



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Secretaría de Educación Continua
Departamento de Medicina y Zootecnia
en Rumiantes



1^{er}

Encuentro de rumiantes

Converger para crecer

ALIMENTACIÓN DE BOVINOS EN CORRAL DE ENGORDA

Por: **Dr. Eligio Gabriel Salgado Hernández**

**Departamento de Medicina y Zootecnia de
Rumiantes**

Coordinadores académicos: Dra. Georgina Hernández Rojas, Dra. Jazmín De la Luz Armendáriz y Dr. Ulises Jesús Bautista Pérez



Introducción

El objetivo de la alimentación en un corral de engorda es que los animales incrementen de peso de manera eficiente, es decir, con el menor uso de recursos, entre los cuales se encuentra el alimento, el tiempo, el personal, las instalaciones, etc. Esto contribuye a reducir el costo de producción de cada kilo de carne producido y al cuidado del ambiente y a la sostenibilidad. (Coopriider et al., 2011)

Las dietas con mayor densidad de nutrientes son más eficientes desde el punto de vista nutricional y fisiológico, ya que los animales aumentan más rápido de peso con un menor consumo, sin embargo, se deben considerar aspectos fisiológicos de la digestión de nutrientes y adaptación del microbioma ruminal a este tipo de dietas, ya que pueden generarse diversos problemas digestivos y metabólicos que provocarán enfermedades clínicas o subclínicas, mismas que reducen el crecimiento y la eficiencia alimenticia, en algunos casos, una mala alimentación puede provocar muertes (Bevans et al., 2005).

Una buena alimentación también contribuye al bienestar animal por lo que es muy importante conocer y hacer el proceso de alimentación de manera correcta.

El objetivo de este escrito es describir el proceso de una correcta alimentación en bovinos en corral de engorda para aumentar la eficiencia alimenticia.

Fases de alimentación

La dieta con mayor densidad de nutrientes es más eficiente, ya que los animales consumen menor cantidad y aumentan más de peso, sin embargo, para que los rumiantes consuman este tipo de dietas sin presentar problemas digestivos de acidosis ruminal y todas sus secuelas, deben adaptarse poco a poco (Bevans et al., 2005). El proceso de adaptación incluye una **dieta de recepción** la cual tiene menor contenido de energía y mayor contenido de fibra, adicionalmente, esta dieta tiene por objetivo que los animales aprendan a comer en un comedero, ya que la mayoría de los animales que recién llegan a un corral de engorda provienen de sistemas de alimentación en pastoreo y no saben comer en un pesebre. Posteriormente cuando ya la mayoría de los animales están consumiendo el alimento del pesebre en una



cantidad regular y consistente de acuerdo con su peso vivo, se realiza el cambio a una **dieta de adaptación**, la cual tiene mayor cantidad de energía y menor cantidad de fibra. Al realizar el cambio a esta nueva dieta el consumo va a fluctuar día tras día, por lo que nuevamente cuando el consumo aumenta y se estabiliza es un indicador práctico de que podemos cambiar a una dieta de mayor energía y menos contenido de fibra, esta nueva ración puede ser una segunda dieta de adaptación o de finalización. El número de dietas que se van a utilizar en una unidad de producción dependerá de diversos factores como el grado de organización y la infraestructura con la que se cuente. Cuando se tienen mayor número de dietas pero poca organización operativa, el riesgo de cometer errores de formulación o de servicio de alimentación incrementa. En corrales donde la organización es menor, se recomienda tener menor número de dietas, pero siempre es recomendable que se tenga dietas de recepción, adaptación y finalización.

El cambio de una dieta a la siguiente se recomienda que se haga de manera paulatina, por ejemplo, si se va a cambiar de dieta de recepción por la dieta de adaptación se recomienda ofrecer por la mañana la dieta de adaptación y por la tarde la dieta de recepción durante 3 o 4 días, posteriormente ya se ofrecerá la dieta de adaptación durante la mañana y tarde, esto en unidades de producción donde se realizan dos servicios de comida al día.

Cuando no se realizan estos cambios de manera adecuada y no existe un óptimo desarrollo de las papilas ruminales para aumentar la absorción de ácidos grasos volátiles que se producen durante la fermentación de los carbohidratos, estos se van a acumular en el rumen disminuyendo el pH ruminal, si el valor del pH ruminal alcanza un valor de 5.5 o menos y se mantiene así por varias horas al día comienza a presentarse inflamación de las papilas ruminales, muerte de bacterias del rumen, paso de endotoxinas y bacterias del rumen a la circulación sanguínea y diversas lesiones en otras partes del organismo como abscesos en el hígado, en la vena cava, pulmones, etc. Las endotoxinas provocaran inflamación en los endotelios vasculares de las láminas de la pezuña y mal crecimiento de la misma, lo cual



provoca dolor y los animales reducen a largo plazo su consumo de alimento, adicionalmente el gasto energético de la inflamación provocada limita la cantidad de energía disponible para el crecimiento y aumento de peso.

Cuando hay acidosis ruminal disminuye la digestibilidad de los alimentos y estos pasan al intestino donde se van a fermentar y a generarse acidosis intestinal y un cambio del microbioma intestinal, lo cual puede provocar un mayor crecimiento de bacterias del género *clostridium*, ante esto, los animales pueden desarrollar diversos cuadros clínicos de clostridiasis, siendo la principal forma clínica observada la enterotoxemia provocada por la toxina de *Clostridium perfringens*.

Derivado de la acidosis ruminal también pueden presentarse enfermedades con signos clínicos neurológicos debido a encefalomalacia por deficiencia de tiamina, esto sucede debido a que las bacterias del rumen que producen tiamina mueren durante la acidosis ruminal.

Cuando el consumo de granos es excesivo y repentino sin ningún grado de acostumbramiento por parte de los animales, el almidón contenido en los granos se hidroliza rápidamente y aumenta la concentración de glucosa en el líquido ruminal, esta se metaboliza a ácido láctico el cual baja rápidamente el pH del rumen en muy pocas horas y se absorbe al torrente sanguíneo, lo cual provocará el descenso de pH en la sangre o acidemia. En esta condición, los animales manifiestan signos clínicos de enfermedad, por lo cual a esta presentación se le denomina acidosis ruminal clínica. Si los animales no reciben tratamiento pronto se presenta la muerte (Schwartzkopf-Genswein et al., 2004).

Sistemas de alimentación

Existen diferentes maneras de ofrecer el alimento al ganado, estas pueden ser *ad libitum*, programado y controlado (Zinn y Shen, 2010).



Sistema *ad libitum*

En este sistema el ganado siempre tiene alimento disponible en el comedero, de esta manera el consumo se incrementa, sin embargo, en dietas con alta densidad energética esto incrementa también el riesgo de acidosis ruminal con el consecuente aumento en gasto energético para soportar la inflamación y disminución del crecimiento. Otra desventaja de este sistema de alimentación es que existe mayor desperdicio de alimento.

Alimentación programada

En este sistema se determina la cantidad de energía neta de mantenimiento (ENm) y de energía neta de ganancia (ENg) que contiene el alimento, así mismo se determinan los requerimientos de ENm de los animales y se programa la ganancia diaria de peso deseada, de tal manera que se ofrece solo la cantidad de alimento necesaria para dicha GDP, esto es útil en las fases de recepción y de adaptación cuando se quiere programar el peso final y la fecha de envío de los animales al rastro, la desventaja de este sistema es que los animales podrían crecer a una mayor velocidad pero no se les permite por cuestiones de planeación. Este sistema también es utilizado combinado con el sistema anterior, de tal manera que se alimenta de manera restringida en las primeras fases de alimentación y *ad libitum* durante la fase de finalización, esto incrementa la eficiencia en la conversión alimenticia.

Alimentación controlada

En este sistema se ofrece una cantidad de alimento de acuerdo a lo que los animales solicitan, esto se determina mediante la revisión diaria del comedero previo al servicio de alimentación, de esta manera la cantidad ofrecida dependerá de las observaciones realizadas, si el pesebre no tiene alimento se incrementa entre 3 a 5 % con respecto al promedio de la cantidad de alimento ofrecida durante los últimos los últimos 7 días, si el comedero tiene entre 0 y 5 % de alimento del día



anterior, se ofrece la misma cantidad y si el pesebre tiene más del 10 % de alimento, se ofrece 5 % menos con respecto al promedio de los últimos 7 días. Es indispensable tener una excelente comunicación con las otras áreas de trabajo, y tener al día el inventario por corral actualizado, si algunos animales se encuentran en otros corrales por cuestiones de salud o de manejo, esto provocará cambios en el consumo de alimento. El objetivo de este sistema de manejo es reducir el desperdicio de alimento, disminuir las fluctuaciones en el consumo de alimento por animal, reducir las enfermedades digestivas y aumentar la eficiencia alimenticia.

Proceso de alimentación e indicadores clave

Formulación de raciones

El proceso de alimentación inicia con la adecuada formulación de las raciones de acuerdo al peso y al tipo de ganado y a sus requerimientos nutricionales, este procedimiento debe tomar en cuenta los aspectos de costos, disponibilidad de los ingredientes y factibilidad de uso de acuerdo al sistema de producción. Existen diferentes programas y métodos de formulación los cuales nos indicaran cual es la cantidad de cada uno de los ingredientes que se deben mezclar para obtener una ración. Un aspecto importante es que se debe realizar una ración al mínimo costo pero perfectamente balanceada de acuerdo a los requerimientos nutricionales, cuando esto se cumple la ganancia de peso será mayor y mejorará la eficiencia alimenticia. No se debe confundir formulación al mínimo costo con raciones baratas pero mal formuladas, ya que si esto sucede el crecimiento se vera afectado de tal manera que se reduce la eficiencia alimenticia y la rentabilidad.

Planta de alimentos

Recepcion, almacenamiento y procesamiento de ingredientes

Es importante verificar las características de los ingredientes que se están adquiriendo, ya que esto determina la calidad del producto final que se va a producir,



adicionalmente también se debe determinar la composición nutricional ya que esto será la base para la formulación de la ración.

El almacenamiento de las materias primas debe de realizarse de manera tal que se eviten pérdidas o cambios en las características de los ingredientes, la humedad, hongos, plagas, incendios, mezcla de ingredientes, suciedad, etc son algunos factores que deben controlarse para evitar estos cambios. Se debe determinar la cantidad de cada ingrediente que se debe almacenar de acuerdo con su precio, disponibilidad en el mercado y cantidades diarias requeridas, pero se debe garantizar siempre su existencia para evitar realizar cambios repentinos en la ración, ya que esto repercute de manera negativa en el consumo y en la salud gastrointestinal de los animales.

Algunos ingredientes deben ser procesados antes de integrarlos a la ración, por ejemplo, el forraje debe ser picado, el maíz debe ser rolado o molido, es muy importante revisar con frecuencia como se está realizando y el resultado de este proceso, ya que esto determina la digestibilidad y la eficiencia de la conversión alimenticia (Mendoza et al., 2015)

Eficiencia de mezclado

Una condición que se debe cumplir es que las cantidades de ingredientes que se agregan a la maquina mezcladora debe ser igual a las cantidades recomendadas por el sistema de formulación de raciones, en la práctica se menciona que existen 3 dietas diferentes, la que se formula, la que se prepara y la que realmente consumen los animales, una unidad de producción eficiente es aquella en la que estas 3 dietas son lo más parecido posible.

Se deben implementar sistemas de control de calidad para que la variación entre estas tres dietas sea reducida.



Una vez que los ingredientes fueron agregados en las cantidades correctas, estos deben ser bien mezclados para que al final cuando esta ración se ofrezca a los animales, cada bocado tenga la misma proporción de ingredientes y de nutrientes que se formuló.

Existen diversos aspectos que modifican la calidad del mezclado como el orden de adición de los ingredientes, la velocidad de rotación del sistema de mezclado, la integridad y limpieza de los componentes de la mezcladora, el llenado de la misma, etc, quizá el factor más importante que determina la calidad del mezclado es el tiempo, por lo que se debe determinar para cada dieta y para cada mezcladora el tiempo óptimo de mezclado para garantizar una eficiencia de mezclado superior al 92 %.

Determinación de la eficiencia de mezclado

Para verificar la eficiencia de mezclado existen diferentes técnicas, las cuales tienen como base la toma de 10 muestras de una mezcla, en cada muestra se determina la presencia de un compuesto, el cual puede ser un mineral, un nutriente o algún componente, sin embargo, realizar estas diez mediciones puede resultar más costoso según el elemento determinado. Existe una técnica en la cual se agregan partículas de hierro marcadas con algún colorante posteriormente este se extrae de cada una de las 10 muestras y se determina su concentración, se obtiene el promedio, la desviación estándar y con estos el coeficiente de variación. La eficiencia de mezclado corresponde a 100 menos el coeficiente de variación, de esta manera el coeficiente de variación aceptado en la mezcla de una dieta final es máximo del 8 %, lo cual corresponde a una eficiencia de mezclado del 92 %.

$$CV = \frac{S_x}{\bar{X}} \cdot 100$$



Esta técnica también se puede realizar para premezclas, sin embargo, en estos casos la exigencia es mayor ya que se debe tener eficiencias de mezclado superiores al 95 %, esto se debe a que el tamaño y la densidad de las partículas es más parecido por lo que es más fácil mezclar de manera homogénea. En la dieta final, la presencia del forraje con mayor tamaño y menor densidad, dificulta el mezclado.

Para facilitar el proceso de mezclado es recomendable agregar primero los concentrados secos y de tamaño más parecido como el maíz, la soya, la premezcla, posteriormente los forrajes y al final los elementos líquidos como la grasa, la melaza, minerales líquidos, agua, etc. En el caso de los elementos líquidos es recomendable utilizar un sistema de aspersion que agregue el ingrediente en todo el espacio de la mezcladora.

Servicio de alimentación

El servicio de alimentación debe realizarse de acuerdo con lo programado por el nutricionista y con lo indicado por el responsable de la lectura de comederos.

El lector de comederos indica la cantidad y la fórmula que se debe ofrecer a los animales diariamente, si se realizan 2 servicios al día dependiendo de los horarios y las condiciones climáticas se puede ofrecer el 30 a 50 % por la mañana y el resto durante el servicio de la tarde. Es necesario establecer un sistema de control de calidad que nos permita identificar si se cumple con lo establecido, de tal manera que se debe ofrecer entre el 95 y 105 % de la cantidad de alimento indicada. Para esto se registra la cantidad de alimento que se depositó realmente en el comedero y se compara contra lo indicado. Otro aspecto que se debe considerar es el horario de servicio a cada corral, el cual debe ser todos los días a la misma hora, es aceptable tener una diferencia de ± 15 minutos. En caso de existir un retraso en el horario se debe identificar la causa, ya que puede ser que la planta de alimentos no esté produciendo la cantidad de alimento suficiente o el carro repartidor presenta



alguna falla o incluso es el personal quien está cometiendo el error. También se debe verificar que el alimento que se deposita en el pesebre quede de manera uniforme a lo largo de todo el pesebre y no se deposite en algunos lugares en mayor o menor cantidad, esto permite que todos los animales presentes en el corral tengan la misma oportunidad de consumir la misma cantidad de alimento para evitar consumos excesivos y acidosis ruminal.

Como en cualquier proceso de manufactura, mediante el monitoreo de cada actividad es posible evaluar la eficacia y la calidad de cada trabajador y de cada proceso, esto permite identificar errores y encontrar áreas de oportunidad de corrección y mejora, permite también capacitar y motivar al personal para que realicen mejor su trabajo (Gutierrez et al., 2014) y sobre todo se evitan errores que podrían repercutir en la salud y el bienestar de los animales y en la productividad

Bibliografía

1. Bevans DW, Beauchemin KA, Schwartzkopf-Genswein KS, McKinnon JJ, McAllister TA. 2005 Effect of rapid or gradual grain adaptation on subacute acidosis and feed intake by feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 83:1116-1132.
2. Coopriider KL, Mitloehner FM, Famula TR, Kebreab E, Zhao Y, Van Eenennaam AL, 2011 Feedlot efficiency implications on greenhouse gas emissions and sustainability, *J of Anim Sci* 89:8;2643–2656, <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3539>
3. Gutierrez Pulido Humberto. 2014 Calidad y productividad McGrawHill 4ta edición Centro Universitario de ciencias exactas e ingenierías, Universidad de Guadalajara
4. Mendoza Martínez German, Ricalde Velazco Raul. 2015 Alimentación de ganado bovino con dietas altas en grano. Universidad Autonoma Metropolitana
5. Radunz AM 2010 Feeding strategies for improving feed efficiency for beef and Holstein feeders University of Wisconsin-Madison.
6. Schwartzkopf-Genswein KS, Beauchemin KA, McAllister TA, Gibb DJ, Streeter M, Kenned AD 2004 Effect of feed delivery fluctuations and feeding time on ruminal acidosis, growth performance, and feeding behavior of feedlot cattle *J. Anim. Sci* 82:3357–3365.
7. Zinn RA, Shen Y 2010 Effects of program-feeding strategies on growth-performance and carcass characteristics of feedlot cattle. University of California Davis



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Secretaría de Educación Continua
Departamento de Medicina y Zootecnia
en Rumiantes



7^{er}

Encuentro de rumiantes

Converger para crecer

ALIMENTACIÓN DE LA CABRA LECHERA

Por: MVZ MC Javier Gutiérrez Molotla

CEIPSA, FMVZ, UNAM

Coordinadores académicos: Dra. Georgina Hernández Rojas, Dra. Jazmin De la Luz Armendariz y Dr. Ulises Jesús Bautista Pérez

Alimentación de la Cabra Lechera



Introducción

La cabra es un rumiante que transforma los recursos vegetales en productos que el hombre ha aprovechado prácticamente desde su domesticación, hace más de 10 mil años. Este proceso de transformación lo hace a través de la rumia que consiste en volver a masticar los alimentos, es decir, regurgitarlos para degradarlos en partículas más pequeñas y así comenzar con su digestión.

Los rumiantes, como la cabra, poseen tres compartimientos pregástricos (rumen, retículo y omaso), en esos compartimientos se lleva a cabo una fermentación anaerobia. En el rumen se encuentran microorganismos capaces de degradar los carbohidratos estructurales de los forrajes, las proteínas de una amplia calidad y compuestos nitrogenados no proteicos para formar su propia proteína (proteína microbiana) que después es la principal fuente de nutrientes para la cabra; además sintetizan vitaminas del complejo B y vitamina K.

De acuerdo a Hofmann los rumiantes se pueden clasificar en consumidores de gramíneas y forrajes, otro grupo denominado selectores de concentrados y un grupo intermedio de consumidores oportunistas y adaptables, que lo mismo aprovechan arbustivas que pastos fibrosos. A este último grupo pertenecen las cabras, animales que se han adaptado al consumo de alimentos con gran cantidad de defensas vegetales que otros rumiantes les cuesta más trabajo digerir.

Este mismo proceso adaptativo hizo que la especie caprina desarrollara hábitos alimenticios llenos de agilidad para trepar, adoptar la posición bípeda o simplemente poder recorrer grandes distancias en busca de forraje más succulento. Debido a las características anatómicas-fisiológicas del caprino, éste puede adaptar su dieta de acuerdo al tipo de forraje disponible.

A la cabra se le considera un Gourmet ya que selecciona muy bien un alimento antes de consumirlo, aunque para esto tenga que probar varias veces, desechando y “desperdiando” tanto como le sea posible hasta encontrar lo que verdaderamente le guste.

La mayor parte de las cabras en el mundo se desarrollan bajo sistemas de producción de carne utilizando los agostaderos naturales, sin un control exacto de lo que consumen y bajo esquemas de sobrevivencia, más que como producción; sin embargo, la producción de leche ha venido evolucionando hacia sistemas de mayor control en estabulación parcial o total.

Es en este tipo de sistemas de producción de leche en donde nos situaremos para el mejor entendimiento de las estrategias de alimentación en las diferentes etapas productivas de las cabras lecheras en México.

Alimentación de la Cabra Lechera



Sabemos que de los costos de producción, los relacionados con la alimentación son los más grandes. El porcentaje de los costos de alimentación varía de acuerdo al tipo de productor, según Cárdenas, 2012 el gasto por concepto de alimentación es más grande en los productores más grandes (75.13 %), seguido de los pequeños productores (68.49 %) y este porcentaje es menor en los de mediana producción (62.69 %). En cualquiera de los casos, merece la pena hacer un análisis para tratar de disminuir el gasto por este concepto.

Para implementar un programa de alimentación en una granja dentro de un sistema de producción determinado (extensivo, semi-intensivo o intensivo), es necesario realizar un diagnóstico sobre los aspectos nutricionales imperantes en cada granja en particular y cuya metodología variará, obviamente, según el sistema de producción y el tipo de alimento disponible.

Bajar los costos de alimentación en una granja caprina productora de leche se puede hacer bajo tres escenarios en función al nivel de producción: bajar los costos bajando nivel de producción, bajar costos sin disminuir la producción y bajar los costos aumentando la producción. Cada una de estas alternativas toma en cuenta la situación del mercado y la disponibilidad de los ingredientes de la dieta a utilizar.

Generalmente la producción de leche de cabra se desarrolla bajo sistemas de estabulación total o sistemas semi-intensivos con el uso de agostaderos naturales o praderas con pastos introducidos, por lo que los ingredientes de una ración pueden ser muy variados dependiendo del tipo de sistema de que se trate.

Alimentos utilizados en las cabras lecheras

Para hablar de los alimentos que se utilizan en la cabra lechera, es necesario considerar que se trata de un ruminante, por lo que en la mayoría de los casos, el forraje ocupa la mayor parte de la ración. La cabra puede utilizar los carbohidratos estructurales de los vegetales para la obtención de energía, dicha condición coloca a esta especie en ventaja con respecto a otros animales.

Es importante considerar que no hay un alimento que por sí solo cubra las necesidades de una cabra, esto quiere decir que para llenar los requerimientos del caprino en sus diferentes etapas, es necesario contar con un repertorio amplio de forrajes y alimentos complementarios también llamados “concentrados”. Una ración debe ser equilibrada con la utilización de varios alimentos desequilibrados.

Gracias a que la cabra acepta una amplia gama de sabores, pasando de lo dulce a lo amargo y de lo salado a lo ácido sin ningún problema, los alimentos que componen su dieta pueden ser muy variados. Dentro de las características que debemos tomar en cuenta en los alimentos podemos mencionar las siguientes:

Alimentación de la Cabra Lechera



- a) Características nutricionales
- b) Características de palatabilidad
- c) Disponibilidad y precio
- d) Presentación y conservación

Alimentación por etapa productiva

Fase de lactancia

La fase de lactancia comprende el periodo desde el nacimiento hasta el destete, en el cual las crías son alimentadas básicamente con leche, ya sea de manera natural o artificial. El crecimiento que tiene el cabrito durante esta etapa depende en gran medida del alimento que consume y de la ausencia de enfermedades. Siempre se buscará que el cabrito o cabrita crezca lo más rápido posible, de tal forma que si se venden los cabritos para abasto estos salgan al mercado lo antes posible y en el caso de las cabritas tengan un buen peso al destete que asegure un peso óptimo a primer servicio. Hay que recordar que en el caso de las cabritas estas son el futuro de la granja por lo que no hay que escatimar en gastos, es decir, son la mejor inversión que podemos hacer, lo que dejemos de hacer durante esta etapa del desarrollo difícilmente lo podremos recuperar en la vida futura del animal.

La necesidad de criar cabritos bajo un sistema de lactancia artificial va en aumento debido sobre todo a la alta demanda de quesos y dulces a base de leche de cabra, por lo que para tener disponibilidad de leche para industrializar o venta como leche fluida se retiran a las crías de sus madres.

En los últimos años se ha tenido un mejor control en la transmisión de algunas enfermedades como la artritis encefalitis caprina (AEC) la cual se da por la ingestión de calostro y la leche de madres infectadas, esto ha obligado a utilizar sustitutos lácteos hechos a base de leche de vaca descremada en polvo, además de incorporar alimentos concentrados preiniciadores a temprana edad.

El tipo de alimento utilizado durante esta etapa, así como la forma de ofrecerlo varía dependiendo del tipo de lactancia de que se trate.

Existen diferentes formas de realizar una lactancia en los cabritos, la más utilizada es la **natural**, en donde el cabrito se alimenta directamente de la madre hasta el destete el cual se realiza a los 3 o 4 meses de edad, se lleva a cabo en sistemas extensivos y por lo general las crías se destinan al abasto.

Restringida, en donde la madre y la cría permanecen juntos solo por el día y a partir de la tarde-noche son separados para que al día siguiente la madre sea ordeñada y así poder obtener un poco de leche.

Artificial, en donde la cría es separada de la madre desde el nacimiento o a los tres días, este tipo de lactancia es el más utilizado por las granjas dedicadas a la producción de leche y sus derivados bajo estabulación total.

Alimentación de la Cabra Lechera



El cabrito experimenta una serie de cambios fisiológicos, digestivos e inmunológicos durante los primeros días de vida, de manera tal que en la medida en que más rápido se adapte a dichos cambios logrará tener un mejor desarrollo.

Dentro de estos cambios la lactasa que es la enzima que se encarga de la digestión del azúcar de la leche, llega a su máxima actividad alrededor de la 2ª o 3ª semana de vida y desciende rápidamente para darle paso a otra enzima, la amilasa que se encarga de la degradación del almidón que se encuentra en los granos.

La digestión de un cabrito es distinta a la de una cabra adulta, aunque un cabrito tiene cuatro compartimientos gástricos no los utiliza durante esta etapa. La dieta líquida del cabrito joven va directo al abomaso para la digestión. Los cabritos no pueden digerir la alimentación sólida, particularmente almidón, por tanto los sustitutos de leche de mala calidad con altos niveles del almidón restringirán el crecimiento del mismo.

Las bacterias y otros microorganismos que están presentes en la alimentación seca se establecen como parte del ambiente normal del rumen. A partir de la segunda semana, el cabrito comienza a morder la hierba, el heno o los concentrados si están disponibles, y éstos pasan al rumen. La rumia se presentará poco tiempo después.

Además del consumo de leche es importante que el cabrito tenga acceso a una alimentación de sólidos, los cuales se pueden ofrecer desde el día 10 de nacidos para que aproximadamente al día 15 ya lo estén consumiendo de manera normal.

En el caso de llevar a cabo lactancias naturales será conveniente que se acondicione un área donde solo tenga acceso el cabrito y no la madre. El sistema de alimentación denominado “creep-feeding” se basa en la utilización de un comedero protegido en donde se le ofrece al cabrito un alimento preiniciador y un forraje de excelente calidad.

Esto se hace para lograr mejores pesos al destete y en el caso de los reemplazos con el objeto de que se vayan adaptando a diferentes tipos de alimentos y que el cambio de dieta una vez destetados no sea tan brusco. Otra ventaja de ofrecer un alimento sólido a temprana edad es que la madre tendrá una recuperación más rápida que le permita llegar a una nueva gestación en una mejor condición corporal.

En el caso de las lactancias restringidas y artificiales también será importante la alimentación temprana de sólidos. El alimento preiniciador deberá contener de 18 a 20% de proteína y la cantidad ofrecida puede ser de 100 a 150 g por día.

Los concentrados de preiniciación están hechos a base de granos de cereales, suplementos proteicos y en algunos casos leche en polvo. Es deseable que contengan proteínas de origen animal como harina de pescado o bien proteínas vegetales como harina de soya.

Alimentación de la Cabra Lechera



En el caso de los forrajes el de elección es la alfalfa, de preferencia achicalada. Al principio solo se comerán las hojas, pero conforme avanza la lactancia empezarán a comerse también los tallos.

Algunas recomendaciones generales para la alimentación de sólidos durante la lactancia son:

- 1.- Cambiar el alimento y limpiar los comederos diariamente, con el objeto de brindar un alimento fresco
- 2.- Ofrecer el alimento varias veces al día en pequeñas cantidades
- 3.- Combinar el alimento preiniciador con la alfalfa para llamar su atención
- 4.- Buen diseño de comederos para que puedan meter la cabeza, pero no las patas y mucho menos que el cabrito se pueda meter a dormir dentro del comedero.
- 5.- Dar agua limpia a libre acceso.

