



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**EVALUACION COMPARATIVA DE LA GANANCIA DIARIA DE PESO (GDP)
EN CABRITAS DE RAZA ALPINA FRANCESA, ALIMENTADAS BAJO UN
SISTEMA DE LACTANCIA ARTIFICIAL CON LECHE ENTERA DE CABRA Y
LECHE SUPLEMENTADA CON BIOCOLINA EN UN SISTEMA INTENSIVO**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MEDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA**

**PRESENTA:
DANIELA BELLO CABRERA**

**ASESORES:
MVZ MC YAZMIN IVONNE ARRIAGA AVILES
DRA. ROCIO ANGELICA RUIZ ROMERO**





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

Se concluye una etapa maravillosa en mi vida y se la dedico.....

A mi mamá, quien con su amor, trabajo y sacrificios me permitieron llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por el apoyo incondicional y la confianza que me has dado a pesar de nuestras diferencias.

A mi hermana, por que desde pequeña fuiste mi ejemplo a seguir, siempre he admirado tus logros; gracias por inculcar en mi el ejemplo de esfuerzo y valentía.

Al resto de mi familia, por el apoyo y por su amor, por demostrarme que pase lo que pase nunca van a dejar de estar ahí conmigo, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí.

A Chayo, por ser mi compañera y ayudarme en todo momento desde que todo esto comenzó, por no dejar que me rindiera cuando sentía que ya no podía, gracias por enseñarme que incluso la tarea mas grande se puede lograr si se hace un paso a la vez, por hacerme mejor persona y por amarme tanto.

A Andrea, por enseñarme lo que es la amistad verdadera desde hace 10 años, no importa lo diferentes que seamos o lo lejos que estemos, siempre estarás para mi como yo para ti.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México por ser mi alma mater, por formarme como profesionalista y como humano.

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia por albergarme y enseñarme de esta hermosa carrera durante este tiempo.

A la Dra. Yaz, por enseñarme gran parte del mundo de las cabras, por darme la oportunidad de trabajar con ella y por todo el apoyo que me ha brindado siempre.

A la Dra. Angélica, por el tiempo y el apoyo que me brindo para que este escrito llegara a término.

A mi jurado, por su valioso tiempo invertido en este trabajo, por sus recomendaciones y por compartir su conocimiento.

A Alan, por ser mi mejor amigo desde el primer día en la facultad, por todas las experiencias que vivimos, por todos esos logros que cumplimos juntos.

A Vannesa, Luis, Gabo, Uriel, Alicia y todos aquellos amigos que conocí en este trayecto, por su amistad en los buenos y en los malos momentos gracias por estar en el proceso para cumplir este sueño.

A las 16 cabritas de este trabajo, por prestarme un cachito de su vida, para que yo aprendiera y lograra esto.

CONTENIDO

	Página
1. RESUMEN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1 Caprinocultura en México	2
2.2 Sistemas de producción intensivos	2
2.2.1 Etapas productivas	3
2.2.2 Lactancia artificial	5
2.3 Producción de leche	7
2.3.1 Composición de la leche	8
2.4 Alimentación	10
2.4.1 Suplementos alimenticios	10
2.4.2 Colina	11
2.4.3 Biocolina	13
3. MATERIAL Y MÉTODOS	17
4. RESULTADOS	20
5. DISCUSIÓN	22
6. REFERENCIAS	27

RESUMEN

BELLO CABRERA DANIELA. Evaluación comparativa de la ganancia diaria de peso (GDP) en cabritas de raza Alpina Francesa, alimentadas bajo un sistema de lactancia artificial con leche entera de cabra y leche suplementada con biocolina en un sistema intensivo (bajo la dirección de: MVZ MC Yazmin Ivonne Arriaga Avilés y Dra. Rocío Angélica Ruiz Romero)

La lactancia artificial presenta innumerables ventajas y su uso va en aumento en las granjas caprinas, sin embargo en la cría del cabrito la etapa de destete representa una fase crítica en los animales de reemplazo, por lo que se debe procurar un buen manejo, en caso contrario cualquier esfuerzo hecho a lo largo de la lactancia disminuirá la productividad. El presente estudio fue realizado con el objetivo de comparar la ganancia diaria de peso (GDP) en cabritas alimentadas con leche proveniente de hembras suplementadas con biocolina y cabritas alimentadas con leche de hembras sin suplementación. El estudio se llevó a cabo con 16 cabritas de raza Alpina Francesa separadas de su madre desde el nacimiento y distribuidas en 2 grupos; el grupo control (n=8) proveniente de madres alimentadas sin suplementación con biocolina y el grupo experimental (n=8) de madres adicionadas en su alimentación con 8g de biocolina. Se alimentaron bajo un sistema de lactancia artificial y se pesaron diariamente hasta los 2 meses de edad, momento en que se realizó el destete. Se realizaron semanalmente mediciones de la cantidad y calidad (proteína, grasa, lactosa) de la leche producida por las madres. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P>0.05$) para ganancia diaria de peso (GDP), ni para ninguno de los componentes de la leche, pero si se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P<0.05$) para la variable cantidad de leche. Se concluye que la biocolina a dosis de 8 g aumenta la cantidad de leche producida, sin embargo no hubo variaciones en cuanto a los principales componentes de la leche, provocando así que las crías no tengan mayores ganancias diarias de peso.

2. Revisión de literatura

2.1 Caprinocultura en México

Los caprinos fueron introducidos a México por los españoles, en la época de la colonia, demostrando ser aptas para una producción pecuaria rentable, pero particularmente una especie muy resistente a la sequía y escasez de forrajes, por lo que se ha desarrollado como una fuente de trabajo familiar (Guerrero, 2010).

Para el año 2018 el inventario nacional de caprinos fue de aproximadamente 8.7 millones de cabezas, que produjeron 164 millones de litros de leche y 40,000 toneladas de carne (SIAP, 2018). Este sector se concentra principalmente en las zonas áridas y semiáridas del país (Andrade, 2017). Siendo los principales estados según sus censos: Puebla, Oaxaca, Zacatecas, San Luis Potosí, Guerrero, Coahuila, Michoacán y Guanajuato (SIAP, 2018).

La caprinocultura mexicana se ha diversificado con diferentes matices de acuerdo a varios factores como son las condiciones ecológicas, la calidad genética del ganado, los objetivos de producción, las necesidades nutricionales de los animales, etc. De este modo, en nuestro país se pueden identificar los siguientes sistemas de producción: producción de leche, producción de carne, producción de doble propósito y producción de pelo y también se pueden clasificar en: sistemas extensivos, sistemas mixtos y sistemas intensivos, dependiendo las características de cada uno. (Ducoing, 2019).

2.2 Sistemas de producción intensivos

En los pequeños rumiantes de acuerdo al uso del suelo se reconocen los sistemas de producción intensivos, semi-intensivos y extensivos. (Rúa, 2019)

La producción de leche caprina se encuentra principalmente en un sistema intensivo. La principal característica de este sistema es la estabulación total, la alimentación es a base de concentrados y forrajes de buena calidad, permanecen bajo vigilancia sanitaria y los animales tienen un gran potencial genético. La mano de obra está calificada y tiene experiencia previa. Los animales se encuentran lotificados y separados por etapa fisiológica. Los costos de alimentación son los más altos en este sistema. (Ducoing, 2019)

Es el sistema que requiere más insumos de capital, mano de obra, organización y tecnificación; debido al manejo, los índices productivos de leche y carne son los más altos y sólo se justifican debido a su alta eficiencia (González, 2020).

Como para el resto de especies lecheras explotadas bajo sistemas intensivos de producción, los programas de alimentación en ganado caprino de leche han de apoyarse en el adecuado conocimiento de las necesidades nutritivas de los animales, en una correcta estimación del valor nutritivo de los alimentos que se incorporan en las dietas y en una precisa formulación de las raciones que se destinan a cada grupo de animales. Para ello conviene organizar a los animales por fase productiva. (Jimeno, Rebollar y Castro, 2003).

2.2.1 Etapas Productivas

Dentro del rebaño se pueden separar a los animales dependiendo de su edad y etapa productiva para así poder satisfacer las necesidades y lograr un adecuado manejo alimenticio, sanitario, reproductivo, etc. (Herrera y Varetto, 2020)

Primelas: se trata de las hembras del rebaño a partir de los 6 meses de edad hasta su primer parto (SDR, 2007).

Vientres: hembras que ya han empezado su etapa reproductiva. Dependiendo su manejo pueden llegar a producir hasta los 6 años (SDR, 2007).

Sementales: machos reproductores que ya se han iniciado en la época reproductiva (SDR, 2007).

Cabritos: son las crías desde el nacimiento hasta la etapa del destete, pudiendo quedarse en el rebaño como reemplazos o para venta, al igual que en todas las especies de mamíferos, significa el momento de mayor riesgo en el ciclo de vida, debido a la cantidad y magnitud de los cambios a que se enfrenta la cría al momento de nacer (SDR,2007).

Son varios los aspectos que influyen en este periodo de vida del cabrito, pero es el alimenticio el que tiene una influencia decisiva (Herrera y Varetto, 2020).

Durante esta etapa los cabritos son alimentados básicamente con leche, ya sea de manera natural o artificial; además del consumo de leche es importante que el cabrito tenga acceso a una alimentación con alimento sólido, principalmente forrajes, los cuales se pueden ofrecer desde el décimo día de vida (Molotla, 2019); estimulando el desarrollo y funcionalidad de las papilas ruminales (Meneses, 2017).

Existen diferentes formas de realizar una lactancia en cabritos:

- 1.** Lactancia natural: el cabrito se alimenta directamente de la madre hasta el destete, generalmente se lleva a cabo en sistemas extensivos (Molotla, 2019).
- 2.** Lactancia restringida: la madre y la cría permanecen juntos durante el día y a partir de la tarde-noche son separados para que al día siguiente la madre sea ordeñada antes de reunirse nuevamente con la cría (Molotla, 2019).

3. Lactancia artificial: la cría es separada de la madre desde el nacimiento o a los tres días, este tipo de lactancia es la más utilizada por las granjas dedicadas a la producción de leche donde la producción es intensiva y semiintensiva (Molotla, 2019).

2.2.2 Lactancia Artificial

En los últimos años la técnica de lactancia artificial se ha expandido, principalmente en los sistemas intensivos de producción de leche, debido al aumento en la demanda de leche de cabra para consumo humano, para así obtener o aumentar las ganancias en las unidades de producción. (Jimena, Rebollar y Castro, 2003)

Las fases de la lactancia artificial se pueden agrupar de la siguiente manera:

1. Calostrado: una vez que el cabrito nace se procede a retirarlo de la madre, a las pocas horas de vida o luego de que el animal haya ingerido una cantidad suficiente de calostro. De optarse por la separación a las pocas horas de vida, se deberá asegurar la toma de calostro por parte del cabrito dentro de las próximas 4 horas. La importancia del calostrado se debe a que es una fuente rica en anticuerpos esenciales (inmunoglobulinas), lo que ayuda a proteger al recién nacido de posibles enfermedades, además, el calostro provee energía fácilmente utilizable por el animal permitiéndole así, la termorregulación durante los primeros momentos de vida (Martínez y Suárez, 2018).
2. Fase líquida: al inicio de la lactancia artificial, la forma de ofrecer la leche es a través de mamilas; si bien es un método muy eficiente, su

desventaja radica fundamentalmente en la alta demanda de mano de obra.

La temperatura que se considera óptima para la leche es de 36-37 °C, lo que se asemeja a la temperatura corporal de la madre.

Se recomienda alimentar a los cabritos al menos dos veces al día ya que esta estrategia permite una mayor secreción gástrica e intestinal, lo que conlleva a una digestión más eficiente (Martínez y Suárez, 2018).

3. Fase sólida: los cabritos a partir del décimo día de vida aproximadamente comienzan a consumir forrajes, y cerca del mes, alimentos concentrados; esto permite el desarrollo de las papilas ruminales (Martínez y Suárez, 2018).

El forraje ofrecido debe de ser de excelente calidad (valores de proteína mayores al 18%, sin hongos ni húmedo). El concentrado debe de ofrecerse en forma de pellets o granos rolados, debe de contener de un 18 a 20% de proteína y se puede ofrecer desde 100 hasta 300 gramos por cabrito dependiendo su edad. El alimento debe de ofrecerse en un comedero especial, donde solo quepa la cabeza del cabrito, pero no su cuerpo y que no sufra lesiones (González, 2020).

4. Destete: se conoce como destete al momento en el que el animal deja de consumir leche para basar su dieta exclusivamente en alimentos sólidos y agua. La edad del animal, su peso y la cantidad de materia seca consumida son algunos de los parámetros para determinar este momento. La etapa de destete representa una fase crítica en los animales de reemplazo, por lo que se debe procurar un muy buen

manejo, sino cualquier esfuerzo hecho a lo largo de la lactancia se verá disminuido (Martínez y Suárez, 2018).

La lactancia artificial pretende una serie de ventajas, entre los que cabe destacar los económicos y los sanitarios.

Económicos:

- 1) Aprovechar al máximo la producción de leche.
- 2) Aumentar el número de animales vendidos, aumentar de manera rápida el peso de cabritos procedentes de madres con poca leche y animales nacidos con poco peso (Segovia, 2014).

Sanitarios:

- 1) Mejorar las condiciones higiénicas de los animales y establecer planes de control para algunas enfermedades (Mantecón, 2000).

La importancia de cuidar todos los factores que repercuten en el crecimiento del cabrito, es poder obtener ganancias diarias de peso iguales o superiores a las que se manejan en la literatura (100-150 g por día) (González, 2020).

Conforme el cabrito va creciendo, la alimentación con leche y el consumo de forraje y concentrado son los que afectarán directamente en las ganancias diarias de peso y por ende la edad en la que la cría alcanzará el peso para la venta en el mercado o para el empadre (González, 2020).

2.3 Producción de leche

La leche de cabra y derivados, se consideran una fuente de proteína animal de alta calidad nutricional, excelente alternativa para los programas de seguridad alimentaria y fuente de ingresos en sistemas de producción diversificados (Rúa, 2019).

En México la producción de leche de cabra contribuye de manera modesta a la producción total nacional de leche, sin embargo, esta proporción puede aumentar si se logran superar algunos prejuicios que afectan el desarrollo de esta actividad. A partir de la leche de cabra se elaboran principalmente dos tipos de productos: quesos y dulces (Núñez, 2000). Las razas principalmente usadas en la producción de leche son: Saanen, Alpina Francesa, Toggenburg y sus cruza (Ducoing, 2019).

La demanda de leche de cabra se ha incrementado como resultado del aumento del consumo per cápita tanto en países desarrollados como en vías de serlo y por el especial interés en los países desarrollados hacia los subproductos de la leche de cabra, ya que estos pueden ser consumidos por grupos de personas que presentan intolerancia a los lácteos de origen bovino (Rúa, 2019). Por su composición, la leche de cabra se encuentra asociada con ciertos beneficios nutrimentales en niños, así como en el desarrollo de subproductos con características sensoriales demandadas por los consumidores (Jimeno, Rebollar y Castro, 2003).

2.3.1 Composición de la leche

La composición de la leche determina su calidad nutritiva, sus propiedades y su valor como materia prima para fabricar productos alimenticios.

Algunos de los factores que contribuyen a la variación de las características físicas y químicas de la leche son: la raza, alimentación, estación del año, condiciones ambientales, lugar, estado de lactación y salud de la ubre (Bidot, 2017 y González, 2020).

En cuanto a los factores nutricionales más importantes involucrados en la producción y composición láctea se encuentran: la cantidad y tipo de fibra, el

consumo de materia seca, el nivel de proteína en la dieta, el tipo de suplementación dietaria y el nivel energético de la dieta (Bedoya, Rosera y Posada, 2012).

La leche contiene vitaminas, minerales, enzimas, proteínas, ácidos grasos y aminoácidos que las crías necesitan para desarrollarse adecuadamente. La alimentación exclusivamente láctea de los cabritos en las primeras semanas de vida mejora su crecimiento (González, 2020).

La leche está compuesta entre 77 al 80% de agua, ósea que debe de contener de 20 al 23% de sólidos totales. Estos sólidos totales están compuestos normalmente entre 3 y 3.5% de grasa, 3 a 3.5% de proteína y 4 a 6% de carbohidratos como la lactosa y minerales como el calcio (Bidot, 2017).

Los principales componentes de la leche son:

Grasa: es reconocido como el nutriente más importante de la leche en términos de costo, nutrición y de características físicas y sensoriales del producto.

Los triglicéridos representan cerca del 98% de este componente pero también se encuentran algunos lípidos simples, fosfolípidos y compuestos liposolubles.

Es el componente más sensible a los cambios nutricionales en la dieta de los animales (Bedoya, Rosera y Posada, 2012).

Proteína: este componente suele presentar una relación entre aminoácidos esenciales y totales de 0.46 y una relación de esenciales contra no esenciales de 0.87. El tamaño de las micelas de caseína es menor en comparación con la leche de vaca y se caracterizan por tener más glicina, así como menos arginina y aminoácidos sulfurados, especialmente la metionina. La cantidad de la proteína en la leche depende del porcentaje de inclusión de proteína en la dieta (Chacón, 2005).

Lactosa: es el carbohidrato que se encuentra en mayor concentración en la leche, su cantidad es apenas influenciada directamente por el tipo de dieta (Bedoya, Rosera y Posada, 2012).

2.4 Alimentación

La alimentación tiene una influencia directa en la producción de leche y su composición, debiendo ser suficiente en cantidad como en calidad, para así poder tener una buena producción; debe de estar basada principalmente en forrajes frescos y ser rica en energía, por lo que se debe proporcionar una ración bien balanceada para tener óptimos rendimientos lecheros. (Arriaga, 2007).

Es fundamental cuidar el manejo alimenticio para prevenir la aparición de trastornos digestivos y metabólicos. Una dieta bien formulada y rica en materias primas de alta calidad mejora el estado fisiológico e inmunológico de los animales, así mismo, la alimentación es una herramienta efectiva y flexible a la hora de aumentar la producción. A través de la alimentación, de hecho, es posible maximizar la ingesta de nutrientes en un determinado periodo de tiempo y manipular el ecosistema ruminal para una mayor eficiencia en la utilización de estos nutrientes (Cavini, 2014).

2.4.1 Suplementos alimenticios

Los aditivos o suplementos alimenticios suponen una estrategia para influir positivamente en la producción, el rendimiento o el bienestar animal y de esta manera, aumentar la producción (Mendoza *et al.*, 2018).

Se definen en términos generales como un producto incluido en la dieta a un nivel bajo de inclusión cuyo propósito es incrementar la calidad nutricional del alimento, el bienestar o la salud del animal (Ravindran, 2010).

Los aditivos zootécnicos para rumiantes incluyen extractos de plantas, cultivos microbianos (probióticos), enzimas fibrolíticas y ácidos orgánicos (Cavini, 2014).

Las respuestas a suplementos vitamínicos para rumiantes pueden variar dependiendo la fuente y dosis administrada e incluyen la mejora en la función inmunológica, reducción de los problemas de salud, aumentó de la producción de leche o carne, puede mejorar las características de la carne; las respuestas también varían dependiendo la vitamina, fuente y dosis administrada (Mendoza *et al.*, 2018).

2.4.2 Colina

La colina es una amina cuaternaria trimetilada (Morales, 2019), clasificada tentativamente como una de las vitaminas del complejo B (McDowell, 2000), pero a diferencia de las vitaminas no participa en el sistema enzimático, y se requiere en cantidades de gramos en comparación con las vitaminas que se requieren en cantidades de miligramos (NRC, 2007). En comparación con otras vitaminas hidrosolubles, la colina no tiene ninguna función conocida como coenzima (NRC, 2007).

Se considera esencial para el organismo animal, se utiliza como unidad estructural y como componente esencial en la regulación de ciertos procesos metabólicos. (McDowell, 2000), es importante para el crecimiento y desempeño de los animales al tener múltiples funciones en la producción, reproducción y salud animal (Morales, 2019).

Las funciones de la colina se pueden agrupar en cuatro categorías:

a) Formación de acetilcolina, necesaria para la transmisión de los impulsos nerviosos (García, 2013).

b) Como fosfolípido, componente estructural de la membrana celular y del crecimiento óseo (García, 2013).

c) Como factor esencial en el metabolismo de la grasa en el hígado (Jones, 2014)

d) Como un donador de grupos metilo para la formación de metionina a partir de homocisteína (Jones, 2014).

El nivel de colina en todos los alimentos es inferior a 0.68 mg/g de materia seca (Supriyati, 2016), y es altamente degradable en el rumen (Pacheco, 2011). A diferencia de la mayoría de las vitaminas, la colina se puede sintetizar por la mayoría de las especies, aunque en muchos casos no en cantidades suficientes, para satisfacer todas las necesidades, por lo que es necesaria su suplementación en animales que se manejan con un criterio productivo eficiente (Mojica, 2017).

Una deficiencia en colina puede influir en un crecimiento retardado y pobre productividad; infiltración grasa del hígado y en los estadios agudos, cirrosis del hígado, especialmente en rumiantes (Aldaz, 2012).

Los animales producen colina de forma endógena como colina *per se* o en forma de fosfolípidos, pero a medida que van envejeciendo pierden la capacidad de producirla, por lo cual, el ser humano ha logrado suplementarla a través de síntesis química o extracción de ciertas plantas (Valencia, 2019).

La fuente común de suplementación de colina es el cloruro de colina, producido por síntesis química. El cloruro de colina está disponible en forma líquida al 70% y en forma de polvo al 60% (Jones, 2014). Ambas son de naturaleza corrosiva y de muy baja biodisponibilidad, ya que de la colina presente en ellas, dos terceras partes es consumida por los microorganismos del tracto

gastrointestinal y transformada en trimetilamina (TMA). La acumulación de TMA es tóxica para los animales y es causante del olor a pescado en las canales (Technofeed, 2017).

2.4.3 Biocolina

En la actualidad se está trabajando con extractos de plantas como aditivos herbarios, los cuales permiten mejorar la salud, y aumentar la producción, conocidos como nutraceuticos (Mendoza *et al.*, 2018).

El *North American Veterinary Nutraceutical Council* define un nutraceutico veterinario como una sustancia no farmacológica que se administra por vía oral para proporcionar agentes necesarios para la función normal del organismo con la intención de mejorar la salud y el bienestar de animales. La mayoría de los suplementos nutraceuticos se han utilizado en animales de compañía, pero en alimentación de pequeños rumiantes existe poca información (Mendoza *et al.*, 2018).

En este sentido, utilización de algunas plantas o de sus extractos se plantea actualmente como uno de los grupos de aditivos que presentan mayores posibilidades de éxito, ya que muchas plantas contienen un elevado número de ingredientes activos que han sido utilizados tradicionalmente en la medicina humana y veterinaria (Carro *et al.*, 2006).

Para obtener efectos benéficos de hierbas y especias, se pueden agregar al alimento como plantas secas o partes de plantas y como extractos. Las plantas contienen principalmente una o algunas biomoléculas activas predominantes, que son responsables de ciertos efectos biológicos. La cantidad de estas moléculas varía según la variedad de planta, las condiciones de crecimiento, el tiempo de cosecha, etc. (Mendoza *et al.*, 2018).

El efecto de los componentes activos de las hierbas y especias depende en gran medida de la dosis utilizada; no se observa ningún efecto a dosis pequeñas; pero por otro lado, grandes cantidades pueden ser incluso tóxicas, por lo cual es importante administrar la dosis adecuada. (Frankič *et al.*, 2009).

Los estudios muestran que este tipo de suplementos pueden funcionar como promotores de crecimiento y aumentar la producción aunque aún no se conocen todos los mecanismos de acción (Mendoza *et al.*, 2018)

La colina herbal utilizada bajo el nombre comercial Biocholine Powder® (Nuproxa, México), está elaborada con plantas de la India (*Achyranthes Aspera*, *Trachyspermum ammi*, *Azadirachta Indica*, *Citrullus Colocynthis* y *Andrographis paniculata*) (Mendoza *et al.*, 2018). Contiene fosfatidilcolina, una fuente de colina esterificada, conjugada a una molécula de fosfato; además de otros componentes de tipo lecitinas como la fosfatidilinositol y la fosfatidiletanolamina, moléculas con una actividad emulsificante que pueden participar también en la activación de receptores celulares del metabolismo y la movilización de la grasa.

A diferencia del cloruro de colina, que es hidrosoluble y es absorbido a través de la circulación portal, la fosfatidilcolina es liposoluble y se absorbe como quilomicrones en la linfa a través del conducto torácico, dando como resultado, una entrega diferenciada y distribución de colina en los tejidos (Jones, 2014).

Suplementar la colina en la forma natural (fosfatidilcolina), puede representar ventajas como una mayor estabilidad y biodisponibilidad respecto al uso de sales de colina producidas por síntesis química (Jones, 2014).

La fosfatidilcolina comparada con la colina libre alcanza niveles en sangre más elevados y por más tiempo (Valencia, 2019).

Es un producto en polvo, no higroscópico y termoestable, por lo que su estabilidad no se ve afectada por la presencia de agua, altas temperaturas y/o radiación ultravioleta, sobreviviendo así a procesos de peletizado o al estar en contacto con pre mezclas minerales (Jones, 2014).

El producto Biocolina® además de aportar los nutrientes conjugados de colina tiene otros metabolitos con propiedades anti bacterianas, parasiticidas, antioxidantes, metabolitos con actividad antiinflamatoria y propiedades antisépticas, lo cual le da ventajas sobre las fuentes convencionales de cloruro de colina (Valencia, 2019).

La suplementación con biocolina mejora la producción de leche en los rumiantes debido a la actividad galactopoyética de algunos de los compuestos que la conforman como *Trachyspermum ammi*, el cuál actúa como galactogogo, hipotensivo, oxitócico, estimula los conductos lácteos del tejido de la glándula mamaria, promoviendo la eyección de leche; además de que cuenta con propiedades inmunomoduladoras y antiinflamatorias, disminuyendo la cantidad de células somáticas lo cual mejora la salud de la ubre, mejorando así la cantidad y calidad de la leche. (Chandra *et al.*, 2017)

Hipótesis

Las cabritas en lactancia artificial alimentadas con leche proveniente de cabras suplementadas en el alimento con el aditivo biocolina, tendrán mayor ganancia diaria de peso y por lo tanto, alcanzarán mayor peso al destete, en comparación con cabritas alimentadas con leche sin suplementación.

Objetivo general

Comparar la ganancia diaria de peso (GDP) de dos grupos de cabritas alimentadas en lactancia artificial con leche de cabra con dieta suplementada con biocolina y leche sin suplementación, desde el momento de su nacimiento hasta los dos meses de edad, para determinar si la leche de cabras alimentadas con dietas suplementadas con biocolina tiene mejor calidad y se ve reflejado en el crecimiento.

Objetivos específicos

1. Obtener la ganancia diaria de peso (GDP) desde el nacimiento hasta el destete, registrando diariamente el peso de los animales.
2. Comparar el peso al destete con los datos obtenidos para ambos grupos, para comprobar si el grupo con la leche suplementada alcanzó mejor peso al destete.
3. Evaluar la cantidad de leche producida por ambos grupos y calidad fisicoquímica de la leche de las madres de ambos grupos semanalmente, mediante el método de espectrofotometría por infrarrojo, para comparar los componentes de la leche de ambos grupos.

3. Material y Métodos

Lugar: el proyecto se realizó en el Centro de Enseñanza Práctica e Investigación en Producción y Salud Animal (C.E.P.I.P.S.A.) perteneciente a la Facultad Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México; Ubicado en Avenida Cruz Blanca No. 486, en San Miguel Topilejo, Alcaldía Tlalpan, Ciudad México; a una altura de 2760 msnm, entre las coordenadas 19° 13' latitud norte y 99° 10' latitud oeste. El clima de la zona es templado frío con heladas en los meses de octubre a febrero y lluvias de junio a septiembre con vientos predominantes del norte.

Animales experimentales

Se utilizaron 16 cabritas hembras de la raza Alpina Francesa, que fueron separadas de su madre desde el momento del nacimiento y fueron criadas en lactancia artificial, hasta los dos meses de edad que se realizó el destete; divididas en dos grupos como se describe a continuación:

Grupo control

Se utilizaron 8 cabritas hembras de la raza Alpina Francesa nacidas de cabras que no fueron suplementadas en su alimentación con biocolina, las cuales fueron separadas de sus madres desde el nacimiento para evitar el reconocimiento madre-cría y fueron alojadas en un corral adaptado para lactancia artificial que mide de 9.78m X 8.10m, protegidos del frío y con lámpara infrarroja para generar calor.

Se les suministró al nacimiento, por medio de biberón, de 100 a 150 mL de calostro proveniente de sus madres. Posteriormente, fueron alimentadas en dos horarios: 8:00 am y 4:00 pm, comenzando con 250 mL de leche como mínimo por cabrita y conforme fueron creciendo la cantidad máxima

suministrada fue de 1.5 L al día. Una semana previa al destete se redujo progresivamente la cantidad de leche suministrada hasta alcanzar la cantidad de 250 mL en una toma. El destete se realizó al cumplir los dos meses de edad.

Grupo experimental

Se utilizaron 8 cabritas hembras de la raza Alpina Francesa nacidas de cabras suplementadas en su alimentación con 8g de biocolina desde el día 130 de gestación (*dosis establecida en base al trabajo realizado por Morales, 2019), el protocolo y las condiciones para suministrar la lactancia artificial es el mismo que se llevó a cabo en el grupo control.

En ambos grupos se registraron pesajes diariamente en un horario de las 12:00 pm, utilizando una báscula digital y se calculó la ganancia diaria de peso (GDP).

Alimentación

Para ambos grupos se colocó “creep feeding” a partir de los 8 días de nacidas; se les suministró un concentrado pre-iniciador, (Lambtech®) con el 20% PC (100-300 g/d/animal junto con heno de avena (100-400 g/d/animal) y alfalfa peletizada (Griculmex®) con el 16.56% PC (100-200 g/d/animal), cabe mencionar que las cantidades proporcionadas se fueron modificando conforme su crecimiento hasta el momento del destete.

Calidad de la leche

Se realizó un muestreo semanal de ambos tipos de leche, obtenido individualmente de cabras elegidas al azar; las determinaciones de los principales componentes lácteos se realizaron en el laboratorio de Productos

Lácteos de la UAM unidad Xochimilco, por método de espectrofotometría por infrarrojo (Milko-Scan 133 B, Mca. Foss Electric, Denmark), para conocer su contenido de grasa, proteína, lactosa.

Variables a evaluar

Se evaluaron los siguientes parámetros: peso al nacimiento en gramos (PN), ganancia diaria de peso en gramos (GDP), peso al destete (PD), componentes de la leche de cabra con 8g de biocolina y sin suplementación con biocolina®: (grasa, proteína y lactosa), volumen semanal de leche producida por ambos grupos de cabras.

Análisis estadístico

La información obtenida en el presente estudio fue evaluada mediante estadística descriptiva (T de Student) y un análisis de varianza para un modelo lineal con media, con el objeto de evaluar el efecto de la suplementación con biocolina en la dieta de cabras reproductoras sobre la calidad fisicoquímica de la leche y el comportamiento productivo de cabritas sometidas a lactancia artificial. El análisis de la información se realizó utilizando el programa estadístico JMP 13 (SAS Institute Inc, 2018).

4. Resultados

En la Figura 1, se muestran las medias de mínimos cuadrados para la ganancia diaria de peso (GDP), para ambos grupos durante todo el tratamiento (8 semanas)

El efecto de la leche suplementada con biocolina en comparación con la leche de cabra sin suplementación, no se relaciona con algún cambio en la ganancia diaria de peso, por lo que no se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos ($P>0.05$).

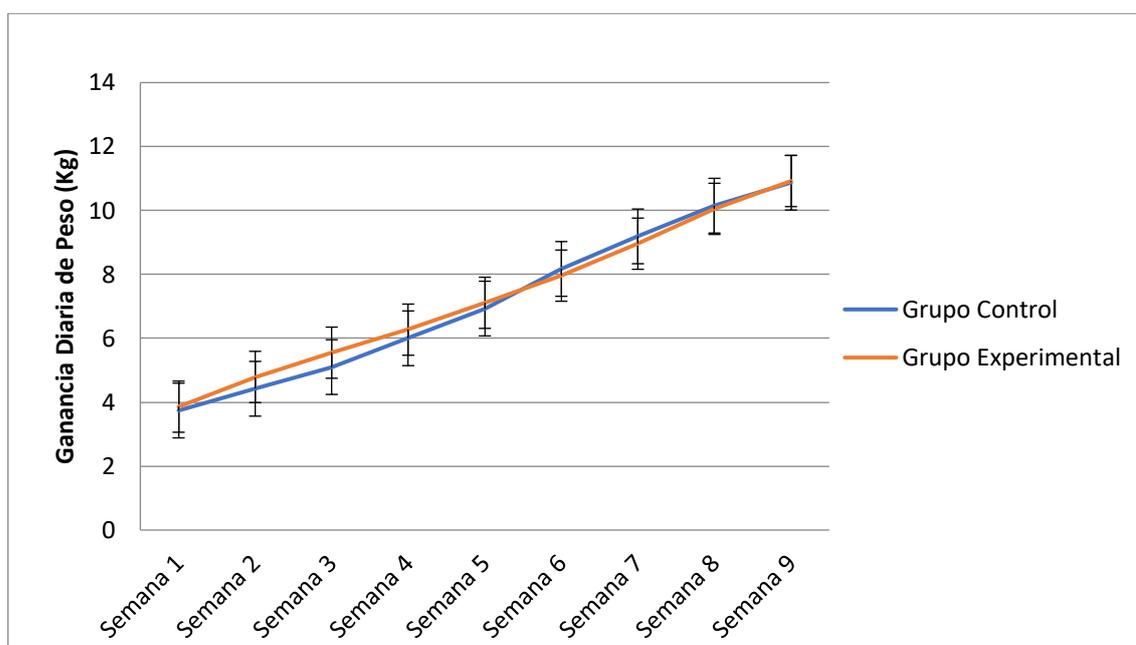


Figura 1. Medias de mínimos cuadrados para la ganancia diaria de peso (GDP) con leche sin suplementación con biocolina y leche suplementada con biocolina. Las barras verticales corresponden al error estándar.

En la Figura 2, se muestran las medias de mínimos cuadrados para producción de leche para ambos grupos.

La suplementación con biocolina aumento la producción de leche en el grupo experimental, por lo que se encuentra diferencia significativa ($P<0.05$) para la variable volumen de leche producida.

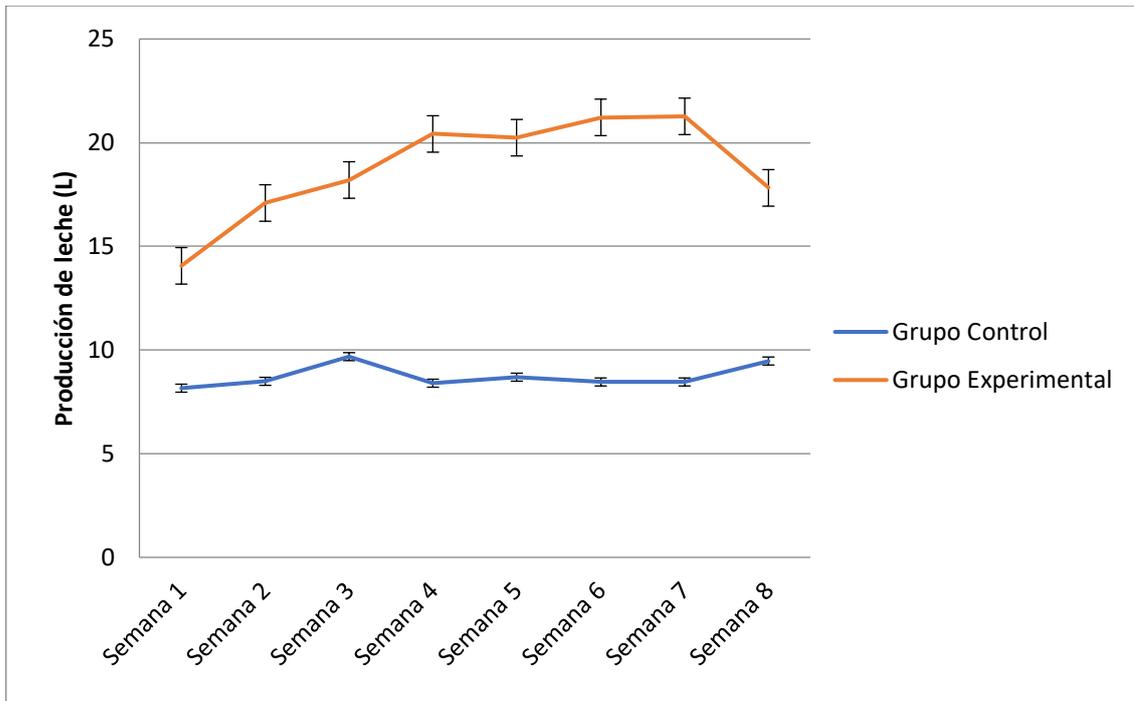


Figura 2. Medias de mínimos cuadrados para la producción de leche (L), para el grupo sin biocolina y el grupo suplementado con biocolina en la alimentación. Las barras verticales corresponden al error estándar.

En el Cuadro 3 se muestran los valores de los porcentajes obtenidos de grasa, proteína y lactosa comparando los tratamientos sin biocolina y con biocolina.

El efecto de la suplementación con biocolina en la alimentación no generó cambios en los principales componentes de la leche (grasa, proteína, lactosa), por lo cual no existe diferencia significativa ($P > 0.05$) para ambos grupos.

Semanas	Grupo control			Grupo Experimental		
	Grasa	Proteína	Lactosa	Grasa	Proteína	Lactosa
	%	%	%	%	%	%
Semana 1	5.42	3.32	4.39	5.04	3.18	4.53
Semana 2	4.86	3.35	4.24	5.49	3.03	4.32
Semana 3	5.08	3.35	4.24	4.64	2.88	4.34
Semana 4	5.07	3.32	4.21	2.42	1.43	2.45

Semana 5	5.21	3.24	4.03	4.85	2.98	4.21
Semana 6	4.23	2.7	4.17	4.74	2.68	4.12
Semana 7	3.51	2.16	3.19	5.29	2.8	4.03
Semana 8	5.18	3.03	4.18	4.78	2.87	3.95
Semana 9	5.09	3.07	4.03	4.54	2.62	4
Media	4.72	2.96	4.02	4.47	2.66	3.97
Error estándar	0.17	0.11	0.10	0.24	0.13	0.15

Cuadro 3. Mediciones semanales de los principales componentes de la leche para el grupo sin biocolina y el grupo suplementado con biocolina. (g/100ml)

5. Discusión

De acuerdo con los resultados obtenidos no se encontró una asociación estadísticamente significativa ($P > 0.05$) para ganancia diaria de peso entre el grupo alimentado con leche suplementada con biocolina y el grupo sin suplementación, ya que aunque se presentó un aumento progresivo en la producción de leche ($P < 0.05$), los componentes (grasa, proteína, lactosa) no se vieron afectados ($P > 0.05$), disminuyendo a medida que avanzaba la lactación, provocando así que la leche de cabras suplementadas no fuera de mayor calidad comparada con el grupo control y así las crías no obtuvieran ganancia diaria de peso mayores.

Estos resultados coincidieron con los obtenidos por Crosby *et. al.* (2017) en el que informaron que con la suplementación de colina de origen herbal 30 días antes del parto en ovejas, el rendimiento de la leche aumentó, sin embargo, no hubo diferencias en la cantidad de grasa, proteína, lactosa, sólidos no grasos y sólidos totales de la leche. Otro estudio realizado por Mendoza *et. al.* (2018)

indicaron que la producción de leche en vacas Holstein aumentó 3.2% con la suplementación de colina y metionina herbal, las cuales fueron administradas de manera oral en una mezcla de melaza y harina de maíz, la cual contenía 15 gramos de colina y 10 gramos de metionina herbal al día, dicha mezcla fue conservada a temperatura de refrigeración (3°C), se administró de manera individual durante el ordeño por 60 días, y aunque el contenido de proteína y grasa disminuyeron numéricamente, no se detectaron efectos en los otros componentes de la leche, atribuyéndolo al tiempo de administración de la suplementación.

Otro estudio realizado por Valencia (2019), en el que se suplementaron vacas con colina de origen herbal a 2 gramos por día durante 30 días antes del parto, indica que no encontró diferencia significativa para producción y calidad de leche, cantidad de calostro y peso de la cría al nacimiento, pues el único componente que se vio modificado fue la grasa, la cual aumentó en un 1.45%.

Roque *et. al.* (2019) suplementó directamente ovejas durante toda la gestación con 4g/día de colina de origen herbal y obtuvo mayores producciones de calostro y leche, además de que se obtuvieron mayores niveles de proteína, grasa, lactosa y sólidos no totales; estos resultados los asocia a la actividad galactopoyética de algunos de los compuestos de la colina de origen herbal y al tiempo de administración, sus resultados nos indican que a mayor tiempo de suplementación podríamos tener resultados satisfactorios para los componentes de la leche.

Morales *et. al.* (2019) concluyen que la suplementación con colina de origen herbal durante toda la gestación puede tener mejores resultados que si solo se administra a partir del día 130 de la gestación o 20 días antes del parto,

además de que se debe encontrar la dosis óptima de suplementación que mejore la cantidad y calidad de la leche sin afectar económicamente la producción; ya que Montoya *et. al.* (2015) indica que aunque exista mayor disponibilidad de colina a nivel intestinal no se garantiza una mayor absorción, sin embargo, en caprinos los estudios son muy limitados.

Con respecto al peso de los cabritos no hubo una asociación estadísticamente significativa ($P > 0.05$) entre los dos grupos. Estos resultados están de acuerdo con los obtenidos por Morales *et. al.* (2019) en los que informa que el suplemento no mostró efecto significativo sobre el peso de las crías al nacimiento, atribuyéndolo directamente a la alimentación de las cabras gestantes, pues sugiere que se debe usar una mayor cantidad de alimento concentrado.

En el mismo estudio de Roque *et. al.* (2019) no se obtuvo diferencia significativa para el peso al nacimiento, peso al destete y ganancia diaria de peso en los corderos atribuyéndolo a que los donantes de metilo, en este caso colina, no producen efectos significativos en las células, tejidos y órganos durante la gestación de la descendencia, sin embargo, puede alterar la regulación genética y disminuir el riesgo de enfermedades metabólicas durante el crecimiento y la vida adulta; aunque, se puede mencionar que los trabajos realizados con colina sobre el peso de las crías al nacimiento, muestran la importancia de esta vitamina; demostrando que la suplementación con colina puede mejorar la disponibilidad de metionina para la síntesis de proteínas para el feto o la leche, ya sea en forma directa, por síntesis *in vivo*, o indirectamente, controlando la cantidad de metionina utilizada para la síntesis de colina en estas etapas (Valencia, 2019).

El vínculo entre la suplementación con colina y el aumento en la producción de leche se ha atribuido principalmente al intercambio metabólico de la colina y la metionina, en el sentido de que ambas pueden proporcionar grupos metilo libres para la formación de proteínas; esto implica que la composición del alimento, principalmente el suministro de proteínas y la disponibilidad de metionina, influyen en los efectos de la suplementación con colina; al igual que la función de la colina en la movilización de grasas, aumentando el porcentaje de grasa en leche como lo menciona D' Ambrosio *et. al.* (2007), en su estudio reporta que cabras de raza Saanen suplementadas diariamente en la alimentación con 4 g/día de cloruro de colina protegida del rumen 30 días antes del parto y 35 días post parto dieron resultados favorables, teniendo una mayor producción de leche, siendo 9% más que el grupo control, y con un mayor contenido de grasa, asociándolo a la movilización de grasas por acción de la colina.

En otro estudio realizado por Pinotti *et al.* (2012) en el que suplemento con cloruro de colina protegida del rumen a cabras Saanen 30 días antes y 35 días post parto a una dosis de 4g/día, el rendimiento y la grasa de la leche aumentaron significativamente.

En el caso del presente estudio, las cabras gestantes fueron suplementadas con colina de origen herbal, en comparación con otros estudios de resultados favorables, los cuales suplementaron con cloruro de colina protegida del rumen, sin embargo, este tipo de colina presenta menos ventajas que la colina de origen herbal; por lo cual para tener resultados satisfactorios con la colina de origen herbal se necesita encontrar la dosis optima de suplementación,

conjugarla con la administración de metionina o administrarla durante todo el tiempo de gestación.

Se debe resaltar que la alimentación juega un papel muy importante, pues como se mencionó, se necesita una mayor disponibilidad de proteína en el organismo para que la metionina y colina libre administrada pueda aprovecharse en la producción láctea y así aumentar la proteína de la leche y debido a la acción de la colina en la movilización de grasas este componente se verá aumentado, para así poder incrementar la ganancia diaria de peso en las crías, aumentando la productividad.

Conclusiones

1. La suplementación con colina de origen herbal en la alimentación de cabras Alpinas Francesas, aumenta la cantidad producida de leche sin embargo, no aumenta los principales componentes de la leche (grasa, proteína, lactosa) provocando así que las crías no tengan mayor ganancia diaria de peso al consumirla, por lo que para este estudio se rechaza la hipótesis.
2. Se sugiere la suplementación con colina de origen herbal a diferente dosis, durante más tiempo o en conjunto con otros aditivos como la metionina, para así aumentar la cantidad y calidad de los componentes de la leche provocando una mejor ganancia diaria de peso en el cabrito durante la lactancia, generando mayor productividad en la producción.
3. La suplementación con colina de origen herbal en cabras lecheras no se ha estudiado lo suficiente, aunado a que la información es escasa; por lo que se sugieren más investigaciones.

6. LITERATURA CITADA

1. Andrade-Montemayor H. Producción de caprino en México. Tierras Caprino. [Internet]. 2017. [citado 22 enero 2020]; 1(18): 28-31. Disponible en:
<https://www.ces.ncsu.edu/wp-content/uploads/2017/07/Produccio%CC%81n-de-Caprino-en-Me%CC%81xico.pdf?fwd=no>
2. Aldaz, W. Utilización de tres dosis de cloruro de colina en la alimentación de terneros mestizos desde la semana de edad hasta los tres meses en la finca las Malvinas de la Parroquia Guasaganda [Internet]. [Licenciatura]. Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi; 2012 [consultado 27 febrero 2020]. Disponible en;
<http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/678>
3. Arriaga, Y. Evaluación del estado corporal y sus efectos sobre el comportamiento productivo en cabras lecheras [Internet]. [Maestría]. México: Universidad Nacional Autónoma de México; 2007 [consultado 15 noviembre 2020] Disponible en:
<http://132.248.9.195/pd2007/0620826/Index.html>
4. Bedoya, M. O; Rosero, N.R. y Posada, S.L. Composición de la leche de cabra y factores nutricionales que afectan el contenido de sus componentes. Revista de Producción Animal [Internet]. 2012 [consultado 27 febrero 2020]. 29 (2). Disponible en:
<http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/124/1/7.%2093-110.pdf>
5. Bidot, A. Composición, cualidades y beneficios de la leche de cabra: revisión bibliográfica. Revista de Producción Animal [Internet]. 2017 [consultado 2 noviembre 2020]; 29(2):32-41 Disponible en:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-79202017000200005
6. Carro, M. Utilización de aditivos en la alimentación el ganado ovino y caprino. Sitio Argentino de Producción Animal [Internet]. 2006 [consultado 27 febrero 2020]. 7 (3):26-37. Disponible en:
<http://www.produccion->

[animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_promotores_crecimiento/29-aditivos_ovinos.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_promotores_crecimiento/29-aditivos_ovinos.pdf)

7. Cavini, S. El uso de aditivos zootécnicos en pequeños rumiantes en sistema intensivo y condiciones de campo [Internet]. [Doctorado]. Barcelona: Universidad Autónoma De Barcelona; 2014 [consultado 27 febrero 2020]. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_promotores_crecimiento/75-Aditivos_pequenos_rumiantes.pdf
8. Chacón, A. Aspectos nutricionales de la leche de cabra (*Capra hircus*) y sus variaciones en el proceso agroindustrial . Revista de Producción Agronomía Mesoamericana [Internet]. 2005 [consultado 22 noviembre 2020].16 (2):239-252. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/437/43716214.pdf>
9. Chandra S, Bhakat M, Singh P. Effect of dietary supplementation of poly-herbal mixture and butyric acid on milk production, milk quality and somatic cell of postpartum Murrah buffaloes. Indian Journal of Animal Research [Internet]. 2020 [consultado 2 agosto 2020]; 10(8). Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/301720538_Effect_of_dietary_supplementation_of_poly-herbal_mixture_and_butyric_acidon_milk_production_milk_quality_and_somatic_cell_counts_ofpostpartum_Murrah_buffaloes
10. Crosby, M. Influence of supplemental Choline on milk yield, fatty acid profile, and postpartum weight changes in suckling ewes. Journal Dairy Science [Internet]. 2017 [consultado 27 febrero 2020]; 100(2). Disponible en: <https://m.adsa.org/2017/abs/t/70135>
11. D'Ambrosio F, Campagnoli A, Susca F, Fusi E, Rebucci R, Agazzi A, Pinotti, Baldi A. Effects of rumen – protected Choline Supplementation in periparturient dairy goats. Vet. Res Commun [Internet]. 2007 [consultado 27 febrero 2020]; 31(1): 393-396. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/6156468_Effects_of_Rumen-protected_Choline_Supplementation_in_Periparturient_Dairy_Goats/link/5a7a163ba6fdccebddd8191d0/download

12. Ducoing, A. Introducción a la caprinocultura [Internet]. Mexico: FMVZ; 2019 [consultado 30 enero 2020]. Disponible en: <http://amaltea.fmvz.unam.mx/textos/Introduccion%20a%20la%20caprino%20cultura%20PAPIME.pdf>
13. Frankic, T. Use of herbs and spice and their extracts in animal nutrition. Acta agriculturae Slovenica [Internet]. 2009 [consultado 27 febrero 2020]. 94(2):95-102. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/267033961_Use_of_herbs_and_spices_and_their_extract_in_animal_nutrition#:~:text=Plant%20extracts%20are%20used%20in,conditions%2C%20as%20colorants%20and%20antioxidants.
14. García, Y. Efecto de la suplementación de colina, riboflavina y ácido fólico protegidas ruminalmente en vacas lecheras en transición sobre incidencias de cetosis, retención de placenta y metritis. [Licenciatura]. Saltillo (MEX): Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”; 2013.
15. González, C. Evaluación comparativa de la lactancia natural contra la lactancia artificial sobre el comportamiento del peso vivo en cabritos de la raza Alpina Francesa en un sistema intensivo [Internet]. [Licenciatura]. México: Universidad Nacional Autónoma de México; 2020 [consultado 15 noviembre 2020] Disponible en: <http://132.248.9.195/ptd2020/octubre/0804499/Index.html>
16. Guerrero, M. La caprinocultura en Mexico, una estrategia de desarrollo. Revista Universitaria Digital de Ciencias Sociales [Internet]. 2010 [consultado 22 enero 2020]; 1(1). Disponible en: <http://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=403>
17. Herrera, D., Varetto, M. El cabrito: Las primeras 72 horas de vida. Sitio Argentino de Producción Animal [Internet]. 2020 [consultado 2 noviembre 2020]; 3(7):1-16 Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_caprina/produccion_caprina/16-el_cabrito_primeras_horas.pdf
18. Jimeno, V., Rebollar, P.G, Castro, T. *Nutrición y alimentación del caprino en sistemas intensivos de explotación*. [Internet]. 2003 [consultado 10 noviembre 2020] Disponible en: <http://www.produccion->

animal.com.ar/produccion_caprina/leche_caprina/51-nutricion_caprino_leche.pdf

19. Jones, R. Una fuente alternativa de colina: Biocholine®. Journal Dairy Science [Internet]. 2014 [consultado 27 febrero 2020]. 85 p.295. Disponible en: <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/una-fuente-alternativa-colina-t31485.htm>
20. Mantecón, A.R. Lactancia artificial en ovino y caprino [Internet]. España: Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia; 2000 [consultado 3 febrero 2020]. Disponible en: file:///C:/Users/home/Downloads/25_jornadas_seoc.pdf
21. Martínez, G. y V. Suarez. Lechería Caprina: producción, manejo, sanidad, calidad de leche y productos [Internet]. Buenos Aires: INTA Ediciones; 2018 [consultado 27 febrero 2020]. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_lecheria_caprina.pdf
22. McDowell, L. Vitamins in animal and human nutrition [Internet]. Londres: Iowa State University Press; 2000 [consultado 3 febrero 2020]. Disponible en: http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Produccion_Animal/Vitamins_in_Animal_and_Human_Nutrition.pdf
23. Mendoza G, Oviedo M, Pinos J, Lee-Rangel H, Vázquez A, Flores R, Pérez F, Roque A, Cifuentes O. Milk production in Dairy cows supplemented with herbal choline and methionine. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias [Internet]. 2018 [consultado 27 febrero 2020]; 52(1). Disponible en: <http://revistas.uncu.edu.ar/ojs/index.php/RFCA/article/view/3076/2227>
24. Mendoza, G. