta de materia seca (IMS) después del parto:</b> Debido a los procesos inflamatorios durante el parto, las vacas frescas reducen el consumo de alimento. Sin embargo, la disminución severa y prolongada del consumo puede inducir la vaca a movilizar cantidades más altas de grasa que las normales, aumentando el riesgo de cetosis y, potencialmente, hígado graso.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar el vaciado de los comederos para asegurar que la vaca se alimente tan pronto como pueda después del parto</li> <li>• Monitorear el puntaje de condición corporal en el corral de vacas frescas</li> <li>• Evaluar la calidad del forraje suministrado a las vacas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimular el consumo de alimento a través del suministro de ingredientes altamente palatables y, si es posible, complementar con mejoradores organolépticos (sabor y olor)</li> <li>• La solución oral de sulfato de cobalto y las vitaminas del complejo B son comúnmente usadas para estimular el apetito. Asegurarse de que la vaca pueda acceder al área de alimentación sin ningún estrés</li> </ul>
c-) <b>La Acidosis Ruminal Subaguda (SARA)</b> puede ser un importante factor de riesgo para el desarrollo de cetosis (Pechová y Nečasová, 2018). Primero, a través de la menor absorción de energía durante la transición al limitar la digestibilidad del alimento y la absorción de nutrientes, induciendo así la necesidad de movilizar las reservas de grasa. Segundo, la SARA puede contribuir también al acidificar el rumen e inducir la liberación de endotoxinas, que pueden causar aún más toxicidad en el hígado e inflamación generalizada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Véase la sección "SARA"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equilibrar la dieta para proveer un alto nivel de energía durante la lactancia, pero tomando en cuenta el riesgo de acidosis ruminal (subaguda)</li> <li>• Ofrecer suficiente fibra para garantizar una ruminación adecuada</li> <li>• Incluir amortiguadores o buffers según corresponda para manejar el pH del rumen</li> <li>• Para más recomendaciones véase la sección "Acidosis Ruminal Subaguda"</li> </ul>
d-) <b>Falta de homogeneidad del hato:</b> Tener mucha diferencia entre las vacas en cuanto a la raza y tamaño hace que sea difícil alimentarlas de manera precisa, resultando en sobrealimentación o subalimentación según los requerimientos de la vaca.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La raza, número de lactancias, productividad conocida o esperada de una vaca, etc. pueden ser factores importantes</li> <li>• Evaluar la posibilidad de mantener las vacas en grupos para alimentarlas según sus necesidades</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener separadas las vacas primíparas y multíparas para crear condiciones según sus necesidades específicas</li> <li>• Suplementar alimento extra para las vacas que lo necesiten</li> <li>• Evitar mezclar demasiado el hato con diferentes razas</li> </ul>
e-) <b>Los factores estresantes (p. ej., calor, social, manipulación)</b> pueden tener diferentes efectos como mayor frecuencia respiratoria, reducción del consumo de alimento e incluso intestino permeable (causando inflamación sistémica y daños al hígado). Además, ellos podrían afectar las vías metabólicas en el hígado (Skibieli <i>et al.</i> , 2018).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar las fluctuaciones diarias del índice de calor</li> <li>• Evaluar el confort de la vaca</li> <li>• Verificar las prácticas de manipulación de los animales por el productor y los empleados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Condicionar los establos para asegurar el confort (ventilación, aire fresco, aspersores, etc.)</li> <li>• Evitar alterar la agrupación de las vacas con demasiada frecuencia</li> <li>• Asegurar el confort de las áreas donde se acuestan las vacas</li> </ul>

## NUTRICIÓN

PROBLEMA	CHECKLIST	ACCIÓN CORRECTIVA
<p>a-) <b>Componentes glucogénicos insuficientes*</b> en la dieta: si los niveles sanguíneos de glucosa son bajos, la respuesta hormonal estimulará la movilización de grasa.</p> <p>*Los nutrientes glucogénicos son cualquier material que actúe como precursor de la glucosa – el más importante es el almidón.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discutir con su consultor de nutrición si las concentraciones de carbohidratos (fermentable y no fermentable) en la dieta son suficientes</li> <li>• No sobrealimentar las vacas con almidón para evitar promover acidosis ruminal (subaguda)</li> <li>• Observe qué nivel de aceptación tienen las vacas hacia los alimentos</li> <li>• Analizar las micotoxinas ya que estas pueden inducir un menor consumo de alimento (especialmente los tricotecenos)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para maximizar la absorción de glucosa, discutir con su consultor de nutrición los niveles de componentes glucogénicos añadidos al alimento considerando los siguientes puntos:             <ul style="list-style-type: none"> <li>» El aumento de los niveles sanguíneos de glucosa suprimirá la movilización de grasa</li> <li>» Algunos de los posibles precursores de la glucosa son el glicerol, propilenglicol, alanina u otros aminoácidos (Allen y Bradford, 2019)</li> <li>» Utilizar enzimas que aumentan la digestibilidad del almidón</li> </ul> </li> </ul>
<p>b-) <b>Baja calidad</b> (organoléptica, contenido de nutrientes o contaminación por micotoxinas) <b>del alimento</b> postparto</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observar la aceptación de los alimentos disponibles por la vaca</li> <li>• Analizar las micotoxinas ya que éstas pueden inducir un menor consumo de alimento (especialmente los tricotecenos)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asegurar la mejor calidad del alimento suministrado a las vacas frescas</li> <li>• Prevenir el crecimiento de mohos a través de buenas prácticas de manejo del ensilaje y uso de inoculantes</li> <li>• Integrar una solución efectiva contra una amplia variedad de micotoxinas</li> </ul>
<p>c-) <b>Antioxidantes y vitaminas insuficientes:</b> Esta no es una causa directa de hígado graso, pero la falta de ciertos nutrientes puede sumarse a los problemas de la función hepática (Bobe <i>et al.</i>, 2004). Algunos nutrientes importantes que deben considerarse y deben tener comprobada su suficiencia son la colina, vitamina E, selenio, cobalto y vitaminas del complejo B (Haass y Eness, 1984).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar el contenido de nutrientes en la dieta basal y los suplementos ofrecidos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Considere invertir en una suplementación específica para vacas en transición, que provea una inclusión más alta de antioxidantes y vitaminas</li> </ul>
<p>d-) La <b>alta concentración de ácido butírico en el ensilaje</b> puede aumentar las concentraciones plasmáticas de BHBA (cetonas), así como limitar la ingesta de materia seca (Oetzel, 2007).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar la calidad del ensilaje a través del olor en el momento de la apertura</li> <li>• Analizar el ensilaje para monitorear su calidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguir las directrices para una buena preparación del ensilaje y buenas prácticas de vaciado</li> <li>• Usar aditivos para promover una fermentación láctica y una rápida reducción del pH</li> </ul>

## ENFERMEDADES

PROBLEMA	CHECKLIST	ACCIÓN CORRECTIVA
<p>a-) Las <b>endotoxinas o lipopolisacáridos</b> son componentes de la pared celular de bacterias Gram negativas que se liberan cuando se mueren las bacterias y tienen efectos inflamatorios. Las endotoxinas pueden originarse de las infecciones mamarias o uterinas, pero la mayor parte se origina del bajo pH ruminal causado por la muerte celular (debido a la SARA). La exposición a las endotoxinas puede resultar en una mayor movilización de grasa, daños al hígado y disminución de la función hepática, y, por lo tanto, puede representar un factor de riesgo para el hígado graso (Eckel y Ametaj, 2016).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Difícil de evaluar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitar las condiciones de Acidosis Ruminal Subaguda (SARA) (véase la sección “Acidosis Ruminal Subaguda (SARA)”)</li> <li>• Integrar el uso de un adsorbente de endotoxinas para adsorberlas en el rumen y evitar sus efectos negativos en el animal</li> </ul>

## MICOTOXINAS

PROBLEMA	CHECKLIST	ACCIÓN CORRECTIVA
a-) Las <b>aflatoxinas (Afla)</b> tienen fuertes efectos hepatotóxicos que pueden aumentar los daños al hígado, agravando así la incapacidad de sintetizar hormonas según su necesidad en condiciones metabólicas complejas, lo que puede promover la acumulación de grasa en el hígado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Muestrear el alimento regularmente y enviar para análisis por HPLC o LC-MS/MS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prevenir el crecimiento de mohos a través de buenas prácticas de manejo del ensilaje y uso de inoculantes</li> <li>Adquirir materias primas libres de mohos y micotoxinas</li> <li>Integrar una solución efectiva contra una amplia variedad de micotoxinas</li> </ul>
b-) Los <b>tricotecenos</b> (p. ej. DON, NIV, DAS, T-2, HT-2, entre otros) causan estrés ribotóxico en todas las células del cuerpo, pero afectan especialmente los tejidos muy activos (con alta tasa de renovación celular) como el hígado. Este importante grupo de micotoxinas causa oxidación, inflamación y hasta muerte de las células del hígado. Incluso en bajas concentraciones se puede esperar un incremento en la cantidad de enzimas hepáticas (ASH y GGT), así como un aumento de los marcadores de inflamación (Düringer <i>et al.</i> , 2020; Gallo <i>et al.</i> , 2020). Los tricotecenos dañan la salud del hígado y limitan su función adecuada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Muestrear el alimento regularmente y enviar para análisis por HPLC o LC-MS/MS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prevenir el crecimiento de mohos a través de buenas prácticas de manejo del ensilaje y uso de inoculantes</li> <li>Adquirir materias primas libres de mohos y micotoxinas</li> <li>Integrar una solución efectiva contra una amplia variedad de micotoxinas</li> </ul>
c-) Las <b>fumonisinias (FUM)</b> afectan las concentraciones de AST y GGT en la sangre (marcadores de la salud del hígado), lo que indica daños al hígado (Díaz <i>et al.</i> , 2000; Hartinger <i>et al.</i> , 2022; Mathur <i>et al.</i> , 2001). En otras especies, se observaron mayores concentraciones sanguíneas de triglicéridos y colesterol después de la exposición a las fumonisinas (Rauber <i>et al.</i> , 2012).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Muestrear el alimento regularmente y enviar para análisis por HPLC o LC-MS/MS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prevenir el crecimiento de mohos a través de buenas prácticas de manejo del ensilaje y uso de inoculantes</li> <li>Adquirir materias primas libres de mohos y micotoxinas</li> <li>Integrar una solución efectiva contra una amplia variedad de micotoxinas</li> </ul>
d-) La <b>zearalenona (ZEN)</b> es una micotoxina estrogénica que tiene la capacidad de adherirse a los receptores de estrógeno. Se sabe que altos niveles de estrógeno inducen lipogénesis en el hígado de vacas (Grummer <i>et al.</i> , 1990) y se consideran un factor que contribuye a la acumulación de lípidos en el hígado (Kato, 2002).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Muestrear el alimento regularmente y enviar para análisis por HPLC o LC-MS/MS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prevenir el crecimiento de mohos a través de buenas prácticas de manejo del ensilaje y uso de inoculantes</li> <li>Adquirir materias primas libres de mohos y micotoxinas</li> <li>Integrar una solución efectiva contra una amplia variedad de micotoxinas</li> </ul>
e-) Se sabe que muchas otras micotoxinas pueden causar rechazo del alimento, inflamación y toxicidad del hígado, lo que resulta en una atenuación del BEN.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Muestrear el silaje y el concentrado y enviar para análisis por HPLC o LC-MS/MS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prevenir el crecimiento de mohos a través de buenas prácticas de manejo del ensilaje y uso de inoculantes</li> <li>Adquirir materias primas libres de mohos y micotoxinas</li> <li>Integrar una solución efectiva contra una amplia variedad de micotoxinas</li> </ul>



Hígados de bordes redondeados observados durante la biopsia de un animal afectado por un alimento concentrado contaminado con DON (400 ppb), FUM (1000 ppb) y  $\alpha$ -ZEL (2847 ppb).



Acercar constantemente el alimento a las vacas es de alta importancia para asegurar el mayor consumo de alimento posible. En referencia a Acidosis ruminal subaguda (SARA), manejo, d.



## Cojera

Después de los trastornos reproductivos y de la mastitis, la cojera es el tercer gran problema en la producción lechera, según los productores. La cojera puede derivarse de las enfermedades infecciosas y no infecciosas. Las dos son frecuentemente interconectadas dado que las bacterias penetran en el organismo a través de lesiones mecánicas.

**No infecciosas:** daños mecánicos a la pezuña y sus diferentes componentes (suela, pared, línea blanca, corion, etc.):

- **Laminitis:** inflamación de la lámina/corion debido a trastornos vasculares que impiden la difusión normal de oxígeno y nutrientes del flujo sanguíneo para el corion, resultando en un tejido de pezuña de mala calidad o defectuoso. La laminitis causa también una debilidad del aparato suspensorio de la pezuña, lo que lleva a un estiramiento mecánico que permite la rotación y hundimiento de la falange distal en la pezuña.
- **Úlceras de la suela:** lesiones altamente dolorosas frecuentemente asociadas con contusiones plantares, generalmente cuando se dañan los tejidos blandos en el interior de la pezuña y el cuerno se vuelve más blando que lo normal. Si el corion se expone a través de la úlcera, la penetración de patógenos puede generar infecciones graves.
- **Enfermedad de la línea blanca:** resulta de la separación entre la suela y la pared externa de la pezuña, lo que deja aperturas que permiten la penetración de materiales extraños y posibles infecciones.

**Infecciosas: relacionadas con organismos infecciosos (frecuentemente bacterias):**

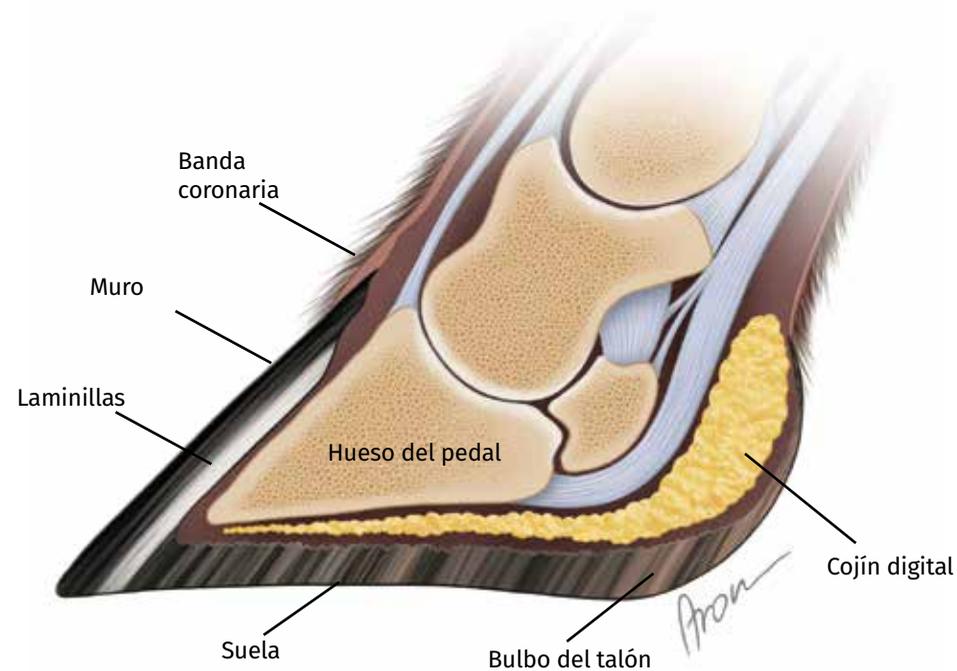
- **Dermatitis digital/interdigital:** una enfermedad bacteriana que afecta principalmente la piel del talón. Esta infección causa inflamación y daños a la piel que resultan en dolor e incomodidad.
- **Podredumbre del pie:** una enfermedad altamente infecciosa que se caracteriza por la entrada de bacterias (p. ej., *Fusobacterium necrophorum*) a través de cualquier tipo o grado de lesión cutánea interdigital. La infección luego se propaga a los diferentes tejidos, articulaciones y tendones, provocando dolor intenso.

## ¿Cómo identificar la cojera en la explotación?

Existen métodos de puntaje de la movilidad en vacas lecheras que son muy recomendados para identificar signos tempranos de cojera desde el momento en que aparecen. Consulte su veterinario sobre el método de puntaje más adecuado a las necesidades de la explotación.

Los indicadores generales de cojera incluyen:

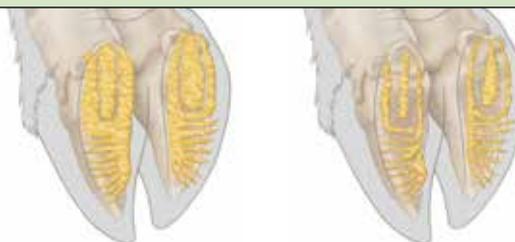
- arqueamiento del dorso
- balanceo de las piernas
- pasos cortos
- movimiento de la cabeza
- rigidez articular en las piernas
- reticencia a apoyar el peso en una o más pezuñas



Descripción gráfica de la anatomía de la pezuña

## MANEJO

PROBLEMA	CHECKLIST	ACCIÓN CORRECTIVA
a-) Las vacas con <b>bajo puntaje de condición corporal</b> son más propensas a desarrollar los síntomas de cojera. El espesor de la almohadilla digital (“almohadilla grasa”) disminuye a medida que se reduce la grasa corporal. Esto hace que el corion esté menos protegido y más susceptible a daños.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar regularmente el puntaje de condición corporal</li> <li>• Controlar el consumo de alimento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover el consumo de alimento para recuperar el puntaje de condición corporal (2,5-3,5)</li> <li>• Evitar la pérdida excesiva de condición corporal postparto (véase la sección “Cetosis e hígado graso”)</li> </ul>
b-) <b>Demasiado tiempo de pie:</b> cuanto más tiempo la vaca permanece de pie durante el día mayor es el riesgo de lesiones de la suela y pezuña. Una vaca naturalmente pasa muchas horas del día acostada, lo que es importante para evitar el estrés físico excesivo en los tejidos de la pezuña.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observar el confort de las vacas en el cubículo, considerando el área de descanso, el material de descanso y el confort.</li> <li>• Regla general: &gt;80-90% de las vacas en los establos deben estar echadas o comiendo</li> <li>• Tiempo adecuado de descanso: &gt; 11-12 h/día (Tucker <i>et al.</i>, 2020)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asegurarse de tener al menos 5% más de cubículos que de vacas</li> <li>• Ofrecer un material de cama seco, con espesor y temperatura adecuados, ya que las vacas prefieren un espacio de descanso suave, cálido y seco</li> <li>• Manejar el estrés por calor: las vacas que lo sufren suelen permanecer más tiempo de pie para disipar el calor</li> <li>• Evitar la competición en la línea de alimentación: separar las novillas de las vacas de más edad (si es posible) y asegurar un espacio de 50-60 cm en el comedero para cada vaca</li> </ul>
c-) <b>Durante el parto, las vacas</b> están más sujetas a lesiones en la pezuña debido a la laxitud de los tendones y ligamentos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prestar especial atención a los signos de cojera observados durante el parto e inicio de la lactancia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El confort de las instalaciones debe ser máximo desde las 4 semanas preparto hasta las 8 semanas postparto para los animales que presentan mayor riesgo</li> </ul>
d-) <b>Recorte de las pezuñas insuficiente o inadecuado</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• una distribución irregular del peso aumenta la probabilidad de desarrollar cojera</li> <li>• las lesiones de pezuña tienden a agravarse si no se las trata</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar el puntaje de locomoción regularmente (p. ej., mensualmente)</li> <li>• Las vacas con cojera deben volver a evaluarse con más frecuencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prevención: Programar el recorte de las pezuñas en vacas sin problemas de locomoción mínimo dos veces por lactancia: inicio del período seco y media lactancia</li> <li>• Tratamiento: Recortar las pezuñas de las vacas con puntaje de locomoción <math>\geq 3</math> inmediatamente</li> </ul>
e-) El <b>confinamiento sobre superficies duras</b> (concreto) aumenta la probabilidad de ocurrencia de cojera, en comparación con las alfombrillas de goma o condiciones de pastoreo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observar y evaluar las áreas donde se echan las vacas o desplazarse para identificar las áreas resbaladizas y sucias que pueden afectar la salud de la pezuña</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siempre que sea posible, implementar el uso de alfombrillas de goma en los pasillos, estación de ordeño, etc.</li> <li>• Especialmente sobre superficies duras, manténgase tranquilo y amable al mover a los animales. Movimientos repentinos y descontrolados resultan en más daños.</li> </ul>
f-) <b>Higiene ambiental</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La permanencia sobre el estiércol lleva a la propagación (de una vaca a otra) de los patógenos que causan enfermedades infecciosas de la pezuña</li> <li>• El baño de pies inadecuado se da cuando la solución no se cambia con frecuencia o la concentración de desinfectante es demasiado baja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observar las áreas de tránsito y permanencia de las vacas y señalar las áreas que necesitan barrido o drenaje</li> <li>• Verificar regularmente la limpieza de la solución del baño de pies</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar la frecuencia de barrido del piso si es posible</li> <li>• Reducir la densidad de ocupación</li> <li>• Implementar un protocolo eficiente de baño de pies: la programación óptima y la solución varían de una explotación a otra</li> </ul>



Comparación gráfica entre una vaca saludable (izquierda) y vaca subcondicionada (derecha), la cual, al tener pocas reservas de grasa, resulta en una almohadilla digital o "almohadilla grasa" (representada en amarillo) más débil y potencialmente causar cojera.

## NUTRICIÓN

PROBLEMA	CHECKLIST	ACCIÓN CORRECTIVA
a-) Las <b>dietas de alto concentrado que inducen la Acidosis Ruminal Subaguda (SARA)</b> pueden causar una liberación excesiva de endotoxinas en el rumen, lo que desencadena la laminitis. Esta es una cascada de eventos simplificada: alimentación excesiva con carbohidratos rápidamente fermentables → bajo pH del rumen (SARA) → muerte de bacterias Gram negativas → liberación de endotoxinas → translocación de endotoxinas en el torrente sanguíneo → trastornos vasculares → laminitis.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Véase la sección “Acidosis Ruminal Subaguda (SARA)”</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Véase la sección “Acidosis Ruminal Subaguda (SARA)”</li> </ul>
b-) La <b>deficiencia de biotina</b> puede afectar a las vacas alimentadas con dietas con altas proporciones de grano, ya que los microorganismos responsables de la síntesis de biotina son sensibles al bajo pH del rumen (Girard, 1998). La suplementación de biotina proporciona beneficios a la salud de las pezuñas y previene la cojera (Langova <i>et al.</i> , 2020).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar si la biotina se incluye en la formulación del alimento, especialmente durante la fase de transición</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se recomienda una dosis de 20 mg biotina/vaca/día para prevenir la cojera, según los estudios realizados (Girard, 1998; Langova <i>et al.</i>, 2020)</li> </ul>
c-) <b>Deficiencia de microminerales</b> (p. ej., <b>zinc</b> y <b>cobre</b> ): son cofactores esenciales de las enzimas involucradas en la producción de queratina. La suplementación de estos microminerales puede ayudar a reducir la incidencia de trastornos de pezuña (Osorio <i>et al.</i> , 2016).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar el contenido y fuente de microminerales en la mezcla mineral y dieta en general</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Discutir con su nutricionista la suplementación adecuada de formas orgánicas de zinc y cobre</li> </ul>



Líneas rojas e inflamación de las pezuñas aparentemente inducidas por la exposición a un concentrado contaminado con DON (851 ppb), NIV (105 ppb), FUM (300 ppb) y alcaloides del ergot (250 ppb), siendo esta última la principal toxina responsable de estos síntomas.

## MICOTOXINAS

PROBLEMA	CHECKLIST	ACCIÓN CORRECTIVA
a-) Los <b>alcaloides del ergot</b> son compuestos tóxicos vasoactivos que causan vasoconstricción grave de las pequeñas arterias. Las áreas más afectadas del cuerpo son las extremidades, orejas y cola. Esto puede causar cojera en rumiantes y, en casos extremos, la hinchazón de las articulaciones del corvejón puede llevar a la pérdida de pezuñas o gangrena. Este fenómeno normalmente se denomina “pie de festuca”(Klotz, 2015).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestrear el alimento, principalmente el pasto y el heno, y enviar para análisis por HPLC o LC-MS/MS</li> <li>• Verificar otros signos visuales de contaminación por ergot:               <ul style="list-style-type: none"> <li>» Diarrea</li> <li>» Vasoconstricción (orejas, colas y pies) observable por la presencia de algún grado de necrosis</li> <li>» Pelaje áspero</li> <li>» Reacciones nerviosas extrañas como excitabilidad, temblores e incapacidad de soportar el calor</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prevenir el crecimiento de mohos a través de buenas prácticas de manejo del ensilaje y uso de inoculantes</li> <li>• Adquirir materias primas libres de mohos y micotoxinas</li> <li>• Integrar una solución efectiva contra una amplia variedad de micotoxinas</li> </ul>
b-) Las <b>aflatoxinas (Afla)</b> han sido asociadas con problemas de cojera, aunque el mecanismo de acción no haya sido claramente elucidado (Özsoy <i>et al.</i> , 2005).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestrear el alimento y enviar para análisis por HPLC o LC-MS/MS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prevenir el crecimiento de mohos a través de buenas prácticas de manejo del ensilaje y uso de inoculantes</li> <li>• Adquirir materias primas libres de mohos y micotoxinas</li> <li>• Integrar una solución efectiva contra una amplia variedad de micotoxinas</li> </ul>
c-) Se sabe que las toxinas <b>HT-2</b> y <b>T-2</b> tienen efectos vasoconstrictores en mamíferos (Wilson y Gentry, 1985) y, por lo tanto, también pueden causar hinchazón o gangrena.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestrear el alimento y enviar para análisis por HPLC o LC-MS/MS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prevenir el crecimiento de mohos a través de buenas prácticas de manejo del ensilaje y uso de inoculantes</li> <li>• Adquirir materias primas libres de mohos y micotoxinas</li> <li>• Integrar una solución efectiva contra una amplia variedad de micotoxinas</li> </ul>
d-) <b>Micotoxinas en general:</b> por tener un efecto antibiótico importante, las micotoxinas son responsables de la muerte de bacterias en el rumen y la posible liberación posterior de endotoxinas (Baumgard <i>et al.</i> , 2020).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestrear el alimento y enviar para análisis por HPLC o LC-MS/MS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prevenir el crecimiento de mohos a través de buenas prácticas de manejo del ensilaje y uso de inoculantes</li> <li>• Adquirir materias primas libres de mohos y micotoxinas</li> <li>• Integrar una solución efectiva contra una amplia variedad de micotoxinas</li> </ul>



Signos de problemas de circulación en oídos, piernas y nariz, así como cojera y dolor en las pezuñas, inducidos por la exposición a un concentrado contaminado con DON (410 ppb), NIV (155 ppb), FUM (300 ppb) y alcaloides del Ergot (324 ppb), siendo esta última la principal toxina responsable de estos síntomas.

## Acidosis Ruminal Subaguda (SARA)

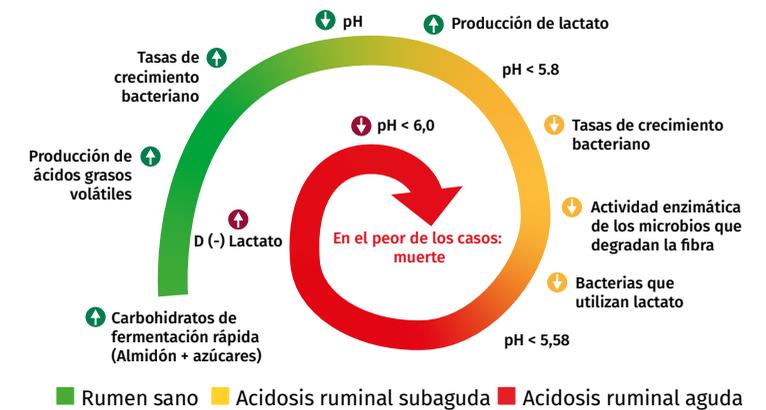
La SARA es la más importante enfermedad nutricional en la crianza de rumiantes. En algunos países desarrollados en términos de producción lechera, se ha reportado que la SARA está presente en el 11-29% de las vacas al inicio de la lactancia y el 18-26% de las vacas en media lactancia (Abdela, 2016; Kleen *et al.*, 2013). Según estimaciones, la SARA cuesta a la industria lechera de Norteamérica entre € 500 millones y € 1 mil millón anualmente, con un costo/vaca afectada estimado en USD 1,12/vaca/día (Mutsvangwa y Wright, 2021).

Las vacas de alto rendimiento tienen una alta demanda de energía, especialmente al inicio de la lactancia, donde la glucosa se metaboliza muy intensamente para aportar la energía necesaria para la producción creciente de leche. En este momento, la mejor manera de suministrar energía es vía los precursores de glucosa como el almidón. Sin embargo, el almidón es un carbohidrato muy rápidamente fermentable y las altas concentraciones, acompañadas de una actividad masticatoria insuficiente, resultan en una mayor producción de ácido láctico y una reducción del pH ruminal. En consecuencia, el bajo pH ruminal disminuye la diversidad y población microbiana, limitando así la digestión adecuada de los nutrientes. Muchos factores pueden influir en la gravedad de esta condición, como la cantidad de carbohidratos rápidamente fermentables, cantidad insuficiente de fibras (causando una baja producción de saliva), selección del TMR por las vacas, entre otros. La acidosis ruminal puede clasificarse en dos niveles distintos:

- **Acidosis Ruminal Subaguda (SARA):** no se observan signos clínicos; sin embargo, el pH baja de los 5,8-5,6 durante 3-5 horas por día, lo que compromete la función adecuada de rumiación y digestión de las vacas.
- **Acidosis Ruminal Aguda:** es la forma más extrema, cuando predominan los signos clínicos y la depresión del pH ruminal es más severa (baja de los 5,0).

La acidosis predispone a los animales a varias otras condiciones de enfermedad, como el intestino permeable, abscesos hepáticos, síndrome del intestino hemorrágico y cojera, entre otras. La maximización de la producción de leche y adecuación de los nutrientes sin incurrir en SARA es un gran desafío para la industria de ganadería lechera.

La SARA y las micotoxinas son problemas estrechamente relacionados y el alcance de los daños causados por las micotoxinas en rumiantes varía según el pH del rumen. Algunas micotoxinas pueden degradarse parcialmente por acción de los microorganismos del rumen, pero esta degradación es mucho menor si el pH ruminal es bajo (especialmente en el caso de los tricotecenos – p. ej., DON, NIV, DAS, T-2 y HT-2), lo que permite que más micotoxinas se absorban intactas. La SARA puede aumentar la probabilidad de intoxicaciones por micotoxinas pero, de forma opuesta, las micotoxinas también pueden tener un impacto en la acidosis en vacas (conforme se explica en la tabla).



Descripción de la cadena de eventos desde un rumen sano hasta un rumen en condiciones de acidosis (Adaptado de Nocek, 1997).

# ¿Cómo identificar la SARA en la explotación?

- **Ingesta de materia seca (IMS):** los diferentes grados de acidosis pueden identificarse a través de una reducción de la IMS
- **Diarrea – evaluación del estiércol:** es muy importante observar y evaluar constantemente la calidad del estiércol. La SARA puede estar asociada con heces fluidas de color amarillento, con granos y fibras no degradados visibles.
- **Grasa de la leche:** la depresión de la grasa de la leche está comúnmente asociada con alteraciones de digestibilidad, especialmente de las fibras y, por lo tanto, puede relacionarse con la SARA.
- **La proporción grasa:** proteína pasa a ser inferior a 1,0

## MANEJO

PROBLEMA	CHECKLIST	ACCIÓN CORRECTIVA																														
<p>a-) <b>Tamaño de las partículas de fibras</b> en la TMR. Si las partículas de fibra son demasiado grandes, las vacas pueden seleccionarlas, consumiendo menos fibras y más carbohidratos rápidamente fermentables. Si las partículas son demasiado pequeñas se puede limitar la actividad masticatoria y la capacidad de ruminación. El mayor tamaño de partículas aumenta la tasa de masticación, lo que puede aumentar la producción de saliva (muy necesaria para amortiguar el pH del rumen).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar que las fuentes de fibras tengan una longitud máxima de 5 cm (Bhandari <i>et al.</i>, 2007)</li> <li>• Observar el comportamiento de alimentación y si las vacas están seleccionando y separando su alimento mezclado</li> <li>• Observar el comedero después de la alimentación de las vacas y comparar la cantidad remanente con la TMR inicial para entender cuánto las vacas seleccionan al final de la alimentación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajustar la longitud de corte del ensilaje de maíz y pasto al momento de la cosecha</li> <li>• Ajustar la longitud de corte de los forrajes durante la mezcla en el vagón de TMR</li> </ul>																														
<p>b-) La <b>TMR no homogénea</b> facilita los patrones selectivos de alimentación, lo que permite a las vacas dominantes del hato consumir las partículas menores y más palatables, dejando de lado las partículas más grandes. Por lo tanto, los animales inferiores en la jerarquía tienen acceso a un valor nutricional más bajo en la TMR restante.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La homogeneidad de la TMR debe evaluarse en proporción al total que se ajusta a las diferentes fracciones de tamaño de partícula</li> </ul> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Criba</th> <th>Tamaño de los poros (mm)</th> <th>Tamaño de partícula (mm)</th> <th>Maíz</th> <th>Henilaje</th> <th>TMR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Criba superior</td> <td>19</td> <td>&gt;19</td> <td>3-8</td> <td>10-20</td> <td>2-8</td> </tr> <tr> <td>Criba media</td> <td>8</td> <td>8,0-19</td> <td>45-65</td> <td>45-75</td> <td>30-50</td> </tr> <tr> <td>Criba inferior</td> <td>1,18</td> <td>1,18-8,0</td> <td>20-30</td> <td>30-40</td> <td>10-20</td> </tr> <tr> <td>Bandeja del fondo</td> <td></td> <td>&lt; 1,18</td> <td>&lt;10</td> <td>&lt;10</td> <td>20-40</td> </tr> </tbody> </table> <p>(Heinrichs, 2013)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar por observación si las vacas consumen la TMR de manera homogénea (desde arriba) o si están seleccionando las partículas en el alimento</li> </ul>	Criba	Tamaño de los poros (mm)	Tamaño de partícula (mm)	Maíz	Henilaje	TMR	Criba superior	19	>19	3-8	10-20	2-8	Criba media	8	8,0-19	45-65	45-75	30-50	Criba inferior	1,18	1,18-8,0	20-30	30-40	10-20	Bandeja del fondo		< 1,18	<10	<10	20-40	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajustar la longitud de corte de los forrajes</li> <li>• Usar melaza o agua para unir las partículas y evitar la selección</li> <li>• Seguir el orden recomendado de mezcla: <ul style="list-style-type: none"> <li>» Partículas gruesas antes de las finas</li> <li>» Materiales secos antes de los húmedos</li> <li>» Alimento concentrado antes de la última carga de ensilaje</li> </ul> </li> </ul>
Criba	Tamaño de los poros (mm)	Tamaño de partícula (mm)	Maíz	Henilaje	TMR																											
Criba superior	19	>19	3-8	10-20	2-8																											
Criba media	8	8,0-19	45-65	45-75	30-50																											
Criba inferior	1,18	1,18-8,0	20-30	30-40	10-20																											
Bandeja del fondo		< 1,18	<10	<10	20-40																											

PROBLEMA	CHECKLIST	ACCIÓN CORRECTIVA
c-) <b>Tiempo excesivo de mezcla de la TMR:</b> aunque el consumo y la palatabilidad no se vean afectados, puede llevar a la pérdida de la estructura en la porción fibrosa de la dieta, lo que reduce el estímulo a la masticación y, consecuentemente, la producción de saliva.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar el tiempo de mezcla midiendo por cuánto tiempo se mezcla la TMR a partir de la adición del último ingrediente hasta el final de la mezcla</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La mezcla debe durar 3-5 min a partir de la adición del último ingrediente (Buckmaster, 2005)</li> </ul>
d-) <b>Distribución de raciones durante el día y empuje del alimento.</b> Cuanto más a menudo y fresco se ofrezca y se empuje el alimento a las vacas, más constante será el consumo durante el día, resultando en una mayor IMS, consumo más equilibrado en el rumen, y condiciones estables de fermentación ruminal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar si la cantidad de veces que se sirve y se empuja el alimento, están permitiendo a las vacas tener acceso al alimento durante todo el día</li> <li>• Se espera que la cantidad remanente de alimento en el comedero sea de aproximadamente el 5% del alimento suministrado inicialmente (Bolsen y Pollard, 2004)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maximizar lo más posible la distribución de las raciones durante el día</li> <li>• Empujar el alimento hacia las vacas cuando sea necesario para permitir el acceso</li> <li>• Limpiar el comedero regularmente para aumentar la ingesta de materia seca (IMS)</li> </ul>
e-) Los <b>cambios bruscos en la dieta</b> sin un período de adaptación no dan tiempo suficiente para que la microbiota ruminal se adapte al nuevo alimento. Esto puede conducir a una reducción de la diversidad y población de microorganismos hasta que se restablezca el equilibrio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asegurarse de mantener el alimento anterior antes de suministrar el nuevo alimento para hacer una transición suave de uno a otro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Al cambiar las dietas (p. ej., de vacas secas para vacas en ordeño, o viceversa) o ingredientes (p. ej., en el momento de la apertura de un nuevo silo o debido al cambio de una formulación de concentrado), hágase progresivamente y considere que tarda <math>\pm 3</math> semanas para que el rumen se adapte al cambio de una dieta alta en fibra a una dieta alta en almidón</li> </ul>
f-) Las <b>vacas primíparas</b> han demostrado ser más sensibles a la SARA debido a una microbiota menos adaptada, menor número de papilas ruminales, menor tiempo de masticación y menor jerarquía en el hato, lo que puede limitar su acceso al alimento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poner especial atención a este grupo de vacas y alimentarlas separadamente de las vacas de más edad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reforzar las medidas de prevención de la acidosis ruminal subaguda (SARA) en este grupo de vacas</li> </ul>
g-) La <b>falta de espacio en el comedero</b> es una razón común por la que es difícil proporcionar un acceso igualitario a la TMR para todas las vacas. Las vacas superiores en la jerarquía tienen acceso primero y no permiten el acceso de las demás. Esto resulta en la selección del alimento para las primeras vacas y un alimento de calidad inferior para las demás o, en el peor de los casos, tiempo insuficiente para alimentarse.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observar el comportamiento colectivo del hato y evaluar si las vacas inferiores en la jerarquía se ven limitadas para alimentarse</li> <li>• Evitar el hacinamiento en el comedero</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debe proporcionarse cubículos y espacio adicional en el comedero cuando sea posible</li> </ul>



Vacas lecheras con diarrea y heces sueltas y líquidas después de unos días de consumir un alimento concentrado contaminado con DON (842 ppb) y FUM (11020 ppb). Poco después, la vaca falleció.



Vacas dominantes comiendo de la porción de la vaca vecina (dominada). En referencia a la acidosis ruminal subaguda (SARA).

## NUTRICIÓN

PROBLEMA	CHECKLIST	ACCIÓN CORRECTIVA
a-) El <b>contenido excesivo de carbohidratos rápidamente fermentables</b> en la dieta (granos) lleva a una producción de ácidos en el rumen, induciendo rápidas reducciones de pH que alteran el ambiente y la microbiota presente en el rumen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Considerar la proporción concentrado:forraje de la dieta suministrada a las vacas y discutir con su consultor nutricional</li> <li>• Observar con frecuencia y puntuar las heces de las vacas para determinar la salud digestiva</li> <li>• Discutir con su nutricionista la inclusión de carbohidratos no fibrosos (CNF) compuestos principalmente de almidón y azúcares</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitar una concentración excesiva de carbohidratos no fibrosos (CNF) en la dieta (máx. 44%, sin embargo, debe acompañarse de alta cantidad y eficacia de fibra para vacas lactantes) (NRC, 2001)</li> <li>• Si se decide por una alta inclusión de almidón en la dieta, alinear una estrategia para mantener niveles de pH que garanticen una digestión adecuada</li> </ul>
b-) El <b>bajo contenido de fibras en la dieta</b> causa una subestimulación de la actividad masticatoria. La masticación limitada resulta en una disminución de la producción de saliva y, por lo tanto, una menor capacidad amortiguadora (buffer) natural en el interior del rumen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Considerar la fibra detergente neutro (FDN), o aún mejor la fibra físicamente efectiva (feFDN), que estima la porción de la fibra que estimula la actividad masticatoria</li> <li>• Discutir la adecuación con su consultor de nutrición</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Añadir forrajes o ingredientes ricos en fibras a la dieta; sin embargo, es importante considerar que la ingesta de materia seca (IMS) probablemente se vea afectada</li> <li>• Asegurar una fibra detergente neutra (FDN) mínimo del 25% en la dieta para vacas lactantes (NRC, 2001)</li> </ul>
c-) <b>Bajos niveles de sodio (Na)</b> en la dieta limitan la producción de saliva. La saliva contiene bicarbonato de sodio, que es la principal sustancia amortiguadora presente en el rumen, manteniendo así los niveles adecuados de pH. Bajos niveles de Na también pueden ser una razón por la que se limita el consumo de agua y alimento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar con su consultor de nutrición si los niveles de sodio (Na) en la dieta son suficientes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corregir la inclusión de sodio (Na) en el alimento si es necesario</li> <li>• Colocar bloques de sal mineral en el establo para consumo <i>ad libitum</i></li> </ul>
d-) La <b>degradabilidad del almidón en el rumen</b> puede variar entre las diferentes fuentes. No sólo el contenido de almidón en la dieta es importante, sino también la fermentabilidad. La cebada, el triticale, el centeno y el trigo son más fermentables que el maíz y el sorgo y, por lo tanto, llevan a un mayor riesgo de acidificación ruminal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar el contenido y fuentes de almidón en el alimento y en el concentrado, y discutir con su consultor de nutrición las opciones disponibles en su región y el costo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si la opción está disponible y el precio es conveniente, priorizar el uso de maíz y sorgo como fuentes de almidón sobre la cebada, triticale, centeno o trigo</li> </ul>
e-) La <b>concentración de ácido láctico</b> en el rumen como consecuencia de la fermentación de carbohidratos solubles tiene un fuerte efecto acidificante. Los aditivos a base de levadura (levadura viva, levadura autolisada y otros productos de cultivo de levaduras) reducen el pH y aumentan la concentración de ácidos grasos volátiles al consumir el lactato ruminal, disminuyendo así las concentraciones de lactato y cambiando para la producción de propionato.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observar la lista de aditivos nutricionales incluidos en la dieta</li> <li>• Discutir con su nutricionista la posibilidad de inclusión de aditivos a base de levadura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incluir un producto a base de levadura para mejorar el ambiente ruminal, regular el pH y mejorar la digestión en el rumen</li> </ul>
f-) La <b>suplementación de sustancias amortiguadoras</b> (buffer) como los bicarbonatos de sodio, carbonatos de sodio, óxidos de magnesio o algas marinas calcáreas, ayudan a alcanzar un equilibrio ácido-base en el rumen, pero no es suficiente para garantizar un pH correcto si no se evalúan los otros factores de riesgo. Cada una de las diferentes sustancias tiene su propia ventaja y varía en cuanto a la capacidad amortiguadora por unidad de peso, tiempo de reacción para ejercer el efecto amortiguador, y precio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Considerar el uso de productos amortiguadores (buffers) que combinan diferentes ingredientes, ya que pueden tener un efecto sinérgico para modular el pH ruminal</li> <li>• Consultar el nivel de inclusión de amortiguadores en la formulación de la dieta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discutir con su nutricionista la inclusión correcta</li> <li>• Usar una combinación de materiales amortiguadores para lograr la amortiguación en bajas tasas de inclusión</li> </ul>

## ENFERMEDADES

PROBLEMA	CHECKLIST	ACCIÓN CORRECTIVA
a-) Se sabe que el <b>estrés por calor</b> reduce la ingesta de materia seca (IMS), aumenta la selección del alimento, y disminuye el tiempo de masticación y la infusión de bicarbonato salival en el rumen. El estrés por calor también altera la composición bacteriana ruminal al favorecer las bacterias productoras de lactato (más acidificantes) en detrimento a otras bacterias, lo que causa una reducción del pH ruminal (Zhao <i>et al.</i> , 2019).	<ul style="list-style-type: none"><li>Controlar el índice de temperatura y humedad (ITH) en las diferentes áreas donde las vacas permanecen</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Si el ITH es superior a 68, adoptar medidas para regular la temperatura y el confort de las vacas poniéndolas a la sombra y usando aspersores y ventiladores</li><li>Ofrecer condiciones confortables a las vacas durante el día y la noche</li></ul>



Heces sueltas con mucosidad y sangre, signos de un tracto gastrointestinal no saludable, presumiblemente como consecuencia de consumir un alimento concentrado contaminado con DON (425 ppb), FUM (1150 ppb) y ZEN (50 ppb).

La valoración y evaluación del estiércol es una práctica para evaluar cualquier trastorno digestivo. En referencia a la acidosis ruminal subaguda (SARA).

## MICOTOXINAS

PROBLEMA	CHECKLIST	ACCIÓN CORRECTIVA
<p>a-) Los <b>tricotecenos</b> (p. ej., DON, NIV, DAS, T-2, HT-2, entre otros) <b>causan reducción de la ingesta de materia seca (IMS)</b> al inducir la producción de colecistoquinina (CCK), una hormona que produce una sensación de saciedad. Cambios en la IMS afectan negativamente el consumo constante de nutrientes. En consecuencia, es más probable que ocurran fluctuaciones de pH y cambios en la microbiota (Antonio Gallo, Giuberti, Frisvad, <i>et al.</i> 2015).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitorear y observar los cambios en el consumo de alimento y las heces cada vez que haya un cambio en los lotes de alimento o ensilaje</li> <li>• Muestrear el alimento regularmente y enviar para análisis por HPLC o LC-MS/MS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prevenir el crecimiento de mohos a través de buenas prácticas de manejo del ensilaje y uso de inoculantes</li> <li>• Adquirir materias primas libres de mohos y micotoxinas</li> <li>• Integrar una solución efectiva contra una amplia variedad de micotoxinas</li> </ul>
<p>b-) <b>Muchas micotoxinas</b> (p. ej., tricotecenos) tienen un fuerte <b>efecto tóxico sobre las bacterias celulolíticas (que degradan fibras)</b> en comparación con otros grupos de microorganismos presentes en el rumen. Ellas reducen su población y, por lo tanto, la digestibilidad de fibras se ve afectada. Esto empeoraría el escenario de SARA, donde ya se observa un cambio de las poblaciones microbianas debido al bajo pH (Kiyothong <i>et al.</i>, 2012).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitorear y observar los cambios en el consumo de alimento y las heces cada vez que haya un cambio en los lotes de alimento o ensilaje. Las micotoxinas pueden ser responsables de los signos de diarrea debido a su impacto negativo en la digestión de las fibras.</li> <li>• Muestrear el alimento regularmente y enviar para análisis por HPLC o LC-MS/MS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prevenir el crecimiento de mohos a través de buenas prácticas de manejo del ensilaje y uso de inoculantes</li> <li>• Adquirir materias primas libres de mohos y micotoxinas</li> <li>• Integrar una solución efectiva contra una amplia variedad de micotoxinas</li> </ul>
<p>c-) La <b>zearalenona (ZEN)</b>, incluso en bajas concentraciones y poco tiempo de exposición, puede causar efectos negativos en el ambiente ruminal al inducir:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• reducciones significativas del pH ruminal</li> <li>• menor producción de ácidos grasos volátiles totales</li> <li>• menor concentración de acetato (Hartinger <i>et al.</i>, 2022)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestrear el alimento regularmente y enviar para análisis por HPLC o LC-MS/MS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prevenir el crecimiento de mohos a través de buenas prácticas de manejo del ensilaje y uso de inoculantes</li> <li>• Adquirir materias primas libres de mohos y micotoxinas</li> <li>• Integrar una solución efectiva contra una amplia variedad de micotoxinas</li> </ul>
<p>d-) <b>DON y ZEN</b>, entre otras micotoxinas, pueden reducir las poblaciones de bacterias consumidoras de lactato en el rumen (p. ej., <i>Megasphaera</i> spp.). La actividad de <i>Megasphaera</i> spp. es muy beneficiosa porque ayuda a regular naturalmente el pH debido al consumo de ácido láctico del rumen (que es altamente acidificante). Si estas bacterias no están presentes pueden observarse concentraciones más altas de lactato, resultando en SARA o acidosis (Strachan y Movsesijan, n.d.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestrear el alimento regularmente y enviar para análisis por HPLC o LC-MS/MS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prevenir el crecimiento de mohos a través de buenas prácticas de manejo del ensilaje y uso de inoculantes</li> <li>• Adquirir materias primas libres de mohos y micotoxinas</li> <li>• Integrar una solución efectiva contra una amplia variedad de micotoxinas</li> </ul>

PROBLEMA	CHECKLIST	ACCIÓN CORRECTIVA
<p>e-) Las <b>micotoxinas emergentes</b> tienen efectos antimicrobianos que afectan negativamente el ambiente ruminal y reducen la digestibilidad de fibras, contribuyendo a los problemas de acidosis:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El <b>ácido fusárico</b> puede inhibir la proliferación de <i>Ruminococcus albus</i>, importante bacteria que degrada fibras (May <i>et al.</i>, 2000)</li> <li>• Las toxinas de <i>Aspergillus fumigatus</i> (p. ej., <b>gliotoxina</b>) pueden alterar el ambiente ruminal y reducir la degradación de la materia seca (MS) y producción de gas (Morgavi <i>et al.</i>, 2004).</li> <li>• La <b>patulina</b> ha demostrado reducir la producción de ácidos grasos volátiles (AGV) y la eficiencia de producción de proteína microbiana en simulaciones <i>in vitro</i>. También puede observarse una reducción de la digestibilidad de fibras (Escoula, 1992; Tapia <i>et al.</i>, 2005)</li> <li>• Se ha comprobado que las micotoxinas producidas por <i>Penicillium</i> spp. (<b>ácido micofenólico</b> y <b>roquefortina C</b>) reducen la producción de AGV y afectan negativamente la actividad del rumen debido a su actividad antimicrobiana (Gallo, Giuberti, Bertuzzi <i>et al.</i>, 2015)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitorear y observar los cambios en el consumo de alimento y las heces cada vez que haya un cambio en los lotes de alimento o ensilaje. Las micotoxinas pueden ser responsables de la aparición de heces fluidas debido a su impacto negativo en la digestión de las fibras.</li> <li>• Muestrear el alimento regularmente y enviar para análisis por HPLC o LC-MS/MS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prevenir el crecimiento de mohos a través de buenas prácticas de manejo del ensilaje y uso de inoculantes</li> <li>• Adquirir materias primas libres de mohos y micotoxinas</li> <li>• Integrar una solución efectiva contra una amplia variedad de micotoxinas</li> </ul>
<p>f-) Las <b>Fumonisinias (FUM)</b> han probado actuar como modeladores de la microbiota ruminal debido a su efecto antibacterial, al reducir la diversidad microbiana y afectar sus caminos metabólicos, incluso al tratarse de concentraciones bajas (Hartinger <i>et al.</i>, 2022)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestrear el alimento regularmente y enviar para análisis por HPLC o LC-MS/MS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prevenir el crecimiento de mohos a través de buenas prácticas de manejo del ensilaje y uso de inoculantes</li> <li>• Adquirir materias primas libres de mohos y micotoxinas</li> <li>• Integrar una solución efectiva contra una amplia variedad de micotoxinas</li> </ul>



## Inflamación e inmunosupresión

El sistema inmunológico está formado por una red de procesos biológicos que ocurren dentro del animal para protegerlo contra los patógenos, alérgenos o toxinas. Cuando no hay riesgo de desafíos a la salud y bienestar del animal, el sistema inmunológico tiene una demanda de energía bastante baja y, por lo tanto, una gran proporción de los nutrientes disponibles pueden convertirse en peso corporal o leche. Cuando el animal se expone a un desafío, dependiendo del nivel de la amenaza, se producirán factores inflamatorios y un reclutamiento de las células inflamatorias circulantes. Esto se conoce como la cascada de inflamación. Los mecanismos de defensa pueden ser:

- **Inmunidad innata:** la primera línea de defensa contra el ataque de patógenos; la reacción es rápida y se elimina una amplia variedad de patógenos (independientemente del patógeno)
- **Inmunidad adaptativa:** el modo de acción se basa en el antígeno específico de un cierto patógeno. Esta reacción es más lenta, pero muy eficiente para desafíos específicos.

Ambos sistemas se activan y regulan a través de la producción de varios mediadores. En general, la reacción consiste en una inflamación y la proliferación de células inmunológicas que atacan directamente en el área de infección o sistémicamente. Este proceso requiere una gran cantidad de energía, aminoácidos y antioxidantes, entre otros nutrientes. Además, durante un proceso inflamatorio una reacción típica de los animales es **reducir el consumo de alimento**. De este modo, el ingreso de nutrientes para apoyar este proceso inflamatorio se ve limitado y, por lo tanto, menos nutrientes están disponibles para producir leche o acumular peso corporal. En casos de infección avanzada, una intervención veterinaria y el uso de antibióticos pueden ayudar, pero en este momento, el animal ya ha perdido condición corporal y potencial productivo.

La mejor estrategia para tratar las inflamaciones excesivas y asegurar que los animales inviertan más energía en la producción es minimizar la exposición a las amenazas que causan inflamación. Para lograrlo es necesario identificar y reconocer las causas que pueden provocar inflamación y cómo ciertos nutrientes y las prácticas de manejo pueden aliviar la inflamación o estimular la eficacia inmunológica. La inflamación excesiva es un problema de sobreacción del sistema inmunológico, pero lo contrario – la inmunosupresión – también es muy perjudicial. La inmunosupresión puede ocurrir cuando hay una limitada producción y eficacia de las células inmunológicas para contrarrestar las infecciones y su ocurrencia puede deberse a la falta de los nutrientes necesarios para la proliferación de células inmunológicas o por una presión negativa contra estas células, como es el caso de las micotoxinas. El animal atacado por patógenos no es capaz de defenderse de ellos y, por lo tanto, aumenta la probabilidad de tener consecuencias muy negativas.

Diagnóstico Diferencial de Micotoxicosis en Rumiantes

Inflamación e  
inmunosupresión

# ¿Cómo identificar la función inmunológica deprimida en la explotación?

- Menor consumo de alimento
- Menor puntaje de condición corporal
- Mayor incidencia de enfermedades graves (p. ej., mastitis, metritis, cojera)

## Resumen de las fuentes de inflamación para rumiantes



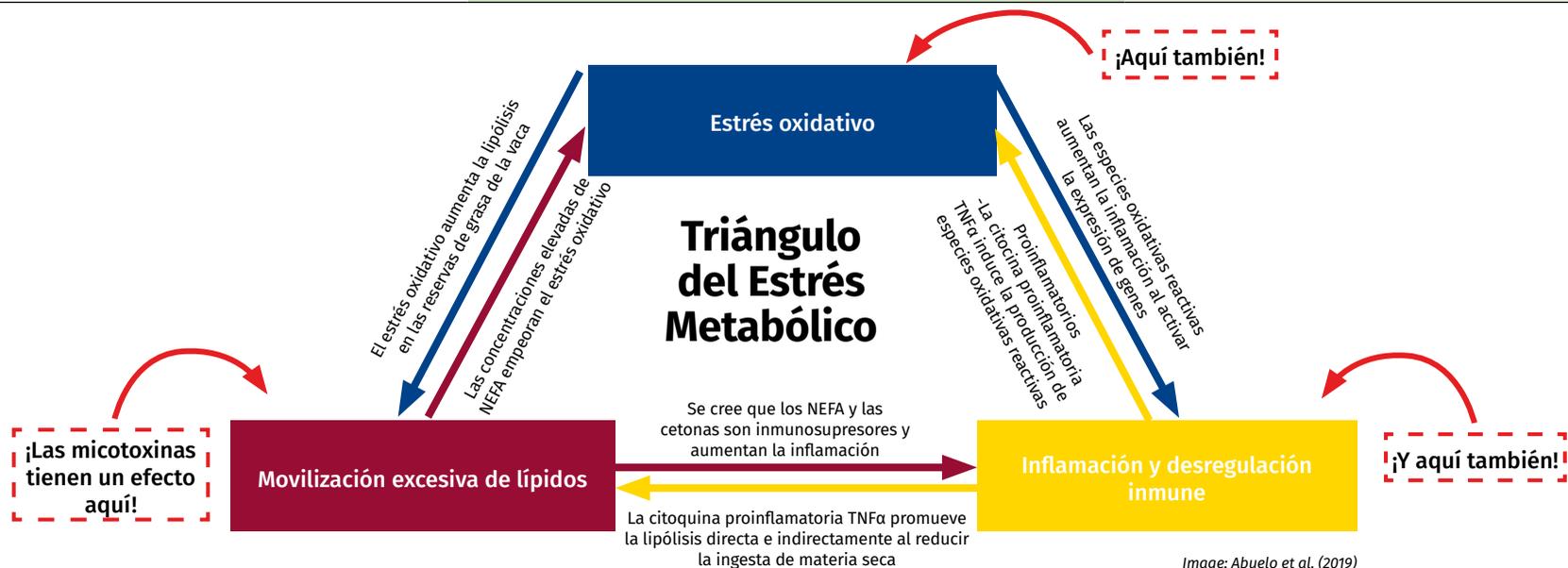
## MANEJO

PROBLEMA	CHECKLIST	ACCIÓN CORRECTIVA
<p>a-) El <b>calor y otras fuentes de estrés</b> reducen el bienestar y la productividad de los animales y pueden inducir una disminución del consumo de alimento e inflamación sistémica. Las células intestinales (enterocitos) son responsables de garantizar la integridad del intestino, al filtrar el paso de patógenos y toxinas a la sangre a través de las uniones estrechas. Sin embargo, se sabe que las uniones estrechas pierden su efectividad en condiciones de restricción alimentaria, estrés por calor, estrés social, entre otras. El paso de endotoxinas, micotoxinas y patógenos al torrente sanguíneo resulta en una inflamación excesiva e inmunosupresión (Rodríguez-Jimenez <i>et al.</i>, 2019).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitorear la temperatura y humedad relativa durante el día</li> <li>• Observar la frecuencia respiratoria o jadeo para evaluar el estrés por calor</li> <li>• Evaluar el confort general de las vacas durante los períodos de descanso y alimentación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuando sea necesario, proporcionar ventilación artificial y aspersores para todos los animales (incluidas las vacas secas)</li> <li>• Evitar cualquier fuente de estrés (cambiar las vacas de corral lo menos posible), acceso limitado al comedero, entre otros</li> </ul>

## NUTRICIÓN

PROBLEMA	CHECKLIST	ACCIÓN CORRECTIVA
<p>a-) El excesivo <b>balance energético excesivamente negativo (BEN)</b> lleva a una <b>movilización desproporcionada de grasa</b>, lo cual está comúnmente asociada con la oxidación, inflamación y depresión de la función inmunológica; sin embargo, no ha sido determinada una clara relación de causalidad (Bradford <i>et al.</i>, 2015). Sin embargo, está claro que cuando la grasa se moviliza excesivamente fuera de las reservas corporales no puede procesarse adecuadamente por el hígado; por el contrario, la grasa se acumula y limita la función del hígado. El órgano pierde la capacidad de producir glucosa (gluconeogénesis), que es la fuente preferida de energía de las células inmunológicas, y altera su capacidad de sintetizar los componentes de la respuesta inmune (Bobe <i>et al.</i>, 2004).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Véase la sección “Cetosis e hígado graso”</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Véase la sección “Cetosis e hígado graso”</li> </ul>
<p>b-) <b>Falta de glucosa o compuestos glucogénicos en la dieta.</b> La glucosa es la fuente preferida de energía de las células inmunológicas durante eventos de inflamación o activación inmune (Ingvarsen y Moyes, 2013). Cuando hay una deficiencia de glucosa se reduce la capacidad de contrarrestar las infecciones debido a la falta de energía. Por lo tanto, garantizar suficiente acceso a los componentes glucogénicos es aún más importante durante los periodos de desafío inmunológico, como el período de transición.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Al evaluar el contenido de componentes glucogénicos en la dieta, considerar especialmente las vacas en el período de transición, ya que aquellas tienen un mayor riesgo de infección y una alta demanda de energía para otros fines, como la producción de leche</li> <li>Véase la sección “Acidosis Ruminal Subaguda (SARA)” para consideraciones generales sobre cómo evitar la SARA mientras se suministra una dieta glucogénica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Discutir con su nutricionista si hay un aporte suficiente de componentes glucogénicos en la dieta (por fases de lactancia)</li> <li>Véase la sección “Acidosis Ruminal Subaguda (SARA)” para evitar una reducción drástica del pH mientras se suministra una dieta glucogénica a las vacas</li> </ul>
<p>c-) El <b>estrés oxidativo</b> se produce cuando existe una alta producción de especies reactivas de oxígeno (ROS) y un acceso reducido a los componentes antioxidantes, que contribuyen a un equilibrio saludable. Concentraciones excesivas de ROS resultan en alteraciones inmunológicas (activación o depresión) y, finalmente, en daños y muerte de la pared celular, afectando particularmente las células inmunológicas debido a su alta actividad metabólica. Las ROS también aumentan en condiciones de inflamación y mayor circulación de grasa. Las dietas bajas en forrajes frescos suministran una baja cantidad de antioxidantes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluar el contenido de antioxidantes de la dieta con su consultor de nutrición o veterinario</li> <li>Poner especial atención a las vacas en transición: el estrés oxidativo más intenso normalmente ocurre durante el parto; cuando se reduce el consumo de alimento, una gran cantidad de antioxidantes es excretada a través del calostro y se observa un aumento del estrés debido a los procesos metabólico e inflamatorio que ocurren naturalmente durante el parto e inicio de la lactancia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Si es posible, suministrar forrajes frescos ya que el contenido de antioxidantes es mucho más alto que en los forrajes secos o ensilados</li> <li>Discutir con su nutricionista el nivel de suplementación con antioxidantes requerido para las vacas en transición (semanas -3 a 3 respecto al parto) y el resto del hato</li> </ul>
<p>d-) El <b>selenio</b> es un importante antioxidante que forma parte de la glutatión peroxidasa, una enzima que detoxifica las especies reactivas de oxígeno (ROS). La deficiencia de selenio resulta en una menor capacidad de eliminar las bacterias (Spears y Weiss, 2008); sin embargo, este mineral también puede ser tóxico si es suministrado en exceso. Se recomiendan las fuentes orgánicas de selenio, ya que éstas son más biodisponibles que las inorgánicas (Malbe <i>et al.</i>, 1995).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se recomiendan cantidades de 0,2 mg Se/kg de materia seca del alimento (MS) para vacas lecheras. El selenio es tóxico en grandes cantidades. En la UE, el contenido máximo es 0,5 mg Se/kg de alimento completo, mientras que en los EE. UU. la suplementación total de Se no debe exceder 0,3 ppm en la dieta total.</li> <li>Se recomienda el uso de fuentes orgánicas de Se</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Discutir con su consultor de nutrición sobre la suficiencia de Se en la dieta y equilibrar las formulaciones si es necesario</li> </ul>

PROBLEMA	CHECKLIST	ACCIÓN CORRECTIVA
e-) La <b>vitamina E</b> es la más importante vitamina liposoluble y antioxidante que protege a las membranas lipídicas contra los daños causados por las especies reactivas de oxígeno (ROS) circulantes. Esta vitamina tiene efectos positivos significativos, dado que aumenta la función de los neutrófilos, que son componentes esenciales de los mecanismos de defensa del huésped. La vitamina E, en combinación con el selenio, tiene un papel fundamental en la prevención de mastitis, metritis, placenta retenida, entre otros (Harrison <i>et al.</i> , 1984).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cuando es posible separar la alimentación de las vacas recién secadas (far-off) y cercanas a la parición (close-up), se recomienda una dosis más alta de vitamina E para las vacas cercanas a la parición según Weiss <i>et al.</i>, (1997): suplementar 1000 UI/día en los primeros 46 días del período seco y 4000 UI/día en los últimos 14 días antes del parto, seguido de 2000 UI/día durante la lactancia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Discutir con su consultor de nutrición sobre la suficiencia de vitamina E en la dieta y equilibrar las formulaciones si es necesario</li> </ul>
f-) <b>Otros minerales como el zinc, el cobre y el cromo</b> son conocidos por tener importantes funciones inmunológicas y, por lo tanto, debe asegurarse que se añadan contenidos adecuados de cada uno a la dieta (Spears y Weiss, 2008).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Discutir con su consultor de nutrición la suficiencia de estos microminerales en la dieta</li> <li>Las fuentes orgánicas son más recomendables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Discutir con su consultor de nutrición sobre la suficiencia de minerales en la dieta y equilibrar las formulaciones si es necesario</li> </ul>
g-) Los <b>ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs)</b> son un tipo de grasa que se divide en dos grupos principales: el n-3 (comúnmente presente en los pescados, linaza, colza, entre otros) y el n-6 (comúnmente presente en el maíz, soja, girasol, entre otros). Los PUFAs han demostrado ser importantes inmunomoduladores: los n-6 tienen efectos proinflamatorios, mientras que los n-3 alivian la inflamación o aumentan la respuesta inmune. Esta es la razón por la que se propone la suplementación con los n-3 (también conocidos como ácidos grasos omega-3) como una estrategia dietética para prevenir la inflamación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Discutir con su consultor de nutrición los principales componentes del alimento de las vacas y considerar las cantidades de PUFAs n-3 o n-6 añadidas a la dieta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Considerar la adición de fuentes de ácidos grasos omega-3 en la dieta de vacas propensas a inflamación (p. ej., período de transición) o de todas las vacas para reducir la probabilidad de reacciones inflamatorias excesivas</li> </ul>



## ENFERMEDADES

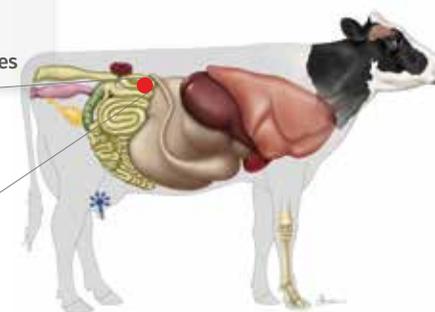
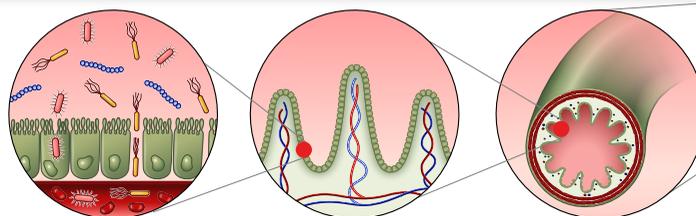
PROBLEMA	CHECKLIST	ACCIÓN CORRECTIVA
<p>a-) La <b>hipocalcemia</b> es una condición que se caracteriza por bajas concentraciones de calcio en la sangre, y normalmente ocurre durante el parto. Las vacas hipocalcémicas tienen niveles reducidos de calcio en los leucocitos (Martínez <i>et al.</i>, 2014). El calcio es un mineral de gran importancia para la inmunidad ya que participa en la señalización entre leucocitos que se requiere para la activación y defensa contra los patógenos. La hipocalcemia está altamente correlacionada con la metritis, mastitis, placenta retenida y abomaso desplazado (Rodríguez <i>et al.</i>, 2017).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcular con su consultor de nutrición y veterinario la suficiencia de Ca y la diferencia catión-anión de la dieta (DCAD) de vacas secas y en transición</li> <li>• Analizar las materias primas, especialmente los forrajes, para determinar las concentraciones de minerales y cómo esto puede afectar la DCAD</li> <li>• Realizar con el apoyo del veterinario los análisis sanguíneos necesarios para evaluar la hipocalcemia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar, con la asesoría de su consultor de nutrición, una formulación que considere el balance catión-aniónico de la dieta para vacas secas, incluido el uso de sales aniónicas</li> <li>• Suplementar vitamina D en una forma fácilmente disponible para asegurar una absorción adecuada de Ca</li> </ul>
<p>b-) El <b>síndrome del intestino permeable</b> ocurre cuando el epitelio intestinal pierde su función de barrera y permite el paso de materiales tóxicos (p. ej., micotoxinas, endotoxinas, bacterias, entre otros) del alimento en digestión a la sangre, resultando en inflamación sistémica, depresión inmunológica y múltiples trastornos metabólicos (Rodríguez-Jiménez <i>et al.</i>, 2019). Diferentes condiciones pueden causar el síndrome del intestino permeable, tales como el estrés por calor, estrés por frío, destete, acidosis, restricción alimentaria y micotoxinas (Horst <i>et al.</i>, 2021).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar el consumo de alimento</li> <li>• Controlar el estado general de salud de los animales</li> <li>• Verificar los signos generales de fiebre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitar las condiciones de Acidosis Ruminal Subaguda (SARA) (véase la sección "SARA")</li> <li>• Minimizar el estrés por calor y otras fuentes de estrés</li> <li>• Evitar los períodos de restricción alimenticia</li> <li>• Promover la salud intestinal y promover la salud de la barrera mucosa con la ayuda de aditivos como extractos vegetales, probióticos, ácidos, entre otros.</li> </ul>
<p>c-) <b>Endotoxemia o intoxicación por lipopolisacáridos (LPS)</b>. Estos son componentes de la pared celular de bacterias Gram negativas que quedan expuestos cuando mueren las bacterias. Ellos pueden alcanzar la circulación sanguínea a partir de infecciones como mastitis y metritis, pero también pueden pasar a través del tubo gastrointestinal. En condiciones de Acidosis ruminal subaguda (SARA) puede ocurrir una tasa más alta de muerte de células Gram negativas debido al menor pH. Por lo tanto, se observa una concentración mucho mayor de LPS en el rumen y en la sangre. Las endotoxinas provocan respuestas inflamatorias que son seguidas de la producción de especies reactivas de oxígeno y movilización de grasa (Horst <i>et al.</i>, 2021).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar el consumo de alimento</li> <li>• Controlar el estado general de salud de los animales</li> <li>• Verificar los signos generales de fiebre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Minimizar la presión de patógenos a nivel de ubre (véase la sección "Mastitis y alto RCS")</li> <li>• Minimizar la probabilidad de desarrollo de infecciones postparto (véase la sección "Trastornos reproductivos")</li> <li>• Evitar las condiciones de SARA (véase la sección "SARA")</li> <li>• Implementar el uso de un adsorbente de endotoxinas en el rumen, para así evitar el paso a través del intestino</li> <li>• Promover la salud del hígado para garantizar una respuesta adecuada a la inflamación inducida por endotoxinas (véase la sección "Cetosis e hígado graso")</li> </ul>

### Efectos de las micotoxinas en el intestino

- Daño a la barrera intestinal → síndrome del intestino permeable
- Reducción de la producción de mucina
- Composición de microbiota alterada
- Sistema inmunitario local debilitado

provocando

- Inflamación y supresión inmunológica
- Disminución de la absorción de nutrientes



Inflamación e inmunosupresión

## MICOTOXINAS

PROBLEMA	CHECKLIST	ACCIÓN CORRECTIVA
<p>a-) Los <b>tricotecenos</b> tienen un efecto (dependiente de la dosis) sobre la actividad inmunológica. En concentraciones más bajas pueden producir activación inmunológica e inflamación. La exposición crónica a bajos niveles puede disminuir la capacidad inmunológica, haciendo los animales más susceptibles a infecciones. Además, la inflamación es muy costosa energéticamente para el animal, resultando en pérdidas de desempeño.</p> <p>En concentraciones más altas, los tricotecenos pueden causar la inactivación o muerte de las células inmunológicas, lo que limita la capacidad del animal de combatir las enfermedades.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El <b>deoxinivalenol (DON)</b> puede alterar la función de barrera intestinal debido a sus efectos tóxicos sobre las células epiteliales (Reisinger <i>et al.</i>, 2019). Una vez que esté circulando, el DON puede afectar negativamente las células inmunológicas al limitar la proliferación de linfocitos a partir de concentraciones muy bajas en la sangre (124 ppb, mostrando una sensibilidad más alta que los linfocitos de cerdos y aves) (Novak <i>et al.</i> 2018).</li> <li>• El <b>nivalenol (NIV)</b> ha sido menos estudiado que el DON, pero tiene el mismo modo de acción y ha demostrado ejercer un efecto aún más tóxico sobre el epitelio intestinal de bovinos (Reisinger <i>et al.</i> 2019).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestrear el alimento regularmente y enviar para análisis por HPLC o LC-MS/MS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prevenir el crecimiento de mohos a través de buenas prácticas de manejo del ensilaje y uso de inoculantes</li> <li>• Adquirir materias primas libres de mohos y micotoxinas</li> <li>• Integrar una solución efectiva contra una amplia variedad de micotoxinas</li> </ul>
<p>b-) Las <b>fumonisinias (FUM)</b> afectan negativamente el metabolismo de los esfingolípidos y causan alteraciones a nivel celular que limitan la producción de importantes componentes como la ceramida y la esfingosina. Estos son componentes de las células epiteliales intestinales que garantizan una buena función de barrera en el intestino.</p> <p>Los esfingolípidos también están involucrados en las vías que controlan las principales fases de desarrollo y función de las células inmunológicas y, por lo tanto, las fumonisinias pueden alterar la síntesis y función de las células inmunológicas, especialmente cuando se combinan con los tricotecenos (Gallo <i>et al.</i>, 2020; Roberts <i>et al.</i>, 2021).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestrear el alimento regularmente y enviar para análisis por HPLC o LC-MS/MS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prevenir el crecimiento de mohos a través de buenas prácticas de manejo del ensilaje y uso de inoculantes</li> <li>• Adquirir materias primas libres de mohos y micotoxinas</li> <li>• Integrar una solución efectiva contra una amplia variedad de micotoxinas</li> </ul>
<p>c-) Las <b>aflatoxinas (Afla)</b> tienen propiedades hepatotóxicas e inmunotóxicas, entre otras. Estas micotoxinas alteran las inmunidades innata y adaptativa al afectar la proliferación y producción de células inmunológicas. Las aflatoxinas pueden provocar inflamación o causar supresión del sistema inmunológico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestrear el alimento regularmente y enviar para análisis por HPLC o LC-MS/MS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prevenir el crecimiento de mohos a través de buenas prácticas de manejo del ensilaje y uso de inoculantes</li> <li>• Adquirir materias primas libres de mohos y micotoxinas</li> <li>• Integrar una solución efectiva contra una amplia variedad de micotoxinas</li> </ul>

PROBLEMA	CHECKLIST	ACCIÓN CORRECTIVA
<p>d-) La <b>zearalenona (ZEN)</b> puede inducir reacciones inflamatorias y alterar la función de barrera epitelial en cerdos (le Sciellour <i>et al.</i>, 2020). Además, los estudios más recientes demuestran que la ZEN, en baja dosis y tiempo de exposición, puede producir una temperatura corporal más alta (fiebre) en comparación con una dieta control, lo que indica una activación del sistema inmunológico (Hartinger <i>et al.</i>, 2022).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Muestrear el alimento regularmente y enviar para análisis por HPLC o LC-MS/MS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prevenir el crecimiento de mohos a través de buenas prácticas de manejo del ensilaje y uso de inoculantes</li> <li>Adquirir materias primas libres de mohos y micotoxinas</li> <li>Integrar una solución efectiva contra una amplia variedad de micotoxinas</li> </ul>
<p>e-) El <b>ácido micofenólico</b> se utiliza en algunos tratamientos en humanos debido a sus propiedades inmunosupresoras. En ovejas, este metabolito ha demostrado ejercer efectos inmunomoduladores en el hígado e íleon (Dzidic <i>et al.</i>, 2006).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Muestrear el alimento regularmente y enviar para análisis por HPLC o LC-MS/MS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prevenir el crecimiento de mohos a través de buenas prácticas de manejo del ensilaje y uso de inoculantes</li> <li>Adquirir materias primas libres de mohos y micotoxinas</li> <li>Integrar una solución efectiva contra una amplia variedad de micotoxinas</li> </ul>
<p>f-) Se ha comprobado que las micotoxinas como Afla, FUM, DON y T-2 son capaces de alterar e interrumpir la inmunidad de origen vacunal en mamíferos, permitiendo que los patógenos afecten el animal incluso si la enfermedad es parte del protocolo de vacunación. La gestión del riesgo de micotoxinas es de gran importancia para asegurar la eficacia de los protocolos de vacunación contra enfermedades.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Muestrear el alimento regularmente y enviar para análisis por HPLC o LC-MS/MS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prevenir el crecimiento de mohos a través de buenas prácticas de manejo del ensilaje y uso de inoculantes</li> <li>Adquirir materias primas libres de mohos y micotoxinas</li> <li>Integrar una solución efectiva contra una amplia variedad de micotoxinas</li> </ul>



## Mastitis y alto recuento de células somáticas (RCS)

La mastitis es una de las enfermedades más prevalentes y costosas que afectan a las vacas lecheras en todo el mundo. La mastitis es una inflamación de la glándula mamaria que es frecuentemente causada por una infección intramamaria (IIM). Las pérdidas económicas relacionadas con esta enfermedad resultan principalmente de una menor producción de leche, desecho de la leche debido a enfermedades clínicas o terapia antimicrobiana, desecho de vacas con infección crónica, costo del tratamiento veterinario, costos laborales, sanciones en los precios debido al alto recuento de células somáticas (RCS), o incluso muerte de la vaca en los casos más graves. Las bacterias son los más comunes agentes etiológicos de IIM, pero otros patógenos como algunas especies de hongos (levadura o moho), algas microscópicas y virus son posibles causas de infección. El trauma físico o irritación química pueden ser causas no infecciosas de mastitis. La gravedad de la inflamación depende del agente causante y de la respuesta inmune de la vaca. Los principios fundamentales del control de mastitis son limitar la enfermedad, minimizando la exposición de los extremos del pezón a posibles patógenos y aumentar la resistencia inmune de la vaca a infecciones.



Las condiciones higiénicas y cómodas en el corral de parto son muy importantes para minimizar el estrés durante el vulnerable período de transición. Refiriéndose a la sección Infección de la glándula mamaria y alto RCS, manejo, A.

# ¿Cómo identificar las infecciones de la glándula mamaria en la explotación?

	MASTITIS SUBCLÍNICA	MASTITIS CLÍNICA
 Signos en la ubre	Parece normal, sin signos visibles de inflamación	Signos visibles de inflamación en la glándula, como enrojecimiento, calor, hinchazón o endurecimiento y/o dolor
 Signos en la leche	Parece normal	Cambios físicos o anomalías en la leche (p. ej., coágulos o exudado purulento), consistencia acuosa, decoloración, presencia de sangre, etc.
 Síntomas generales	Sin síntomas aparentes o clínicos	Signos sistémicos de enfermedad, incluidos fiebre, depresión, menor consumo de alimento, menor motilidad retículo-ruminal, choque, o muerte en los casos más graves
 Diagnóstico en la explotación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recuento de células somáticas (RCS) superior a 200.000 células/ml</li> <li>Prueba de mastitis California (puntaje T o 1)</li> <li>Cultivos de leche para identificar patógenos específicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Observación de los síntomas</li> <li>RCS muy alto</li> <li>Prueba de mastitis California (puntaje 2 o 3)</li> <li>Cultivos a partir de muestras de leche para identificar patógenos específicos</li> </ul>
 Tipo de patógenos asociados	Patógenos contagiosos de la mastitis: aquellos que sobreviven en las ubres infectadas y se propagan de una vaca a otra a través del equipo de ordeño, las manos o toallas del ordeñador, o vectores como moscas.	Patógenos ambientales de la mastitis: aquellos que sobreviven en el ambiente de la vaca, incluidos los materiales de cama, estiércol, suelo, etc.
 Patógenos causantes más frecuentes	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Staphylococci</i> coagulasa negativo (SCN) <i>Corynebacterium bovis</i> ciertos <i>Streptococcus</i> spp., entre otros	<i>Escherichia coli</i> <i>Klebsiella</i> spp. <i>Enterococcus</i> spp. ciertos <i>Streptococcus</i> spp., entre otros

(Carrillo-Casas & Miranda-Morales, 2012; Dufour et al., 2011; Gooder, 2014)

Los casos de mastitis con frecuencia pueden originarse de una IIM adquirida durante la lactancia anterior o durante el período seco.

Tradicionalmente se recomendaba tratar todas las vacas secas con antibióticos de forma preventiva, pero hoy en día el uso generalizado de antibióticos es desalentado o ilegal en algunos países. En cambio, se recomienda una terapia selectiva de vacas secas (TSVS), donde sólo las vacas con evidencia de IIM reciente o existente (según los registros de mastitis, RCS o prueba microbiana) reciben antibióticos intramamarios durante el período de secado. Es importante trabajar en colaboración con el veterinario para determinar la mejor opción de terapia de vacas secas y desarrollar protocolos que especifiquen claramente cómo se debe manejar las vacas durante el período seco. Finalmente, la mejor estrategia contra las infecciones de la glándula mamaria es prevenir y minimizar la exposición a los patógenos y otras injurias que pueden causar inflamación.

## MANEJO

PROBLEMA	CHECKLIST	ACCIÓN CORRECTIVA
a-) Mantener la <b>higiene de la vaca y de las instalaciones</b> es esencial para evitar los problemas de salud de la ubre, ya que los patógenos ambientales de la mastitis sobreviven en el ambiente de las vacas. El estiércol puede transferirse a la ubre de cuatro maneras: por contacto directo, a través de las piernas, por salpicadura de estiércol, o por la cola. Muchos estudios han demostrado una correlación entre vacas limpias y RCS más bajo (Dufour et al., 2011).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluar la limpieza de las vacas y observar de dónde provienen la suciedad, considerando los cuatro mecanismos de transferencia del estiércol a la ubre. Varias herramientas y sistemas de puntaje están disponibles para ayudar a orientar las evaluaciones de la vaca y de la higiene del establo.</li> <li>Evaluar la limpieza de los corrales de espera, corrales de parto, pasillos, zonas exteriores, y otras áreas donde pasan tiempo las vacas para determinar si existen fuentes de contaminación de la ubre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Corregir las causas de mala higiene y realizar tareas de limpieza periódicas</li> <li>Remover regularmente el estiércol de las áreas donde se acuestan las vacas y mantener una buena limpieza del material de cama</li> <li>Considerar el uso de cama de arena en lugar de materiales orgánicos como viruta, paja, etc. (Hogan y Smith, 2003)</li> <li>Eliminar los pelos de la ubre para reducir la acumulación de estiércol y patógenos</li> </ul>

© DSM, 2022

PROBLEMA	CHECKLIST	ACCIÓN CORRECTIVA
b-) La <b>higiene en la sala de ordeño</b> , que incluye equipos de ordeño limpios y el uso de procedimientos correctos, es crucial para limitar la contaminación de los pezones por bacterias que causan mastitis.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asegurarse de que la sala esté bien limpia después de cada ordeño</li> <li>Evaluar la rutina de ordeño. Asegurarse de que se informen los procedimientos de ordeño, se siga la técnica de ordeño adecuada, y se mantenga la higiene del lugar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mantener limpios la sala y el equipo de ordeño para reducir la presencia de bacterias que causan mastitis</li> <li>Realizar limpiezas profundas periódicamente</li> <li>Se recomienda el uso de guantes, que deben cambiarse cada vez que se ensucien</li> </ul>
c-) Los <b>procedimientos adecuados de ordeño</b> ayudan a minimizar los problemas de salud de la ubre y maximizar el rendimiento y calidad de la leche.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluar los procedimientos de ordeño usados en la sala, incluidos el tiempo, higiene y consistencia</li> <li>Consultar su veterinario o consultor de salud mamaria de confianza para determinar cuales son las mejores prácticas de ordeño recomendadas por la industria</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementar las mejores prácticas de ordeño basadas en las recomendaciones de la industria</li> <li>Asegurarse de que los protocolos de crianza estén disponibles para el personal y revisarlos regularmente con los trabajadores</li> <li>Proporcionar un ambiente de bajo estrés para las vacas antes y durante el ordeño</li> </ul>
d-) La <b>desinfección de los pezones antes del ordeño</b> ha demostrado su eficacia para prevenir nuevas infecciones intramamarias. Es importante limpiar y secar los pezones antes de colocar las unidades de ordeño con el fin de minimizar la entrada de patógenos en el conducto del pezón durante el ordeño.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar si el despunte es siempre practicado por el personal responsable del ordeño</li> <li>Evaluar la limpieza del equipo de desinfección de los pezones antes del ordeño (p. ej., tazas para sellador, sistemas de spray, etc.)</li> <li>Determinar si se tiene una cobertura completa de los pezones en el momento de aplicar el sellador/spray y garantizar que el tiempo de contacto antes de secar los pezones sea de al menos 20 segundos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar el despunte en cada cuarto para identificar la mastitis clínica y posibles desechos de leche o intervención</li> <li>Implementar un desinfectante de pezones pre-ordeño comprobado</li> <li>Usar toallas de papel desechables para secar los pezones</li> </ul>
e-) La <b>desinfección de los pezones después del ordeño</b> se considera la forma más efectiva de prevenir la colonización de la piel de los pezones y la entrada de patógenos contagiosos de la mastitis como <i>Staphylococcus aureus</i> y <i>Streptococcus agalactiae</i> a través del conducto del pezón.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consultar su veterinario o consultor de salud mamaria de confianza sobre las mejores técnicas de desinfección de los pezones después del ordeño</li> <li>Determinar si se tiene una cobertura completa de los pezones en el momento de aplicar el sellador/spray</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementar un desinfectante de pezones post-ordeño comprobado después de cada ordeño</li> <li>Suministrar alimento fresco o empujar el alimento mientras las vacas están en la sala de ordeño para estimularlas a alimentarse al regresar al corral después del ordeño. Eso da tiempo para que el músculo del esfínter del pezón se cierre antes de que las vacas se acuesten, y puede ayudar a limitar la infiltración de patógenos en la glándula mamaria.</li> </ul>
f-) El <b>mantenimiento periódico del equipo de ordeño</b> es importante para garantizar que el equipo esté funcionando adecuadamente y no esté actuando como un vector de bacterias o causando cualquier daño físico en los extremos del pezón.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluar rutinariamente la función del equipo de ordeño (consultar la empresa fabricante del equipo/proveedor de servicios)</li> <li>Posibles problemas en el equipo de ordeño como el nivel de vacío y las configuraciones de despegue automático</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar el mantenimiento preventivo de rutina en cada componente del sistema de ordeño</li> <li>Mantener un cuaderno de historial de mantenimiento para rastrear los servicios y reparos en el sistema de ordeño (seguir las orientaciones del fabricante del equipo)</li> </ul>
g-) A veces, después del período de secado, las vacas pueden no lograr producir el <b>tapón de queratina</b> , que es una barrera física con propiedades antimicrobianas naturales que sella el conducto del pezón e impide la entrada de patógenos durante el período seco. La falta de un tapón de queratina adecuado aumenta el riesgo de IIM (Bradley y Green, 2004). Pueden utilizarse <b>selladores internos de pezones</b> (SIP) para crear un tapón sintético. En combinación con un antibiótico o individualmente, ellos pueden reducir la incidencia de IIM en la lactancia posterior (Rabiee y Lean, 2013).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluar los diferentes selladores de pezones disponibles en su región y consultar su veterinario para asesoramiento.</li> <li>Sólo usar esta estrategia en vacas que estén libres de infección después de evaluar el estado de infección intramamaria (IIM) (por prueba de mastitis californiana) o cuando el recuento de células somáticas (RCS) es inferior al umbral (150.000 células/ml en novillas y 250.000 células/ml en vacas multíparas (Scherpenzeel, 2017))</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consultar su veterinario sobre el uso de SIP y las condiciones necesarias para que las vacas puedan recibirlos</li> </ul>

## NUTRICIÓN

PROBLEMA	CHECKLIST	ACCIÓN CORRECTIVA
<p>a-) El <b>excesivo balance energético negativo (BEN)</b> lleva a una <b>movilización desproporcionada de grasa</b>. Al nivel de la ubre, se observó que las vacas que movilizan una excesiva cantidad de grasa tienen niveles más altos de inflamación, estrés oxidativo e incluso muerte celular, en comparación con vacas sanas (Sun <i>et al.</i>, 2021). La movilización excesiva de grasa puede afectar negativamente los mecanismos de defensa de la ubre a través de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor capacidad de fagocitosis y explosión oxidativa de las células inmunológicas</li> <li>• Menor producción de citocinas y concentración de leucocitos (O'Rourke, 2009)</li> <li>• Se sabe que estas condiciones aumentan el riesgo de mastitis (Ingvarsen y Moyes, 2013)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Véase la sección "Cetosis e hígado graso" para comprender mejor el balance energético negativo (BEN) y cómo evitar que se vuelva grave</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Véase la sección "Cetosis e hígado graso" para evitar el balance energético negativo (BEN) excesivo y garantizar la función adecuada del hígado</li> </ul>
<p>b-) El <b>estrés oxidativo</b> se produce cuando existe una alta producción de especies reactivas de oxígeno (ROS) y un acceso reducido a los componentes antioxidantes a través de la dieta, lo que contribuye a un equilibrio saludable. El estrés oxidativo provoca inflamación, y también daños y muerte de la pared celular, afectando particularmente los tejidos con alta actividad metabólica como la glándula mamaria. Estas condiciones son perjudiciales para la salud, impiden la defensa adecuada contra las infecciones en la ubre, y disminuyen la capacidad de producir leche (Sun <i>et al.</i>, 2021). Las dietas bajas en forrajes frescos suministran una baja cantidad de antioxidantes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar el contenido de antioxidantes de la dieta con su consultor de nutrición o veterinario</li> <li>• Poner especial atención a las vacas en transición: el estrés oxidativo más intenso normalmente ocurre alrededor del parto; cuando se reduce el consumo de alimento, una gran cantidad de antioxidantes es excretada a través del calostro y se observa un aumento del estrés debido a los procesos metabólico e inflamatorio que ocurren naturalmente durante el parto e inicio de la lactancia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si es posible, suministrar forrajes frescos ya que el contenido de antioxidantes es mucho más alto que en los forrajes preservados</li> <li>• Discutir con su consultor de nutrición el nivel de suplementación con antioxidantes requerido para las vacas en transición (semanas -3 a 3, respecto al parto) y el resto del hato</li> </ul>
<p>c-) La <b>vitamina E</b> es la más importante vitamina liposoluble y antioxidante que protege a las membranas lipídicas contra los daños causados por las especies reactivas de oxígeno (ROS) circulantes. La mayor suplementación centrándose en dosis más altas de vitamina E durante la transición puede reducir la incidencia de mastitis clínica durante la lactancia, entre otros beneficios (Weiss <i>et al.</i>, 1997).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuando es posible separar la alimentación de las vacas recién secadas (<i>far-off</i>) y cercanas a la parición (<i>close-up</i>), se recomienda una dosis más alta de vitamina E para las vacas cercanas a la parición según (Weiss <i>et al.</i>, 1997): suplementar 1000 UI/día en los primeros 46 días del período seco y 4000 UI/día en los últimos 14 días antes del parto, seguido de 2000 UI/día durante la lactancia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discutir con su nutricionista sobre cómo suplementar los niveles requeridos de vitamina E a través de la formulación del alimento o mezclas minerales adicionales durante la transición</li> <li>• Considerar el acceso de las vacas a forrajes frescos ya que las concentraciones de vitamina E son mucho más altas que en los forrajes preservados</li> </ul>
<p>d-) El <b>selenio (Se)</b> es un antioxidante muy importante y desempeña un papel relevante en la inflamación e inmunidad. La dosis adecuada de Se puede mejorar la supervivencia de las células mamarias (Grasso <i>et al.</i>, 1990), minimizar la ocurrencia, duración y gravedad de la mastitis, así como reducir el recuento de células somáticas (Weiss <i>et al.</i>, 1990). Sin embargo, este mineral puede ser tóxico si es suministrado en exceso.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se recomiendan cantidades de 0,2 mg Se/kg de materia seca del alimento (MS). El selenio es tóxico en grandes cantidades. En la Unión Europea, el contenido máximo es 0,5 mg Se/kg de alimento completo, mientras que en los EE. UU. la suplementación total de Se no debe exceder 0,3 ppm en la dieta total.</li> <li>• Se recomienda el uso de fuentes orgánicas de selenio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discutir con su nutricionista para asegurar una óptima suplementación de selenio</li> </ul>
<p>e-) El <b>zinc (Zn)</b> se requiere para la óptima integridad de la piel y formación de la queratina que recubre el conducto del pezón, la primera barrera de protección contra las infecciones de la ubre. El zinc también ha demostrado reducir el recuento de células somáticas (RCS) (Kincaid <i>et al.</i>, 1984).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discutir con su consultor de nutrición la suficiencia de estos microminerales en la dieta</li> <li>• Utilizar fuentes orgánicas cuando sea posible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equilibrar la dieta adecuadamente</li> </ul>

## ENFERMEDADES

PROBLEMA	CHECKLIST	ACCIÓN CORRECTIVA
<p>a-) Los <b>patógenos bacterianos</b> se dividen entre aquellos que sobreviven dentro de las glándulas mamarias infectadas (patógenos contagiosos) y aquellos que sobreviven en el ambiente de la vaca (patógenos <b>ambientales</b>).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Staphylococcus aureus</b> es un patógeno contagioso de la mastitis que se adhiere a la piel del pezón y coloniza su conducto. El tratamiento con antibióticos normalmente tiene una eficacia limitada. La infección intramamaria (IIM) causada por <i>S. aureus</i> puede volverse crónica y frecuentemente se considera intratable.</li> <li>• <b>Streptococcus uberis</b> con frecuencia está presente en el ambiente, pero también ha sido asociado con una propagación contagiosa. Las infecciones por <i>S. uberis</i> pueden ser muy agudas, pero este patógeno Gram positivo tiende a ser bastante susceptible al tratamiento con antibióticos intramamarios.</li> <li>• <b>Escherichia coli</b> es la causa ambiental más común de mastitis, está presente en el material fecal y sobrevive en el suelo. Las IIM causadas por <i>E. coli</i> son frecuentemente agudas y causan dolor en los cuartos. Esta bacteria produce toxinas muy fuertes que rápidamente conducen a síntomas sistémicos graves y pueden ser fatales si no se realiza la terapia a tiempo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consultar su veterinario o consultor de salud mamaria de confianza para desarrollar un árbol de decisión para orientar los tratamientos en función de la presentación de la enfermedad y patógenos presentes</li> <li>• Monitorear el recuento de células somáticas (RCS) (a nivel de vacas o tanque) como un indicador de la salud de la ubre</li> <li>• Usar la prueba de mastitis California (PMC) para identificar los cuartos con alto RCS</li> <li>• Utilizar cultivos de leche o análisis por PCR para identificar los patógenos causantes de mastitis y determinar las opciones más adecuadas de tratamiento con su veterinario</li> <li>• Seguir las recomendaciones de manejo listadas en la sección "Infecciones de la glándula mamaria y alto recuento de células somáticas (RCS)" relativas a la higiene, prácticas de ordeño y materiales de cama.</li> <li>• Discutir con su veterinario o consultor de salud mamaria de confianza las opciones de implementación de vacunación contra mastitis como parte del programa general de salud del hato.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reforzar la buena desinfección de los pezones después del ordeño para evitar la propagación de patógenos contagiosos como <i>S. aureus</i>.</li> <li>• Reforzar la buena desinfección de los pezones antes del ordeño para ayudar a limitar los casos de mastitis</li> <li>• Realizar un buen manejo de las vacas secas, considerando el uso de antibióticos intramamarios y selladores internos de pezones, así como proporcionando instalaciones limpias y secas después del secado</li> <li>• Hacer un uso adecuado del tratamiento con antibióticos según la orientación de su veterinario</li> </ul>
<p>b-) La <b>hipocalcemia</b> es una condición que se caracteriza por bajas concentraciones de calcio en la sangre, y normalmente ocurre durante el parto. El calcio desempeña un papel importante en la inmunidad y cuando sus concentraciones son bajas la capacidad inmunológica general se ve comprometida, lo que tiene un impacto directo en las infecciones de la glándula mamaria. El calcio también es muy importante para la contracción muscular y, por lo tanto, las vacas con hipocalcemia subclínica tienen un funcionamiento inadecuado del esfínter del pezón (Barragan <i>et al.</i>, 2018). Esto aumenta la probabilidad de entrada de patógenos que causan infecciones en la ubre.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcular con su consultor de nutrición y veterinario la suficiencia de Ca y la diferencia catión-anión de la dieta (DCAD) de vacas secas y en transición</li> <li>• Analizar las materias primas, especialmente los forrajes, para determinar las concentraciones de minerales y cómo esto puede afectar la DCAD</li> <li>• Con el apoyo de su veterinario, realizar análisis de sangre para evaluar la hipocalcemia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar, con la asesoría de su consultor de nutrición, una formulación que considere el balance catión-aniónico de la dieta para vacas secas, incluido el uso de sales aniónicas</li> <li>• Suplementar vitamina D en una forma fácilmente disponible para asegurar una absorción adecuada de Ca</li> </ul>



La prueba de mastitis de California es una herramienta para ayudar al diagnóstico de mastitis del lado de la vaca.

## MICOTOXINAS

PROBLEMA	CHECKLIST	ACCIÓN CORRECTIVA
<p>a-) La <b>contaminación por múltiples micotoxinas</b> es común y se observan efectos sinérgicos entre las combinaciones de micotoxinas. Los efectos negativos de las micotoxinas sobre los animales a nivel sistémico resultan en una menor capacidad de combatir los patógenos. En un estudio de campo de larga duración, se observó un RCS más alto en la leche de las vacas expuestas a diferentes combinaciones de las micotoxinas DON, FUM, ZEN, Afla y toxina T-2 (Křížová <i>et al.</i>, 2016). El mayor RCS puede ocurrir debido a la excitación del sistema inmunológico luego de la exposición a las micotoxinas, lo que ha sido demostrado en varios casos científicos (Kiyothong <i>et al.</i>, 2012; Zouagui <i>et al.</i>, 2017).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Muestrear el alimento regularmente y enviar para análisis por HPLC o LC-MS/MS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prevenir el crecimiento de mohos a través de buenas prácticas de manejo del ensilaje y uso de inoculantes</li> <li>Adquirir materias primas libres de mohos y micotoxinas</li> <li>Integrar una solución efectiva contra una amplia variedad de micotoxinas</li> </ul>
<p>b-) El <b>deoxivalenol (DON)</b> ha sido probado <i>in vitro</i> para evaluar sus efectos sobre las células epiteliales mamarias y ha demostrado ejercer efectos tóxicos al causar estrés oxidativo, inflamación y muerte celular (Wang <i>et al.</i>, 2019). Aunque no se sabe la tasa a la que las micotoxinas alcanzan el epitelio mamario, estos efectos dañinos son muy importantes dado que el tejido está naturalmente bajo estrés debido a la alta actividad metabólica para lograr un alto rendimiento lechero. La oxidación e inflamación a nivel de células epiteliales mamarias puede debilitar la capacidad inmunológica, aumentar el recuento de células somáticas (RCS) y elevar las tasas de infección intramamaria.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Muestrear el alimento regularmente y enviar para análisis por HPLC o LC-MS/MS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prevenir el crecimiento de mohos a través de buenas prácticas de manejo del ensilaje y uso de inoculantes</li> <li>Adquirir materias primas libres de mohos y micotoxinas</li> <li>Integrar una solución efectiva contra una amplia variedad de micotoxinas</li> </ul>
<p>c-) El impacto de la <b>zearalenona (ZEN)</b> en las células epiteliales mamarias ha sido probado <i>in vitro</i>, donde la ZEN ha demostrado reducir la viabilidad celular, inducir el estrés oxidativo y causar muerte celular (Fu <i>et al.</i>, 2019). Aunque no se sabe la tasa a la que las micotoxinas alcanzan el epitelio mamario, estos efectos dañinos son muy importantes dado que el tejido está naturalmente bajo estrés debido a la alta actividad metabólica para lograr un alto rendimiento lechero. La oxidación e inflamación a nivel de células epiteliales mamarias puede debilitar la capacidad inmunológica, aumentar el RCS y elevar las tasas de infección intramamaria.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Muestrear el alimento regularmente y enviar para análisis por HPLC o LC-MS/MS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prevenir el crecimiento de mohos a través de buenas prácticas de manejo del ensilaje y uso de inoculantes</li> <li>Adquirir materias primas libres de mohos y micotoxinas</li> <li>Integrar una solución efectiva contra una amplia variedad de micotoxinas</li> </ul>



Enrojecimiento observable en los cuartos infectados debido a un caso clínico de mastitis.



## Menor desempeño de crecimiento

La eficiencia alimenticia y el desempeño de crecimiento son dos parámetros usados en muchas especies para determinar la rentabilidad. Tanto en becerras como en novillas de reposición, toros o ganado de engorde, el desempeño de crecimiento depende de una nutrición, manejo y salud adecuados. En la producción lechera, el tiempo desde el nacimiento de una becerro hasta el primer parto es bastante largo y costoso. La crianza de novillas lecheras requiere una gran cantidad de recursos como mano de obra, alimento, instalaciones especiales, entre otros. Eso puede representar hasta el 25% del costo total de producción lechera. El principal objetivo después de este período es producir novillas sanas que alcancen su primer parto a los 22-24 meses de edad para lograr una buena rentabilidad sin poner en riesgo la salud y la vida productiva del animal. Las recomendaciones de peso para los animales en la reproducción, parto y postparto son el 55%, 94% y 85% del peso corporal maduro, respectivamente (van Amburgh y Meyer, 2005). Es igualmente importante que las vacas de carne empiecen a parir lo suficientemente pronto. Debe evitarse cualquier retraso de crecimiento y desarrollo para garantizar la rentabilidad de la explotación.



# ¿Cómo identificar el menor desempeño de crecimiento en la explotación?

Se recomienda monitorear regularmente el peso y altura de las novillas para compararlos con las medias de la raza por grupo específico de edad. Aunque la mayoría de los veterinarios, consultores de nutrición y productores lecheros puedan reconocer y diferenciar los animales sobrecondicionados y subcondicionados de los normales, un juicio subjetivo puede fácilmente conducir a errores. Pesar los animales en una báscula sería lo ideal, pero en el caso de que no haya una disponible, las cintas de pesaje también son muy funcionales y precisas (para medir animales con más de 150 kg) (Heinrichs y Jones, 2016).

## MANEJO

PROBLEMA	CHECKLIST	ACCIÓN CORRECTIVA
a-) El <b>estro en novillas</b> causa pérdidas de energía debido a los mayores niveles de actividad física.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comportamiento de celo (monta o se deja montar)</li> <li>Bajo consumo de alimento y ganancia de peso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consultar su veterinario sobre el uso de supresores del estro (p. ej., MGA)</li> <li>Separar los animales en grupos</li> </ul>
b-) <b>Mala salud intestinal (intestino permeable):</b> El intestino está formado por vellosidades compuestas por células epiteliales. Este tejido es muy sensible a la inflamación y daños causados por bacterias, micotoxinas o endotoxinas. Estos daños permiten el paso de compuestos tóxicos del intestino al torrente sanguíneo, aumentando los eventos de infección e inflamación. Garantizar la salud intestinal es muy importante para que se tenga una buena función de barrera y una absorción adecuada de nutrientes. Otros factores como la acidosis ruminal y estrés (mover a los animales, estrés por calor, estrés por frío, etc.) pueden contribuir de manera importante.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluar la salud a través de la observación de las heces (diarrea)</li> <li>Controlar la ganancia de peso periódicamente</li> <li>Controlar el consumo y rechazo del alimento</li> <li>Evaluar los signos de morbilidad o malestar general</li> <li>Evaluar si hay una mayor incidencia de enfermedades</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Considerar el uso de probióticos y prebióticos para garantizar una población estabilizada de microorganismos saludables</li> <li>Considerar el uso de fitogénicos para evitar la inflamación y promover la salud epitelial</li> <li>Evitar las condiciones de Acidosis ruminal subaguda (SARA) (véase la sección "SARA")</li> <li>Evitar las condiciones de estrés ambiental y estrés por calor</li> </ul>
c-) <b>Función inmunológica deficiente e inflamación:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reacciones inflamatorias excesivas que resultan en una gran inversión de energía a expensas del desempeño productivo</li> <li>Respuesta inmune deficiente: debido a los diferentes trastornos y deficiencias inmunológicas, la producción y eficacia de los anticuerpos pueden reducirse, volviéndose así los animales vulnerables a las infecciones.</li> <li>Algunos factores influyentes pueden ser: estado antioxidante, hígado graso, disponibilidad de energía en la dieta, micotoxinas y endotoxinas, entre otros.</li> </ul>	<p>Verificar los signos de un proceso inflamatorio, como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Pérdida de condición corporal</li> <li>Menor consumo de alimento</li> <li>Morbilidad</li> <li>Mayor incidencia de enfermedades</li> <li>Véase la sección "Inflamación e inmunosupresión"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Discutir con su consultor de nutrición la suficiencia de antioxidantes en la dieta, y el uso de mejoradores de la inmunidad y salud del hígado tales como derivados de la pared celular de levadura y otros productos naturales. Véase la sección "Inflamación e inmunosupresión"</li> <li>Evitar las condiciones de SARA para minimizar la exposición a las endotoxinas y usar un adsorbente (véase la sección "SARA")</li> <li>Integrar una solución eficaz y de amplio espectro para controlar las micotoxinas</li> </ul>
d-) El <b>estrés por calor</b> ocurre en condiciones de altas temperaturas, falta de ventilación, y alta humedad relativa. Eso conduce a una reducción del consumo de alimento y menor bienestar, resultando en pérdidas de salud y desempeño.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Monitorear constantemente el índice de temperatura y humedad (ITH)</li> <li>Observar el confort de las vacas (p. ej., boca abierta, respiración pesada, jadeo y/o salivación)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Si el ITH es superior a 68, adoptar medidas para regular la temperatura y el confort de las vacas poniéndolas a la sombra y usando aspersores y ventiladores</li> </ul>

## NUTRICIÓN

PROBLEMA	CHECKLIST	ACCIÓN CORRECTIVA
<p>a-) <b>Deficiencia de energía</b> debida a un bajo consumo o energía insuficiente en la dieta, en relación con los requerimientos de energía en las diferentes fases de producción.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar la ganancia de peso periódicamente</li> <li>• Controlar el consumo y rechazo del alimento</li> <li>• Evaluar los signos de morbilidad o malestar general (la inflamación demanda grandes cantidades de energía y reduce el consumo de alimento)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar los ingredientes del alimento</li> <li>• Equilibrar las dietas para atender los requerimientos de crecimiento</li> <li>• Ajustar la dieta durante la estación para contabilizar los cambios en la composición y disponibilidad de ingredientes</li> <li>• Asegurar el máximo consumo de alimento</li> </ul>
<p>b-) La <b>deficiencia de proteína</b> en la dieta limita la disponibilidad de aminoácidos para atender los requerimientos para producción de proteína microbiana y también para absorción por los animales para el crecimiento de los tejidos. No sólo la cantidad de proteína es importante, sino también:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Balance proteína degradable en el rumen (PDR): proteína no degradable en el rumen (PNDR)</li> <li>• Energía disponible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar la ganancia de peso periódicamente</li> <li>• Controlar el consumo y rechazo del alimento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar los ingredientes del alimento</li> <li>• Evaluar con su consultor de nutrición una relación proteína:energía adecuada</li> <li>• Ajustar la dieta durante la estación para contabilizar los cambios en la composición y disponibilidad de ingredientes</li> <li>• Asegurar el máximo consumo de alimento</li> </ul>
<p>c-) La deficiencia de <b>minerales y vitaminas</b> puede reducir el desarrollo incluso si sólo falta uno de los minerales o vitaminas. El balance adecuado de las dietas es necesario para atender los requerimientos de cada período específico del desarrollo para que los animales sean sanos, fértiles y resistentes a enfermedades.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar la ganancia de peso periódicamente</li> <li>• Controlar el consumo y rechazo del alimento</li> <li>• Evaluar los signos de morbilidad o malestar general</li> <li>• Observar las condiciones del pelaje</li> <li>• Observar las condiciones de salud de la pezuña</li> </ul>	<p>Discutir con su consultor de nutrición:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprender el requerimiento nutricional de los animales según la fase de producción</li> <li>• Analizar los ingredientes del alimento</li> <li>• Equilibrar las dietas para atender los requerimientos de crecimiento</li> <li>• Ajustar la fuente y calidad de las vitaminas y minerales para garantizar que los nutrientes estén disponibles para absorción</li> <li>• Asegurar el máximo consumo de alimento</li> </ul>
<p>d-) Los <b>antagonismos entre nutrientes</b> limitan la disponibilidad y absorción de los nutrientes requeridos. Por ejemplo, en rumiantes se sabe que la absorción de Cu es inhibida por el Mo, S y Fe, y también que altos niveles de Ca pueden inhibir la absorción de Zn. Además, ciertos metales pesados y otros compuestos provenientes del alimento o del agua pueden unirse a ciertos minerales como Cu, Zn y Mn (López-Alonso, 2012).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mismos puntos mencionados anteriormente: Desequilibrio entre minerales y vitaminas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar el alimento y el agua para detección de metales pesados y otros antagonistas</li> <li>• Ajustar la fuente y calidad de las vitaminas y minerales para garantizar que los nutrientes estén disponibles para absorción</li> </ul>

## ENFERMEDADES

PROBLEMA	CHECKLIST	ACCIÓN CORRECTIVA
a-) Las <b>enfermedades respiratorias</b> pueden ser causadas por una variedad de patógenos virales, bacterianos y parasitarios, como el Complejo de Enfermedades Respiratorias (CER), Virus Respiratorio Sincitial Bovino (VRSB), virus Parainfluenza del tipo 3 (PI3), Micoplasma y Neumonía Intersticial Aguda (NIA). Estos patógenos afectan el tracto respiratorio y pueden causar fiebre, depresión y pérdida de apetito. El estrés comportamental es un importante contribuyente a las enfermedades respiratorias.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar las fuentes de estrés como el destete, cambios en la dieta, transporte, condiciones ambientales/climáticas, y posibles maneras de mitigar sus efectos</li> <li>• Evaluar los signos clínicos: fiebre, depresión, menor apetito, apatía, tos, secreción nasal y en los ojos, salivación, respiración pesada, entre otros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consultar su veterinario sobre el tratamiento adecuado y programas de vacunación</li> <li>• Reducir el estrés (manipulación, transporte, clima)</li> <li>• Mejorar las condiciones del corral (higiene, ventilación, densidad, entre otros)</li> <li>• Asegurar una óptima función inmunológica (véase la sección “Inflamación e inmunosupresión”)</li> </ul>
b-) La enfermedad <b>clostridial</b> es causada por bacterias de la familia <i>Clostridium</i> spp., que producen potentes toxinas que afectan la salud del animal causando principalmente problemas intestinales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar la salud a través de la observación de las heces (diarrea) y verificar la ocurrencia de rumen distendido</li> <li>• Controlar el consumo y rechazo del alimento</li> <li>• Comúnmente puede provocar muerte súbita</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consultar su veterinario sobre el programa de vacunación correcto (la mejor manera de evitar las enfermedades clostridiales)</li> <li>• Las posibilidades de tratamiento normalmente no tienen éxito</li> <li>• Asegurar una óptima función inmunológica (véase la sección “Inflamación e inmunosupresión”)</li> </ul>
c-) La <b>cojera</b> ha sido relacionada con pérdidas de desempeño y menor consumo de alimento. Un animal con cojera pasa menos tiempo alimentándose y gasta más energía para combatir los procesos inflamatorios que un animal sano.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Véase la sección “Cojera”</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Véase la sección “Cojera”</li> </ul>
d-) La <b>coccidiosis</b> es una enfermedad causada por protozoos que normalmente afecta al ganado joven (1-12 meses de edad) causando daños a las células intestinales y reduciendo la eficiencia alimenticia incluso en los casos subclínicos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar la presencia de heces sanguinolentas y/o sueltas</li> <li>• Verificar los signos de deshidratación como ojos hundidos, y tomando un pliegue de piel y observando el tiempo que lleva para volver al estado anterior (método muy conocido)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consultar su veterinario sobre el mejor tratamiento y medidas preventivas</li> <li>• Limpieza exhaustiva de los sistemas de bebederos, abrevaderos y comederos</li> <li>• Asegurar condiciones higiénicas y un ambiente ventilado</li> <li>• Evitar las altas densidades de animales</li> </ul>
e-) El <b>absceso hepático</b> es una condición no totalmente comprendida, sin embargo, es un importante problema que afecta la producción de carne de vacuno durante el período de mayor consumo de granos. Las condiciones metabólicas estresantes causadas por la alimentación rica en granos abren el camino para la proliferación de patógenos, más comúnmente <i>Fusobacterium necrophorum</i> y <i>Actinomyces pyogenes</i> (Reinhardt y Hubbert, 2015).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Signos clínicos limitados</li> <li>• Controlar la ganancia de peso periódicamente</li> <li>• Controlar el consumo y rechazo del alimento</li> <li>• Menor valor de la canal</li> <li>• Mayor incidencia de otras infecciones</li> <li>• Muerte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consultar su veterinario sobre las mejores posibilidades de tratamiento</li> <li>• Equilibrar la dieta para aumentar la porción de forraje</li> <li>• Para la prevención, suplementar con aditivos que promuevan la inmunidad y la salud del hígado</li> <li>• Véase la sección “Inflamación e inmunosupresión”</li> </ul>
f-) La <b>micosis/aspergilosis</b> es causada por varias especies de <i>Aspergillus</i> spp. y se expresa principalmente como una enfermedad respiratoria, similar a la tuberculosis (Taboada, 2018).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar las condiciones del silaje o heno. El alimento mohoso tiene más probabilidad de contaminarse con <i>Aspergillus</i> spp.</li> <li>• Puede ser asintomática y algunos signos posibles son: <ul style="list-style-type: none"> <li>» fiebre</li> <li>» respiración pesada, ruidosa y/o rápida</li> <li>» secreción nasal</li> <li>» tos húmeda</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sin tratamiento disponible</li> <li>• Ofrecer buenas prácticas de almacenamiento del alimento</li> <li>• Seguir las buenas prácticas de ensilaje para evitar el desarrollo de <i>Aspergillus</i> spp. en el silaje</li> <li>• Evitar materiales excesivamente mohosos</li> </ul>

## MICOTOXINAS

PROBLEMA	CHECKLIST	ACCIÓN CORRECTIVA
<p>a-) <b>Tricotecenos (DON, NIV, T2, H-T2)</b> afectan la salud y productividad de muchas maneras distintas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Supresión del apetito a través de la liberación de CCK, la hormona de la saciedad</li> <li>• Alteración del ambiente ruminal, resultando en menor digestibilidad, producción de gas y producción de proteína microbiana</li> <li>• Menor integridad intestinal, reduciendo la absorción de nutrientes y la función de barrera intestinal, y permitiendo así el paso de patógenos y micotoxinas al torrente sanguíneo</li> <li>• Efectos de inmunomodulación que pueden resultar en respuestas inflamatorias que son muy costosas energéticamente; o una menor proliferación de células inmunológicas, dejando desprotegidos a los animales frente a los patógenos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestrear el alimento regularmente y enviar para análisis por HPLC o LC-MS/MS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prevenir el crecimiento de mohos a través de buenas prácticas de manejo del ensilaje y uso de inoculantes</li> <li>• Adquirir materias primas libres de mohos y micotoxinas</li> <li>• Integrar una solución efectiva contra una amplia variedad de micotoxinas</li> </ul>
<p>b-) Las <b>aflatoxinas (Afla)</b> son altamente tóxicas. La exposición a esta micotoxina, incluso en bajas concentraciones, puede causar daños a los animales debido a sus efectos carcinogénicos, mutagénicos, inmunosupresores, entre otros.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor consumo de alimento y retraso en el crecimiento</li> <li>• Varios síntomas graves</li> <li>• Muestrear el alimento regularmente y enviar para análisis por HPLC o LC-MS/MS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prevenir el crecimiento de mohos a través de buenas prácticas de manejo del ensilaje y uso de inoculantes</li> <li>• Adquirir materias primas libres de mohos y micotoxinas</li> <li>• Integrar una solución efectiva contra una amplia variedad de micotoxinas</li> </ul>
<p>c-) Las <b>fumonisinias (FUM)</b> pueden tener un impacto negativo en los siguientes casos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ambiente ruminal al afectar la composición bacteriana</li> <li>• Las FUM pueden provocar la descomposición de las bacterias Gram negativas, aumentando las concentraciones de LPS proinflamatorios en el rumen (Hartinger <i>et al.</i>, 2021)</li> <li>• Alteran la formación de esfingolípidos, que son importantes componentes de la membrana celular, y pueden afectar la integridad del epitelio intestinal y su función de barrera (Reisinger <i>et al.</i>, 2019).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestrear el alimento regularmente y enviar para análisis por HPLC o LC-MS/MS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prevenir el crecimiento de mohos a través de buenas prácticas de manejo del ensilaje y uso de inoculantes</li> <li>• Adquirir materias primas libres de mohos y micotoxinas</li> <li>• Integrar una solución efectiva contra una amplia variedad de micotoxinas</li> </ul>
<p>d-) La <b>zearalenona (ZEN)</b> es conocida principalmente por sus efectos estrogénicos, pero también tiene efectos antimicrobianos, oxidativos e inflamatorios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Puede causar daños y alteraciones en el ambiente ruminal al alterar la producción de ácidos grasos volátiles y reducir especialmente la producción de acetato (indicio de una reducción de la digestibilidad de fibras)</li> <li>• Incluso en dosis bajas la ZEN puede inducir aumentos significativos en la temperatura corporal al activar el sistema inmunológico, lo que representa un proceso energéticamente costoso para el animal (Hartinger <i>et al.</i>, 2022)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar la ocurrencia de vulva anormal o inflamación de los genitales</li> <li>• Verificar los signos de función ruminal alterada como diarrea</li> <li>• Controlar la ganancia de peso periódicamente</li> <li>• Controlar el consumo y rechazo del alimento</li> <li>• Muestrear el alimento regularmente y enviar para análisis por HPLC o LC-MS/MS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prevenir el crecimiento de mohos a través de buenas prácticas de manejo del ensilaje y uso de inoculantes</li> <li>• Adquirir materias primas libres de mohos y micotoxinas</li> <li>• Integrar una solución efectiva contra una amplia variedad de micotoxinas</li> </ul>

PROBLEMA	CHECKLIST	ACCIÓN CORRECTIVA
<p>e-) Los <b>alcaloides del ergot</b> pueden afectar el desempeño del crecimiento de diferentes maneras:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Alteración del ambiente ruminal, menor digestibilidad y reducción de la producción de ácidos grasos volátiles (AGV) (Sarich <i>et al.</i>, 2021)</li> <li>Incapacidad de soportar el calor: los animales expuestos al ergot presentan problemas nerviosos que limitan su capacidad de soportar el estrés por calor, lo que reduce el consumo de alimento y desempeño.</li> <li>La cojera puede resultar de una vasoconstricción inducida por los ergots, limitando el bienestar y el desempeño de los animales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar los signos visuales de contaminación por ergot: <ul style="list-style-type: none"> <li>» Diarrea</li> <li>» Vasoconstricción (orejas, colas y pies) observable por la presencia de algún grado de necrosis</li> <li>» Cojera</li> <li>» Pelaje áspero</li> <li>» Reacciones nerviosas extrañas como excitabilidad, temblores e incapacidad de soportar el calor</li> </ul> </li> <li>Muestrear el alimento regularmente y enviar para análisis por HPLC o LC-MS/MS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprender y estar consciente de las variaciones estacionales de los forrajes y otros alimentos</li> <li>Prevenir el crecimiento de mohos a través de buenas prácticas de manejo del ensilaje y uso de inoculantes</li> <li>Adquirir materias primas libres de mohos y micotoxinas</li> <li>Integrar una solución efectiva contra una amplia variedad de micotoxinas</li> </ul>
<p>f-) Las <b>micotoxinas emergentes</b> tienen efectos antimicrobianos que afectan negativamente el ambiente ruminal y reducen la digestibilidad y la producción de ácidos grasos volátiles (AGV):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>El <b>ácido fusárico</b> puede inhibir la proliferación de <i>Ruminococcus albus</i>, importante bacteria que degrada fibras (May <i>et al.</i>, 2000)</li> <li>Las toxinas de <i>Aspergillus fumigatus</i> (entre ellas la gliotoxina) pueden alterar el ambiente ruminal y reducir la degradación del alimento y producción de gas (Morgavi <i>et al.</i>, 2004)</li> <li>La <b>patulina</b> ha demostrado reducir la producción de AGV y la eficiencia de producción de proteína microbiana en simulaciones <i>in vitro</i>. En otros casos también se observó una reducción de la digestibilidad de fibras (Escoula, 1992; Tapia <i>et al.</i>, 2005)</li> <li>Se ha comprobado que las micotoxinas producidas por <i>Penicillium</i> spp. (<b>ácido micofenólico</b> y <b>roquefortina C</b>) reducen la producción de AGV y alteran el rumen debido a su actividad antimicrobiana (Gallo, Giuberti, Bertuzzi <i>et al.</i>, 2015)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Muestrear el alimento regularmente y enviar para análisis por HPLC o LC-MS/MS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prevenir el crecimiento de mohos a través de buenas prácticas de manejo del ensilaje y uso de inoculantes</li> <li>Adquirir materias primas libres de mohos y micotoxinas</li> <li>Integrar una solución efectiva contra una amplia variedad de micotoxinas</li> </ul>



# Bibliografía

- Abdela, N. (2016).** Sub-acute ruminal acidosis (SARA) and its consequence in dairy cattle : A review of past and recent research at global prospective. *Achievements in the Life Sciences*, 10(2), 187–196.
- Allen, M. S., & Bradford, B. J. (2019).** Optimizing Transition Cow Diets. In *Optimizing Transition Cow Diets* (Dairex Net). Université d'État du Michigan.
- Amin, Y. A., Mohamed, R. H., Zakaria, A. M., Wehrend, A., & Hussein, H. A. (2019).** Effects of aflatoxins on some reproductive hormones and composition of buffalo's milk. *Comparative Clinical Pathology*, 28(4), 1191–1196.
- Arias, L. A. Q., Fernández, M. V., González, J. J. B., López, M. B., Herradón, P. J. G., & Martínez, A. I. P. (2018).** Subclinical Endometritis in Dairy Cattle. In *New Insights into Theriogenology*. IntechOpen.
- Barragan, A., da Costa, L., Bas, S., della Libera, A., Hovingh, E., Rassler, S., Hostach, M. A., & da Costa, F. (2018).** Association of subclinical hypocalcemia and teat canal diameter after milking in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 101(2).
- Baumgard, L., Horst, E., & Kvidera, S. (2020).** *Inflammation and Immune System*.
- Becker, C. A., Collier, R. J., & Stone, A. E. (2020).** Invited review : Physiological and behavioral effects of heat stress in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 103(8), 6751–6770.
- Bellows, D. S., Ott, S. L., & Bellows, R. A. (2002).** Cost of reproductive diseases and conditions in cattle. *The Professional Animal Scientist*, 18(1), 26–32.
- Bhandari, S. K., Ominski, K. H., Wittenberg, K. M., & Plaizier, J. C. (2007).** Effects of chop length of alfalfa and corn silage on milk production and rumen fermentation of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 90(5), 2355–2366.
- Bobe, G., Young, J. W., & Beitz, D. C. (2004).** Invited review : pathology, etiology, prevention, and treatment of fatty liver in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 87(10), 3105–3124.
- Bolsen, K. K., & Pollard, G. v. (2004).** Feed bunk management to maximize feed intake. *Advances in Dairy Technology: Proceedings of the... Western Canadian Dairy Seminar*.
- Bradford, B. J., Yuan, K., Farney, J. K., Mamedova, L. K., & Carpenter, A. J. (2015).** Invited review: Inflammation during the transition to lactation: New adventures with an old flame. *Journal of Dairy Science*, 98(10), 6631–6650.
- Buckmaster, D. R. (2005).** TMR delivery and variability on the farm. Dairy Cattle Nutrition Workshop. *The Pennsylvania State University, USA*.
- Cabrera, V. E. (2014).** Economics of fertility in high-yielding dairy cows on confined TMR systems. *Animal*, 8(s1), 211–221.
- Carrillo-Casas, E. M., & Miranda-Morales, R. E. (2012).** Bovine mastitis pathogens: prevalence and effects on somatic cell count. In *Milk Production-An Up-to-Date Overview of Animal Nutrition, Management and Health*. IntechOpen.
- Diaz, D. E., Hopkins, B. A., Leonard, L. M., Hagler Jr, W. M., & Whitlow, L. W. (2000).** Effect of fumonisin on lactating dairy cattle. *J. Dairy Sci*, 83(1.171).
- Dufour, S., Fréchette, A., Barkema, H. W., Mussell, A., & Scholl, D. T. (2011).** Invited review: Effect of udder health management practices on herd somatic cell count. *Journal of Dairy Science*, 94(2), 563–579.
- Duringer, J. M., Roberts, H. L., Doupovec, B., Faas, J., Estill, C. T., Jiang, D., & Schatzmayr, D. (2020).** Effects of deoxynivalenol and fumonisins fed in combination on beef cattle: health and performance indices. *World Mycotoxin Journal*, 13(4), 533–543.
- Dzidic, A., Prgomet, C., Mohr, A., Meyer, K., Bauer, J., Meyer, H. H. D., & Pfaffl, M. W. (2006).** Effects of mycophenolic acid on inosine monophosphate dehydrogenase I and II mRNA expression in white blood cells and various tissues in sheep. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, 53(4), 163–169.
- Eckel, E. F., & Ametaj, B. N. (2016).** Invited review: Role of bacterial endotoxins in the etiopathogenesis of periparturient diseases of transition dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 99(8), 5967–5990.
- Enjalbert, F., Nicot, M. C., Bayourthe, C., & Moncoulon, R. (2001).** Ketone bodies in milk and blood of dairy cows: Relationship between concentrations and utilization for detection of subclinical ketosis. *Journal of Dairy Science*, 84(3), 583–589.
- Escoula, L. (1992).** Patulin production by *Penicillium granulatum* and inhibition of ruminal flora. *Journal of Environmental Pathology, Toxicology and Oncology : Official Organ of the International Society for Environmental Toxicology and Cancer*, 11(2), 45–48.
- Fu, Y., Jin, Y., Zhao, Y., Shan, A., Fang, H., Shen, J., Zhou, C., Yu, H., Zhou, Y. F., & Wang, X. (2019).** Zearalenone induces apoptosis in bovine mammary epithelial cells by activating endoplasmic reticulum stress. *Journal of Dairy Science*, 102(11), 10543–10553.
- Gallo, A., Giuberti, G., Bertuzzi, T., Moschini, M., & Masoero, F. (2015).** Study of the effects of PR toxin, mycophenolic acid and roquefortine C on *in vitro* gas production parameters and their stability in the rumen environment. *The Journal of Agricultural Science*, 153(1), 163.
- Gallo, A., Giuberti, G., Frisvad, J. C., Bertuzzi, T., & Nielsen, K. F. (2015).** Review on mycotoxin issues in ruminants : Occurrence in forages, effects of mycotoxin ingestion on health status and animal performance and practical strategies to counteract their negative effects. *Toxins*, 7(8), 3057–3111.
- Gallo, A., Minuti, A., Bani, P., Bertuzzi, T., Cappelli, F. P., Doupovec, B., Faas, J., Schatzmayr, D., & Trevisi, E. (2020).** A mycotoxin-deactivating feed additive counteracts the adverse effects of regular levels of Fusarium mycotoxins in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 103(12), 11314–11331.
- Geishauser, T., Leslie, K., Kelton, D., & Duffield, T. (1998).** Evaluation of five cow-side tests for use with milk to detect subclinical ketosis in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 81(2), 438–443.
- Girard, C. L. (1998).** B-complex vitamins for dairy cows: A new approach. *Canadian Journal of Animal Science*, 78, 71–90.
- Gooder, R. (2014).** *A Review of Mastitis Control Practices*.
- Grandl, F., Furger, M., Kreuzer, M., & Zehetmeier, M. (2019).** Impact of longevity on greenhouse gas emissions and profitability of individual dairy cows analysed with different system boundaries. *Animal*, 13(1), 198–208.
- Grasso, P. J., Scholz, R. W., Erskine, R. J., & Eberhart, R. J. (1990).** Phagocytosis, bactericidal activity, and oxidative metabolism of milk neutrophils from dairy cows fed selenium-supplemented and selenium-deficient diets. *American Journal of Veterinary Research*, 51(2), 269–274.
- Grummer, R. R., Bertics, S. J., Lacount, D. W., Snow, J. A., Dentine, M. R., & Stauffacher, R. H. (1990).** Estrogen induction of fatty liver in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 73(6), 1537–1543.
- Guerrero-Netro, H. M., Chorfi, Y., & Price, C. A. (2015).** Effects of the mycotoxin deoxynivalenol on steroidogenesis and apoptosis in granulosa cells. *Reproduction*, 149(6), 555–561.
- Haass, C. L., & Eness, P. G. (1984).** Bovine fatty liver syndrome. *Iowa State University Veterinarian*, 46(2), 7.
- Harrison, J. H., Hancock, D. D., & Conrad, H. R. (1984).** Vitamin E and selenium for reproduction of the dairy cow. *Journal of Dairy Science*, 67(1), 123–132.

- Hartertinger, T., Grabher, L., Pacifico, C., Angelmayr, B., & Faas, J. (2022).** Short-term exposure to the mycotoxins zearalenone or fumonisins affects rumen fermentation and microbiota, and health variables in cattle. *Food and Chemical Toxicology*, p.112900.
- Heinrichs, J. (2013).** The Penn state particle separator. *Penn State Extension, University Park, PA*. DSE, 186, 1–8.
- Heinrichs, J., & Jones, C. M. (2016, April 25).** *Monitoring Dairy Heifer Growth. PennState Extension.*
- Hogan, J., & Smith, K. L. (2003).** Coliform mastitis. *Veterinary Research*, 34(5), 507–519.
- Horst, E. A., Kvidera, S. K., & Baumgard, L. H. (2021).** Invited review: The influence of immune activation on transition cow health and performance—A critical evaluation of traditional dogmas. *Journal of Dairy Science*.
- Humer, E., Kröger, I., Neubauer, V., Reisinger, N., & Zebeli, Q. (2019).** Supplementation of a clay mineral-based product modulates plasma metabolomic profile and liver enzymes in cattle fed grain-rich diets. *Animal*, 13(6), 1214–1223.
- Huszenicza, G., Fekete, S., Szigeti, G., Kulcsár, M., Fébel, H., Kellems, R. O., Nagy, P., Cseh, S., Veresegyházy, T., & Huilar, I. (2000).** Ovarian consequences of low dose peroral Fusarium (T-2) toxin in a ewe and heifer model. *Theriogenology*, 53(8), 1631–1639.
- Huxley, J. N. (2013).** Impact of lameness and claw lesions in cows on health and production. *Livestock Science*, 156(1–3), 64–70.
- Ingvarsen, K. L., & Moyes, K. (2013).** Nutrition, immune function and health of dairy cattle. *Animal*, 7, 112–122.
- Ježek, J., Cincović, M. R., Nemec, M., Belić, B., Djoković, R., Klinkon, M., & Starič, J. (2017).** Beta-hydroxybutyrate in milk as screening test for subclinical ketosis in dairy cows. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 507–512.
- Jorritsma, R., Wensing, T., Kruij, T. A. M., Vos, P. L. A. M., & Noordhuizen, J. P. T. M. (2003).** Metabolic changes in early lactation and impaired reproductive performance in dairy cows. *Veterinary Research*, 34(1), 11–26.
- Katoh, N. (2002).** Relevance of apolipoproteins in the development of fatty liver and fatty liver-related peripartum diseases in dairy cows. *Journal of Veterinary Medical Science*, 64(4), 293–307.
- Kelly, K., & Amaral-Phillips, D. (2016).** Effects of heat stress on dairy cattle Reproduction. In *Cooperative Extension Service. University of Kentucky. Department of Animal and Food Sciences, Université du Kentucky.*
- Kincaid, R. L., Hodson, A. S., Riley, R. E., & Cronrath, J. D. (1984).** Supplementation of diets for lactating cows with zinc as zinc oxide and zinc methionine. *J Dairy Sci*, 67(103), 18.
- Kiyothong, K., Rowlinson, P., Wanapat, M., & Khampa, S. (2012).** Effect of mycotoxin deactivator product supplementation on dairy cows. *Animal Production Science*, 52(9), 832–841.
- Kleen, J. L., Upgang, L., & Rehage, J. (2013).** Prevalence and consequences of subacute ruminal acidosis in German dairy herds. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 55(1), 1–6.
- Klotz, J. L. (2015).** Activities and effects of ergot alkaloids on livestock physiology and production. *Toxins*, 7(8), 2801–2821.
- Křížová, L., Hanuš, O., Klimešová, M., Nedělník, J., Kučera, J., Roubal, P., Kopecký, J., & Jedelská, R. (2016).** Chemical, physical and technological properties of milk as affected by the mycotoxin load of dairy herds. *Archives Animal Breeding*, 59(2), 293–300.
- Kuhn, M. J., & Hopkins, S. M. (1983).** A clinical review of bovine ureaplasmosis. *Iowa State University Veterinarian*, 45(1), 4.
- Kwicien, J. M., & Little, P. B. (1991).** Haemophilus somnus and reproductive disease in the cow: A review. *The Canadian Veterinary Journal*, 32(10), 595.
- Langova, L., Novotna, I., Nemcova, P., Machacek, M., Havlicek, Z., Zemanova, M., & Chrast, V. (2020).** Impact of nutrients on the hoof health in cattle. *Animals*, 10(10), 1824.
- le Sciellour, M., Zemb, O., Serviento, A.-M., & Renaudeau, D. (2020).** Transient effect of single or repeated acute deoxynivalenol and zearalenone dietary challenge on fecal microbiota composition in female finishing pigs. *Animal*, 14(11), 2277–2287.
- LeBlanc, S. J. (2014).** Reproductive tract inflammatory disease in postpartum dairy cows. *Animal*, 8(s1), 54–63.
- Leroy, J., Vanholder, T., Mateusen, B., Christophe, A., Opsomer, G., de Kruij, A., Genicot, G., & van Soom, A. (2005).** Non-esterified fatty acids in follicular fluid of dairy cows and their effect on developmental capacity of bovine oocytes *in vitro*. *Reproduction*, 130(4), 485–495.
- López-Alonso, M. (2012).** Trace minerals and livestock: not too much not too little. *International Scholarly Research Notices*, 2012.
- Malbe, M., Klaassen, M., Fang, W., Myllys, V., Vikerpuur, M., Nyholm, K., Sankari, S., Suoranta, K., & Sandholm, M. (1995).** Comparisons of selenite and selenium yeast feed supplements on Se-incorporation, mastitis and leucocyte function in Se-deficient dairy cows. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, 42(1-10), 111–121.
- Martinez, N., Sinedino, L. D. P., Bisinotto, R. S., Ribeiro, E. S., Gomes, G. C., Lima, F. S., Greco, L. F., Risco, C. A., Galvão, K. N., & Taylor-Rodriguez, D. (2014).** Effect of induced subclinical hypocalcemia on physiological responses and neutrophil function in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 97(2), 874–887.
- Mathur, S., Constable, P. D., Eppley, R. M., Waggoner, A. L., Tumbleson, M. E., & Haschek, W. M. (2001).** Fumonisin B1 is hepatotoxic and nephrotoxic in milk-fed calves. *Toxicological Sciences*, 60(2), 385–396.
- May, H. D., Wu, Q., & Blake, C. K. (2000).** Effects of the Fusarium spp. mycotoxins fusaric acid and deoxynivalenol on the growth of *Ruminococcus albus* and *Methanobrevibacter ruminantium*. *Canadian Journal of Microbiology*, 46(8), 692–699.
- Morgavi, D. P., Boudra, H., Jouany, J. P., & Michalet-Doreau, the former B. (2004).** Effect and stability of gliotoxin, an *Aspergillus fumigatus* toxin, on *in vitro* rumen fermentation. *Food Additives and Contaminants*, 21(9), 871–878.
- Mori, M., Bakinahe, R., Vannoorenberghe, P., Maris, J., de Jong, E., Tignon, M., Marin, M., Desqueper, D., Fretin, D., & Behaeghel, I. (2017).** Reproductive disorders and leptospirosis : a case study in a mixed-species farm (Cattle and Swine). *Veterinary Sciences*, 4(4), 64.
- Mutsvangwa, T. (Research A. of G., & Wright, T. (Acting D. C. N. (2021).** *Sub-acute ruminal acidosis (SARA) in dairy cows.* Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. <https://www.dairyproducer.com/sub-acute-ruminal-acidosis-sara-in-dairy-cows/>
- Nocek, J. E. (1997).** Bovine acidosis : Implications on laminitis. *Journal of Dairy Science*, 80(5), 1005–1028.
- Novak, B., Vatzia, E., Springler, A., Pierron, A., Gerner, W., Reisinger, N., Hessenberger, S., Schatzmayr, G., & Mayer, E. (2018).** Bovine peripheral blood mononuclear cells are more sensitive to deoxynivalenol than those derived from poultry and swine. *Toxins*, 10(4), 152.
- NRC. (2001).** Nutrient Requirements of Dairy Cattle, Seventh Revised Addition 2001. *National Research Council.*
- Nuotio, L., Neuvonen, E., & Hyttiäinen, M. (2007).** Epidemiology and eradication of infectious bovine rhinotracheitis/infectious pustular vulvovaginitis (IBR/IPV) virus in Finland. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 49(1), 3.
- Oetzel, G. R. (2007).** Herd-level ketosis—diagnosis and risk factors. *Preconference Seminar C*, 7, 67–91.
- O'Rourke, D. (2009).** Nutrition and udder health in dairy cows : a review. *Irish Veterinary Journal*, 62(4), 1–6.

**Osorio, J. S., Batistel, F., Garrett, E. F., Elhanafy, M. M., Tariq, M. R., Socha, M. T., & Loor, J. J. (2016).** Corium molecular biomarkers reveal a beneficial effect on hoof transcriptomics in periparturient dairy cows supplemented with zinc, manganese, and copper from amino acid complexes and cobalt from cobalt glucoheptonate. *Journal of Dairy Science*, 99(12), 9974–9982.

**Oswald, I. P., Marin, D. E., Bouhet, S., Pinton, P., Taranu, I., & Accensi, F. (2005).** Immunotoxicological risk of mycotoxins for domestic animals. *Food Additives and Contaminants*, 22(4), 354–360.

**Özsoy, S., Altunatmaz, K., KAYA, H. H., KAŞIKÇI, G., Alkan, S., & BİLAL, T. (2005).** The relationship between lameness, fertility and aflatoxin in a dairy cattle herd. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 29(4), 981–986.

**Pechová, A., & Nečasová, A. (2018).** The relationship between subclinical ketosis and ruminal dysfunction in dairy cows. *Annals of Animal Science*, 18(4), 955–971.

**Rabiee, A. R., & Lean, I. J. (2013).** The effect of internal teat sealant products (Teatseal and Orbeseal) on intramammary infection, clinical mastitis, and somatic cell counts in lactating dairy cows : A meta-analysis. *Journal of Dairy Science*, 96(11), 6915–6931.

**Rauber, R. H., Dilkin, P., Mallmann, A. O., Marchioro, A., Mallmann, C. A., Borsoi, A., & Nascimento, V. P. (2012).** Individual and combined effects of Salmonella typhimurium lipopolysaccharide and fumonisin B1 in broiler chickens. *Poultry Science*, 91(11), 2785–2791.

**Reinhardt, C. D., & Hubbert, M. E. (2015).** Control of liver abscesses in feedlot cattle : a review. *The Professional Animal Scientist*, 31(2), 101–108.

**Reisinger, N., Schürer-Waldheim, S., Mayer, E., Debevere, S., Antonissen, G., Sulyok, M., & Nagl, V. (2019).** Mycotoxin Occurrence in Maize Silage—A Neglected Risk for Bovine Gut Health ? *Toxins*, 11(10), 577.

**Roberts, H. L., Bionaz, M., Jiang, D., Doupovec, B., Faas, J., Estill, C. T., Schatzmayr, D., & Durringer, J. M. (2021).** Effects of Deoxynivalenol and Fumonisin Fed in Combination to Beef Cattle : Immunotoxicity and Gene Expression. *Toxins*, 13(10), 714.

**Rodrigues, I. (2014).** A review on the effects of mycotoxins in dairy ruminants. *Animal Production Science*, 54(9), 1155–1165.

**Rodríguez, E. M., Arís, A., & Bach, A. (2017).** Associations between subclinical hypocalcemia and postparturient diseases in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 100(9), 7427–7434.

**Rodríguez-Jimenez, S., Horst, E. A., Mayorga, E. J., Kvidera, S. K., Abeyta, M. A., Goetz, B. M., Carta, S., & Baumgard, L. H. (2019).** The what, why, and physiologic cost of leaky gut syndrome. *American Association of Bovine Practitioners Proceedings of the Annual Conference*, 165–171.

**Scherpenzeel, C. G. M. (2017).** *Selective dry cow treatment in dairy cows*. Utrecht University.

**Shan, Y. (2019).** The Toxic Effects of Aflatoxin B1 : An Update. In *Aflatoxin B1 Occurrence, Detection and Toxicological Effects*. IntechOpen.

**Skibieli, A. L., Zachut, M., do Amaral, B. C., Levin, Y., & Dahl, G. E. (2018).** Liver proteomic analysis of postpartum Holstein cows exposed to heat stress or cooling conditions during the dry period. *Journal of Dairy Science*, 101(1), 705–716.

**Spears, J. W., & Weiss, W. P. (2008).** Role of antioxidants and trace elements in health and immunity of transition dairy cows. *The Veterinary Journal*, 176(1), 70–76.

**Strachan, C., & Movsesijan, T. (n.d.).** [No title]. In [Unpublished]. FfoQSI GmbH.

**Sun, X., Tang, Y., Jiang, C., Luo, S., Jia, H., Xu, Q., Zhao, C., Liang, Y., Cao, Z., & Shao, G. (2021).** Oxidative stress, NF-κB signaling, NLRP3 inflammasome, and caspase apoptotic pathways are activated in mammary gland of ketotic Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 104(1), 849–861.

**Taboada, J. (2018).** Aspergillosis. MSD Veterinary Manual. <https://www.msdsvetmanual.com/generalized-conditions/fungal-infections/aspergillosis>

**Tapia, M. O., Stern, M. D., Soraci, A. L., Meronuck, R., Olson, W., Gold, S., Koski-Hulbert, R. L., & Murphy, M. J. (2005).** Patulin-producing molds in corn silage and high moisture corn and effects of patulin on fermentation by ruminal microbes in continuous culture. *Animal Feed Science and Technology*, 119(3–4), 247–258.

**Taylor, V. J., Beever, D. E., & Wathes, D. C. (2004).** Physiological adaptations to milk production that affect the fertility of high yielding dairy cows. *BSAP Occasional Publication*, 29, 37–71.

**Tucker, C. B., Jensen, M. B., de Passillé, A. M., Hänninen, L., & Rushen, J. (2020).** Invited review : Lying time and the welfare of dairy cows. *Journal of Dairy Science*.

**van Amburgh, M., & Meyer, M. (2005).** Target growth and nutrient requirements of post-weaned dairy heifers. *Proc. Dairy Calves and Heifers Conference*, 128–139.

**Veerkamp, R. F., Koenen, E. P. C., & de Jong, G. (2001).** Genetic correlations among body condition score, yield, and fertility in first-parity cows estimated by random regression models. *Journal of Dairy Science*, 84(10), 2327–2335.

**Vieira-Neto, A., Gilbert, R. O., Butler, W. R., Santos, J. E. P., Ribeiro, E. S., Vercouteren, M. M., Bruno, R. G., Bittar, J. H. J., & Galvão, K. N. (2014).** Individual and combined effects of anovulation and cytological endometritis on the reproductive performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 97(9), 5415–5425.

**Wang, J., Jin, Y., Wu, S., Yu, H., Zhao, Y., Fang, H., Shen, J., Zhou, C., Fu, Y., & Li, R. (2019).** Deoxynivalenol induces oxidative stress, inflammatory response and apoptosis in bovine mammary epithelial cells. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 103(6), 1663–1674.

**Weiss, W. P., Hogan, J. S., Smith, K. L., & Hoblet, K. H. (1990).** Relationships among selenium, vitamin E, and mammary gland health in commercial dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 73(2), 381–390.

**Weiss, W. P., Hogan, J. S., Todhunter, D. A., & Smith, K. L. (1997).** Effect of vitamin E supplementation in diets with a low concentration of selenium on mammary gland health of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 80(8), 1728–1737.

**Whitmore, H. L., Zemjanis, R., & Olson, J. (1981).** Effect of bovine viral diarrhoea virus on conception in cattle. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 178(10), 1065–1067.

**Wilson, D. J., & Gentry, P. A. (1985).** T-2 toxin can cause vasoconstriction in an *in vitro* bovine ear perfusion system. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 79(1), 159–165.

**Wrocław-Potocka, I., Mannelli, C., Boruszewska, D., Kowalczyk-Zieba, I., Waśniewski, T., & Skarzyński, D. J. (2013).** Diverse effects of phytoestrogens on the reproductive performance : cow as a model. *International Journal of Endocrinology*, 2013.

**Zhao, S., Min, L., Zheng, N., & Wang, J. (2019).** Effect of heat stress on bacterial composition and metabolism in the rumen of lactating dairy cows. *Animals*, 9(11), 925.

**Zouagui, Z., Asrar, M., Lakhidissi, H., & Abdennebi, E. H. (2017).** Prevention of mycotoxin effects in dairy cows by adding an anti-mycotoxin product in feed. *J. Mater. Environ. Sci*, 8, 3766–3770.