Fase de Crecimiento y desarrollo

La fase de crecimiento y desarrollo comprende el periodo desde el destete hasta el primer servicio, la meta al finalizar esta etapa es que las cabritas alcancen el 60 % de su peso adulto con una edad aproximada de 8 a 10 meses, para incorporarlas al grupo de empadre lo antes posible. Generalmente durante esta etapa encontramos a los reemplazos o los animales que pueden ser vendidos como pie de cría, sobre todo en aquellas granjas con un potencial genético importante. Muchos caprinocultores le invierten lo menos posible a este tipo de animales, alargándose este periodo hasta por más de un año, sobre todo cuando falta mucho tiempo para llegar a la siguiente época de empadre.

Es común que este periodo de desarrollo del animal se le haga eterno al productor y en algunos casos prefieren vender a sus animales que seguir alimentándolos o en otros casos darles monta cuando todavía no alcanzan el peso adecuado.

Es importante planificar a que grupo de empadre se incorporarán los futuros reemplazos y de esta manera poder elegir la mejor estrategia de alimentación.

El destete es la privación de la alimentación con leche, el cual puede ser paulatino o abrupto, en muchos casos se recomienda que se haga poco a poco incorporando al mismo tiempo un alimento sólido de alta calidad. Durante este periodo se van sucediendo modificaciones de los fenómenos digestivos y metabólicos por lo que será importante que el animal goce de buena salud y que se traten de evitar estados de estrés. Es conveniente hacer los cambios a una alimentación sólida de manera paulatina y evitar incorporar algún alimento de manera repentina y en grandes cantidades.

Alimentación de la Cabra Lechera



Generalmente al principio de esta etapa se observa un descenso en el consumo, por lo que será importante ofrecer alimentos que le llamen su atención por palatabilidad o por presentación, es decir, forraje en greña con gran cantidad de hojas y concentrados no tan molidos.

Lo que determina en momento realizarse el destete es el peso, ya que en México existe un mercado para la venta de los cabritos machos con un peso de 8 a 10 kg, peso que se obtiene entre los 35 y 60 días de edad, dependiendo del tipo de lactancia que se lleve a cabo. En el caso de las cabritas de reemplazo se prefiere dejarlas más tiempo con la madre o en lactancia artificial llegando a realizar el destete hasta los 60 días o más, tratando de asegurar pesos por encima de los 14 kg.

Durante los primeros días del destete se observa una disminución en la ganancia diaria de peso, situación que empieza a mejorar a partir de la 2ª o 3ª semana, para estabilizarse en los 100 a 150 g de GDP posdestete.

Es importante recordar que el momento del destete se considera como uno de los momentos más estresantes para los animales, por lo que se tienen que realizar algunas medidas preventivas contra enfermedades infecciosas y parasitarias. Para esto se recomienda la administración de vitaminas A, D y E, además de la aplicación de algún coccidiostato como Toltrazuril o Decoquinato.

En algunas ocasiones al cambiar a los animales al corral del destete, tienen que adaptarse a un nuevo comedero y bebedero, por lo que hay que estar muy atentos de que en realidad puedan comer y beber, sobre todo cuando es la primera vez que tienen contacto con un bebedero automático y en tal caso enseñarles como funciona.

La lotificación de los animales se realiza por sexo, edad o peso, siendo este último el que generalmente determina el nivel jerárquico dentro del corral. Es importante identificar a tiempo las conductas dominantes y poder evitar que algunos animales no coman por agresiones recibidas de otros.

Cuando se tienen regletas en los comederos hay que asegurarse que estas sean móviles y ajustables a la altura a la garganta que van teniendo los cabritos conforme van creciendo.

Alimentación de la cabra gestante

Durante esta etapa las necesidades nutritivas aumentan considerablemente, hasta un 85 % del crecimiento de los productos se da en los últimos dos meses, tiempo necesario para dejar descansar a la cabra y dejar de ordeñarla. En muchos casos es el tiempo en que el productor al no ver un retorno de lo invertido y la producción, decide darle el alimento de menor calidad y si no por lo menos el más barato. Es también la etapa en la cual se empezaran a acumular las reservas corporales que le permitan mantener la siguiente lactación, la condición corporal al momento del parto deberá estar entre 3.75 y 4 (según Morand, Fehr).

Alimentación de la Cabra Lechera



Antes del parto, la cabra se ve exigida (nutricionalmente) por el crecimiento del o los productos, situación que se agrava por el descenso del apetito y la reducción en su capacidad de ingesta (figura 1); el crecimiento del o los productos representa un factor que reduce la capacidad ruminal de la hembra para consumir alimento.

Al inicio de la gestación niveles alimenticios bajos y extremos pueden alterar el fluido uterino y poner en riesgo la supervivencia embrionaria y el crecimiento de los fetos. Saber cuanto antes si nuestra cabra está gestante nos permitirá hacer cambios en la dieta y preparar a la futura madre que entrará en un continuo intercambio entre lo que ingiere y el crecimiento de los cabritos.

Vale la pena recordar que conforme se acerca la fecha de parto el consumo disminuye, por lo que el poco alimento que pueda ingerir tendrá que llenar los requerimientos necesarios para el crecimiento del o los cabritos. Durante esta etapa la densidad energética de los alimentos deberá ser importante, además de una fibra de alta calidad.

Alimentación durante la lactación

En la actualidad las cabras lecheras son sometidas a altos niveles de producción que justifique su mantenimiento en condiciones de estabulación total, lo que las vuelve más vulnerables durante los desequilibrios nutricionales. La alta susceptibilidad de estos animales se relaciona con el elevado recambio de agua, energía, sodio (Na), calcio (Ca), magnesio (Mg), fósforo (P), etc., que tiene que existir en estas etapas; una variación brusca de su excreción y secreción por la leche u otras vías, o una variación súbita en su ingreso por cambios en la alimentación o en funciones de digestión y absorción, producirá balances desfavorables en el medio interno animal.

En la vida productiva de una cabra lechera podemos identificar dos periodos críticos de desbalance, el primero es durante la etapa final de la gestación (sobre todo gemelar) y el segundo después del parto cuando se presenta una rápida secreción láctea. En muchas ocasiones la respuesta del organismo ante una situación carencial es la baja en la producción, para posteriormente, si el problema persiste, hacer uso de sus reservas corporales y de esta manera comprometer el sistema inmune, apareciendo clínicamente la enfermedad metabólica o inclusive infecciosa.

Las enfermedades de la producción son atribuidas a un desequilibrio entre la “tasa de entrada” de nutrientes en la dieta y la “tasa de salida” en la producción (vía leche o productos en gestación). La salida puede ser mayor debido a la alta selección del ganado, o porque la dieta es insuficiente en densidad de nutrientes.

Al inicio de la lactación el consumo de materia seca nunca es suficiente para cubrir el exceso de salida por la producción de leche, es en este momento que la cabra toma energía de sus reservas corporales, las cuales van disminuyendo conforme se acerca al pico de lactación (10 a 12 semanas post parto). Ya para la 8ª a 10ª semana

Alimentación de la Cabra Lechera



la capacidad de ingestión se ha recuperado por espacio en rumen e involución uterina.

Dentro de las estrategias que podemos utilizar para la alimentación de la cabra durante el periodo de gestación y lactación pueden ser las siguientes, y podrán ser modificadas de acuerdo al tipo de sistema, disponibilidad de mano de obra, implementos y alimentos de la región.

1. Lotificar de acuerdo a la etapa productiva (gestación y lactación) y al nivel de producción (inicio de lactación y posterior al pico de producción).
2. Es necesario contar con comederos adecuados en diseño y espacio que permitan una eficiente administración del alimento, fácil limpieza, que eviten el desperdicio y que consideren un 20 % extra del espacio libre de comedero.
3. Contar con varios ingredientes para formular la dieta (2 o 3 forrajes, 2 o 3 granos, alimentos energéticos, alimentos proteicos, alimentos varios y minerales), de esta manera la dieta quedará mejor balanceada de acuerdo a la etapa productiva y nivel de producción.
4. De preferencia administrar dietas integrales en donde se mezclen todos los ingredientes, esto evitará un desperdicio excesivo y nos permitirá distribuir mejor el alimento.
5. De no ser posible mezclar todos los ingredientes, ofrecer de primera instancia los forrajes y después los granos.
6. En cualquier situación la frecuencia de alimentación deberá ser mayor a tres veces al día, procurando consumos constantes en pequeñas porciones que imposibiliten a la cabra poder desperdiciar el alimento.
7. El agua es de todos los ingredientes el único indispensable, este siempre deberá estar disponible en cantidad y calidad.

Cuando hablamos de una alimentación estratégica nos referimos a identificar los momentos precisos en donde una deficiencia puede poner en riesgo la producción o la aparición de algún trastorno metabólico. Detectar a tiempo de manera anticipada lo que pudiera suceder nos permitiera aprovechar el máximo potencial productivo de nuestros animales, evitar gastos correctivos o simplemente estar dando el alimento que requiere en el momento adecuado.

Alimentación de la Cabra Lechera



Bibliografía

1. Adams DS, Klevjer-Anderson P, Carlson JL, McGuire TC, Gorham JR. Transmission and control of caprine arthritis-encephalitis virus. Am J Vet Res 1983; 44:1670-1675.
2. AFRC. Necesidades energéticas y proteicas de los ruminantes. Ed. Acribia. 1996.
3. Alfaro ZS, Gutiérrez MJ, Ducoing WA. Efecto de la utilización de suero de queso de cabra como sustituto parcial en cabritos lecheros sobre la composición de la canal. Memorias del XX reunión nacional de caprinocultura. Culiacán, Sinaloa, 2005. Pag. 253-260.
4. Arce C, Ducoing WA, Romero J, Reyes R. Efecto de la leche de cabra y leche de vaca a diferentes temperaturas sobre el crecimiento de cabritos en un sistema de lactancia artificial. Memorias del VII Congreso Nacional de la Asociación de Zootecnistas y Técnicos en Caprinocultura; 1990, Culiacán, Sin. 1990, 88-94. Church DC, Pond WG. Basic Animal Nutrition and Feeding. John Wiley and Sons. 1988.
5. Corcy JC. La cabra. AEDOS mundi prensa. 1993.
6. Church DC, Pond WG. Basic Animal Nutrition and Feeding. John Wiley and Sons. 1988.
7. Morand-Fehr P. Alimentos y raciones para cabras lecheras. Memorias del Curso Avanzado de producción caprina; 2006 noviembre 6-17; Murcia, España. CIHEAM, 2006.
8. Martínez AA, Bastidas M, Lizárraga I, Gutiérrez MJ, Álvarez RL. El uso de cornadizas de autobloqueo en los comederos disminuye el desperdicio de alimento en cabras lecheras. Memorias del XXI reunión nacional de caprinocultura. Toluca, Edo de México, 2006.
9. Sanz MJA. Manejo y alimentación del ganado caprino. Memorias de la II Expo Nacional de la cabra 2005. Celaya, Gto.-Fernández C, Bacha F. Ganado Caprino. Ed. Agrícola Española. 2005. pag. 1-16
10. NRC (2007). Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids. National academy press.: 362 p.
11. Matthews JG. Enfermedades de la cabra. Editorial Acribia. Zaragoza, España 1999.
12. Smith S. Sherman. Goat Medicine. Lea & Febiger, Maryland. 1994.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Secretaría de Educación Continua
Departamento de Medicina y Zootecnia
en Rumiantes



7^{er}

Encuentro de
rumiantes
Converger para crecer

Coordinadores académicos: Dra. Georgina Hernández Rojas, Dra. Jazmin De la Luz Armendariz y Dr. Ulises Jesús Bautista Pérez

ALTERNATIVAS DE ALIMENTACIÓN DE OVINOS

Dra. Angélica Valeria Lorenzana Moreno

CEPIPSA, UNAM

Alternativas de Alimentación de Ovinos



En México la ovinocultura tiene como objetivo principal la producción de carne, la cual se comercializa como platillo ya elaborado principalmente en forma de barbacoa y representa más del 95 % del consumo y en forma menos común como mixiote, birria y cortes. Según datos oficiales el consumo per cápita de carne de ovino en México es de 1 kg por persona por año, muy por debajo de los consumos per cápita de carne de bovino, porcino y aves. A pesar del bajo consumo de carne de ovino, la producción de carne de esta especie en México no es suficiente para cubrir la demanda nacional, por lo que el 60% se cubre con importaciones de carne en trozos y canal o de ovinos en pie procedente de varios países. El valor agregado que tiene la carne de ovino, junto con el déficit actual que se tiene de esta carne en el país convergen para garantizar buenos precios en el mercado nacional.

La alimentación es uno de los pilares básicos en que se sostiene cualquier sistema de producción ovina. Una adecuada nutrición de los animales durante su ciclo productivo, complementada con manejos sanitarios y reproductivos apropiados aseguran una producción ovina rentable. La nutrición animal se refiere a la conversión de los componentes químicos de los forrajes y granos en carne, lana y leche, a través de los procesos de fermentación, digestión, absorción y metabolismo en el cuerpo de un animal. La eficiencia de estos procesos depende en gran medida de la calidad y cantidad de los alimentos disponibles. Los ovinos, al pertenecer al suborden de los rumiantes se caracterizan por tener un estómago compuesto por cuatro compartimentos, uno de los cuales es básicamente un contenedor de una capacidad que va de los 4 a 10 litros donde millones de microorganismos fermentan y transforman los alimentos en productos que los ovinos utilizan para su mantenimiento y producción. De acuerdo a lo anterior, el principio de la nutrición de los rumiantes es alimentar a los microorganismos del rumen para alimentar al animal. Esto implica que se debe tener cuidado en la selección de las fuentes de alimento para los rumiantes, de tal manera de mantener una población de microorganismos sana y productiva, que asegure que las ovejas recibirán suficiente energía y proteína en sus distintos estados fisiológicos.

Alternativas de Alimentación de Ovinos



La rentabilidad es el objetivo primordial de toda explotación ovina, para lo cual es importante considerar diversos factores básicos como son: el sistema de producción, el tamaño de la explotación, las técnicas de manejo y particularmente los recursos destinados a alimentación disponible ya que la alimentación representa el componente más importante en los costos de operación.

Particularmente los ovinos son animales rumiantes criados principalmente en pastoreo, por lo que se alimentan de pastos, pajas, arbustos, leguminosas o forrajes de bajo valor nutritivo y difícil digestión, aprovechando solo una parte de los carbohidratos estructurales por acción enzimática de los microorganismos que viven en sus divertículos estomacales; sin embargo, los fuertes vínculos entre la celulosa, hemicelulosa y lignina inhiben la accesibilidad total de las enzimas microbianas del rumen, bloqueando cantidades significativas de energía para el animal, lo que ocasiona una disminución en su producción. Es importante considerar que no es fácil establecer un plan de alimentación en el ganado ovino, sobre todo cuando se trata de rebaños que pastorean en los que se desconoce su valor nutritivo a lo largo del año. Además es común que en este tipo de producciones no se lleve a cabo una lotificación de los animales dependiendo de la etapa y nivel productivo en el que se encuentren. Por lo que, es recomendable establecer grupos homogéneos en los que sus condiciones productivas o reproductivas sean similares para identificar sus requerimientos y desarrollar programas específicos de alimentación.

Por otro lado, en los últimos años se ha incrementado la ovinocultura con visión empresarial que hace uso de nuevas tecnológicas. Este fenómeno ha generado interés y puede contribuir a convertir a la ovinocultura nacional en una actividad pecuaria de alta rentabilidad y solidez técnica. La engorda de borregos se empieza a realizar en forma intensiva, bajo condiciones de confinamiento, lo que ha mostrado mayor eficiencia que los sistemas tradicionales. Sin embargo, esto representa un aumento importante en los costos de producción, lo que conlleva a buscar la máxima eficiencia en los procesos de alimentación y búsqueda de productos

Alternativas de Alimentación de Ovinos



alternativos que disminuyan los costos de producción, pero que mantengan los parámetros productivos esperados en dichos animales.

El desarrollo de la industria de alimentación humana genera una gran variedad de subproductos que pueden ser aprovechados como una alternativa de alimentación para los rumiantes. En términos generales, estos subproductos tienen un elevado contenido de agua lo cual requiere de un proceso rápido ya que son productos perecederos, por lo que algunos subproductos presentan problemas económicos ocasionados por el manejo, transporte, o los procesos adicionales necesarios. Por otro lado, dependiendo del tipo de alimento procesado, existe una gran variación en las características nutricionales, por ejemplo, los desperdicios de industrias que procesan alimentos de origen animal, son ricos en proteína, pero aquellos de origen vegetal tienen bajo contenido de nitrógeno. Es importante destacar la gran variabilidad en la composición de este grupo de subproductos debido a sustrato, y a los procesos de producción. El alto contenido de agua es una limitante para su uso, pues esto incrementa el costo de transporte de nutriente, o bien en algunos casos se requiere de deshidratación. Para muchos subproductos la alternativa de ensilaje puede ser atractiva.

Otra alternativa podría ser el uso de materiales degradados biológicamente por hongos, antes conocidos como “sustrato gastado”, los cuales son el residuo que queda tras el cultivo de un hongo, y que durante este proceso ha experimentado cambios en su composición. El micelio degrada y/o absorbe los nutrientes del sustrato generando cambios en sus características iniciales como reducción de la lignina, carbohidratos estructurales e incremento de la mineralización. Estos cambios se deben principalmente a que los hongos poseen un sistema enzimático extracelular altamente eficiente; produciendo hidrolasas responsables de la degradación de polisacáridos y otro oxidativo que degrada la lignina, mejorando así el valor nutricional de estos materiales para la alimentación rumiante. Por ejemplo, *Pleurotus ostreatus*, es un hongo de pudrición blanca capaz de colonizar materiales lignocelulósicos, su particular desarrollo y crecimiento provoca la acumulación de

Alternativas de Alimentación de Ovinos



metabolitos secundarios en general con actividades biológicas importantes que pueden ser utilizados para la elaboración de alimentos para rumiantes ya que posee propiedades importantes como: elevado valor nutricional, alta digestibilidad y buena palatabilidad.

Los aditivos también son una herramienta productiva que se suma a los avances en genética, nutrición y manejo que pueden ayudar a mejorar la eficiencia productiva de los animales. Un aditivo alimenticio es cualquier ingrediente o su constituyente, distinto a los componentes comunes de la alimentación, que se complementan a propósito con el alimento o el agua para lograr un objetivo específico. Algunos años antes de la década de 1950 se iniciaron los estudios acerca de agentes anabólicos en bovinos y ovinos. La información obtenida desde entonces en relación a la utilización de aditivos en la alimentación de rumiantes aumenta a un ritmo cada vez mayor, como lo muestra la gran cantidad de artículos publicados en las principales revistas científicas con temas pecuarios. Los temas más recientes se relacionan con probióticos, prebióticos, sinbióticos, ácidos orgánicos, nutraceuticos e inulina, con una gran variación en los resultados, por lo que, se vuelve imperante continuar con investigaciones que ayuden a dilucidar cuales realmente tendrán un impacto positivo en la productividad del animal y con esto en la rentabilidad de las empresas de producción ovina.

Finalmente, es importante mencionar que también es necesario poner atención al manejo de la alimentación en el corral, la presentación física de la dieta, procesamiento físico de los granos y forrajes, tamaño de partículas de los ingredientes, frecuencia y rutina de alimentación, tipo de comedero, ofrecimiento de alimento a libre acceso, proporcionar alimento de dos a tres veces al día, evitar que falte alimento y agua, evitar cambios repentinos de ingredientes, evitar la selección de forraje o grano, tener suficiente espacio de comedero y lograr buen mezclado de los ingredientes en la dieta



Bibliografía

1. Camacho R.J., Hernández H.J., Villareal E.O., Franco G.F., Camacho B.C. (2018). Análisis económico de la engorda de ovinos en una granja integral en el estado de Puebla, México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, vol. 42, pp. 819-827
2. Gomes Correa R.C., Brugnari T., Bracht A., Peralta R.M., Isabel C.F.R. Ferreira. (2016). Biotechnological, nutritional and therapeutic uses of *Pleurotus* spp. (Oyster mushroom) related with its chemical composition: A review on the past decade findings. *Trends Food Sci Tech.* 50:103-117 DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2016.01.012>.
3. Macedo, R. y Y. Castellanos. 2004. Rentabilidad de un sistema intensivo de producción ovino en el trópico. *Avances en Investigación Agropecuaria* 8(3):1-9.
4. Macedo, R. y V. Arredondo 2008. Efecto del sexo, tipo de nacimiento y lactancia sobre el crecimiento de ovinos Pelibuey en manejo intensivo. *Archivos de Zootecnia* 57(218):219-228.
5. Martínez de Acurero, M., J. Bravo, M. Betancourt, I. Bracho y H. Quintana. 2002. Influencia de la suplementación proteica sobre el crecimiento de corderos post destete. *Zootecnia Tropical* 20 (3):307-318.
6. Mendoza, M. G., R. Ricalde V., F. Plata P., H. León V., G.P. Macías F. 2001. Utilización de subproductos agroindustriales en la alimentación de rumiantes. Libro de texto, Universidad Autónoma de Chiapas. ISBN 968-7495-45-6.
7. Partida P.J., Braña V.D, Jiménez S.H., Ríos R.F., Buendía R.G. (2013). Producción de carne ovina. Centro de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. ISBN: 978-607-37-0036-8.
8. Smiderle F.R., Olsen L.M., Ruthes A.C., Czelusniak P.A., Santana-Filho A.P., Sasaki G.L., Gorin P.A., Lacomini M. (2012). Exopolysaccharides, proteins and lipids in *Pleurotus pulmonarius* submerged culture using different carbon sources. *Carbohydr Polym.* 87:368-376. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.carbpol.2011.07.063>



9. Van Kuijk S.J., Sonnenberg A.S., Baars J.J., Hendriks W.H., Cone J.W. (2015). Fungal treated lignocellulosic biomass as ruminant feed ingredient: A review. *Biotechnol Adv.* 33: 191–202. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biotechadv.2014.10.014>.
10. Velázquez L.B., Mercado F.Y., Téllez J.A., Ayala M.M., Hernández D.E., Álvarez C.J. (2017). Nutrición ovina. *Ciencias Biológicas y de la Salud. Proceedings T-I. F. Trejo, (eds.)*.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Secretaría de Educación Continua
Departamento de Medicina y Zootecnia
en Rumiantes



7^{er}

Encuentro de rumiantes

Converger para crecer

BIENESTAR ANIMAL EN RUMIANTES

Dra. Marcela González de la Vara

**Facultad de Medicina Veterinaria
y Zootecnia**

Coordinadores académicos: Dra. Georgina Hernández Rojas, Dra. Jazmin De la Luz Armendariz y Dr. Ulises Jesús Bautista Pérez

Bienestar Animal en Rumiantes



El bienestar Animal es definido por la OMSA (Organización Mundial de Sanidad Animal, como el “estado físico y mental de un animal en relación con las condiciones en las que vive y muere”.

Desde 1965 la presión de la sociedad civil, preocupada por la forma en que se criaban a los animales, dio origen al comité Brambell donde se enunciaron las 5 libertades y se acordó que los animales no deben sufrir hambre, sed y desnutrición, no deben tener miedo y angustia, deben estar libres de molestias físicas y térmicas, deben estar libres de dolor, lesiones o enfermedades y por último deben poder manifestar la mayoría de los comportamientos naturales de la especie. A la fecha, todos los protocolos para medir bienestar animal están basados en estas 5 libertades.

Los primeros estudios de bienestar animal fueron hechos en rumiantes relacionados con la salud, cojeras y comportamiento en bovinos, se trataron de evitar las becerreras donde los animales no podían pararse y echarse con comodidad ni darse la vuelta y se prohibió el corte de cola en bovinos en algunos países.

Salud y producción se asociaban a una buena función biológica. En 1997, Fraser y colaboradores mencionan la importancia de la función biológica, el comportamiento natural y los estados afectivos (confort) y como estos se relacionan entre sí.

Posteriormente Ian J.H. Duncan en 2004 habla sobre los sentimientos de los animales y cómo se pueden disminuir los estados mentales negativos como el dolor y aumentar los positivos como el placer, dándole cada vez más importancia a la capacidad de sentir de los animales (sintiencia). Fue hasta 2017 que David Mellor menciona los estados mentales de los animales que cada día tienen mayor peso en la valoración del bienestar animal, como la depresión, el miedo, la frustración o enojo y alegría.

Un estado mental o estado afectivo es una emoción sostenida y persistente experimentada por el individuo y expresada de forma que puede ser percibida por los que la rodean. Así es que, a un estado afectivo o metal, se le puede medir la valencia (negativa si el estado es displacentero y positiva si es placentero) y la activación que es la energía psico-fisiológica (activación alta y activación baja), por ejemplo, la depresión tiene una valencia negativa y una activación baja.

Se sabe que el hipotálamo es el gran traductor de las emociones a respuestas fisiológicas de estrés (eje hipotálamo- hipófisi-corteza adrenal) que incluyen la producción de hormonas y neurotransmisores (adrenalina, noradrenalina, glucocorticoides) y respuesta inmune. Los efectos negativos de la producción de glucocorticoides durante el estrés crónico son bien conocidos; disminuyen la función reproductiva, la respuesta inmune predisponiendo a los animales a presentar enfermedades, disminuye la síntesis de proteínas, aumenta la osteoporosis,



disminuye la fuerza y masa muscular. El estrés crónico está relacionado con enfermedades como, mastitis, metritis, cojeras, desórdenes metabólicos, baja de la producción y problemas de comportamiento, estereotipias y estados mentales negativos como la depresión.

Los rumiantes son animales considerados como presas por lo que la emoción negativa dominante es el miedo. El miedo es una respuesta a un peligro actual y la ansiedad es la reacción a un peligro potencial y una de las principales causas de estrés, accidentes y lesiones al manejar estos animales, siempre tiene un efecto negativo sobre el bienestar animal. La relación humano animal y el manejo que se les da a las crías desde el nacimiento es muy importante en la disminución del miedo durante toda su vida, actualmente este tema es de gran interés para los investigadores del bienestar animal en rumiantes.

La gran demanda de productos de origen animal provenientes de los rumiantes ha favorecido el crecimiento de unidades de producción y del número de animales en confinamiento, lo que exige más de los trabajadores que están en contacto con los animales

Existen puntos críticos de bienestar animal en rumiantes como el destete y la separación madre – cría, mientras más corto sea el periodo de amamantamiento, más problemas de bienestar tendrán las crías, como estereotipias orales y conductas redirigidas. También se están realizando muchos estudios sobre métodos alternativos para presentar el alimento y la presencia de nodrizas que alimenten a las crías.

La presencia de mastitis es un problema multifactorial asociado al mal manejo y a una pobre limpieza durante el ordeño. Se debe evitar en lo posible el estrés antes, durante y después del ordeño ya que las catecolaminas interfieren con la liberación de oxitocina y la correcta bajada de la leche. La investigación sobre este punto es crucial ya que se está tratando de disminuir el uso de antibióticos en la producción de leche.

Se piensa muchas veces que la producción en pastoreo es lo mejor para el bienestar animal de los rumiantes, sin embargo, hay factores que se deben tomar en cuenta como el estrés calórico y los cambios climáticos, la presencia de parásitos, la cantidad de depredadores y la falta de un refugio seguro, la calidad del agua, la lejanía de las fuentes de agua y la calidad de la pradera. Las investigaciones al respecto están dirigidas hacia permitir que los rumiantes en confinamiento hagan ejercicio por algunas horas, si es posible en la pradera y desde las primeras semanas de vida. Los efectos positivos para el bienestar animal pueden durar varios meses después de la actividad.



Los problemas de claudicaciones son de origen multifactorial y son comunes en caprinos, ovinos y bovinos, incluso si son mantenidos en pastoreo. La mala calidad de los pisos, la presencia de piedras en la pradera. El miedo y la impaciencia del arreador son claves en la presentación de cojeras. Se han prohibido los arreadores eléctricos y las picanas en varios países, sin embargo, lo más importante es la relación humano – animal.

El comportamiento social es determinante para el bienestar animal de los rumiantes debido a que son muy gregarios, ante la escasez de recursos como agua, alimento, espacio y lugares de descanso, las interacciones agresivas aumentan y es más difícil encontrar estabilidad social en el hato. Las investigaciones al respecto están dirigidas hacia asegurar los recursos para todos los animales y evitar los reagrupamientos constantes.

La presencia de dolor siempre afectará negativamente el bienestar animal, ya sea causado por enfermedades como cojeras y mastitis o por manejos necesarios como el descornado/desbotonado en cabras y vacas, la castración, marcaje. Se han estudiado muchos métodos para evitar el dolor durante estos manejos con buenos resultados, se sigue investigando e innovando sobre cómo reconocer cuando los animales presentan dolor observando las expresiones faciales (Escala de expresión facial Grimace) y el uso de inteligencia artificial como acelerómetros, cámaras térmicas, respirómetros y microchips entre otros.

Todos los problemas de bienestar mencionados anteriormente afectan el comportamiento de mantenimiento de los animales disminuyendo el tiempo de alimentación, rumia y descanso teniendo un gran impacto en la vida de los rumiantes y en la producción. Aún hay mucho por investigar para mejorar en lo posible el bienestar de los rumiantes.

Bibliografía

1. Best CM, Roden J, Phillips K, Pyatt AZ, Behnke MC. New Insight into the Prevalence and Risk Factors for Three Distinct Hoof Conformation Traits in UK Commercial Sheep Flocks. *Vet Sci.* 2021 Aug 30;8(9):176.
2. I.J.H. Duncan. A concept of welfare based on feelings. G.J. Benson, B.E. Rollin (Eds.), *The Well-Being of Farm Animals: Challenges and Solutions*, Blackwell, Ames, Iowa (2004), pp. 85-101
3. David J. Mellor. Operational Details of the Five Domains Model and Its Key Applications to the Assessment and Management of Animal Welfare *Animals* 2017, 7(8), 60
4. Karina Bech Gleeerup, Pia Haubro Andersen, Lene Munksgaard, Björn Forkman, Pain evaluation in dairy cattle, *Applied Animal Behaviour Science*, Volume 171, 2015, Pages 25-32.

Bienestar Animal en Rumiantes



5. OIE Introduction to the recommendations for animal welfare. Terr. Anim. Heal. Code. 2019;1:1–4.
6. Plummer PJ, Hempstead MN, Shearer JK, Lindquist TM. Evaluating the Welfare of Small Ruminants: Practical Management Advice. Vet Clin North Am Food Anim Pract. 2021 Mar;37(1):33-54.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Secretaría de Educación Continua
Departamento de Medicina y Zootecnia
en Rumiantes



7^{er}

Encuentro de
rumiantes
Converger para crecer

CONTROL DE LA BRUCELOSIS EN PEQUEÑOS RUMIANTES

Por: **Dr. Efrén Díaz Aparicio**

Coordinadores académicos: Dra. Georgina Hernández Rojas, Dra. Jazmín De la Luz Armendáriz y Dr. Ulises Jesús Bautista Pérez



Introducción

Las bacterias del género *Brucella* están excelentemente adaptadas a sus hospederos, aunque no son capaces de sobrevivir por periodos de tiempo prolongados en condiciones abiertas. La definición clásica lo describe como un parásito intracelular facultativo, aunque (Gorvel y Moreno 2002), mencionan que esa definición no hace honor a su naturaleza verdadera de un parásito extracelular e intracelular facultativo.

Un aspecto clave en la virulencia de *Brucella* es su habilidad de sobrevivir y de multiplicarse dentro de las células hospederas. Esto es que las cepas virulentas de *Brucella* perturban la maduración del fagosoma y crea su nicho intracelular en el retículo endoplásmico en el cual se multiplica (Sangari y Agüero, 1996). En cambio, las brucelas no virulentas como son las cepas vacunales, Rev 1, RB51 y S19, no pueden replicarse intracelularmente y son destruidas en el lisosoma, sin embargo, esto es suficiente para despertar una respuesta inmune de tipo celular y humoral. Por ello es que una vacuna contra la brucelosis debe por fuerza de ser una cepa viva debido a la característica de replicación intracelular y las bacterinas no son adecuadas porque no se someten en las células del hospedero el proceso de maduración.

Las brucelas son bacterias pequeñas de forma cocobacilar, que se tiñen como Gram negativas, cuya principal característica es su capacidad de replicarse intracelularmente y que manifiestan una gran resistencia a los factores ambientales.

Epidemiología

Brucella melitensis es la especie más virulenta del género *Brucella*; de sus tres biovariedades, la 1 y la 3 son las aisladas con mayor frecuencia en pequeños rumiantes en el Mediterráneo, en los países de Oriente Medio y en América Latina (Blasco y Molina-Flores, 2011). La brucelosis constituye una barrera para el comercio de animales y sus productos y causa importantes pérdidas debidas a abortos, además de suponer un grave problema de zoonosis (Lucero et al, 2008, Seleem et al, 2010).

Los caprinos y los ovinos son los hospederos clásicos y naturales de *B. melitensis*. Desde los puntos de vista de la patología y la epidemiología, la infección por *B. melitensis* de los pequeños rumiantes es similar a la infección por *B. abortus* del ganado bovino; los principales signos clínicos de la brucelosis en rumiantes son el aborto y los mortinatos, que normalmente tienen lugar en el último tercio de la gestación posterior a la infección y por lo general una sola vez en la vida (Blasco y Molina-Flores, 2011, Elzer, 2002).

Los animales sanos pueden exponerse de varias formas a la brucelosis, ya que en los líquidos del parto o en el feto, así como en la placenta y en las secreciones del aborto de las hembras infectadas habrá una gran cantidad de bacterias capaces de sobrevivir varios meses en el medio externo, especialmente en condiciones de frío y humedad, y seguirán siendo infecciosas para otros animales, los cuales se contagiarán principalmente al ingerirlas. Las brucelas también colonizan las ubres y contaminan la



leche (Blasco, 2010). Aunque en las gestaciones posteriores al primer aborto las hembras paren “normalmente”, estas siguen excretando gran cantidad de bacterias al medio ambiente.

Como sucede en la infección de vacas por *B. abortus*, la *B. melitensis* puede transmitirse congénitamente *in utero*, pero solo una pequeña proporción de los corderos y los cabritos resultarán infectados en el útero, de tal modo que la mayoría de las infecciones latentes por *B. melitensis* probablemente se contraerán a través del calostro o la leche (Grillo et al, 1997). A pesar de la baja frecuencia de transmisión, la existencia de tales infecciones latentes aumenta la dificultad de erradicar esta enfermedad, ya que como las bacterias persisten sin inducir respuesta inmunitaria detectable, los animales que las padecen son portadores silentes de la enfermedad. Por lo tanto, al llevar a cabo programas de erradicación en rebaños infectados se recomienda eliminar las hembras infectadas y su descendencia. Se desconoce cuál es el mecanismo exacto que permite el desarrollo de infecciones latentes por *Brucella* (Blasco y Molina-Flores , 2011).

En cuanto a las ovejas seropositivas a brucelosis, se ha observado que algunas eliminan *B. melitensis* en leche después del parto y que otras, a pesar de estar infectadas, no eliminan brucelas; los corderos muestreados durante siete meses presentaron seropositividad, pero algunos eran seronegativos a las pruebas rutinarias de brucelosis; sin embargo, el estudio post mórtem permitió comprobar que estaban infectados por *B. melitensis*. Esto último también se observó en corderos del mismo rebaño pero que eran hijos de madres seronegativas a brucelosis (Godfroid et al, 2011). Un hecho no reportado anteriormente es que se logró aislar *B. melitensis* de la secreción vaginal de una cabra que había abortado pero que era seronegativa a brucelosis, lo que hace que este animal suponga un posible riesgo de contagio indetectable mediante el diagnóstico serológico (Herrera et al, 2011).

En el carnero y en el macho cabrío puede aparecer orquitis y epididimitis, aunque no es frecuente (Chand et al, 2002). Se ha aislado la biovariedad 3 de *B. melitensis* a partir de un higroma testicular de un carnero (Musa y Jahans, 1990). *B. melitensis* puede infectar al ganado bovino, y al ser eliminada con la leche infecta a los becerros (Álvarez et al, 2011). Se ha demostrado el aislamiento de *B. melitensis* en perros y se ha observado que su presencia favorece la incidencia de la enfermedad, ya que pueden llevar placentas o fetos abortados a zonas limpias (Hinić et al, 2012).

En las explotaciones caprinas y ovinas extensivas, es común el compartir pasturas y aguajes entre los rebaños, que luego regresan a sus corrales; esta mezcla de animales supone un factor de riesgo de transmisión de la enfermedad de rebaños infectados a rebaños libres y complica el control de la enfermedad. En este caso, todas las cabras que comparten estos sitios deben considerarse como un único y gran rebaño, para que todos los caprinocultores realicen actividades inherentes al control, como son la vacunación, la separación de animales positivos, etc.; de lo contrario, los que no realicen actividad alguna anularán los esfuerzos de los caprinocultores que sí efectúan actividades para reducir la incidencia de la brucelosis (Samadi et al, 2010).



Todas las estrategias destinadas al control o erradicación de la brucelosis deben partir del establecimiento del contexto epidemiológico concreto propio de cada país, región o comarca y disponer del apoyo y de la colaboración de los productores, aunque su eficacia dependerá sobre todo de la calidad de los servicios veterinarios y de las organizaciones administrativas involucradas, puesto que las herramientas diagnósticas y profilácticas ya están suficientemente validadas y estandarizadas (Blasco y Molina-Flores, 2011, Minas, 2006).

Diagnóstico

Para el diagnóstico de *B. melitensis*, se colectan muestras de suero individuales para realizar el estudio serológico. Para el estudio bacteriológico las muestras más adecuadas son en caso de aborto: placenta y el feto del cual en el laboratorio se le extraerán el abomaso y los pulmones. De la hembra las muestras más adecuadas son: leche y exudado vaginal, de preferencia no más allá de pasado un mes del parto o del aborto. Por ser una zoonosis, la toma de muestras para el estudio bacteriológico, el manejo de fetos, y la necropsia de animales deberá hacerse con guantes, careta y cubrebocas.

En el estudio serológico se usa principalmente la prueba de tarjeta a una concentración celular del 3% como tamiz (Díaz et al, 1999), y como confirmatoria la fijación de complemento, aunque esta última prueba no es recomendada ya que en ovinos presenta una sensibilidad menor que la prueba tamiz. Las pruebas de rivanol y anillo en leche no son recomendadas (Velázquez et al, 1997; Díaz et al, 2000).

El aislamiento obtenido mediante estudio bacteriológico es incuestionable; sin embargo, tiene baja sensibilidad, es caro y tardado. La reacción en cadena de la polimerasa no ha sido estandarizada para su uso diagnóstico.

Vacunación

La vacunación es una herramienta importante para interrumpir la difusión de la brucelosis. Sin embargo, la vacunación sólo disminuye el riesgo de contagio, sin eliminarlo por completo. Además, debe estar integrada en un programa de control que contemple el diagnóstico y las medidas sanitarias. En México el programa de control de la brucelosis, usa la vacunación con la cepa Rev 1 de *B. melitensis*, aplicando la dosis clásica en cabritas jóvenes y la dosis reducida en cabras adultas recomendándose la vacunación de hembras vacías. Siendo hasta el momento Rev 1, la única vacuna eficaz para el ganado ovino y caprino, que induce una respuesta serológica muy semejante a la de la infección natural (Elberg, 1981).

Las brucelas atenuadas que son utilizadas como vacunas vivas, como es el caso de las cepas RB51 y 19 de *B. abortus*, tienen un tránsito intracelular diferente de las cepas virulentas, ya que en más del 90% de los casos, estas bacterias serán destruidas en los lisosomas y los péptidos resultantes de esa degradación serán presentados por el complejo principal de histocompatibilidad en la superficie de la célula a los linfocitos

Control de la Brucelosis en Pequeños Rumiantes



Th1 (inmunidad celular) y Th2 (inmunidad humoral) para provocar una respuesta inmune (Arellano-Reynoso et al, 2004; López-Santiago et al, 2019).

La Rev 1 es una cepa en fase lisa, resultado de una retromutación en una cepa estreptomycin dependiente (Elberg y Faunce, 1957). La cepa Rev 1 es de baja virulencia para los pequeños rumiantes, es altamente antigénica, y no revierte a patógena por pasajes continuos. En cabritas vacunadas con dosis completa (1×10^9 ufc), la cepa vacunal no se excreta en leche, ni en exudado vaginal, y los tejidos se liberan de la cepa a las 14 semanas posvacunación, no quedando los animales como portadores (Elberg, 1981).

La Rev 1 se usa en todo el mundo desde los años 50^s, con excelentes resultados. Los primeros reportes de la duración de la inmunidad en cabras vacunadas (1×10^9 ufc), indicaron un 100% de protección después de 4 años y medio, frente a desafíos naturales al convivir con cabras infectadas (Alton and Elberg, 1967). Cabras jóvenes vacunadas con Rev 1 a dosis normal de 1×10^9 ufc y después de 13 a 15 meses infectadas experimentalmente con *B. melitensis*, resistieron la infección (Elberg, 1981). La vacunación de cabras con dosis reducida produce excelentes resultados (Nicoletti, 1993, Díaz-Aparicio et al, 2004)

En una investigación realizada en zonas endémicas de brucelosis en Kuwait, la vacunación masiva con dosis reducida de Rev 1, administrada por vía subcutánea en cabras gestantes, causó una mínima o una nula presentación de abortos, y redujo significativamente la incidencia de brucelosis (Scharp *et al.*, 1999).

En una campaña de vacunación masiva en Chihuahua, México, no se observaron abortos en más de 5,000 cabras vacunadas con Rev 1 a dosis reducida (Díaz *et al.*, 1990). Se ha demostrado la vacuna Rev 1 a dosis reducida otorgo una protección del 86% a cabras gestantes frente al desafío experimental después de cinco años de haber ser inmunizadas (Díaz-Aparicio *et al.*, 2004).

Sin embargo, el uso de vacunas solamente no es suficiente para el control de la enfermedad, sobre todo en explotaciones con alta prevalencia de brucelosis. El control de la brucelosis requiere de medidas de bioseguridad adicionales como son: el monitoreo serológico continuo, con la finalidad de identificar oportunamente vacas que empiezan la enfermedad y evitar que contagien otros animales sanos al momento del parto o el aborto. Es importante, además, la segregación de animales enfermos hasta que terminen su ciclo productivo para su eliminación paulatina, ya que la presencia de animales seropositivos representa un factor de riesgo importante. Se debe contemplar el diagnóstico de la brucelosis a los animales de reemplazo antes de introducirlos y la cuarentena de los reactores. Otra de las medidas adicionales a considerar es no alimentar a las crías con la leche de madres brucelosas. La aplicación de medidas de control de la brucelosis se reflejará directamente en la producción láctea de la explotación.



La brucelosis humana es causada principalmente por *B. melitensis* y *B. abortus*, pero también por *B. suis*, *B. canis*, pero nunca por *B. ovis*, la bacteria se transmite por la ingestión de leche y queso de animales infectados, por contacto directo con secreciones contaminadas, por aerosoles, siendo una enfermedad ocupacional que afecta a veterinarios, matanceros, ganaderos, laboratoristas, etc.

Bibliografía

1. Alton GG and SS Elberg. 1967. Rev 1 *B. melitensis* vaccine. Vet. Bulletin. 37:793-800.
2. Álvarez J., Sáez J.L., García N., Serrat C., Pérez-Sancho M., González S., Ortega M.J., Gou J., Carbajo L., Garrido F., Goyache J. & Domínguez L. (2011). – Management of an outbreak of brucellosis due to *B. melitensis* in dairy cattle in Spain. Res. vet. Sci., 90 (2), 208–211.
3. Arellano-Reynoso B, Díaz-Aparicio E, Leal-Hernández M, Hernández L, Gorvel JP. Intracellular trafficking study of a RB51 *B. abortus* vaccinal strain isolated from cow milk. Vet Microbiol. 2004 Mar 5; 98(3-4):307-12. doi: 10.1016/j.vetmic.2003.10.024. PMID: 15036539.
4. Blasco J.M. & Molina-Flores B. (2011). – Control and eradication of *Brucella melitensis* infection in sheep and goats. Vet. Clin. N. Am. (Food Anim. Pract.), 27 (1), 95–104.
5. Chand P., Sadana J.R. & Malhotra A.K. (2002). – Epididymo-orchitis caused by *Brucella melitensis* in breeding rams in India. Vet. Rec., 150 (3), 84–85.
6. Díaz-Aparicio E, Ayala G, Céspedes M, Sánchez U, Rivero L. and Prado F. 1990. Epidemiological study of caprine brucellosis in Aldama, Chihuahua, Mexico, and implementation of a control program, preliminary results. In: Abstract of the workshop Animal disease diagnostics in Latin America, San José, 1990, (IFS/FAO/IAEA, Costa Rica; Occasional Publication), 38-45
7. Díaz AE; Blasco MJM, Suárez GF. 1999. Prueba de tarjeta modificada para el diagnóstico de la brucelosis caprina. Veterinaria México. 30:4.307-311.
8. Velázquez QF, Hernández AL, Díaz AE. 1997. Evaluación de la prueba modificada de anillo en leche en caprinos y efecto de la mastitis sobre la prueba. Técnica Pecuaria en México 35:1 :52-55
9. Díaz AE, Hernández AL, Ochoa DV, Blasco MJM, Suárez GF. 2000. Evaluación de la prueba de rivanol para el diagnóstico de la brucelosis en cabras. Vet Mex 31(1) 53.



10. Díaz-Aparicio E, Hernández AL and Suárez-Güemes F. 2004. Protection against brucellosis in goats, five years after of vaccination with *Brucella melitensis* Rev 1 vaccine in reduce dose. *Tropical Animal Health and Production*,. 36: 117-121.
11. Elberg SS and K Faunce. 1957. Immunization against *Brucella* infection. VI. Immunity conferred on goats by a non dependent mutant strain of *B. melitensis*. *J. Bacteriol.*, 73:211-217.
12. Elberg SS. 1981. Rev 1 *B. melitensis* vaccine. Part II 1968-1980. *Vet. Bulletin*. 51:67-72.
13. Elzer P.H., Hagius S.D., Davis D.S., DelVecchio V.G. & Enright F.M. (2002). – Characterization of the caprine model for ruminant brucellosis. *Vet. Microbiol.*, 90 (1–4), 425–431.
14. Gorvel JP, Moreno E. *Brucella* intracellular life: from invasion to intracellular replication. *Vet Microbiol*. 2002 Dec 20;90(1-4):281-97. doi: 10.1016/s0378-1135(02)00214-6. PMID: 12414149.,
15. Grillo M.J., Barberán M. & Blasco J.M. (1997). – Transmission of *Brucella melitensis* from sheep to lambs. *Vet. Rec.*, 140 (23), 602–605.
16. Herrera E, Rivera A, Palomares EG, Hernández-Castro R, Díaz-Aparicio E. Isolation of *Brucella melitensis* from a RB51-vaccinated seronegative goat. *Trop Anim Health Prod*. 2011 Aug;43(6):1069-70. doi: 10.1007/s11250-011-9822-4. Epub 2011 Apr 1. PMID: 21455694.
17. Hinić V., Brodard I., Petridou E., Filioussis G., Contos V., Frey J. & Abril C. (2012). – Brucellosis in a dog caused by *Brucella melitensis* Rev 1. *Vet. Microbiol.*, 141 (3–4), 391–392.
18. López-Santiago R, Sánchez-Argáez AB, De Alba-Núñez LG, Baltierra-Uribe SL, Moreno-Lafont MC. Immune Response to Mucosal *Brucella* Infection. *Front Immunol*. 2019 Aug 20;10:1759. doi: 10.3389/fimmu.2019.01759. PMID: 31481953; PMCID: PMC6710357.
19. Lucero N.E., Ayala S.M., Escobar G.I. & Jacob N.R. (2008). – *Brucella* isolated in humans and animals in Latin America from 1968 to 2006. *Epidemiol. Infect.*, 136 (4), 496–503.
20. Musa M.T. & Jahans K.L. (1990). – The isolation of *Brucella melitensis* biovar 3 from a testicular hygroma of a ram in a nomadic flock of sheep and goats in Western Sudan. *J. comp. Pathol.*, 103 (4), 467–470.



21. Nicoletti PL. 1993. The eradication of brucellosis in animals, Saudi Medical Journal, 14, 288-292.
22. Samadi A., Ababneh M.M., Giadinis N.D. & Lafi S.Q. (2010). – Ovine and caprine brucellosis (*Brucella melitensis*) in aborted animals in Jordanian sheep and goat flocks. Vet. Med. Int., 458695. doi:10.4061/2010/458695.
23. Sangari FJ, Agüero J. 1996. Molecular bases of *Brucella* pathogenicity: an update in: Molecular pathogenesis of bacterial infections. Microbiología 12:207-218.
24. Scharp DW, al Khalaf SA, al Muhanna MW, Cheema RA, Godana W. Use of mass vaccination with a reduced dose of Rev 1 vaccine for *Brucella melitensis* control in a population of small ruminants. Trop Anim Health Produc. 1999;31:135-141
25. Seleem M.N., Boyle S.M. & Sriranganathan N. (2010). – Brucellosis: a re-emerging zoonosis. Vet. Microbiol., 140 (3–4), 392–398.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Secretaría de Educación Continua
Departamento de Medicina y Zootecnia
en Rumiantes



7^{er}

Encuentro de rumiantes

Converger para crecer

CALOSTRO

Por: MVZ MSc Arturo Olguin Y Bernal

MVZ MC Rodrigo Gonzalez Lopez

Coordinadores académicos: Dra. Georgina Hernández Rojas, Dra. Jazmin De la Luz Armendariz y Dr. Ulises Jesús Bautista Pérez

Calostro



Ontogénesis del sistema inmunitario

El sistema inmunitario del becerro se forma al principio de la vida fetal. El periodo de gestación de la vaca es de 280 días; el timo es el primer órgano linfoide en formarse y ya puede reconocerse a los 40 días de la concepción. La médula ósea y el bazo aparecen a los 55 días. Los nódulos linfáticos pueden observarse a los 60 días. Las placas de Peyer aparecen a los 175 días. Los linfocitos de la sangre periférica se identifican en el feto a los 45 días.

El recién nacido emerge del útero estéril hacia un ambiente en el que se expone de inmediato a una gran cantidad de microorganismos; el becerro realiza el ajuste más estresante de su vida.

Inmediatamente después del parto, el becerro debe de iniciar una respiración independiente, procesos metabólicos y llegar a ser inmunocompetente.

Entendiendo y manejando este proceso de transición, resulta fundamental para la crianza exitosa del becerro. Mee JF. 2008.

Calostrado

La placentación sindesmocorial de la vaca forma un sincitio entre el endometrio materno y el feto, separando por medio de seis capas histológicas los suministros de sangre materna y fetal, por lo cual el paso de inmunoglobulinas (Ig's), está anulado. Este contacto se produce a través de los cotiledones fetales que se unen a las carúnculas uterinas formando placentomas. Aunque los neonatos nacen con el sistema inmune competente innato completo, en el ambiente protector del útero no se produce estimulación antigénica, por lo que al nacimiento son agammaglobulinémicos. En consecuencia, los becerros recién nacidos, durante sus primeras horas de vida, son dependientes de la transferencia pasiva de Ig's que contiene el calostro materno. El calostro, no solo es importante para reducir la mortalidad y morbilidad de las crías a corto plazo, sino que además posee efectos muy positivos a largo plazo en la salud y en la futura producción de la becerria.

Para comprender el impacto que tiene la ingestión de calostro por el recién nacido, se debe considerar tres aportaciones de este:

- A) Contribuye a la supervivencia inmediata proporcionando una fuente de energía fácilmente disponible.
- B) Proporciona protección inmune contra agentes infecciosos en las primeras semanas de vida.
- C) Una contribución muy importante, pero poco documentada, su aporte a la productividad a largo plazo del animal. (Gooden et.al).

Calostro



Calostrogénesis

El calostro bovino consiste en una mezcla de secreciones lácteas y de componentes del suero sanguíneo que se acumulan en la glándula mamaria durante la lactogénesis I, por el paso selectivo de Ig's y de otros elementos desde la tercera semana antes del parto, como resultado de un incremento de los estrógenos y una disminución de la progesterona. Aparte de los efectos de las hormonas esteroideas, parece plausible que otras hormonas podrían estar jugando un papel importante en el establecimiento de la calostrogénesis, como es el caso de la hormona de crecimiento

Durante la calostrogénesis, para el paso del isotipo G1 sérico circulante al lumen de la glándula mamaria, la célula epitelial mamaria expresa el receptor específico FcRn neonatal, el cual media el paso desde el espacio extracelular en el extremo basal de la célula al lumen alveolar mamario. Baumrucker CR et. al

En condiciones fisiológicas, el origen de la IgG e IgM es exclusivamente sérico, contrariamente a la IgA que se sintetiza localmente.

El componente secretor le confiere a la IgA protección contra la degradación proteolítica en el intestino del becerro y facilita la localización de IgA en el moco intestinal.

La concentración de Ig's en el calostro desciende abruptamente luego del nacimiento del becerro, llegando al 50% entre las 9 – 12 horas y al 85% a las 48 horas siguientes. El descenso de los componentes del calostro se relaciona principalmente al incremento de la actividad funcional de la glándula mamaria que, al elevar su nivel de secreción, desencadena una dilución de las mismas.

Contenido del calostro

El calostro es una secreción densa, cremosa de color amarillo que se colecta de la glándula mamaria después del parto. Por definición, únicamente la secreción del primer ordeño después del parto puede ser denominada calostro. Secreciones desde el segundo hasta el octavo ordeño (cuarto día de lactancia) son llamadas leche de transición, ya que su composición gradualmente se asemeja a la de la leche entera.

Debido a su alto contenido de Ig's, el calostro es la única fuente alimenticia que le transfiere al becerro inmunidad pasiva hasta que el neonato adquiera su inmunidad activa, la cual demora por lo menos seis semanas. El calostro provee al animal de una fuente de energía, grasas, vitaminas liposolubles (A, D y E) y sales minerales con altos contenidos de calcio magnesio y fósforo.

Los constituyentes importantes del calostro incluyen Ig's, leucocitos, factores de crecimiento, hormonas, factores antimicrobianos no específicos y nutrientes.

Tabla 1. Composición del calostro, leche de transición, y leche entera de vacas Holstein.

Calostro



Parámetro	Número de ordeño			
	1	2	3	11
	Calostro	Leche de transición		Leche entera
Gravedad específica	1.056	1.040	1.035	1.032
Sólidos totales (%)	23.9	17.9	14.1	12.9
Grasa (%)	6.7	5.4	3.9	3.2
Sólidos no grasos (%)	16.7	12.2	9.8	8.6
Proteína total (%)	14.0	8.4	5.1	3.1
Caseína (%)	4.8	4.3	3.8	2.5
Albumina (%)	6.0	4.2	2.4	0.5
Inmunoglobulinas (%)	6.0	4.2	2.4	0.09
IgG (g/100 ml)	3.2	2.5	1.5	0.06

El calostro bovino fresco contiene leucocitos de origen materno, como macrófagos y linfocitos (células mononucleares). Los leucocitos del calostro ingresan a los tejidos de los recién nacidos luego de su administración oral.

La grasa y lactosa presente en calostros de buena calidad, son de muy fácil asimilación como fuente de energía, estas son fundamentales para la termogénesis y para mantener la temperatura corporal del becerro en las primeras horas de vida. Además, por su elevado contenido en sales de magnesio el calostro posee un efecto laxante que ayuda al becerro a expulsar el meconio y al establecimiento de los movimientos intestinales. Ciertas vitaminas y minerales, como calcio, magnesio, zinc, vitamina A, vitamina E, caroteno, riovoflavina, vitamina B12, ácido fólico, colina y selenio, también se encuentran en concentraciones elevadas en el calostro bovino.

El calostro además de contener un alto porcentaje de agua, energía, proteína, vitaminas y minerales, también posee nutrientes, factores de crecimiento elementos inmunológicos inespecíficos y protectores de mucosa del intestino (aglutininas, interferón, interleucinas, lisozima, lactoferrina, complejo lactoperoxidasa/tiocinato/agua oxigenada), que aseguran un excelente desarrollo del sistema inmune, protección contra bacterias entéricas y una adecuada maduración y funcionalidad del tracto gastrointestinal (TGI). El inhibidor de tripsina, un compuesto que se encuentra en el calostro en concentraciones 100 veces mayores que en la leche, sirve para proteger las Ig's y otras proteínas de la degradación proteolítica en el intestino del becerro recién nacido.

Calidad de calostro

El consumo de calostro por parte del becerro, contribuye en la adaptación, protección y defensa del becerro a su nuevo entorno durante los primeros meses

Calostro



de vida, hasta que este desarrolle un sistema inmune competente capaz de montar una respuesta eficiente.

Los factores que determinan la calidad del calostro son: la concentración de Ig's (específicamente IgG) y la presencia o ausencia de bacterias. Típicamente la calidad de calostro es expresada en términos de concentración de IgG. Sin embargo, los contaminantes también influyen de manera directa en su calidad. La calidad de un calostro, se puede ver comprometida durante las diferentes etapas de su manejo (recolección, conservación y administración). A pesar de sus múltiples beneficios inmunológicos y nutricionales, la alimentación con calostro representa la primera oportunidad de exponer al becerro a agentes infecciosos.

El primer punto de control para administrar calostro libre de contaminantes, debe ser la prevención de contaminación durante su obtención, almacenamiento y administración.

La concentración de IgG en el calostro es otro parámetro que se ha considerado para evaluar su calidad, y la alta calidad se define como niveles de IgG superiores a 50 g/L.

Tradicionalmente, se ha utilizado la evaluación visual como un indicativo de la calidad del calostro, con base en sus características organolépticas (color, apariencia y olor). El color normal del calostro debe ser amarillo claro a intenso.

La evaluación visual, es una técnica práctica pero poco válida para la determinación de la calidad del calostro, dado que un calostro denso y cremoso puede simplemente ser indicativo de su alto contenido de grasa, sin tener relación directa con su contenido de Ig's. Existen alternativas indirectas, que se pueden emplear en campo (como el calostrómetro y el refractómetro de grados Brix), para la determinación de la calidad de calostro a partir de la correlación que existe entre la gravedad específica y el contenido de Ig's en la muestra.

Determinación de la calidad del calostro

Una vez obtenido el calostro, aplicando estrictas medidas de higiene durante su obtención, se debe comprobar su calidad, a través de la determinación indirecta de la concentración de inmunoglobulinas ya sea mediante el uso del calostrómetro o refractómetro de grados Brix.

Calostrómetro

El calostrómetro es la herramienta más utilizada para determinar la calidad del calostro dentro de las unidades de producción. Este método mide la gravedad específica, o densidad del calostro permite estimar con razonable certeza, la cantidad de IgG en el calostro. El calostrómetro es un instrumento de vidrio delgado, parecido a un termómetro el cual posee una escala calibrada de colores (verde,

Calostro



amarillo y rojo) que, dependiendo de este, otorga una categoría y un rango de concentración en intervalos de 5 mg/ml de inmunoglobulinas, (Tabla 1).

Es importante considerar que en condiciones de campo el uso de este instrumento se encuentra sujeto a una variedad de factores ambientales y temperatura. Se tiene que evaluar el calostro cuando este se encuentre en una temperatura de 22°C. Otro aspecto a considerar es la espuma del calostro, ya que esta puede interferir con la lectura del calostrómetro. El procedimiento de la prueba consiste en depositar la muestra de calostro recién ordeñado en una probeta de plástico limpia con una capacidad de 250 ml. Se deja que la muestra alcance una temperatura ambiente (22°C). Se debe asegurar que el calostro no tenga espuma por encima. Se coloca el calostrómetro dentro de la probeta, para poder realizar la medición, este debe de mantenerse estabilizado y flotando, por lo que debemos esperar aproximadamente 3 minutos para realizar la lectura. Para determinar el resultado, se lee la escala numérica de mg/ml, clasificando la calidad del calostro, (Tabla 1).

Categorías	Color	Concentración de Ig (mg/ml)
Superior	Verde	≥ 50
Moderada o marginal	Amarillo	$\geq 22 - 50$
Inferior	Rojo	22

Tabla 1. Escalas de clasificación de la calidad de calostro por calostrometría.

Refractómetro Brix

El refractómetro utilizado en las unidades de producción, está diseñado para medir el valor Brix (sólidos totales) del calostro y correlacionarlos con la concentración de IgG para determinar su calidad. Ha sido estandarizado, que un valor Brix $\geq 22\%$, es adecuado para considerar que el calostro es de buena calidad, siendo equivalente a 50 g/l de IgG, que es justo el valor donde comienza la escala verde en el calostrómetro. Si se presenta un valor Brix menor a 20%, será indicativo de un calostro de mala calidad (<30 g/l).

El procedimiento de la prueba de refractometría Brix, consiste en colocar una gota de calostro sobre el prisma del refractómetro óptico el cual debe estar previamente calibrado. A continuación, se apunta el refractómetro a una fuente de luz sujetándolo de manera perpendicular y se observa a través del orificio óptico. El valor Brix debe ser leído en el nivel de la línea que se forma entre la zona blanca y la oscura, que aparecen en el lector del equipo. Los valores son interpretados en porcentaje como se muestra en la Tabla 2.

Calostro



Puntuación Brix (sólidos totales)	Concentración mg/ml	Interpretación
$\geq 22\%$	>50	Buena calidad
$< 20\%$	<30	Mala calidad

Tabla 2. Resultados e interpretación por refractometría Brix en calostro.

El calostro que obtenga una puntuación Brix $\geq 22\%$, será apto para el consumo como primera fuente de calostro en los neonatos, mientras que un calostro con $<20\%$ no debe ser administrado como primera toma.

Bibliografía

1. Godden SM, Lombard JE, Woolums AR. Colostrum Management for Dairy Calves. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*. 2019 Nov 1; 35(3):535–56.
2. Baumrucker CR, Macrina AL, Bruckmaier RM. Colostrogenesis: Role and Mechanism of the Bovine Fc Receptor of the Neonate (FcRn). *J Mammary Gland Biol Neoplasia*. 2021 Dec;26(4):419–53.
3. Mee JF. Newborn dairy calf management. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*. 2008 Mar;24(1):1–17.
4. Besser TE, Gay CC, Pritchett L. Comparison of three methods of feeding colostrum to dairy calves. *J Am Vet Med Assoc*. 1991 Feb 1;198(3):419–22.
5. Donovan GA, Dohoo IR, Montgomery DM, Bennett FL. Associations between passive immunity and morbidity and mortality in dairy heifers in Florida, USA. *Prev Vet Med*. 1998 Feb 6;34(1):31–46.
6. Smith BP. *Large Animal Internal Medicine*. Edición: 5. St. Louis, Mo: Mosby-Year Book; 2014.
7. Stewart S, Godden S, Bey R, Rapnicki P, Fetrow J, Farnsworth R, et al. Preventing Bacterial Contamination and Proliferation During the Harvest, Storage, and Feeding of Fresh Bovine Colostrum. *Journal of dairy science*. 2005 Aug 1;88:2571–8.
8. Furman-Fratczak K, Rzasa A, Stefaniak T. The influence of colostral immunoglobulin concentration in heifer calves' serum on their health and growth. *Journal of Dairy Science*. 2011 Nov 1 ;94(11):5536–43.
9. Hernandez D, Nydam DV, Godden SM, Bristol LS, Kryzer A, Ranum J, et al. Brix refractometry in serum as a measure of failure of passive transfer compared to measured immunoglobulin G and total protein by refractometry in serum from dairy calves. *Vet J*. 2016 May;211:82–7.

Calostro



10. Elsohaby I, McClure JT, Keefe GP. Evaluation of digital and optical refractometers for assessing failure of transfer of passive immunity in dairy calves. J Vet Intern Med. 2015 Apr;29(2):721–6.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Secretaría de Educación Continua
Departamento de Medicina y Zootecnia
en Rumiantes



7^{er}

Encuentro de rumiantes

Converger para crecer

Coordinadores académicos: Dra. Georgina Hernández Rojas, Dra. Jazmín De la Luz Armendáriz y Dr. Ulises Jesús Bautista Pérez

DESTETE EN CABRITOS

Por: **MMVZ Diana Patricia
Martínez Albarrán**

**Departamento de Medicina y Zootecnia de
Rumiantes**



Introducción

Las cabras han sido probablemente de las primeras especies rumiantes que han sido domesticadas desde hace aproximadamente 10 000 años, dejando ver su gran versatilidad y adaptabilidad a diversas condiciones ambientales por lo que se han convertido en una especie muy popular en todo el mundo.

A pesar de esta popularidad, la información documentada sobre las características de los sistemas de producción de cabras y el bienestar de los animales dentro de ellos, ya sea a nivel regional o mundial, es escasa (*Vickery, et al., 2022*). Sin embargo, dentro de algunas investigaciones se destaca la importancia del bienestar y nutrición de los animales más jóvenes, los cabritos, ya que constituyen en la producción y principalmente en las lecheras la base fundamental para el futuro de la productividad del rebaño.

Dentro de las etapas más importantes se destaca la lactancia en donde se busca maximizar el crecimiento y la salud de los cabritos y cabritas, no obstante, uno de los aspectos y que en muchas ocasiones se le ha restado valor es el relacionado con el destete o desleche y su consecuente impacto económico y de sanidad en la producción caprina (*Bélanger-Naud et al., 2021*) ya que adelantarlos o atrasarlos significa incrementar o disminuir la cantidad de la leche para la venta y poner en mayor o menor riesgo la salud de los animales.

El destete es un período crucial en la vida de los animales jóvenes, pero los programas de destete generalmente se eligen simplemente de acuerdo con criterios económicos y prácticos con el único propósito de obtener el máximo rendimiento a bajo costo (*Magistrelli D., et al., 2013*)

De cualquier manera, es fundamental llevar prácticas adecuadas dentro de éste periodo para disminuir así los efectos negativos sobre el crecimiento, sus parámetros productivos y su futura producción de leche.

Lactancia

La etapa de lactancia representa el periodo de alimentación y transición desde el nacimiento hasta el destete. La frecuencia, la cantidad y el tipo de alimentación con leche influyen en el crecimiento, la salud y el desarrollo del rumen en los cabritos en crecimiento. La tasa máxima de crecimiento se puede lograr alimentando con leche *ad libitum*, pero se retrasa el desarrollo temprano de un rumen funcional. Por lo tanto, es necesario un equilibrio entre el crecimiento máximo y el desarrollo temprano de un rumen funcional para un programa de destete exitoso. (*Lu y Potchoiba, 1988*)

Comúnmente se describen tres tipos de lactancia en cabritos, dentro de la más utilizada es la natural, la cual consiste en la obtención de la leche directamente de

Destete en Cabritos



la madre y que concluye con el destete y separación de la misma dentro de los 3 o 4 meses de edad del cabrito. Éste sistema es común en producciones extensivas que por lo general son destinadas al abasto.

Existe también la lactancia restringida o controlada, en donde la madre y la cría permanecen juntos la mayor parte del día y son separados durante la noche, de esta manera puede ser aprovechada parte de la leche para consumo humano. Es común ver este tipo de lactancia

en producciones semi-intensivas o de doble propósito y en ocasiones en algunas producciones lecheras.

La lactancia artificial implica separar a la cría de la madre desde el nacimiento o lo más pronto posible y alimentarlas con leche o sustitutos lácteos pero de manera dosificada aunque en ocasiones puede ser a libre acceso. Éste método es una práctica regular en las producciones intensivas o de estabulación total.

Transición de lactante a rumiante

Los ruminantes se caracterizan por su capacidad para alimentarse de pasto o forraje. Esta característica se basa en la posibilidad de poder degradar los hidratos de carbono estructurales del forraje, como celulosa, hemicelulosa y pectina, muy poco digestibles para las especies de estómago simple o no-ruminantes.

Los cabritos nacen con el aparato digestivo adaptado a una dieta láctea, y por lo tanto, propia de un no-rumiante. Bajo condiciones normales de alimentación los compartimientos gástricos se van desarrollando mientras se hacen funcionales (*Relling y Mattioli, 2003*).

La transición de lactante a rumiante implica para el cabrito una serie de pasos adaptativos, de esta manera la fisiología y anatomía digestiva del rumiante van adquiriendo características particulares, tales como cambios en el volumen de los compartimientos gástricos, en la estructura del surco reticular, el desarrollo de las papilas ruminales y cambios en la microbiota ruminal, de cual la degradación del alimento comienza a ser mayoritariamente por digestión fermentativa y no por acción de enzimas digestivas.

Destete y desleche

Tradicionalmente, cuando la cría se encuentra alimentándose con leche de la madre por semanas y de manera natural deja de hacerlo, por la disminución de la producción de leche de la cabra y por el aumento en el consumo de forraje por parte de la cría, se le denomina destete.

Destete en Cabritos



Nutricionalmente, es el proceso de transición de una dieta basada en leche a una compuesta de alimentos sólidos (*Vickery, et al., 2022*), lo que implica el cese definitivo de la alimentación líquida. Al final de este periodo de transición, en el que la cría ya no consume leche o sustituto lácteo ofrecido de manera artificial, se le denomina desleche.

El destete natural se caracteriza por el reemplazo de la leche que proviene directamente de la glándula mamaria por alimento sólido, y por la independencia social de la cría. El destete artificial es la finalización forzada de la succión y por tanto de la obtención de la leche por parte de la cría, y generalmente incluye la separación, y por ende la pérdida de la madre. (*Freitas-de-Melo y Ungerfeld, 2016*). Cabe destacar que para ambos casos se hace referencia a un destete desde una lactancia natural. En cuestión de una lactancia artificial, el desleche incluye las mismas medidas de transición de alimentación pero con la diferencia de no tener el vínculo con la madre.

Los criterios recomendados para el destete o desleche de los cabritos son variables y se basan principalmente: en el peso, de 14 a 15 kg de peso vivo, o cuando los cabritos han alcanzado de 2 a 2.5 veces su peso al nacer; la edad, de 6 a 8 semanas de edad; o el

consumo de alimentos sólidos, es decir, un consumo diario de 115–200 g de concentrados (alimentos balanceados) o 30–500 g de alimento sólido, incluidos concentrados y heno (*Bélanger-Naud, et al., 2021*). Sin embargo, éstos son parámetros esperados en condiciones normales de sanidad y bienestar, pero pueden verse afectados con el retraso del crecimiento y por consiguiente de la edad al destete o desleche por la presentación de enfermedades o una mala alimentación tanto de la madre como de la cría.

Tipos de destete/desleche

Dentro de lo que se conoce como el destete artificial, se encuentra el destete abrupto que se caracteriza por la separación del cabrito de la madre desde su nacimiento y de esta manera llevar una alimentación con lactancia artificial.

Con respecto a los métodos de desleche, con mayor frecuencia se recomienda retirar la leche o sustituto lácteo a los cabritos de manera progresiva, durante un período de 5 a 7 días, para brindarles a los cabritos el tiempo suficiente para hacer la transición a la alimentación sólida sin dejar de tener un acceso limitado a la leche (*Bélanger-Naud, et al., 2021*). De forma habitual, en campo se realiza este manejo de tres formas: de manera precoz o temprana que va de las 4 a 6 semanas de edad; tradicional de las 6 a 8 semanas; y el tardío de 8 a 12 semanas. En esta práctica, se lleva a cabo un destete o desleche progresivo en la que el ofrecimiento del

Destete en Cabritos



alimento líquido irá disminuyendo y el alimento sólido (forrajes y alimentos balanceados o concentrados) incrementándose.

Agua

Para facilitar la transición de una dieta líquida a una dieta sólida al destete, se recomienda que los cabritos tengan acceso a agua limpia y tibia en todo momento, idealmente desde la semana 1 a 2 de edad. Aunque esto corresponde a lo que puede considerarse una necesidad básica para todas las especies, no existe literatura científica disponible sobre el efecto de la ingesta de agua en el rendimiento de los cabritos (*Bélanger-Naud, et al., 2021*).

Alimento sólido, forrajes y alimentos balanceados (concentrados)

Además del consumo de agua, el consumo de forrajes y alimentos concentrados es importante para facilitar la transición de la lactancia al destete o desleche y necesario para promover el desarrollo del rumen y asegurar su buen funcionamiento.

De acuerdo con la mayoría de las recomendaciones, se debe introducir un forraje de alta calidad en la ración de los cabritos aproximadamente al mismo tiempo que los concentrados (es decir, entre 1 y 3 semanas de edad) y administrarlo *ad libitum* o 3 veces al día para fomentar el consumo (*Zobel, G., et al., 2020*).

Los concentrados, o alimentos balanceados de preiniciación están hechos a base de granos de cereales, suplementos proteicos y en algunos casos leche en polvo. Es deseable que contengan proteínas de origen animal como harina de pescado o bien proteínas vegetales como harina de soya. En el caso de los forrajes el de elección es la alfalfa, de preferencia achicalada.

Estrés al destete/desleche

El destete es un proceso que experimentan todos los mamíferos y cuando los cabritos son criados por sus madres, el destete ocurre gradualmente con el tiempo a medida que la madre reduce el vínculo con sus crías, a través de eventos de lactancia menos frecuentes y mucho más cortos (*Zobel, G., et al., 2020*).

Sin embargo, en los sistemas intensivos, que son criados bajo una lactancia artificial o controlada son destetados o deslechados de manera rápida o incluso en ocasiones abrupta, lo que significa un evento muy estresante para los cabritos.

Algunas referencias apuntan a que la mortalidad de los cabritos es más alta durante el periodo previo al destete. Cabe destacar que dentro de las causas más frecuentes

Destete en Cabritos



de mortalidad se encuentran hipotermia, músculo blanco, enteritis y estrés por pérdida de la madre, así como la aparición de ciertas enfermedades. En cualquier caso, este parámetro es un importante indicador de bienestar animal dentro de la producción caprina.

El estrés por el que atraviesa el cabrito en este periodo tiene raíz en una serie de cambios tanto sociales, físicos, nutricionales, así como un desajuste en su rutina. La intensidad de este estrés también depende de algunos otros factores como la edad, sexo, genética, factores ambientales.

El cambio repentino en la dieta y la eliminación de la oportunidad de mamar pueden estar asociados con un período de crecimiento reducido o estancado y una mayor respuesta conductual (es decir, mayor actividad y vocalizaciones).

La implementación de un método de destete más gradual puede emular mejor el destete natural y, por lo tanto, preparar a los cabritos para hacer frente a esta importante transición (*Zobel, G., et al., 2020*).

Manejos adicionales

Durante la lactancia es indispensable realizar ciertos manejos que garanticen prolongar en lo posible la vida de los cabritos en esta etapa tan crucial y que es de alto riesgo. Así mismo, es de gran importancia llevar a cabo tareas adicionales al momento del destete, algunas de ellas como refuerzo de manejos previos durante la lactancia.

Estas prácticas incluyen manejos de sanidad, como la bacterinización, desparasitación y vitaminación, ésta última como un coadyuvante para disminuir el impacto del estrés ocasionado por el destete o desleche; por otro lado también suele realizarse de manera común la re-lotificación y/o reubicación de los cabritos a nuevos corrales y con nuevos compañeros.

Es recomendable llevar un registro y control de la ganancia de peso a lo largo de toda la lactancia de tal manera que peso y el crecimiento de los cabritos son buenos indicadores del rendimiento general de los mismos. El peso objetivo recomendado para cabritos a los 30 d de edad es de alrededor de 10 kg, con una ganancia diaria de peso de 200 g/d, y el peso objetivo a los 60 d de edad es de alrededor de 16 kg, o el equivalente al 20% del peso corporal de un adulto. Siendo estas cifras solo una recomendación ya que no está confirmada por ninguna literatura publicada específica de cabras (*Bélanger-Naud, et al., 2021*).



Bibliografía:

1. Bélanger-Naud, S., & Vasseur, E. (2021). Graduate Student Literature Review: Current recommendations and scientific knowledge on dairy goat kid rearing practices in intensive production systems in Canada, the United States, and France. *Journal of Dairy Science*, 104(6), 7323-7333.
2. Freitas-de-Melo, A., & Ungerfeld, R. (2016). Destete artificial en ovinos: respuesta de estrés y bienestar animal. Revisión. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 7(3), 361-375.
3. Lu, C. D., & Potchoiba, M. J. (1988). Milk feeding and weaning of goat kids— A review. *Small Ruminant Research*, 1(2), 105-112.
4. Magistrelli, D., Aufy, A. A., Pinotti, L., & Rosi, F. (2013). Analysis of weaning-induced stress in Saanen goat kids. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 97(4), 732-739.
5. Relling, A. E., & Mattioli, G. A. (2003). Fisiología digestiva y metabólica de los ruminantes. *Argentina: UNLP Editorial Edulp*, 23-55.
6. Todd, C. G., Bruce, B., Deeming, L., & Zobel, G. (2019). Survival of replacement kids from birth to mating on commercial dairy goat farms in New Zealand. *Journal of dairy science*, 102(10), 9382-9388.
7. Vickery, H. M., Neal, R. A., & Meagher, R. K. (2022). Rearing goat kids away from their dams 1. A survey to understand rearing methods. *animal*, 16(6), 100547.
8. Zobel, G., Freeman, H., Watson, T., Cameron, C., & Sutherland, M. (2020). Effect of different milk-removal strategies at weaning on feed intake and behavior of goat kids. *Journal of Veterinary Behavior*, 35, 62-68.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Secretaría de Educación Continua
Departamento de Medicina y Zootecnia
en Rumiantes



1^{er}

Encuentro de rumiantes

Converger para crecer

INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN OVINOS, ¿ES POSIBLE RETOMAR LA INSEMINACIÓN VAGINAL?

Por: Dr. Octavio Mejía Villanueva.

CEIEPO, FMVZ-UNAM

Inseminación Artificial en Ovinos, ¿Es posible retomar la inseminación vaginal?



La técnica de reproducción asistida más utilizada en los animales domésticos es la inseminación artificial, en la cual el semen es recolectado y depositado por medios diferentes a la cópula. Su principal objetivo es el establecer programas de mejoramiento genético, también disminuye el riesgo de transmisión de enfermedades y facilita la planificación de actividades como el empadre o el nacimiento de la crías. Entre sus desventajas se encuentran el empleo de algunos materiales, hormonas y equipos que pueden ser costosos. Además, si la fertilidad que se puede alcanzar en un rebaño ovino en el cual se utilicen sementales en monta directa puede ser de entre un 75 y un 90% (Bonilla et al, 1993), entonces la mayor limitante de la inseminación artificial es la disminución de la fertilidad. Por lo general se realiza de mediados de julio a mediados de febrero, coincidentes con la época en la que la mayoría de las borregas en México están ciclando (Porrás et al, 2003; Arroyo, 2011). Para la conservación del semen ovino se cuenta con diluyentes comerciales que aportan componentes similares a los del plasma seminal y que se elaboran con estrictos controles de calidad. También se han establecido los tiempos para el enfriamiento paulatino del semen hasta su congelación (Mejía et al, 2009; Bóveda et al, 2018; Bóveda et al, 2021) y se conocen las concentraciones espermáticas más adecuadas de las dosis a preparar. Sobre esto último, desde hace tiempo se determinó que mientras más profundo se haga el depósito del semen dentro del aparato reproductor de la hembra, menor será la cantidad de espermatozoides a aplicar. Así, las dosis de semen fresco, frío o congelado, cuyos volúmenes pueden ser de entre 0.25 ml y 1.0 ml, contienen entre 200 y 300 millones ($\times 10^6$) para la inseminación vaginal, de entre 100 a 150×10^6 , para la inseminación cervical y de entre 20 a 100×10^6 para la intrauterina (Paulenz et al, 2003; Nordstoga et al, 2011; Mejía et al, 2019).

Entre los factores que se considera disminuyen la fertilidad de las hembras inseminadas artificialmente, se encuentran la clase de hormona y la duración del tratamiento empleado para la sincronización del estro; el tipo de semen utilizado (fresco, enfriado o congelado) y su viabilidad, así como el volumen y la

Inseminación Artificial en Ovinos, ¿Es posible retomar la inseminación vaginal?



concentración de cada dosis. Los resultados también pueden ser afectados por el sitio del aparato reproductor de la hembra en el cual el semen es depositado, vaginal, cervical o intrauterinamente, así como por el número de veces en que puede ser inseminada la misma hembra (Evans y Maxwell, 1990; Salamon y Maxwell, 2000; Anel et al, 2006; Allaoui et al, 2014). Para la sincronización del estro en las borregas, se usan comúnmente progesterona natural o sintética por periodos menores, similares o mayores a la duración del diestro del ciclo estral, esto es, como mínimo nueve días y como máximo 14 días; aunque también se han probado tratamientos cortos, de cinco o seis días y otros más largos de hasta 21 días (Dos Santos et al, 2015). Independientemente de la duración del tratamiento, el proestro inicia rápidamente una vez es retirada la progesterona y alrededor de 36 horas después, se presenta el celo sincronizado (Salamon y Maxwell, 1995).

En México, es común la inserción vaginal de una esponja de poliuretano con 20 mg de una progesterona sintética denominada acetato de fluorogestona (FGA) o de un dispositivo de nylon siliconizado con 300 mg de progesterona natural, llamado CIDR y a su retiro, la inyección intramuscular de 100 a 300 UI de gonadotropina coriónica equina (eCG); favoreciendo con ello una rápida estimulación del desarrollo folicular, la compactación en la presentación de los estros entre las 36-48 horas posteriores y la ovulación alrededor de 20 horas después del inicio del estro (Evans y Maxwell, 1990). En las ovejas se considera que la sincronización del estro con dispositivos vaginales con progesterona, principalmente sintética, sumada a la posible presencia de progesterona endógena, puede ser el principal factor que origina la disminución de la fertilidad del semen depositado vaginal o cervicalmente (Blaschi et al, 2014). La sincronización con progesterona modifica las características y la estructura del moco cervical, haciéndolo menos abundante, más espeso y con una conformación reticular que puede alterar el paso de los espermatozoides a través del cérvix (Abril-Parreño et al, 2021). Además, al acidificar el PH vaginal crea un ambiente adverso para los espermatozoides (Robinson et al, 1970; Hawk y Conley, 1975;

Inseminación Artificial en Ovinos, ¿Es posible retomar la inseminación vaginal?



Wessel et al, 2004). A nivel de oviducto, la administración de progesterona puede afectar el transporte de los ovocitos y de los espermatozoides, debido a la modificación de las células epiteliales ciliadas y del movimiento de sus cilios y por lo tanto, puede ser causa de infertilidad o de gestaciones ectópicas (en mujeres) (De Vargas et al, 1975; Satir y Sleight, 1990). No obstante los CIDR's con progesterona natural o las esponjas con FGA, se utilizan de manera indistinta para sincronizar el celo de las hembras de los pequeños rumiantes que recibirán monta natural o que serán inseminadas intrauterinamente, sin que sea afectada la fertilidad (Martínez et al, 2006), se considera que esto puede no ser así cuando la inseminación artificial se realiza vaginal o cervicalmente. También hay que considerar que el cérvix de las borregas está formado por pliegues o anillos transversales incompletos, interpuestos uno frente a otro, por lo que es muy difícil el atravesarlos completamente con la pistola de inseminación (Falchi et al, 2012; Bartlewski y Candappa, 2015). Por lo tanto, técnicas relativamente sencillas como la inseminación vaginal y la cervical, se han realizado principalmente con semen fresco, ya que usando semen frío o congelado, la fertilidad puede disminuir significativamente (Evans y Maxwell, 1990). Así, estas técnicas han sido remplazadas la inseminación intrauterina mediante laparoscopia, ya que permite la aplicación de semen fresco, frío o congelado. La inseminación intrauterina origina una fertilidad consistente y no menor al 50% con semen fresco y de entre 30 al 50% con semen previamente congelado (Masoudi et al, 2017; Mejía et al, 2019), pero como implica una cirugía, su uso en los rumiantes pequeños no se ha extendido. Tanto la inseminación vaginal como la cervical se usan actualmente en países como Argelia, Australia, Egipto, Francia, Irlanda, Irán, Marruecos, Noruega o Sudán, que promueven decididamente que los propios criadores sean los encargados de inseminar sus animales (Paulenz et al, 2003; Nordstoga et al, 2011; Alloui et al, 2014; El Amiri y Druart, 2014). Los porcentajes de fertilidad obtenidos varían ampliamente y pueden encontrarse entre el 10 y el 50%, aunque normalmente no son superiores al 30% (Salamon y Lightfoot, 1970; Nordstoga et al, 2011; Masoudi et al, 2017), por lo que esta inconsistencia en los resultados ha

Inseminación Artificial en Ovinos, ¿Es posible retomar la inseminación vaginal?



sido otra de las razones por las que han dejado de practicarse (Cáceres y Mogollón, 2020). Sin embargo, la realización de más de una inseminación, por ejemplo, una doble inseminación con diferencia de algunas horas entre éstas, al incrementar el número de espermatozoides depositados y al acercarse a los tiempos en los que puede ocurrir la ovulación, incrementa la fertilidad en un 10 a 20% y en un 6 a 10% el número de corderos nacidos, pero duplica el trabajo a realizar (Evans y Maxwell, 1990; Paulenz et al, 2003). No obstante las técnicas vaginal y cervical no son quirúrgicas, como lo es la laparoscopia, para realizarlas es común el sujetar a las hembras entre al menos dos personas para levantarles el tren posterior y colocarlas sobre una base o potro de servicio, mientras otra persona las insemina mediante la introducción de un espéculo vaginal y la pipeta de inseminación (Evans y Maxwell, 1990; Masoudi et al, 2017), lo que conlleva un manejo estresante para las hembras (Murray y Ward, 1993; Roger, 2012).

A lo largo del tiempo, las técnicas de inseminación artificial y de conservación del semen, se han establecido en estrecha relación con la anatomía reproductiva de las hembras, pero también con los materiales predominantes en cada época. A inicios de los años 40 el semen era diluido, enfriado y envasado en pequeños frascos de cristal cerrados con tapones de corcho y sellados con parafina; poco después se empezaron a usar ampollitas de cristal con volúmenes de semen de entre 1 y 5 ml, selladas con parafina y que eran transportadas en recipientes con hielo (Erb et al, 1942). Posteriormente, las ampollitas de cristal se sellaron herméticamente con calor y podían contener semen para su congelación con hielo seco (CO₂ condensado) y alcohol (Blackshaw y Emmens, 1953; Dautier, 1956). A partir de los años 60, se empezaron a utilizar “popotes o pajillas” de un plástico llamado policloruro de vinilo (PVC) (Lightfoot and Salamon, 1969; Colas, 1975), cuyo costo, duración y facilidad de manejo, contribuyeron ampliamente a la masificación de la inseminación artificial, particularmente en los bovinos domésticos; mientras que para la congelación, se sustituyeron los recipientes que contenían el hielo seco, por envases metálicos que contenían nitrógeno líquido

Inseminación Artificial en Ovinos, ¿Es posible retomar la inseminación vaginal?



(LN₂) (Hill et al, 1959; Quinn et al, 1968). Sin embargo, a pesar de contarse con pajillas de plástico y termos con nitrógeno líquido, el semen se ha seguido congelando con una de las primeras técnicas desarrolladas, que es la formación de “pellets o pastillas”. Para ello, a bloques de hielo seco se les hacen pequeñas perforaciones que son llenadas con el semen previamente diluido y gracias a que la temperatura del hielo seco es de alrededor de -70°C, se congela en cuestión de minutos formando los pellets fácilmente (Lightfoot and Salamon, 1969; Salamon y Lightfoot, 1970; Brito et al, 2004). Recientemente, estudios de “ultracongelación o congelación ultrarápida”, también permiten la producción de pellets depositando el semen diluido en extensores con altas concentraciones de diferentes azúcares, directamente en el nitrógeno líquido, pero la motilidad y la viabilidad del semen no son, hasta el momento, óptimas a la descongelación (Bóveda et al, 2018). Una vez formados, los pellets son colocados en contenedores o tubos de diferentes medidas, identificados e introducidos al termo de nitrógeno líquido, hasta que son descongelados para su uso (Brito et al, 2004; Bóveda et al, 2018). Pero, dado que las pastillas de semen al descongelarse recuperan su forma líquida, éstas deben ser envasadas en pajillas de plástico y colocadas en la pistola o pipeta para realizar la inseminación, regresando con ello al empleo de equipo e instrumental y al inevitable manejo invasivo de las hembras. Entonces, si se contara con un “envase” diferente para contener el semen, que permitiera su conservación por enfriamiento o congelación y que pudiera ser introducido vaginalmente sin ayuda de equipo e instrumental especializado, esta técnica de inseminación, dada su sencillez, podría ser modificada y simplificada aún más.

Actualmente, muchos medicamentos de uso humano son envasados en cápsulas de gel para su administración oral. Esta cápsula enmascara sabores desagradables y asegura una rápida absorción a nivel gástrico o intestinal, su degradación depende principalmente de la temperatura del sitio al que llegan o de la temperatura de su contenido (Gato, 1995; Gullapalli y Mazzitelli, 2017). Las cápsulas pueden ser blandas o duras; comúnmente las blandas, que pueden ser

Inseminación Artificial en Ovinos, ¿Es posible retomar la inseminación vaginal?



de diferentes formas, contienen una mayor proporción de glicerina en su composición y se utilizan para encapsular líquidos o aceites viscosos o semiviscosos, son elaboradas industrialmente y llenadas al mismo tiempo que una máquina las va termoformando y uniendo; mientras que las cápsulas duras, si bien son producidas y llenadas industrialmente con medicamentos o productos granulados o en polvo, también pueden ser llenadas manualmente mediante el empleo de pequeñas envasadoras caseras y en el caso de contener líquidos, con jeringas o pipetas. Las cápsulas duras están formadas por un cuerpo y por una cabeza que se inserta en el cuerpo para su cerrado hermético (Juhl y Blaug, 1973; Gato, 1995;). Están elaboradas con “gel o gelatina”, las de origen animal son de colágeno obtenido de huesos o piel, mientras que las de origen vegetal son elaboradas con hidroxipropilmetilcelulosa (hipromelosa o HPMC), polímero natural formado por unidades de glucosa. Recientemente se encuentran en el mercado cápsulas de pululano, polímero polisacárido natural soluble en agua, formado por unidades de maltotriosa y producido a partir de almidón por el hongo *Aureobasidium pullulans*. Las cápsulas no son alergénicas y se desintegran rápidamente, lo que las hace ideales para una liberación inmediata o rápida de su contenido y al ser impermeables al oxígeno, evitan de manera muy efectiva la oxidación (Garbacz et al, 2014; CAPSUGEL, 2019). Novedosamente, se han usado para la administración de diferentes esteroides por vía vaginal en mujeres (Podolski y Hsu, 2019). Independientemente de su material, se sabe que las cápsulas pueden adherirse a la mucosa del fondo de la vagina en la entrada del cérvix, mientras se disuelven y liberan en forma gradual su contenido y al ser altamente solubles, no dejan residuos, por lo que la posible irritación a nivel local es mínima o nula. Esto podría ser una ventaja para su uso en la inseminación artificial vaginal, ya que en teoría ni la viabilidad ni la motilidad de espermáticas se afectarían. El empleo de cápsulas duras de gel de colágeno, se ha reportado para el envasado y el enfriamiento de semen bovino, así como para su depósito vaginal o intracervical en vacas productoras de leche (Davis et al, 1940 y Merkt et al, 1966, citados por Thanawala et al, 1988). Mientras que el envasado y la

**Inseminación Artificial en Ovinos,
¿Es posible retomar la inseminación vaginal?**



congelación de semen en este tipo de cápsulas, al parecer se ha realizado únicamente en bovinos (Merkt et al, 1967 y Pilch et al, 1971, citados por Thanawala et al, 1988). También con semen de esta especie, Thanawala et al (1988) reportaron la fabricación y evaluación de diferentes tipos de cápsulas duras de colágeno, recubiertas o no con cera, parafina o polímero, así como su congelación “lenta o tradicional” con un periodo de equilibrio a 5°C, la congelación inicial con vapores de nitrógeno líquido a -72°C y posteriormente, la inmersión de las cápsulas directamente en el nitrógeno líquido a -196°C. En ese trabajo concluyeron que únicamente las cápsulas recubiertas con polímero resistían el llenado sin deformarse o presentar fugas y al igual que las pajillas de plástico, también resistían la descongelación.

Con base en lo anterior, en el CEIEPO de la FMVZ-UNAM hemos estado evaluando el uso de cápsulas de gel de celulosa, como envase para su llenado con semen, su enfriamiento y posterior depósito vaginal en hembras sincronizadas con esponjas con 20 mg de FGA o CIDR´S con 300 mg de P4 natural (Cuadros 1 a 3). La inseminación se realiza con las borregas en pie y sujetadas por una persona, mientras la cápsula se introduce gentilmente, después de ser colocada en un aplicador comercial para cremas vaginales, previa limpieza de los labios vulvares y lubricación con un gel a base de agua.

**CUADRO 1. INSEMINACIÓN VAGINAL CON CÁPSULAS DE GEL
VS INSEMINACIÓN VAGINAL TRADICIONAL**

GRUPO	EN ESTRO	FERTILIDAD
IA CÁPSULAS + FGA (n=20)	19	15.7% (3/19)
IA CÁPSULAS + P4 NAT (n=20)	19	47.3% (9/19)
IA TRADICIONAL + FGA (n=22)	16	18.7% (3/16)

Inseminación Artificial en Ovinos,
¿Es posible retomar la inseminación vaginal?



IA TRADICIONAL + P4 NAT (n=22)	19	26.3% (5/19)
-----------------------------------	----	-----------------

Sincronización con esponjas o CIDR´s 9 días más 200 UI de eCG.
IA 12 y 24 hrs post estro detectado con 1 cápsula semen con 1 ml de semen
enfriado a una concentración de 700×10^6 o 2 pajillas de 350×10^6 en 0.5 ml.
(Mejía O, Zamora C, Flores C y Zarco L. 2021).

**CUADRO 2. INSEMINACIÓN VAGINAL CON CÁPSULAS O INTRAUTERINA
POR LAPAROSCOPIA VS MONTA DIRECTA**

GRUPO	EN ESTRO	FERTILIDAD
IA CÁPSULAS + FGA (n=60) *	59	23.7% (14/59)
IA CÁPSULAS + P4 NAT (n=60) *	58	51.7% (30/58)
IA LAPAROSCOPIA + FGA (n=16) **	16	75.0% (12/16)
IA LAPAROSCOPIA + P4 NAT (n=22) **	15	86.6% (13/15)
MONTA DIRECTA + FGA (n=25) ***	25	72.0% (18/25)
MONTA DIRECTA +P4 NAT (n=25) ***	22	54.5% (12/22)
MONTA DIRECTA (n=60) °	60	88.3% (53/60)

Sincronización con esponjas o CIDR´s 10 días más 200 UI de eCG.

* IA semen frío 12 y 24 hrs post estro detectado y 1 cápsula de 350×10^6 en 1 ml.

** IA semen frío 56-60 hrs post estro detectado y 2 pajillas de 175×10^6 en 0.25 ml.

*** Montas 12 y 24 hrs post estro detectado.

Estro natural. ° Montas 12 y 24 hrs postestro detectado. (Mejía O, Flores C y Jacinto J. 2021).

Inseminación Artificial en Ovinos,
¿Es posible retomar la inseminación vaginal?



CUADRO 3. INSEMINACIÓN VAGINAL MÚLTIPLE CON CÁPSULAS DE GEL

GRUPO	INSEMINADAS	FERTILIDAD (NO RETORNO ESTRO)
TRES IA CÁPSULAS (n=20) *	17	58.8% (10/17)
CUATRO IA CÁPSULAS (n=20) **	20	80.0% (16/20)

Sincronización con CIDR´s 12 días más 200 UI de eCG.

Detección de calores a partir de las 24 hrs de retirado el CIDR.

Cápsulas con 0.8 ml de semen frío, concentración entre 52-676 x10⁶ (PROM 235x10⁶).

* IA 36, 48 y 60 hrs post retiro CIDR. ** IA 36, 48, 60 y 72 hrs post retiro CIDR.

(Mejía O, Herrera C, Flores C, García S y Mata L. 2022).

También en el CEIEPO se ha ensayado, con buenos resultados, la congelación tradicional de semen ovino en cápsulas de gel de celulosa (Cuadro 4).

CUADRO 4. DESCONGELACIÓN DE SEMEN ENVASADO EN CÁPSULAS DE GEL DE CELULOSA VS PAJILLAS DE PLÁSTICO (PVC)

GRUPO	% MOTILIDAD PROGRESIVA	% VIABILIDAD	% MORFOLOGÍA NORMAL
CÁPSULAS DE GEL DE CELULOSA (n=16)	60.9	65.3	66.5
PAJILLAS DE PLÁSTICO (n=16)	56.5	65.6	60.6

(Mejía O y Cruz E. 2022).

AGRADECIMIENTOS A CAPSUGEL POR LA DONACIÓN DE LAS CÁPSULAS

**Inseminación Artificial en Ovinos,
¿Es posible retomar la inseminación vaginal?**



Bibliografía

1. Abril-Parreño L, Krogenaes A, Byrne C, Donovan A, Stuen S, Caldas E, Diskin M, Druart X & Fair S. (2021). Ewe breed differences in cervical anatomy and cervicovaginal mucus properties: an international study. *Theriogenology*, 160,18-25.
2. Allaoui A, Tlidjane M, Safsaf B & Laghrour W. (2014). Comparative study between ovine artificial insemination and free mating in Ouled Djellal breed. *APCBEE Procedia*, 8,254-259.
3. Anel L, Álvarez M, Martínez F, García V & De Paz P. (2006). Improvement Strategies in Ovine Artificial Insemination. *Reprod Dom Anim*, 41,30-42.
4. Arroyo J. (2011). Estacionalidad reproductiva de la oveja en México. Revisión. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14,829-845.
5. Bartlewski P & Candappa I. (2015). Assesing the usefulness of prostaglandin E2 (Cervidil) for transcervical artificial insemination in ewes. *Theriogenology*, 84(9),1594-1602.
6. Blackshaw A & Emmens C. (1953). Survival of deep-frozen mammalian spermatozoa. *Vet Rec*, 65,872.
7. Blaschi W, Lunardelli P, Marinho L, Max M, Santos G, Silva K et al. (2014). Progestagen exposure duration on estrus synchronization and conception rates of crossbreed ewes undergoing fixed time artificial insemination. *J Vet Sci*, 15(3),433-437.
8. Bonilla L, Torres G & Rubio M. (1993). Fertilidad, prolificidad y sobrevivencia de crías en un rebaño comercial de ovinos Suffolk. *Vet Méx*, 24(3),231-234.
9. Bóveda P, Estesó M, Castaño C, Toledano-Díaz A, López-Sebastián A, Muñiz A et al. (2018). Slow and ultra-rapid cooling protocols for cryopreserving mouflon (*Ovis montanus*) and fallow deer (*Dama dama*) epididymal sperm. *Anim Reprod Sci*, 192,193-199.
10. Bóveda P, Estesó M, Velázquez R, Castaño C, Toledano A, López-Sebastián A et al. (2021). Influence of circulating testosterone concentration on sperm cryoresistance: The ibex as an experimental model. *Andrology*, 00,1-12.
11. Brito I, Valencia J, Balcázar A, Angulo R & Mejía O. (2004). Congelación de semen de carnero en pellets con los diluyentes Tris-glucosa-yema de huevo o Lactosa-yema de huevo. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 8(2),28-37.

**Inseminación Artificial en Ovinos,
¿Es posible retomar la inseminación vaginal?**



12. Cáceres D & Mogollón E. (2020). Factores que dificultan la inseminación artificial en ovinos y su impacto en las tasas de fertilidad, preñez y parto. Revisión sistemática de literatura. *Spei Domus*, 13(26-27),1-13.
13. CAPSUGEL. Vcaps® Plus HPMC Capsules (2019). [Internet]. Disponible en: <https://www.capsugel.com>.
14. Colas G. (1975). Effect of initial freezing temperatura, addition of glicerol and dilution on the survival and fertilizing ability of deep-frozen ram semen. *J Reprod Fertil*, 42,277-285.
15. Dautier L. (1956). Quel ques résultats sur l'insémination artificielle des brebis et des chèvres en France. *Proc 3rd Int Cong Anim Reprod AI*, 3,12-14.
16. Davis P, Underbjerg L & Trimberger W. (1940). An improved method for artificial insemination of the bovine by vaginal deposition of the semen. *Am Soc Anim Prod Proc*, 33,221-223.
17. De Vargas I, Hodgson J & Pauerstein J. (1975). Temporal relationships critical to progesterone-induced acceleration of ovum transport. *Obstet Gynecol*, 46,299-301.
18. Dos Santos P, García C, Pinczak A & Menchaca A. (2015). Fertility obtained with different intravaginal devices using short-term protocol for fixed-time artificial insemination (FTAI) in sheep. *Livestock Sci*, 182,125-128.
19. Evans G & Maxwell W. (1990). *Inseminación Artificial de Ovejas y Cabras*. España: Acribia. 192 p.
20. El Amiri B & Druart X. (2014). Artificial insemination in Moroccan sheep: present and perspectives. *Séminaires Méditerranéennes CIHEAM/INRAM/FAO*, 108,55-59.
21. Erb R, Andrews F & Hilton J. (1942). Seasonal variation in semen quality of the Dairy Bull. *J Dairy Sci*, 25(9),815-826.
22. Falchi L, Taema M, La Clanche S & Scaramuzzi R. (2012). The pattern of cervical penetration and the effect of topical treatment with prostaglandin and/or FSH and oxytocin on the depth of cervical penetration in the ewe during the peri-ovulatory period. *Theriogenology*, 78(2),376-384.
23. Garbacz G, Cadé D, Benameur H & Weitschies W. (2014). Bio-relevant dissolution testing of hard capsules prepared from different shell materials using the dynamic open flow through test apparatus. *European J Pharm Sci*, 57,264-272.

**Inseminación Artificial en Ovinos,
¿Es posible retomar la inseminación vaginal?**



24. Gato Del Monte A. (1995). Aplicación de un método tecnológico para obtener cápsulas blandas sin costura. *Rev Cubana Farm*, 29(2),1-3.
25. Gullapalli R & Mazzitelli C. (2017). Gelatin and non-gelatine capsule dosage forms. *J Pharm Sci*, 106(6),1453-1465.
26. Hawk H & Conley H. (1975). Involvement of cervix in sperm transport failures in reproductive-tract of ewe. *Biol Reprod*, 13(3),322-328.
27. Hill J, Godley W & Hurst V. (1959). Effect of glicerol equilibration time, glicerol level and rate of temperatura descent on the freezing ram spermatozoa. *J Anim Sci*, 18,614-621.
28. Juhl R & Blaug,S. (1973). Factors affecting relase of medicaments from hard gelatin capsules. 1973. *J Pharm Sci*, 62(1),170.
29. Lightfoot R & Salamon S. (1969). Freezing of ram semen by the pellet method. II. The effect of method of dilution, dilution rate, glicerol concentration and duration of storage at 5°C prior to freezing on survival of spermatozoa. *Aust J Bio Sci*, 22,1547-1560.
30. Martínez J, Sánchez T, Bucio L, Rojo R, Cordero J & Mejía O. (2006). Efecto eCG inseminación laparoscópica sobre el comportamiento reproductivo en ovejas F1 (Damara x Merino). *Revista Científica*, 16(1),72-77.
31. Masoudi R, Zare A, Towhidi A, Kohram H, Akbarisharif A & Sharafi M. (2017). Fertility response of artificial insemination methods in sheep with fresh and frozen-thawed semen. *Criobiology*, 74,77-80.
32. Mejía M, Medrano A, González C & Mejía O. (2009). Capacitation status of frozen-thawed spermatozoa from wild ruminants. *Eur J Wildl Res*, 55(1),1-6.
33. Mejía O, Molina A, Jacinto J, Flores C & Salmerón F. (2019). Semen congelado a una concentración reducida para la inseminación intrauterina de ovejas domésticas. *Rev Acad. Ciênc. Anim*, 17(Supl 1),376-378.
34. Merkt H, Weitze F & Burnkhorst F. (1966). Cold insemination with pellets in capsules on a practical scale. *Anim Breed*, 36,353 (Abstr).
35. Merkt H, Weitze F & Lorrman W. (1967). Semen pellets sealed in a capsule, a means of improving the pellet method in the deep frozen storage of bull semen. *Anim Breed*, 36,3598 (Abstr).
36. Murray R & Ward W. (1993). Welfare implications of modern artificial breeding techniques for dairy cattle and sheep. *Vet Rec*, 133,283-286.

**Inseminación Artificial en Ovinos,
¿Es posible retomar la inseminación vaginal?**



37. Nordstoga A, Söderquist L, Ádnoy T & Paulenz H. (2011). Fertility results after vaginal deposition of frozen-thawed buck semen diluted with two different extenders using one or two-step procedures. *Reprod Dom Anim*, 46(1),82-86.
38. Paulenz H, Söderquist L, Ádnoy T, Harald O & Andersen K. (2003). Effect of milk and TRIS based extenders on the fertility of sheep inseminated vaginally once or twice with liquid semen. *Theriogenology*, 60(4),759-766.
39. Pilch J. (1971). The freezing of semen in gelatin capsules. *Anim Breed*, 39,3251 (Abstr).
40. Podolski J & Hsu K. (2019). Formulaciones para la administración vaginal de antiprogestinas. REPROS THERAPEUTICS INC Patente 2701400, España. [Internet]. Disponible en: <https://patents.google.com/patent/ES2701400T3/es>.
41. Porras A, Zarco L & Valencia J. (2003). Estacionalidad reproductiva en ovejas. *Ciencia Veterinaria*, 9(4),1-34.
42. Quinn P, Salamon S & White I. (1968). The effect of cold shock and deep-freezing on ram spermatozoa collected by electrical ejaculation and by artificial vagina. *Aust J Agric Res*, 19,119-128.
43. Robinson T, Moore N, Lindsay D, Fletcher I & Salamon S. (1970). Fertility following synchronization of oestrus in sheep with intravaginal sponges. 1. Effects of vagina douche, supplementary steroids, time of insemination, and numbers and dilution of spermatozoa. *Aust J Agric Res*, 21(5),767-781.
44. Roger A. (2012). Welfare issues in the reproductive management of small ruminants. *Anim Reprod Sci*, 130,141-146.
45. Salamon S & Lightfoot R. (1970). Fertility of ram spermatozoa frozen by the pellet method III. The effects of insemination technique, oxytocin and relaxin on lambing. *J Reprod Fertil*, 22,409-423.
46. Salamon S & Maxwell W. (1995). Frozen storage of ram semen I. Processing, freezing, thawing and fertility after cervical insemination. *Anim Reprod Sci*, 37,185-249.
47. Salamon S & Maxwell W. (2000). Storage of ram semen 2. *Anim Reprod Sci*. 62,77-111.
48. Satir P & Sleigh A. (1990). The physiology of cilia and mucociliary interactions. *Annu Rev Physiol*, 52,137-155.

**Inseminación Artificial en Ovinos,
¿Es posible retomar la inseminación vaginal?**



49. Thanawala J, Sonawane A & Sane R. (1998). Feasibility of using hard gelatin capsules for the packaging and Deep-freezing of bull semen. *Theriogenology*, 29,921-929.
50. Wessel T, Schuchter U & Walt H. (2004). Ciliary motility in bovine oviducts for rapid nongenomic reactions upon exposure to progesterone. *Horm Metab Res*, 36,136-141.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Secretaría de Educación Continua
Departamento de Medicina y Zootecnia
en Rumiantes



1^{er}

Encuentro de rumiantes

Converger para crecer

Coordinadores académicos: Dra. Georgina Hernández Rojas, Dra. Jazmín De la Luz Armendáriz y Dr. Ulises Jesús Bautista Pérez

INDUCCIÓN Y SINCRONIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD REPRODUCTIVA EN CABRAS

Por: MVZ. MPA Juan Alberto Balcázar Sánchez

Departamento De Reproducción FMVZ UNAM

jabs1@unam.mx



Introducción

Desde el punto de vista reproductivo, la cabra doméstica se clasifica como una especie poliéstrica estacional de días decrecientes, es decir, presenta estros de manera continua en la época del año que hay menor horas luz [otoño-invierno] (Rabasa *et al.*, 2001; Simões, 2015). La duración del ciclo estral es de aproximadamente 21 ± 3 días, y algunos autores lo han clasificado en terminos generales como fase folicular y lútea (Abecia et al., 2011). Durante la fase folicular las hormonas que estan presentes son la Hormona Folículo Estimulante (FSH) la cual esta bajo el control de activina, inhibina y estradiol; también está presente la Hormona Luteinizante (LH) entre otras y durante la fase lútea, el cuerpo lúteo (CL) es glándula dominante la cual produce progesterona (P4); alterando los patrones de secreción pulsátiles de LH (Abecia et al., 2012).

Hay que cosiderar, que la cabra es una especie de la cual se obtienen productos para consumo humano y algunos son procesados para elaborar jabones, cremas de uso corporal entre otros; por lo que se han desarrollado diferentes estrategias de manejo reproductivo para satisfacer las necesidades y expectativas de los consumidores (Ungerfeld y Rubianes, 1999), ya que algunos productos de la cabra pueden mejorar su demanda durante la época de escasez (Abecia et al., 2011). Por tal motivo, los manejos reproductivos deben considerar el estado fisiológico-reproductivo de las hembras. A modo de concepto debemos definir el termino **SINCRONIZACIÓN**; el cual consiste en programar el estro o la ovulación en un momento determinado **en un grupo de hembras que se encuentran ciclando**. Y considerar como **INDUCCIÓN** cuando se estimula el desarrollo folicular y ocurra una ovulación, se forme un CL de vida media normal y presente signos de estro; **en hembras que NO estaban ciclando**.

Para tal motivo, las estrategias de manejo reproductivo se basan en el uso de hormonas (Martemucci G. y D'Alessandro A.G. 2011), factores sociales (efecto macho y hembra) (Bedos et. al., 2014) o una combinación de ambos (Fatet, et al., 2011). Los principales protocolos hormonales utilizados en cabras que se encuentran en época reproductiva, así como en anestro estacional se basan en el uso de dispositivos intravaginales que contienen progesterona (CIDR), progestágenos (Esponjas) o jalea real de *apis mellifera* (Castro-



Chávez, 2019), los cuales pueden ser empleados en cualquier etapa del ciclo estral (Abecia et al., 2011).

Inducción de la actividad reproductiva

Existen diferentes tratamientos hormonales, que tienen como objetivo inducir la actividad reproductiva de hembras anéstricas (anestro estacional no profundo) y prepúberes. Sin embargo, es ya conocido que la inducción de la ovulación utilizando únicamente gonadotropina Coriónica humana (hCG) (Balcázar 1995) o la Hormona liberadora de Gonadotropinas (GnRH) y sus análogos en animales anéstricos induce la ovulación sin signos de estro conocidos como “*estros silenciosos*” y con la formación de cuerpos lúteos de corta duración (CLCD) (Balcázar 1995); cuya vida funcional es de 3 a 6 días aunados a una baja producción de progesterona (Draincourt et al, 1990, Southee et al 1988, Balcázar 1995, Cueto M. et al 2021). Para evitar estas aletreciones, los tratamientos hormonales que se aplican son los considerados **protocolos tradicionales** que consisten en la colocación de dispositivos intravaginales impregnadas de progestágenos como el acetato de medroxiprogesterona (MAP) o acetato de fluorogestona (FGA actualmente llamado cronolona Abecia *et al.*, 2012); y más recientemente con la aparición de los CIDR´s el cual es un implante vaginal construido a base de nylon cubierto con silicón grado médico impregnado con un total de 0.33g de progesterona (Wheaton *et al.*, 1993) , el cual ha demostrado su eficacia en la inducción de estro y ovulación sincronizada en cabras y ovejas anéstricas (Ungerfeld y Rubianes, 2002). La aplicación de estos tratamientos es por periodos que van desde 9 hasta 21 días (Corteel et al., 1988, Wheaton *et al.*, 1993), estos tratamientos, simulan la acción de la progesterona producida en el cuerpo lúteo después de la ovulación, por lo tanto, mientras el progestágeno o progesterona natural actúan, se produce una inhibición de la liberación de GnRH a nivel hipotalámico (retroalimentación negativa), controlando la secreción de LH desde la hipófisis y limitando el desarrollo folicular. Por lo tanto, el control de la vida del cuerpo lúteo o la manipulación de concentraciones circulantes de progesterona permite la regulación del celo y ovulación (Hansel y Convey, 1983 Abecia *et al.*, 2012). Ya en la década de los ochentas Corteel y col., 1988. Al trabajar con hembras en anestro, concluyeron que el tratamiento hormonal

Inducción y Sincronización de la Actividad Reproductiva en Cabras



con progestágenos sensibiliza al sistema nervioso central para responder de forma fisiológica al estímulo de una gonadotropina, permitiendo que las hembras presenten celo y ovulación de forma sincrónica en un 80%, en un período corto de tiempo (48 horas), este tratamiento se hace necesaria la detección de calores 2 veces al día.

A este protocolo hormonal “tradicional”, se le han adicionado otras hormonas como la Gonadotropina Coriónica equina (eCG), por lo general se administra al momento del retiro de los dispositivos intravaginales o 48 horas antes, la dosis que varían de 200 a 600 UI; según raza, peso del animal, época del año, fin zootecnico, uso de efecto macho u otros factores ambientales Requena (2010). La función de la eCG es estimular el desarrollo folicular de manera más rápida y uniforme permitiendo la ovulación del folículo dominante (Lozano et al., 2012), las hembras normalmente entran en celo entre las 24 a 48 horas después de concluido el tratamiento. Sin embargo, se debe administrar con precaución ya que su vida media es prolongada; ocasionando un excesivo desarrollo folicular después que ocurrió la ovulación. Estos folículos son una fuente de estradiol, lo que promueve la síntesis y liberación de Prostaglandina F₂ α (PGF₂ α) induciendo una luteólisis prematura y la aparición de un nuevo celo; Rosnina y col en 1992 mencionan que su uso ha sido asociado con ciclos estrales cortos y la repetición del celo hasta en un 47,5% de las cabras tratadas con 500 UI de eCG (Meng et al 2008), lo que afecta negativamente la eficiencia de los protocolos que incluyen una dosis alta de esta hormona. Recientes estudios de Drion y col en 2002 y Maurel y col 2003 en cabras han demostrado los efectos negativos al usar repetidamente eCG, sobre los parametros reproductivos. Las hembras tratadas desarrollan anticuerpos anti-eCG desde el primer tratamiento a diferencia de otros que solo tienen una baja producción anticuerpos independientemente del número de tratamientos recibidos. También mencionan que estos anticuerpos contra eCG ocasionan con un retraso en la presentación del estro, así como en el pico de LH preovulatorio y, en consecuencia alterando la ovulación; obteniéndose malos resultados de fertilidad después de la Inseminación Artificial (IA). Inclusive han encontrado los anticuerpos contra eCG en calostro.



SINCRONIZACIÓN DEL ESTRO Y DE LA OVULACIÓN

Como ya se mencionó los tratamientos tradicionales que aplican progestágenos durante períodos prolongados (es decir, de 11 a 21 días) (Corteel et al., 1988), en su aplicación no consideraban la dinámica folicular. A partir, de este conocimiento se empezaron a implementar protocolos que tenían como objetivo, hacer eficientes los manejos reproductivos; Bretzlaff y Romano, 2001 implementaron tratamientos cortos de progesterona y sus análogos sintéticos para sincronizar el estro en pequeños rumiantes independientemente de la estación. En el 2002 Menchaca y Rubianes, en una investigación realizada en cabras informaron que durante el ciclo estral las hembras presentaban de tres a cuatro oleadas foliculares. La primera, segunda y tercera oleada emergieron en los días 0.5 ± 0.6 ; 7.5 ± 0.6 y 12 ± 0.6 , respectivamente (ovulación=día 0). En los ciclos de tres oleadas, el folículo dominante de la tercera ola (5.6 ± 0.5 mm) fue significativamente mayor ($p < 0.01$) que el folículo de la primera (4.8 ± 0.5 mm) y segunda ola (4.3 ± 0.5 mm). Los resultados mostraron que, las cabras durante el ciclo estral natural presentaron tres oleadas de crecimiento folicular y la cantidad de oleadas en cada ciclo están asociadas con la fase lútea y duración del ciclo estral.

Rubianes y Menchaca en el 2003 al trabajar con cabras en anestro implementaron un protocolo de aplicación de dispositivo de progesterona intravaginal por corto tiempo (6 días); y observaron un agudo aumento de las concentraciones séricas de progesterona (>5 ng/ml) que permanecen elevados durante 3 o 4 días que los observados durante la fase lútea media-tardía (Rubianes et al., 1998). Después de 6 días de tratamiento las concentraciones séricas de progesterona disminuyen a niveles sublúteos (2 ng/ml) y permanecer en ese nivel hasta el día 12 cuando se retira el dispositivo. La progesterona tratamiento durante 5 días asegura niveles adecuados de progesterona; estos niveles supralúteos promueven el recambio folicular y esto se ha vuelto un objetivo en los protocolos de sincronización del celo en rumiantes (Diskin et al., 2002). Este recambio folicular se ha asociado a una mayor tasa de fertilidad, ya que se promueve la ovulación de folículos jóvenes mientras que los ovocitos ovulados de folículos persistentes (envejecidos) se asociaron con una menor fertilidad en el ganado (Savio et al., 1993b). Las concentraciones de progesterona sublútea en ovejas promovieron un crecimiento excesivo y persistencia del folículo de mayor tamaño

Inducción y Sincronización de la Actividad Reproductiva en Cabras



(Viñoles et al., 1999) y se demostró que Los tratamientos con progestágenos de 12 o 14 días promueven la ovulación de folículos persistentes en ovejas (Flynn et al., 2000; Viñoles et al., 2001; Evans et al., 2001).

Ahora, está bien documentado que en pequeños rumiantes los patrones de emergencia folicular ocurren a partir del día 4, 5 a 7. Por lo tanto, en ovejas y cabras en anestro estacional el uso de tratamientos largos no está justificado. Con base a este conocimiento el grupo de investigadores uruguayos Rubianes, Menchaca y Ungerfield (2004 a y b, 2007 a y b 1999, 2002) realizaron proyectos de investigación en ovejas y cabras y propusieron la implementación de tratamientos Cortos. En la siguiente imagen 1 se muestra el protocolo corto para inducir/sincronizar el celo. La inserción de un dispositivo de progestágeno (día cero) junto con una dosis de PGF2alfa en cabras cíclicas promueven la regresión del folículo más grande (5-10 mm) y la aparición de una nueva onda folicular (a). Por lo tanto, un folículo joven más grande (~7 mm) está presente en el momento de retirar el dispositivo que ovulará unas 60 h más tarde. También sucedió que cuando inicio el tratamiento, y un grupo de cabras presentaban un CL, la PGF2 alfa aplicada indujo la regresión lútea y el folículo joven más grande (3–4 mm) siguió creciendo (b) y también alcanzó un tamaño preovulatorio (~7 mm) al momento de retirar el dispositivo permitiendo la Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) a las 56 horas de concluido el tratamiento sin la necesidad de detectar calores.

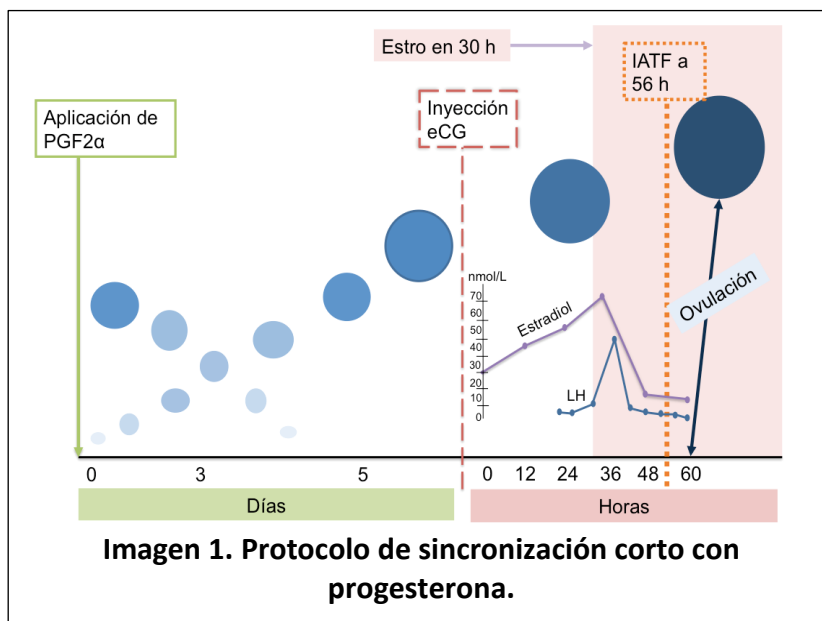


Imagen 1. Protocolo de sincronización corto con progesterona.

Inducción y Sincronización de la Actividad Reproductiva en Cabras



Hay que considerar que para sincronizar el estro, existen métodos basados en la lisis del CL utilizando prostaglandinas y/o sus análogos sintéticos (PGF 2α), dentro de la estación reproductiva. Tratamientos tradicionales con PGF 2α (de una o dos dosis separadas 9 a 12 días) informan un alto porcentaje de celos entre las siguientes 24 a 120 horas pos inyección y una consistente baja fertilidad de los mismos (Durán del Campo, 1982). Esta dispersión de los celos en un periodo de 3 a 4 días, ocasiona que no se puedan aplicar protocolos de IATF (sin detección de celos). Sin embargo, Rubianes et al. (2003), con base a la dinámica folicular observaron que el CL de las hembras presenta receptores a PGF 2α desde el día tres de su formación, después de la aplicación de PGF 2α observaron que todas las hembras tratadas ovularon entre las 48 y 72 horas pos inyección (promedio 60 horas). La alta sincronización de la ovulación de la primera onda de crecimiento folicular fue observada en respuesta a un tratamiento temprano en la fase lútea. La baja variabilidad de esta respuesta habilitaría a desarrollar protocolos de IATF. Con base a estos resultados se desarrolló un protocolo de sincronización de celos con dos dosis de PGF 2α separadas 6-8 días (7 días promedio). Este protocolo permite evitar el uso de protocolos largos (dos dosis cada 9-12 días), sino que además garantizaría una importante sincronización de los celos (80% de los animales tratados entre las 24 y 48 horas) y de las ovulaciones (48 a 72 horas) pos segunda dosis, lo que permitiría aplicar IATF sin detección de calores (Imagen 2).

Inclusive se han obtenido mejores resultados de fertilidad con IA vía cervical usando semen fresco entre las 42 y 48 horas de la segunda PGF 2α (Menchaca et al., 2004b), equiparando resultados de sincronización e IA a celo detectado (Rubianes et al., 2004).

Inducción y Sincronización de la Actividad Reproductiva en Cabras

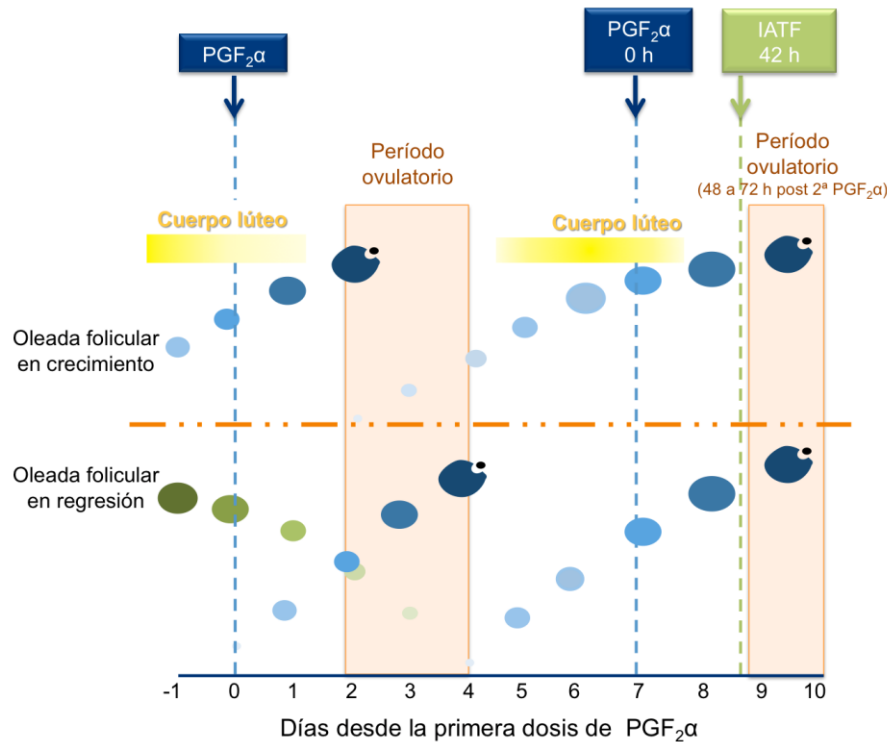


Imagen 2. Protocolo de sincronización implementado un programa de sincronización corto.

Bibliografías

1. Abecia J.A., Forcada F., González-Bulnes A (2011). Pharmaceutical Control of Reproduction in goats and sheeps. *Vet Clin Food Anim.* 2011. 27: 67-79.
2. Abecia, J.A.; Forcada, F.; González-Bulnes, A. (2012) Hormonal control of reproduction in small ruminants. *Animal Reproduction Science.* 130, 173-179.
3. Balcázar Sanchez, Juan Alberto. (1995). "Efecto de la administración de liquido folicular equino sobre el desarrollo folicular, duracion de la fase lutea y fertilidad de ovejas inducidas a ovular mediante la administración de HCG". (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, México. Recuperado de <https://repositorio.unam.mx/contenidos/442685>
4. Bedos M., Duarte G., J.A. Flores J. A., Fitz-Rodríguez G., Hernández H., Vielma J., Fernández I.G., Chemineau P., Keller M., Delgadillo J.A. (2014). Two or 24 h of daily contact with sexually active males results in different profiles of LH secretion that both lead to ovulation in anestrus goats. *Domestic Animal Endocrinology.* 48:93–99.



5. Bretzlaff, K.N. and Romano. J.E. (2001). Advanced Reproductive Techniques In Goats. *Veterinary Clinics Of North America Food Animal Practice*. 17: 2. 421-434
6. Castro Chávez N. Evaluación de la eficiencia reproductiva de cabras (*Capra hircus*) tratadas con esponjas intravaginales impregnadas con jalea real de abejas (*Apis mellifera*) vs cabras tratadas con controlled internal drug release CIDR. [México]: Universidad Nacional Autónoma de México; 2019.
7. Corteel JM, Leboeuf B, Baril, G. (1988). Artificial breeding of adult goats and kids induced with hormones to ovulate outside the breeding season *Small Ruminant Research*.1: 19–35.
8. Cueto, M. I., Lanari, M. R., Silvestre, P., Bruno Galarraga, M. M., Fernandez, J., & Gibbons, A. E. (2021). *Caracterización reproductiva del caprino Criollo Neuquino*. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Formato APA
9. Diskin MG, Austin EJ, Roche JF. (2002). Exogenous hormonal manipulation of ovarian activity in cattle. *Dom Anim Endocrinol*. 23; 211-228.
10. Driancourt, M.A., Bodin, L., Boomarov, O., Thimonier, J. and Bisen, J.M. (1990). Number of mature follicles ovulating after a challenge of Human, Chorionic Gonadotropin in different breeds of sheep at different physiological stages. *L. Anim. Sci*. 719-724
11. Drion, P.V., Furtos, V. S., Baril, G., Manfredi, E., Bouvier, F., Pougard, J-L., Bernelas, D. Caugnon, P., McNamara, E. M., Remy, B., Sulon, J., Beckers, J-F., Bodin, L. Leboeuf, B. (2001). Four years of induction/synchronization of estrus in dairy goats: effect on the evolution of eCG binding rate in relation with the parameters of reproduction. *Reprod. Nutr. Dev*. 41. 401–412.
12. Durán del Campo, A.; Cash Stirling, RC. (1982). Sincronización de celos en ovinos mediante uso de prostaglandina. *Resúmenes del III Congreso Nacional de Veterinaria*, Noviembre, Montevideo. 345-353.
13. Evans, A. C. O., Flynn, J. D., Quinn, K. M., Duffy, P., Madgwick, S., Crosby, T. F., Boland, M. P. and Bear, A. P. (2001). Ovulation of aged follicles does not affect embryo quality or fertility after a 14-day progestagen estrus synchronization protocol in ewes. *Theriogenology* 56: 923-936
14. Fatet, A., Pellicer-Rubio, M.T., Leboeuf, B. (2011), Reproductive cycle of goats. *Animal Reproduction Science*. 124; 211–219.



15. Flynn, J.D., Duffy, P., Boland, M.P., Evans. A.C.O. (2000). Progestagen synchronisation in the absence of a corpus luteum results in the ovulation of a persistent follicle in cyclic ewe lambs. *Animal Reproduction Science*. 62: 285–296
16. Hansel, W., Convey, E.M. (1983). Physiology of the estrous cycle. *Journal Animal Science*. 57; 404–424.
17. Lozano, J., Uribe, L & Osorio, J. (02 de julio de 2012). Control hormonal de la reproducción en hembras ovinas (Ovisaries). *Revista Veterinaria y Zootecnia*. 6: 2, 134 – 147. Recuperado de: <https://bit.ly/2Jqt4P7>
18. Martemucci G., and D'Alessandro A.G. (2011). Induction/synchronization of oestrus and ovulation in dairy goats with different short-term treatments and fixed time intrauterine or exocervical insemination system. *Animal Reproduction Science*. 126:187– 194.
19. Maurel M.C., Roy F., Hervé V., Bertin J., Vaiman D., Crihiu E., Manfredi E., Bouvier F., Lantier I., Boue P., Guillou F. (2003). Réponse immunitaire à la eCG utilisée dans le traitement de l'induction d'ovulation chez la chèvre et la brebis. *Gynécologie Obstétrique & Fertilité*. 31 766–769.
20. *Menchaca A, Rubianes E (2002)*. Relation between progesterone concentration during the early luteal phase and follicular dynamics in goats. *Theriogenology* 57: 1411-1419.
21. Menchaca, A; Rubianes, E. (2004a). New treatments associated with timed artificial insemination in small ruminants. *Reprod Fert and Dev*. 16: 403-413.
22. Menchaca, A; Miller, V; Gil, J; Pinczac, A; Laca, M; Rubianes, E. (2004b). Prostaglandin F2 α treatment associated with Timed Artificial Insemination in ewes. *Reprod. Dom. Anim*. 39 (5): 352-355.
23. Menchaca A, Miller V, Salveraglio V, Rubianes E. (2007a) Endocrine, luteal and follicular responses after the use of the ShortTerm Protocol to synchronize ovulation in goats. *Animal Reproduction Science*.102;76 – 87
24. Menchaca A, Rubianes E. (2007b). Pregnancy rate obtained with shorter term protocol for timed artificial insemination in goats. *Reproduction Domestic Animals*. 42;590 –3
25. Meng Ch, L.; Takayama, K.; Nakanishi, Y.; Hamana, K.; Takagi, M.; Kubota, C.; Kojima, T. (2008). Luteal lifespan and fertility after estrus synchronization in goats. *J. Vet. Sci*. 9(1):95-101.
26. Rabasa A. E., J. L. Fernández, y S. A. Saldaño. (2001). Parámetros reproductivos de una majada caprina con manejo tradicional en el Dpto Río Hondo (Santiago del Estero, Argentina). *Zootecnia Tropical*. 19 (1);81-87.



27. Requena, F. (2010). Efecto de diferentes protocolos de sincronización de estros sobre la eficiencia reproductiva en caprino lechero (tesis de postgrado) Universidad de Córdoba, Córdoba, España. Recuperado de: <https://bit.ly/2OjAOXQ>
28. Rosnina, Y.; Jainudeen, M.R; Nihayah, M. (1992). Superovulation and egg recovery in goats in the tropics. Vet. Rec. 130:97-99.
29. Rubianes E, de Castro T, K maid S. (1998). Estrous response after a short progesterone priming in seasonally anestrous goats. Theriogenology. 49: 356 (Abstract).
30. Rubianes E, Menchaca A. (2003). The pattern and manipulation of ovarian follicular growth in goats. Animal Reproduction Science. 78:271-287.
31. Rubianes, E.; Menchaca, A.; Gil, J.; Olivera, J. (2004). Reproductive performance of a new Timed Artificial Insemination protocol (Synchrovine™) in sheep. Reprod Fert and Dev. 16 (4): 508.
32. Simões J. (2015) Recent advances on synchronization of ovulation in goats, out of season, for a more sustainable production. Asian Pacific Journal of Reproduction. 4(2): 157-165.
33. Southee, J. A., Hunter, M. G. and Haresign, W. (1988). Function of abnormal corpora lutea in vivo after GnRH induced ovulation in the anoestrus ewe. J, Reorod. Fert.131-137.
34. Ungerfeld R., Rubianes E. (1999). Effectiveness of short-term progestagen primings for the induction of fertile oestrus with eCG during late seasonal anestrous. Animal Science. 68: 349-353.
35. Ungerfeld, R., Rubianes, E. (2002). Short term primings with different progestogen intravaginal devices (MAP, FGA and CIDR) for eCG-estrous induction in anestrous ewes. Small Ruminant Research. 46; 63-66.
36. Viñoles C, Meikle A, Forsberg M, and Rubianes E. (1999). The effect of subluteal le vesexogenous progesterone on follicular dynamics and endocrine patterns during the early luteal phase of the ewen. Theriogenology. 51:1351-1361.
37. Viñoles C, Forsberg M, Banchemo G, Rubianes E. (2001). Effect of long-term and short-term progestagen treatment on follicular development and pregnancy rate in cyclic ewes. Theriogenology. 55; 993-1004.

Inducción y Sincronización de la Actividad Reproductiva en Cabras



38. Wheaton, J. E., Kristin M. C, Harvey F. Lee J. (1993). CIDR: A new progesterone-releasing intravaginal device for induction of estrus and cycle control in sheep and goats. *Animal Reproduction Science*. 33,127-141.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Secretaría de Educación Continua
Departamento de Medicina y Zootecnia
en Rumiantes



7^{er}

Encuentro de rumiantes

Converger para crecer

MANEJO DE LA GESTACIÓN EN OVINOS

Por: MVZ Rosa Berta Angulo Mejorada

CEIEPO, FMVZ

Coordinadores académicos: Dra. Georgina Hernández Rojas, Dra. Jazmin De la Luz Armendariz y Dr. Ulises Jesús Bautista Pérez

Manejo de la Gestación en Ovinos



La salud y la nutrición de la oveja gestante determinan en gran medida el éxito del parto en un año determinado. La supervisión y el manejo cuidadosos de la oveja gestante durante el desarrollo fetal la ayudarán a sobrellevar los rigores del parto y la lactancia, y también influirán en la supervivencia de los corderos, el peso al nacer y la producción de por vida.

La gestación en la borrega tiene una duración de 144 a 155 días, esto es aproximadamente 5 meses, durante estos meses la prioridad debe ser el mantenimiento de la preñez y de la salud de la borrega, evitando los abortos causados por patologías y por errores de manejo, provocando con esto pérdidas económicas para el productor. Una atención adecuada y el buen manejo de la borrega son primordiales en esta etapa, para obtener crías sanas.

En los sistemas basados en el pastoreo, se deben gestionar muy bien los recursos forrajeros para satisfacer las demandas nutricionales del rebaño, por lo cual es recomendable realizar anualmente la planificación forrajera, herramienta que permite ajustar el uso del forraje de pastoreo y adelantarse a la necesidad de suplementar con reservas forrajeras o alimentos concentrados. Conocer si las borregas están gestando, es una información importante para el buen manejo del rebaño, las instalaciones y los recursos forrajeros. En ocasiones es más importante saber cuáles borregas no se encuentran gestantes, para identificarlas y eliminarlas del rebaño, con base en los registros, y evitar gastos en hembras improductivas. El hecho de mantener borregas no gestantes en el rebaño representa pérdidas al productor, al aumentar los costos de producción, debido al gasto en alimentación y manejo, por el dinero de inversión que representó su compra sin producir o producir menos corderos. El tamaño de la pérdida depende del tiempo sin que estén gestantes y del número de borregas improductivas.

Saber qué borregas no están gestantes y cuáles sí es muy útil para el productor, ya que le permite corregir problemas, por ejemplo, detectar una baja fertilidad y se deberá luego analizar su causa y descartar estos vientres vacíos para evitar

Manejo de la Gestación en Ovinos



mantener hembras improductivas que disminuyan la rentabilidad de la actividad, con ello tomar la decisión de considerar la posibilidad de darles una segunda oportunidad. También permite prepararse para las etapas que vienen después del empadre desde el punto de vista nutricional, sanitario, de instalaciones o de disposición de personal para atender los partos. Una vez que se sabe que la hembra está gestante su manejo debe realizarse con cuidado y estar preparados para cuando ocurra el parto, teniendo las instalaciones listas (limpieza y desinfección, cama nueva y limpia, separación de las hembras y espacio suficiente para que estén tranquilas), contratando mano de obra extra en caso de ser necesario para optimizar la vigilancia y manejo de los recién nacidos (encalostrado, desinfección de cordón umbilical, etc).

En general, al periodo de gestación se lo divide en tercios: Primero, segundo y tercero.

En el primer tercio de la gestación se recomienda evitar cualquier manejo brusco o estresante durante las dos primeras semanas después de retirados los machos, para evitar fallas en la concepción y mortalidad embrionaria. Luego de finalizado el servicio, a los 30-45 días de retirados los carneros, se recomienda realizar diagnóstico de gestación.

Entre los diferentes tipos de diagnóstico de gestación se puede mencionar:

- a) No retorno a estro
- b) Palpación abdominal
- c) Método Doppler
- d) Endoscopía
- e) Ecografía

El objetivo en el segundo trimestre es lograr un desarrollo placentario adecuado en preparación para el crecimiento fetal posterior. La mitad del embarazo, 60-90 días,

Manejo de la Gestación en Ovinos



también es el momento óptimo para el diagnóstico de gestación con el ultrasonido. Escanear borregas para determinar el número de corderos es una de las estrategias clave en el manejo de la nutrición de las borregas gestantes.

El establecimiento de una transferencia de nutrientes efectiva de la borrega al feto ocurre con el desarrollo de la ubre y la placenta en el primer trimestre de la gestación. La mayor parte del desarrollo del folículo de lana ocurre en el segundo y tercer trimestre y puede verse significativamente afectado por la nutrición. Los déficits nutricionales y energéticos durante la gestación pueden ser causa de abortos, sobre todo de reabsorciones en el primer tercio de gestación. Se recomienda hacer uso de la suplementación en la alimentación de la borrega, un mes antes del empadre con aproximadamente 300 g de concentrado (16% de proteína) diariamente, con la finalidad de que lleguen al primer tercio de la gestación con buena condición corporal (3 – 3.5). Las ventajas de suplementar son varias, por ejemplo, durante la gestación se evitan abortos por mal nutrición, las crías nacen con buen peso, la madre tiene mayor y mejor producción de calostro y leche. Entre los días 40 y 60 de la gestación se produce el desarrollo de la placenta y la formación de los vasos sanguíneos. Una restricción nutricional severa de las borregas (hasta el 50 % de las demandas nutricionales) durante el segundo tercio de la gestación reduciría el peso y el tamaño del esqueleto fetal por un menor desarrollo placentario y menor formación de vasos sanguíneos; en consecuencia, se comprometería el desarrollo fetal por una reducción en el suministro de nutrientes y este menor desarrollo no podría ser corregido por una mejor alimentación de la madre en el tercer tercio de la gestación. Las deficiencias en el último tercio causan debilidad de la hembra y del cordero cuando nazca, pudiendo comprometer gravemente sus posibilidades de supervivencia: parto difícil y largo por falta de fuerzas, rechazo de la madre hacia el cordero, calostro y leche insuficiente, corderos pequeños más susceptibles a enfermedades. Además, la nutrición insuficiente y la consiguiente pérdida de peso implican la movilización de las reservas grasas de la hembra, que puede derivar en una toxemia de la preñez.

Manejo de la Gestación en Ovinos



La prevención de enfermedades es clave en el manejo de una unidad de producción ovina. Mediante las vacunas, podemos minimizar el riesgo de ciertas enfermedades y garantizar que el calostro presenta anticuerpos frente a las enfermedades más comunes. Un calostro completo y con anticuerpos más diversos tiene una repercusión directa sobre la salud del cordero, ya que nace sin anticuerpos propios y no será capaz de producirlos eficazmente hasta aproximadamente el mes de vida. Se debe también monitorear la presencia de parásitos internos y externos (piojos, sarna y falsa garrapata). En el caso de diagnosticarse la presencia de los parásitos, se recomienda realizar el tratamiento. 45 o 30 días previos a la fecha de inicio de los partos se recomienda llevar a cabo la trasquila de limpieza que comprende la trasquila alrededor de la ubre y de la región perivulvar (periné).

Estas actividades pueden coordinarse para ser realizadas durante este tercer tercio de gestación y, por lo avanzado de la gestación y se recomienda trabajar con tranquilidad, evitando estresar a los animales.

Se recomienda tener a la hembra en un corral confortable, con sombra, separada de otras borregas que puedan golpearla o estresarla lo cual puede provocar abortos. Debe contar con suficiente agua limpia a libre acceso, así como una adecuada alimentación que cubra las necesidades de gestación.

El manejo de la salud de las borregas se completa con la aplicación de prácticas de manejo antes del inicio de la temporada de parto:

- Trasquila: La limpieza de la ubre y de la región perivulvar (periné).
- Aplicación de inmunógenos: Para prevenir enfermedades clostridiales se deberá vacunar a las madres antes del parto.
- Desparasitación: Durante el periodo de parición, debido al estrés que sufren las madres, entre otras cosas, se observa un aumento en los conteos de HPG, por lo que se recomienda realizar una desparasitación general del rebaño si tiene alta carga parasitaria.



- Evaluación de la condición corporal: La borrega debe llegar al tercer tercio de la gestación en una condición corporal de 3.5
- Observar la alimentación: Se recomienda hacer el uso de la suplementación en la alimentación de la borrega
- Lotificar por tiempo de gestación: Se recomienda trasladar a las hembras gestantes a un corral cómodo, con sombra, y separadas de otras ovejas para evitar estrés.

Bibliografía

1. GC Fthenakis , G. Arseños , C Brozos , IA Fragkou , ND Giadinis , Yo Giannenas , VS Mavrogianni , E Papadopoulos , Yo Valasi : Manejo de la salud de las ovejas durante la gestación.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22356932/>
2. Manejo de la gestación en ovejas:
<https://www.agric.wa.gov.au/management-reproduction/managing-pregnancy-ewes>
3. Manejo de los ovinos durante la gestación:
<https://www.todoagro.com.ar/manejo-de-los-ovinos-durante-la-gestacion/#:~:text=La%20gestaci%C3%B3n%20en%20ovinos%20tiene,m%C3%A1ximos%20al%20momento%20del%20parto.>
4. Prácticas de manejo de la hembra gestante ovina:
<http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/992.pdf>
5. Manejo de los ovinos durante la gestación:
<https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/11587/IN>

Manejo de la Gestación en Ovinos



[TA_CRBsAsSur_EEABalcarce_Gual_I_Manejo_ovinos_gestaci%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y](#)

6. Cuidados del parto en ovejas:

<https://www.intagri.com/articulos/ganaderia/cuidados-del-parto-en-ovejas>



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Secretaría de Educación Continua
Departamento de Medicina y Zootecnia
en Rumiantes



7^{er}

Encuentro de rumiantes

Converger para crecer

MEDICINA PREVENTIVA DURANTE EL PERIODO SECO Y TRANSICIÓN DE LA VACA LECHERA

Por: **MVZ MMVZ Rodrigo González López**

**Departamento de Medicina y Zootecnia de
Rumiantes**

Medicina Preventiva Durante el Periodo Seco y Transición de la Vaca Lechera



Para tener éxito en la producción de leche con ganado bovino especializado, es importante diferenciar y controlar los aspectos de manejo por etapa productiva del ganado. Sin duda una etapa crucial es el denominado período seco, del cual dependerá la producción de leche y la salud de la vaca durante la siguiente lactación. El secado de una vaca lo podemos definir como el cese de la lactación (inducida por el hombre) y la aplicación de un tratamiento preventivo para mastitis con el fin de garantizar la salud de la glándula mamaria, estas prácticas dan inicio al período seco.

Durante la etapa del secado, las vacas se encuentran experimentando cambios fisiológicos importantes y corren un alto riesgo de desarrollar mastitis. La nutrición adecuada, así como la prevención apropiada de enfermedades de la vaca durante este período asegurarán un desempeño productivo y reproductivo óptimo después del parto. Por lo tanto, la alimentación y el manejo de medicina preventiva en las vacas secas es trascendental desde el punto de vista económico.

Para establecer el inicio del período seco, es importante contar con registros reproductivos precisos dentro de la unidad de producción, para poder predecir una fecha probable de parto. En condiciones ideales, las vacas lecheras tienen una lactación de 305 días y deben permanecer secas durante 45 a 60 días previos a la fecha probable de parto. Con períodos de secado menores a 40 días, no existe suficiente tiempo para permitir una correcta regeneración de parénquima glandular mamario, lo que puede resultar en pérdidas de producción al parto de entre 20 y 40%. Por otro lado, períodos secos mayores a 70 días no promueven un incremento en la producción, pudiendo resultar en un aumento en la condición corporal y complicación durante y después del parto, asociado principalmente al desarrollo de trastornos metabólicos.

Previo al secado, se confirma el día probable de parto, mediante el uso de registros reproductivos, para poder calcular la fecha de secado y su duración; asimismo se

Medicina Preventiva Durante el Periodo Seco y Transición de la Vaca Lechera



lleva a cabo la confirmación de gestación mediante palpación transrectal. De 2 a 4 semanas antes del secado, se califica la condición corporal la cual se recomienda se encuentre al secado entre 2.5 a 3.0 en una escala de 1 a 5.

Cuando las vacas presentan un puntaje de condición corporal por debajo de 2.5, se pueden secar temprano, lo cual apoya a la recuperación de condición corporal. Por otro lado, las vacas con exceso de acondicionamiento ($>$ a 3.5) se pueden ordeñar durante más tiempo apoyado de una ingesta energética restringida, para corregir la condición corporal previo al secado. Una vez secas las vacas, se debe mantener la condición corporal en rangos deseables hasta el momento del parto.

Un aspecto importante a destacar previo al secado, es la revisión de aspectos nutricionales de vacas secas, lo cual además de apoyar la disminución de la producción de leche al secado, es un elemento que posee una influencia en el estado inmunológico durante el período seco y en la posterior lactancia, así como en la prevención de enfermedades metabólicas. Por consiguiente, esta etapa inicia con un programa de alimentación restringida para lograr detener la producción de leche. Se debe eliminar la alimentación a base de concentrados proteicos, forrajes de buena calidad de leguminosas y el ensilado de maíz, reemplazándolos por forrajes de menor calidad y granos con baja densidad energética y alta fibra.

Cuando las vacas producen previo al secado menos de 10 kg de leche por día, no resulta complicado secarlas dejando de ordeñar abruptamente; mientras que las vacas que producen más de 18 kg, necesitan manejos nutricionales adicionales que implican disminuir la ingesta de energía y proteína (concentrado) dos semanas previas al secado para reducir el flujo de leche y poder secarlas cuando la producción se encuentre por debajo de 10 kg de leche al día. Otro punto a destacar, son aquellas vacas que producen menos de 5 kg de leche al día, las cuales deben secarse inmediatamente por baja producción, para reducir riesgos de infección de la glándula mamaria.

Medicina Preventiva Durante el Periodo Seco y Transición de la Vaca Lechera



En cuanto a los aspectos clínicos, previo al secado, se realiza el examen físico de las vacas para evaluar el estado general de salud y de ser necesario, administrar un tratamiento específico y dar seguimiento. Se lleva a cabo el mantenimiento (recorte) de pezuñas, rasurado de la punta de la cola, monitoreo de enfermedades específicas como brucelosis, administración de complejo vitamínico (A, D y E), selenio y finalmente se da la primera dosis de inmunización de las vacas mediante la aplicación del calendario de vacunación, considerando la incidencia de enfermedades de la región donde se ubica la unidad de producción.

Se debe evaluar cada glándula mamaria mediante la aplicación de un programa integral de control y prevención de mastitis, el cual incluya la realización de la prueba de California (CMT) para el diagnóstico de mastitis subclínica y de ser necesario dar tratamiento y seguimiento a los casos clínicos. Es importante resaltar que la determinación del estatus de mastitis previo al secado debe ser de manera individual, para así asegurar un correcto secado de la glándula mamaria. Con respecto a los casos crónicos de mastitis subclínica, se debe prestar atención especial sobre todo al momento de la decisión de que tratamiento se implementará al momento del secado. Dentro del programa de control de mastitis también se puede hacer un muestreo aleatorio de los casos clínicos de mastitis 15 días antes de la fecha de secado para el aislamiento bacteriano y antibiograma, y así conocer de manera general los agentes infecciosos presentes y a que antimicrobianos resultan susceptibles. No se recomienda secar a vacas con mastitis clínica, primero hay que tratar los casos de este tipo.

Previo al secado, es importante contar con una estrategia de secado bien estructurada, tomando en cuenta la salud de la glándula mamaria, el bienestar de la vaca y el manejo, ya que estos 3 aspectos clave influyen directamente en la próxima lactación. Es importante resaltar que la toma de decisiones depende de las posibilidades y necesidades de cada unidad de producción, encaminadas a

Medicina Preventiva Durante el Periodo Seco y Transición de la Vaca Lechera



disminuir la producción de leche y realizar una correcta aplicación del tratamiento de secado.

Determinar el método de secado que trabaje mejor en una unidad de producción, no es sencillo, ya que muchos otros factores pueden impactar en la incidencia de mastitis al inicio de la lactación. Diversas investigaciones han mostrado que no es recomendable utilizar el mismo método de secado para todas las unidades de producción lecheras, inclusive para grupos de vacas dentro de un mismo hato. Independientemente del método de secado, después del último ordeño, se deben inspeccionar a la distancia sin manipulación las glándulas mamarias y durante todo el período de secado deberán hacerse recorridos para evaluar la apariencia externa de las glándulas mamarias.

El día del secado, es importante que las vacas no permanezcan aisladas por más de una hora ya que esto puede causarles estrés, además, deberán estar claramente identificadas. Durante el secado, es trascendente adoptar estrictas prácticas higiénicas, con el fin de prevenir la contaminación de las glándulas mamarias al momento de realizar la rutina de secado. Durante el procedimiento es recomendable que el operador porte un mandil para el ordeño, overol y botas de hule limpios y guantes desechables de nitrilo.

Después de ordeñar a la vaca a fondo se debe comprobar que no quede leche residual, ordeñando a mano los remanentes de leche que pudiera traer la glándula mamaria. A continuación, se limpian y desinfectan los pezones con un antiséptico eficaz, dejando actuar de 25 a 30 segundos y luego se seca con una toalla de papel desechable. En cuanto a la desinfección de la punta del pezón, esta se puede realizar mediante un frote vigoroso por un mínimo de 10 segundos, con una torunda empapada con alcohol al 70%. Para evitar contaminar nuevamente la punta de los pezones, el operador debe desinfectar primero los pezones más lejanos, seguido

Medicina Preventiva Durante el Periodo Seco y Transición de la Vaca Lechera



de los más cercanos. Este paso es crucial por lo que se debe revisar la limpieza y de ser necesario repetir este paso, hasta que este perfectamente limpio.

Desinfectada la punta de cada pezón, se aplican las jeringas de secado (una por cada glándula mamaria), poniendo especial atención en no contaminarla, utilizando la inserción parcial de la cánula para no alterar la integridad del canal del pezón y la posterior formación del tapón de queratina, por lo tanto, la funda plástica de la cánula no se debe retirar hasta el momento preciso de la aplicación del medicamento. Por comodidad y riesgo de contaminación, se recomienda aplicar la jeringa a las glándulas más cercanas o de fácil acceso y luego las más lejanas. Se inserta la punta de la cánula en el canal del pezón y se empuja gentilmente el embolo de la jeringa, para introducir el contenido a la glándula mamaria. Después de aplicar la jeringa de secado a cada glándula mamaria, se procede a realizar un masaje en dirección dorsal en cada una, para distribuir adecuadamente el tratamiento. Seguido del tubo intramamario, se aplica un desinfectante, cubriendo completamente los pezones.

Se sabe que un gran número de glándulas mamarias presentan al secado un retraso prolongado o falta absoluta en la formación del tapón de queratina natural, esto sobre todo en vacas que presentan una alta producción de leche al secado. Por consiguiente, como método opcional de secado, se puede hacer uso de selladores internos (después de la aplicación del tubo de antibiótico intramamario), los cuales son insolubles en leche y pueden lograr disminuir el porcentaje de nuevas infecciones durante el inicio y final del período seco. La forma de administración es igual a la del tubo de antibiótico excepto, que el sellador no es masajead.

Se debe asegurar que las vacas permanezcan de pie las primeras 2 horas después del tratamiento intramamario, para permitir el tiempo suficiente para que el canal del pezón se cierre. Adicionalmente, las vacas que han sido secadas, deberían ser

Medicina Preventiva Durante el Periodo Seco y Transición de la Vaca Lechera



mantenidas lejos del sonido de la máquina de ordeño, para evitar el estímulo de la bajada de la leche.

Como tratamiento complementario al secado abrupto, el uso de facilitadores del secado a base de cabergolina, el cual actúa como un potente agonista de los receptores de dopamina D2. La vía de administración de la cabergolina es intramuscular, en una única dosis de 5.6 mg. La cabergolina debe administrarse dentro de las 4 horas siguientes al último ordeño del inicio del secado.

Después de la aplicación de la terapia de secado, las vacas se trasladan a un corral destinado a vacas en descanso lactacional para evitar que se pueda prestar a confusiones y sean ordeñadas, contaminando con antibiótico el tanque de leche. Es importante mantener en observación por lo menos cada tercer día durante las 2 primeras semanas a las vacas secas, para detectar cambios anormales en su comportamiento y en las características físicas de la glándula mamaria.

El período de transición se define como aquella etapa productiva de las vacas lecheras alrededor del parto, en donde transitan de un estado gestante no lactante a uno no gestante pero lactante, caracterizado por requerimientos especiales en cuanto a su confort, sanidad y nutrición que minimicen las enfermedades metabólicas e infecciosas que acompañan al período puerperal inmediato.

La fase inicial del período de transición (3 semanas antes del parto), también conocido como fase de reto, se caracteriza por el incremento en las demandas nutricionales (energía y proteína) con el objetivo de preparar al animal para la producción de calostro y posterior producción de leche. Uno de los primeros manejos que se realizan en la vaca tres semanas antes de su fecha probable de parto, es su movilización a un corral especial de preparto donde recibirá los manejos de alimentación y atención propia del período de transición. Asimismo, se da el refuerzo de la inmunización del calendario de vacunación establecido al inicio del

Medicina Preventiva Durante el Periodo Seco y Transición de la Vaca Lechera



periodo seco, con la finalidad de concentrar los anticuerpos en el calostro, que serán transferidos mediante inmunidad materna pasiva hacia el becerro recién nacido.

Durante el inicio del período de transición, también se lleva a cabo la desparasitación de acuerdo al criterio del Médico Veterinario y la zona geográfica en la que se encuentra la unidad de producción. Además, se administran productos inyectables de liberación prolongada que aporten cobre, vitamina E y selenio.

El consumo de agua, es uno de los primeros puntos a considerar en el manejo nutricional del período de transición, ya que se sabe, estimula el consumo de materia seca, además de ser el principal componente de la leche, por lo que se debe ofrecer agua fresca, limpia y *ad libitum* a los animales.

La ración durante la etapa de reto, debe favorecer el inicio de un estado proliferativo de las papilas ruminales, acompañado de un alargamiento, además de una adaptación por parte de la microbiota ruminal a una dieta rica en granos de fácil fermentación, que conduce a la síntesis de grandes concentraciones de ácidos grasos volátiles (AGVs). Para lograr adaptar una mucosa ruminal a una alimentación a base de concentrado, se requieren de 3 a 5 semanas. Como medida de manejo y que soporta las estrategias nutricionales, se incluye la división de animales por lotes durante el período de reto, es decir, separar los animales de primer parto de los demás, ya que estos animales tienen exigencias nutricionales diferentes, además de producir deben continuar con su proceso de crecimiento.

Otra herramienta estratégica para el manejo de las vacas durante el período de transición es la determinación del índice de condición corporal (ICC). Este índice permite estimar la intensidad de movilización de reservas corporales como consecuencia del balance energético negativo durante el período de transición. Es así que se debe llegar con una condición corporal de 3.5 a 3.75 al parto, para

Medicina Preventiva Durante el Periodo Seco y Transición de la Vaca Lechera



disminuir la predisposición de enfermedades metabólicas durante el posparto inmediato.

Es necesario afinar el manejo nutricional de la vaca en transición, sobre todo en el uso de una serie de aditivos. Los aditivos tienen como objetivo el optimizar la producción, la salud y la reproducción de las vacas. Es así que se ha mejorado el uso de insumos energéticos (como grasas de sobre paso y propilenglicol), el uso de ciertos nutrientes (como microelementos orgánicos, selenio, zinc, cobre, cromo, vitamina E) y se han incorporado modificadores de la fermentación ruminal (como sales aniónicas, ionóforos, probióticos y buffers).

La vaca fresca es la que se halla en el posparto inmediato, encontrándose a su vez en la segunda parte del período de transición el cual abarca 3 semanas posteriores al parto. En este período las vacas se encuentran propensas a presentar una variedad de patologías, las cuales se deben minimizar para evitar pérdidas tales como disminución en la producción de leche, problemas de infertilidad y enfermedades metabólicas entre otros.

Bibliografía

1. Gerloff BJ. Dry Cow Management for the Prevention of Ketosis and Fatty Liver in Dairy Cows. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*. 2000 Jul 1;16(2):283–92.
2. Scherpenzeel CGM, den Uijl IEM, van Schaik G, Olde Riekerink RGM, Keurentjes JM, Lam TJGM. Evaluation of the use of dry cow antibiotics in low somatic cell count cows. *J Dairy Sci*. 2014;97(6):3606–14.
3. Robert A, Seegers H, Bareille N. Incidence of intramammary infections during the dry period without or with antibiotic treatment in dairy cows--a quantitative analysis of published data. *Vet Res*. 2006 Feb;37(1):25–48.
4. Boutinaud M, Isaka N, Gandemer E, Lambertson P, Wiart S, Taranilla AI, et al. Inhibiting prolactin by cabergoline accelerates mammary gland remodeling during the early dry period in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2017 Sep 1;100.
5. Hurley WL, Looor JJ. Mammary Gland: Growth, Development and Involution. In: *Encyclopedia of Dairy Sciences*. Elsevier Inc.; 2011. p. 338–45.

Clamidiasis en rumiantes

La clamidiasis en los rumiantes causa abortos en el último tercio de la gestación, nacimiento de crías débiles y mortinatos, la principal especie asociada a estas afecciones es *Chlamydia abortus* (*C. abortus*), sin embargo, *Chlamydia pecorum* (*C. pecorum*) y *Chlamydia psittaci* (*C. psittaci*) también pueden estar involucradas (Rodalakis y Mohamad, 2010).

C. abortus es endémica en muchos países. Es uno de los principales agentes causales de abortos, además de representar un riesgo de zoonosis, pudiendo causar en los humanos cuadros clínicos oculares, respiratorios e incluso el aborto (Longbottom y Coulter, 2003). La enfermedad ocasionada por *C. abortus* en bovinos se le llama aborto epizootico bovino, mientras que en cabras y ovinos es conocida como aborto enzoótico de los pequeños rumiantes o aborto enzoótico ovino (Rodolakis y Mohamad, 2010; OIE, 2018), existen informes que mencionan la presencia de *C. abortus* en búfalos de agua en Europa y África (Osman y col. 2012).

Los rumiantes infectados son la principal fuente de transmisión y en el momento del parto o aborto eliminan gran cantidad de microorganismos en la placenta, el feto y los fluidos fetales. La infección suele originarse a partir de la ingestión de la placenta o hierba contaminada por descargas vaginales y la placenta. Cantidades pequeñas de *Chlamydia* spp. son eliminadas también por la orina, leche y heces durante varios días después del aborto (Petit y col. 2008; Sachse y col. 2009).

Las cabras infectadas eliminan una gran cantidad de bacterias en la placenta y fluidos fetales al momento del parto y cuando ocurre el aborto, algunas hembras lo pueden hacer durante las dos semanas anteriores o posteriores al parto o aborto, lo cual explica la alta incidencia de abortos que ocurren en rebaños recién infectados, ya que la susceptibilidad a la infección varía en relación con el estado fisiológico del animal. Cabras que tienen menos de 100 días de gestación son más susceptibles que aquellas cabras que están al final de la preñez o aquellas que no están gestantes. Las cabritas nacidas de cabras infectadas pueden mantener la infección en el rebaño o transmitirla a otros rebaños (Rodolakis, 2001).

Las bacterias del género *Chlamydia* son intracelulares obligadas y se consideran endémicas a nivel mundial. Se multiplican en el citoplasma celular formando cuerpos de inclusión. *Chlamydia* spp., se caracteriza por un ciclo de desarrollo que comprende un cuerpo reticular de pared fina y no infeccioso; y un cuerpo elemental de pared celular rígida e infeccioso (Longbottom y Coulter 2003).

Los estudios epidemiológicos son prácticamente inexistentes, solo se cuenta con datos aislados obtenidos a partir de las investigaciones realizadas por los grupos del INIFAP, la UAEM y de la FMVZ de la UNAM mediante pruebas serológicas, aislamiento en cultivo celular y PCR punto final. A partir del 2010 (Repositorio digital del INIFAP), nos hemos dado a la tarea de continuar investigando la seroprevalencia, complementando con el aislamiento bacteriano y, además, se ha logrado implementar la técnica de PCR en tiempo real como alternativa en el diagnóstico, lo que nos ha permitido tener mayor claridad sobre la distribución actual de la clamidiasis en el territorio nacional (Figura 1).

Para diagnosticar la clamidiasis en los animales existen esencialmente dos propuestas (Sachse et al. 2009), la primera involucra la detección directa del agente en tejidos o muestras de exudado vaginal, la segunda involucra pruebas serológicas a partir de muestras sanguíneas para determinar la presencia de anticuerpos anti-*Chlamydia*, en la tabla 1 se resumen las muestras recomendadas para cada técnica diagnóstica disponible.

Las muestras para aislamiento deben ser enviadas al laboratorio de diagnóstico en un medio de sucrosa-fosfato-glutamina (medio SPG), suplementado con suero fetal bovino al 10% y antibióticos como estreptomina (200 mg / ml), gentamicina (50 mg / ml), vancomicina (75 mg / ml) y nistatina (25 unidades / ml) (Sachse et al. 2009). El aislamiento es considerado la prueba de oro y el método más sensible para el diagnóstico de la infección, pero para ello, la bacteria requiere ser aislada y propagada en embrión de pollo o en cultivo celular (McCoy, HeLa, L929 y células de riñón de hámster neonato) y posteriormente, detectada por medio de la prueba de inmunofluorescencia (OIE 2018).



Figura 1. Estados de la República Mexicana donde se tiene evidencia serológica, molecular o aislamiento bacteriano de *Chlamydia* spp en rumiantes. Elaborado por Palomares-Resendiz y equipo de diseño de INIFAP, con información recopilada de investigaciones realizadas por el grupo de trabajo durante el periodo 2008-2022.

La infección también puede ser evidenciada a partir de órganos y exudado vaginal, por medio de la detección del ADN bacteriano a través de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR). Esta técnica ofrece la ventaja de proporcionar una detección rápida y específica en muestras biológicas sin recurrir al cultivo celular. La mayoría de las PCR convencionales están diseñadas para detectar y amplificar una porción del operón ribosomal RNA o del gen *ompA*. (Sachse et al. 2009)

La clamidiasis es una enfermedad que suele permanecer en los animales una vez que ingresa a los hatos y rebaños, por lo que adoptar medidas de bioseguridad que contribuyan a disminuir el riesgo de transmisión y diseminación son de gran importancia para su control. Cuando una hembra aborta, ésta debe ser inmediatamente aislada del rebaño por varias semanas hasta que las descargas vaginales cesen. Todos los fetos abortados, las placentas son susceptibles de ser analizados con fines diagnósticos bajo la supervisión de un médico veterinario especialista, cuando esto no es posible, deben ser eliminados junto con la cama del corral que tuvo contacto con ellos y con los fluidos del aborto. Para ello, deben

sacarse del corral e incinerarse o bien, enterrarse y cubrirse previamente con una capa de cal antes de taparles con tierra. La desinfección del área donde ocurrió el aborto y de las superficies que tuvieron contacto con fetos, placentas y fluidos reducirá también el riesgo de contagio (Entrican et al. 2012, Longbottom et al. 2013). Los abortos por *Chlamydia* spp., en los animales también representan un riesgo de contagio hacia los humanos, por lo que cuando estos ocurren es recomendable que las mujeres embarazadas y personas inmunosuprimidas no trabajen con hembras durante la temporada de partos, evitando así el contacto con todas las posibles fuentes de infección.

Por el momento, en México no es posible la vacunación como método preventivo, aunque en otros partes del mundo existen vacunas vivas y bacterinas (Stuen and Longbottom 2011, Entrican et al. 2012, Garcia-Seco et al. 2016), por esta razón, la vigilancia epidemiológica, el diagnóstico oportuno de la enfermedad y la implementación de medidas de bioseguridad que eviten el ingreso y permanencia a las unidades de producción, son las herramientas más importantes para combatirla.

Referencias

Entrican, G., Wheelhouse, N., Wattegedera, S. R., & Longbottom, D. (2012). New challenges for vaccination to prevent chlamydial abortion in sheep. *Comparative immunology, microbiology and infectious diseases*, 35(3), 271–276. <https://doi.org/10.1016/j.cimid.2011.12.001>

García-Seco, T., Pérez-Sancho, M., Salinas, J., Navarro, A., Díez-Guerrier, A., García, N., Pozo, P., Goyache, J., Domínguez, L., & Álvarez, J. (2016). Effect of Preventive *Chlamydia abortus* Vaccination in Offspring Development in Sheep Challenged Experimentally. *Frontiers in veterinary science*, 3, 67. <https://doi.org/10.3389/fvets.2016.00067>

Longbottom, D., & Coulter, L. J. (2003). Animal chlamydioses and zoonotic implications. *Journal of comparative pathology*, 128(4), 217–244. <https://doi.org/10.1053/jcpa.2002.0629>

Organización Mundial de Sanidad Animal OIE. (2018). Aborto Enzoótico de las ovejas (clamidiosis ovina). Manual de la Organización Internacional de epizootias sobre animales terrestres. Fecha de consulta: noviembre 2020. https://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahm/3.07.05_Aborto_enz_ovejas.pdf

Longbottom, D., Entrican, G., Wheelhouse, N., Brough, H., & Milne, C. (2013). Evaluation of the impact and control of enzootic abortion of ewes. *Veterinary journal (London, England : 1997)*, 195(2), 257–259. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2012.06.018>

Tabla 1. Métodos para el diagnóstico de la clamidiasis según el tipo de muestra y formas de conservación.

Espécimen en estudio	Tipo de muestra	Tiempo ideal de muestreo	Transporte y condiciones de almacenamiento	Técnica diagnóstica recomendada
Hembras	Suero sanguíneo	Después del aborto, repetir el muestreo tres semanas después	Cajas de poliuretano, mantenimiento a 4°C	ELISA
	Placenta	Tan pronto sea posible después del aborto.	Paquete en envase impermeable, conservación a 4°C para procesamiento en 48 h	Inmunofluorescencia o PCR
	Hisopado vaginal	Tan pronto sea posible después del aborto y hasta un periodo máximo de 20 días luego de haberse presentado el aborto.	Hisopo conservado en medio SPG a 4°C para procesamiento en 48 h	Inmunofluorescencia o PCR
Feto abortado	Líquido abomasal Hígado Pulmón	Tan pronto sea posible después del aborto	Paquete en envase impermeable, conservación a 4°C para procesamiento en 48 h	Inmunofluorescencia o PCR

Rodolakis, A., & Yousef Mohamad, K. (2010). Zoonotic potential of *Chlamydia*. *Veterinary microbiology*, 140(3-4), 382–391. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2009.03.014>

Sachse, K., Vretou, E., Livingstone, M., Borel, N., Pospischil, A., & Longbottom, D. (2009). Recent developments in the laboratory diagnosis of chlamydial infections. *Veterinary microbiology*, 135(1-2), 2–21. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2008.09.040>

Stuen, S., & Longbottom, D. (2011). Treatment and control of chlamydial and rickettsial infections in sheep and goats. *The Veterinary clinics of North America. Food animal practice*, 27(1), 213–233. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2010.10.017>

Repositorio digital del INIFAP. Técnicas y procedimientos para el diagnóstico de clamidiasis en los pequeños rumiantes. <https://vun.inifap.gob.mx/BibliotecaWeb/Content?/=14354>

Osman KM, Ali HA, ElJakee JA, Galal HM. (2012). *Chlamydiaceae* in riverine buffalo (*Bubalus bubalis*) and cows (*Bos taurus*) in Egypt with and without signs of reproductive disease, NZVJ 60(4):228-233. <https://doi.org/10.1080/00480169.2012.668123>



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Secretaría de Educación Continua
Departamento de Medicina y Zootecnia
en Rumiantes



7^{er}

Encuentro de rumiantes

Converger para crecer

Coordinadores académicos: Dra. Georgina Hernández Rojas, Dra. Jazmin De la Luz Armendariz y Dr. Ulises Jesús Bautista Pérez

RESISTENCIA A ANTIMICROBIANOS

Por: Dra. Rocio Angélica Ruiz Romero

Departamento de Medicina y Zootecnia de
Rumiantes
FMVZ, UNAM



Introducción

La resistencia antimicrobiana (RAM) constituye una crisis global con impacto en la salud humana y animal. El consumo de antibióticos en la crianza animal, también propicia la selección y propagación de cepas y sus determinantes de resistencia al ambiente y en la cadena de producción de alimentos. Una de las iniciativas estratégicas para la contención de la RAM, es asegurar el uso apropiado de los antibióticos disponibles, en lo cual, los laboratorios de microbiología tienen un importante papel, a través del diagnóstico y las pruebas de susceptibilidad antimicrobiana.

En la crianza de los animales suelen aparecer cepas zoonóticas o indicadoras de multiresistencia, que son prioridad en programas de vigilancia, bajo el concepto Una Salud, por presentar resistencia adquirida con ventaja para su diseminación.

El descubrimiento de la actividad antibacteriana del género *Penicillium* en 1929 por Alexander Fleming, transformó la medicina y estimuló la búsqueda de nuevos antibióticos para el control de infecciones bacterianas. Sin embargo, desde entonces las bacterias han manifestado resistencia a todos los antibióticos introducidos en la práctica clínica. El primer informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS) sobre la resistencia a los antimicrobianos y en particular a los antibióticos, revela que esta grave amenaza no es una previsión para el futuro, sino una realidad que afecta a personas de cualquier región.

En la crianza animal, los antibióticos se utilizan para el tratamiento de infecciones, prevención de enfermedades y evitar complicaciones ante el estrés fisiológico durante el ciclo productivo. Una práctica común es su empleo como promotores del crecimiento, al llamado de la OMS, de la Organización Mundial de la Sanidad Animal (OIE) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), muchos países han tomado medidas para evitar esta forma de uso. En la producción ganadera intensiva, usualmente los antimicrobianos se administran a una

Resistencia a Antimicrobiano



gran cantidad de animales de manera simultánea, sin distinción de enfermos y sanos. Los antibióticos que se utilizan en la salud humana y animal a través de las excretas pueden alcanzar diferentes ambientes (suelos, aguas, plantas, seres vivos) y alterar la función y estructura de las comunidades bacterianas que en ellos habitan, al facilitar la selección, desarrollo y diseminación de la resistencia.

Muchas manifestaciones clínicas en la crianza animal son tratadas con antibióticos, sin evidencia de una infección bacteriana. La garantía del uso adecuado de los antibióticos disponibles en medicina veterinaria es un área clave a priorizar en la contención de la RAM. La identificación de las bacterias y su susceptibilidad son las bases para la selección de un apropiado antimicrobiano, incluso entre los disponibles.

Diagnóstico y la epidemiología molecular de infecciones bacterianas

El diagnóstico de un proceso clínico infeccioso, en salud animal, más aun, en la producción ganadera intensiva, requiere un enfoque multidisciplinario, que comprende desde la experiencia de las personas que interactúan con los animales y perciben un cambio en su comportamiento y eficiencia productiva, así como de los medios al alcance, para la orientación adecuada de las pruebas de laboratorio.

Primeramente, es necesario definir si se trata de un proceso infeccioso, luego discriminar su naturaleza microbiana (virus, bacteria, hongo o protozoario), seguidamente identificar la especie y en el caso de las bacterias distinguir entre cepas patobiontes o comensales. Las cepas comensales usualmente colonizan la superficie mucosa de los tractos respiratorio, entérico y reproductivo y es, en estos sistemas de órganos, donde ocurren con mayor frecuencia infecciones que precisan un uso de antibióticos para su control.

Resistencia a Antimicrobiano



Un área válida para iniciar algoritmos de diagnóstico es potenciar las investigaciones futuras en los biomarcadores, se trata de moléculas primarias indicadoras de procesos biológicos y estados patológicos que se generan en el organismo ante el daño a los tejidos a partir de múltiples condiciones clínicas, como las infecciones. Muchos de estos biomarcadores se detectan en el suero, orina, heces fecales y fluido cerebroespinal. Desde hace dos décadas estas moléculas son motivo de investigación exhaustiva en la salud humana, con la perspectiva de su utilización como soporte temprano al diagnóstico, parecen ser de gran utilidad para discriminar procesos inflamatorios, sepsis severas e indicar la posible etiología viral o bacteriana, al aparecer los primeros signos.

Una vez que el diagnóstico presuntivo, acorde a la anamnesis de un proceso clínico, orienta la posible etiología bacteriana de una infección, la identificación se apoya en la experticia del microbiólogo para la elección de la batería de pruebas, acorde a su fiabilidad. El cultivo microbiológico y la microscopía, iniciados en el siglo XIX por Pasteur y Koch, aún desempeñan un papel principal en la identificación de infecciones bacterianas y son la base de las pruebas de susceptibilidad a antimicrobianos tanto en salud humana y animal. Estos métodos resultan laboriosos y requieren un tiempo nunca inferior a 48 horas, incluso algunas especies precisan de tiempos prolongados para lograr su multiplicación. En el afán de superar estas limitaciones, desde entonces se han introducido diversas alternativas que, de forma directa o indirecta, determinan la naturaleza bacteriana de un proceso clínico.

Mecanismos de resistencia en las bacterias

El concepto más amplio de la RAM considera que puede ser una capacidad natural, adquirida o incluso transitoria de una cepa, de permanecer refractaria a los efectos bactericidas o bacteriostáticos de un compuesto antimicrobiano. La resistencia natural intrínseca es una propiedad específica para algunos géneros o especies con respecto a un antimicrobiano en cuestión y es independiente de una exposición

Resistencia a Antimicrobiano



previa al antibiótico y a la adquisición de genes externos o mutaciones. Algunos ejemplos son la resistencia a cefalosporinas del género *Enterococcus*, a ampicilina por *Klebsiella* spp. y a los betalactámicos por *Mycoplasma* spp. Los mecanismos de resistencia en las bacterias son diversos, generalmente consisten en la producción de enzimas que inactivan antibióticos, modificaciones a nivel de proteínas de membrana que impiden la llegada del fármaco al punto diana, la alteración del propio punto diana o sobreexpresión de bombas de eflujo, que facilitan la incorporación y a la vez expulsión del fármaco

Resistencia adquirida por bacterias

La resistencia adquirida, se refiere a cambios que ocurren en el genoma del microorganismo, mutaciones puntuales, pérdidas o inserciones de material genético. Los ciclos de replicación bacteriana son una oportunidad para la mutación y favorecen la aparición de factores genéticos que contribuyen a la RAM. Los genes que confieren resistencia, pueden estar contenidos en elementos genéticos móviles como plásmidos, transposones, integrones, secuencias de inserción o islas de patogenicidad.

Resistencia transitoria

En las bacterias existen otras manifestaciones de resistencia denominadas transitorias, fenotípicas o reversibles; que se vinculan al estado fisiológico de las células cuando se enfrentan a diferentes estreses; pueden consistir en la producción de biopelículas o células persistentes y no se deben a la adquisición de un mecanismo genético como se explicó anteriormente. Por lo general, cuando las bacterias producen estas formas de resistencia transitoria son cepas que en las pruebas convencionales en el laboratorio como los antibiogramas fueron sensibles a los fármacos. La población bacteriana trata de asegurar la sobrevivencia en presencia de condiciones de estrés; para esto, una subpoblación sobrevive al antibiótico, aun cuando pertenece a una población bacteriana clonal que en su

Resistencia a Antimicrobiano



mayoría resulta sensible. Aunque lo anterior se define como resistencia fenotípica, el número de genes que soportan este comportamiento es superior al que podría soportar la resistencia, si la célula evoluciona a través de elementos específicos genéticos para contrarrestar el efecto del fármaco.

Las células formadoras de biopelículas se adhieren a superficies bióticas o no, conforman una matriz en la que se crea un gradiente de nutrientes y oxígeno que establece diferentes estados metabólicos en las células atendiendo a su profundidad dentro de la matriz, de esta manera disminuye la difusión de los antibióticos, permitiendo la sobrevivencia en estas condiciones de parte de la población celular.

Las células persistentes representan una pequeña subpoblación que pasan espontáneamente a un estado latente, no divisorio, por lo que son tolerantes a altas dosis de antibióticos bactericidas, alcanzando este estado sin sufrir cambios genéticos. Por tanto, los antibióticos que actúan sobre células bacterianas fisiológicamente activas o que interfieren con los procesos celulares activos, como la síntesis macromolecular, son ineficaces en las células persistentes debido a su inactividad metabólica. Dichas células podrían volver a un estado de crecimiento cuando cesa el tratamiento.

Pruebas de susceptibilidad antimicrobiana

Las pruebas de susceptibilidad a antimicrobianos predicen el éxito de un tratamiento en la salud humana y animal. Aunque se han descrito fracasos en estas predicciones, pues se basan en metodologías estandarizadas *in vitro* que no logran simular todas las circunstancias clínicas que ocurren *in vivo*. Existen metodologías fenotípicas y genotípicas para la realización de estas pruebas.



Vigilancia de las bacterias patógenas, comensales, indicadoras y zoonóticas en la crianza animal

La terapia antimicrobiana es una de las principales vías para el control de las frecuentes infecciones de causa bacteriana que afectan la producción intensiva ganadera. Sin embargo, la información sobre la susceptibilidad o la magnitud de la RAM en bacterias patógenas en la producción animal es limitada. Los programas de vigilancia y los datos divulgados refieren mayoritariamente el estudio de microorganismos que usualmente son comensales, zoonóticos, no afectan al animal, pero se diseminan por contacto directo a través de la cadena de producción de alimentos o al ambiente y son un riesgo para la salud humana. La RAM es uno de los principales motivos que promueve el concepto “Una Salud”, impulsa la vigilancia en la salud humana, animal y el ambiente.

Algunos países como Dinamarca, Noruega, Bélgica, Estados Unidos, Canadá y Australia poseen programas permanentes de vigilancia que involucran bacterias patógenas, zoonóticas y comensales derivadas de la producción animal con un enfoque colaborativo y multidisciplinario para controlar la propagación de la resistencia a los antibióticos. Según la OMS ejemplos relevantes de patógenos resistentes a múltiples drogas que afectan la salud humana a nivel hospitalario y comunitario son agrupados en las siglas ESKAPE e incluye *Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus* resistente a metilicina (SARM), *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa* y Enterobacteriaceae. Sin embargo, la selección del tipo de bacteria (género y especie), que se incluirá en un programa de vigilancia integrada de la RAM para evidenciar la conexión epidemiológica de cepas y marcadores de RAM entre animales destinados a la producción de alimentos y humanos, depende de las prioridades de salud, prácticas de uso de antimicrobianos, las estimaciones de las enfermedades transmitidas por alimentos en cada localidad geográfica.

Resistencia a Antimicrobiano



Una de las acciones inmediatas para el control de la RAM en la producción ganadera es el desarrollo de métodos de diagnósticos precisos, rápidos y evitar el uso de terapias empíricas. A pesar de los avances en las tecnologías para la identificación y caracterización bacteriana, incluyendo la epidemiología molecular, el diagnóstico veterinario precisa aún de medios conectados, fáciles de utilizar, escalables, disponibles a nivel global, asequibles, precisos y seguros que faciliten distinguir entre infecciones bacterianas y virales, entre bacterias patógenas y patógenas facultativas.

Resistencia antimicrobiana en cabras y borregas

Cuando se analiza la presencia de RAM, *E. coli* se usa con frecuencia como indicador porque es ubicuo y brinda información sobre la prevalencia de RAM que podría propagarse a otros patógenos animales o humanos. Se pueden utilizar patógenos zoonóticos adicionales, como *Salmonella* spp y *Campylobacter* spp, debido a su efecto sobre la salud humana, mientras que los *Staphylococcus* resistentes a menudo se detectan en la mastitis clínica de ovejas y cabras y pueden representar un riesgo para la salud humana y animal.

La mayoría de los estudios en cabras informan una mayor prevalencia de resistencia en *Staphylococcus* aislados de casos clínicos y subclínicos de mastitis (Italia y Brasil). Se observó una prevalencia moderadamente alta de resistencia en *S. aureus* (56%) y *Staphylococcus coagulasa* negativos (41%).

Administración de antibióticos a corderos/cabritos

La justificación de la administración rutinaria de antibióticos a los recién nacidos es la prevención de infecciones neonatales en estos animales. Esta práctica debe eliminarse, ya que, ante todo, es un factor primordial para el desarrollo de resistencia a los antibióticos entre bacterias que prevalecen en las granjas.



Bibliográficas

1. Scott LC, Menzies PI.(2011). Antimicrobial Resistance and Small Ruminant Veterinary Practice. 2011, Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, 27: 23-32. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2010.10.015>
2. Espinosa Castaño, I., Báez Arias, M., Hernández Fillor, R. E., López Dorta, Y., Lobo Rivero, E., & Corona-González, B. (2019). Resistencia antimicrobiana en bacterias de origen animal: desafíos para su contención desde el laboratorio. *Revista De Salud Animal*, 41(3).
3. Nielsen SS, Bicout DJ, et al. (2021). Assessment of animal diseases caused by bacteria resistant to antimicrobials: sheep and goats. EFSA journal. European Food Safety Authority. 19(12):e06956. DOI: 10.2903/j.efsa.2021.6956.
4. Lianou, D.T.; Fthenakis, G.C. Use of Antibiotics against Bacterial Infections on Dairy Sheep and Goat Farms: Patterns of Usage and Associations with Health Management and Human Resources. *Antibiotics* 2022, 11, 753. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11060753>

Resistencia de los tricostrongilidos de ovinos a los antiparasitarios

Dr. Juan Antonio Figueroa Castillo

La resistencia antiparasitaria se define como la habilidad individual y heredable de los parásitos para sobrevivir a la dosis terapéutica de un antiparasitario. Se puede abordar desde el punto de vista de los parásitos blanco, por ejemplo: resistencia a los insecticidas en referencia a los moscas, pulgas, piojos. También se puede abordar considerando grupos más pequeños por ejemplo la resistencia a los ixodicidas (garrapatas duras) o faciolicidas haciendo referencia específicamente a la resistencia de *Fasciola hepatica*. En este trabajo sólo abordaré la resistencia de los tricostrongilidos del ovino a los antihelmínticos, debido a que son los parásitos más frecuentes del ganado ovino en todo el mundo, especialmente en los sistemas de pastoreo en regiones tropicales o templadas húmedas.

En México, el primer reporte de resistencia data de 1990, desde entonces se han realizado notificaciones de poblaciones de nematodos resistentes a los bencimidazoles y a la ivermectina, uno de los principales nematodos involucrados en resistencia es *Haemonchus contortus*, sin embargo se desconoce la situación nacional (Campos, 1990; Campos *et al.*, 1992; Figueroa *et al.*, 2000; Montalvo-Aguilar, 2006).

Los tricostrongilidos (Trichostrongylidae) son nematodos filariformes (forma de hilo) de 3 a 4 cm de largo, los géneros más representativos en los ovinos son: *Haemonchus*, *Trichostrongylus*, *Teladorsagia*, *Cooperia* y *Nematodirus*. En la mayoría de las unidades de producción ovina, el tratamiento, prevención y control de los tricostrongilidos se basan en el empleo de fármacos antihelmínticos, sin embargo, su aplicación reiterada y sin control ha ocasionado la selección de poblaciones de nematodos resistentes a sus efectos, convirtiéndose en un grave problema emergente a nivel mundial. Los bencimidazoles, el levamisol y las lactonas macrocíclicas son los compuestos más utilizados y a todos se ha reportado resistencia, incluso se ha presentado resistencia a

combinaciones de antihelmínticos, como bencimidazol+ levamisol o ivermectina+levamisol y también a los de reciente lanzamiento como el monepantel (Rimbaud et al., 2005; Zajac, 2006; Hamer et al., 2018; Bartley et al., 2019).

Se dice que hay resistencia paralela cuando los individuos resistentes a una fármaco, también son resistentes a otro con un mecanismo de acción similar, por ejemplo, albendazol y fenbendazol. Cuando se presenta resistencia a dos grupos con diferente modo de acción (levamisol e ivermectina) se conoce como resistencia cruzada y cuando se presenta resistencia a más de dos grupos de antihelmínticos se llama resistencia múltiple, por ejemplo poblaciones de *Haemonchus contortus* resistentes a levamisol, ivermectina y bencimidazoles (Márquez, 2003)

La resistencia antihelmíntica es adquirida debido a modificaciones genéticas heredables, puede ser por una mutación en el ADN que altera la función de un componente celular que impide que el antiparasitario produzca su acción farmacológica o por un aumento de genes cuya expresión produce sustancias que interfieren con la actividad del fármaco. Las mutaciones se reflejan en cambios estructurales o funcionales de las células que capturan el fármaco, alteraciones en sistemas enzimáticos necesarios para que actúe la droga o disminución en el número de receptores a la droga o cambios en los sitios blanco del fármaco (Mottier y Lanusse, 1992).

La detección de resistencia puede realizarse mediante pruebas de motilidad o desarrollo de larvas, eclosión de huevos, moleculares o la prueba de eficacia controlada, sin embargo, la prueba más utilizada por su simpleza es la de reducción de huevos en las heces después de un tratamiento. De acuerdo con la Asociación Mundial para el Avance de la Parasitología Veterinaria (WAAVP) hay resistencia a los antihelmínticos cuando el porcentaje de reducción de huevos en la heces es inferior a 95% y el IC al 95% es inferior a 90%. Si sólo uno de estos criterios se presenta se sospecha de resistencia. Si el intervalo superior es inferior al 95% se confirma la resistencia (Coles et al., 1992; Lyndal-Murphy et al., 2014).

Se puede retardar la presentación de resistencia a los antihelmínticos si el control se enfoca en mantener niveles bajos de parasitismo que no afecten la salud y producción de los animales, en lugar de pretender tener rebaños libres de nematodos y haciendo buen uso de los antiparasitarios. Por ejemplo, aplicar siempre la dosis correcta del fármaco de acuerdo al peso del animal para evitar subdosificar. Verificar periódicamente la efectividad de los antiparasitarios utilizados para detectar la resistencia de forma temprana. Preservar los alelos de susceptibilidad al disminuir la presión de selección que ejercen las desparasitaciones. Rotar anualmente los antihelmínticos, por otro con diferente mecanismo de acción. Implementar acciones de control complementarias, no químicas como:

- Rotación de potreros o pastoreo rotacional de diferentes especies (ovinos, bovinos, equinos)
- Reintroducción de cepas de nematodos susceptibles. Introducir animales parasitados con poblaciones susceptibles a los antihelmínticos
- Usar hongos nematófagos, plantas desparasitantes, agujas de cobre. Incrementar el contenido de proteína en la dieta
- Estrategias a largo plazo como la selección de los animales más resistentes o resilientes del rebaño
- Uso de razas resistentes. Las razas de pelo son más resistentes que las razas productoras de lana fina
- Uso de vacunas
- Desparasitación selectiva dirigida, basada en condición corporal, Famacha y exámenes de heces (McMaster)

Guía para la interpretación de la cuenta de huevos de tricostrongilidos en las heces de ovinos

Huevos por gramo de heces	Nivel de parasitismo	Implicaciones	Tratamiento
0 a 200	Bajo	Buen resultado	No
200-500	Moderado	Moderado. Pérdida de productividad. Diarrea (por <i>Trichostrongylus</i> y <i>Teladorsagia</i>)	Sólo si hay condiciones de lluvia y temperatura adecuadas para la transmisión.
500-1000	Alto	Alto. Pérdidas significativas en corderos. Diarrea, anemia, debilidad	Si. Se agravará si hay condiciones de lluvia y temperatura adecuadas para la transmisión.
1000-1500	Muy alto	Pérdidas productivas muy significativas. Signos	Si. Mover el rebaño a praderas menos infestadas

Nematodirus: Cuentas mayores a 200 hpgh ameritan tratamiento

Fuente: Soil Association trade and producer support. (2010) Faecal egg counts

La aplicación de los tratamientos antiparasitarios se ha realizado bajo los siguientes esquemas:

Tratamientos curativos. Se utilizan mucho, consiste en desparasitar únicamente a los animales cuando están visiblemente enfermos (con anemia o edema). El tratamiento eliminará los parásitos pero pasarán varios meses para que el animal recupere su condición corporal. Las pérdidas por enfermedad son altas. Retrasa la presentación de resistencia.

Tratamientos estratégicos. Enfocado a reducir la carga de parásitos en periodos especialmente favorables para la transmisión (época de lluvias), o dirigidos contra las larvas en hipobiosis en zonas donde hay una estación seca o climas muy áridos con zonas de pastoreo extensas. Requieren de un buen conocimiento de la epidemiología de los nematodos en el rancho. No son muy útiles en producciones en pastoreo en climas tropicales donde la temperatura y humedad favorecen la transmisión casi todo el año.

Tratamientos tácticos. Se utiliza para prevenir un incremento en la carga parasitaria ante situaciones específicas de manejo, como: cuando se trasladan animales, se realizan cambios en la dieta, los animales están debilitados. También cuando se cambia a los animales de un potrero muy contaminado a otro menos contaminado. En las primeras lluvias intensas después del periodo de sequía. Requiere de constantes ajustes al sistema de manejo y conocimiento de los periodos de transmisión.

Tratamientos sistemáticos o represivos. Se aplican a intervalos regulares (menos de 6 semanas), durante un ciclo productivo. No se consideran los niveles de infección, periodo prepatente o hipobiosis y no aprovecha la resistencia natural del huésped. Este es el método más costoso, se logran abatir las poblaciones de parásitos por un tiempo, pero conduce a la resistencia mucho más rápido (Duval, 2004).

Debido a los múltiples factores que intervienen en la epidemiología de la tricostrongilosis, no existe un esquema de control universal, por lo que la resistencia a los antihelmínticos es un problema propio de cada unidad productiva. En cada explotación se deben integrar las medidas preventivas basadas en

manejo y la desparasitación estratégica, táctica o selectiva. La resistencia a los antihelmínticos surge de la necesidad de controlar las nematodosis, siendo un fenómeno ineludible (Campos *et al.*, 1992)

Referencias

- Bartley DJ, Kim Hamer, Leigh Andrews, Neil D. Sargison, Alison A. Morrison. (2019). Multigeneric resistance to monepantel on a UK sheep farm, *Vet. Parasitol.* 276 suplement
- Campos RR. (1990) Resistencia de *Haemonchus contortus* a bencimidazoles en ovinos de México. *Téc Pec México.* 28:30-34.
- Campos RR, Herrera RD y Quiroz RH. (1992). Diagnóstico *in vitro* de *Haemonchus contortus* resistente al albendazol, fenbendazol, oxfendazol y febantel en tres rebaños ovinos Tabasco o Pelebué. *Vet. México.* 23:51-56.
- Coles GC, Bauer, F.H. Borgsteede, S. Geerts, T.R. Klei, M.A. Taylor, P.J. Waller (1992) World association for the advancement of veterinary parasitology (W.A.A.V.P.) methods for the detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Vet. Parasitol.*, 44: 35-44
- Duval J. The control of internal parasites in cattle and sheep. EAP Publication 70. En <http://www.eap.megill.ca/Publications/EAP70.htm> acceso el 26 de febrero de 2004.
- Figuroa CJA, Méndez MRD, Berruecos VJM, Álvarez LJA. (2000) Detección de resistencia en *Haemonchus contortus* al sulfóxido de albendazol inyectado mediante la prueba de campo de reducción de huevos en ganado ovino. *Vet México.* 31:309-313.
- Hamer, KD. Bartley, A. Jennings, A. Morrison, N. Sargison. (2018). Lack of efficacy of monepantel against trichostrongyle nematodes in a UK sheep flock. *Vet. Parasitol.* 257: 48-53
- Lyndal-Murphy M, A.J. Swain, P.M. Pepper. (2014). Methods to determine resistance to anthelmintics when continuing larval development occurs. *Vet. Parasitol.* 199:191-200,
- Márquez LD, (2003), Resistencia a los antihelmínticos: origen, desarrollo y control. *Revista Corpoica.* 4:55-71
- Montalvo-Aguilar X, López AME, Vázquez PV, Liébano HE, Mendoza GP. (2006) Resistencia antihelmíntica de nematodos gastroentéricos en ovinos a fenbendazol e ivermectina en la región noroeste del estado de Tlaxcala. *Téc Pecu Méx.* 44:81-90.
- Mottier L, Lanusse C. (2001). Bases moleculares de la resistencia a fármacos antihelmínticos. *Med Vet* 82: 74-85.
- Rimbaud E, Zúniga P, Doña M, Pineda N, Luna L, Rivera G, et al. (2005). Primer diagnóstico de resistencia a levamisol y lactonas macrocíclicas en nematodos gastrointestinales parásitos de ovinos en Nicaragua. *REDVET* 6(5). [Internet].
- Soil Association trade and producer support. (2010) Faecal egg counts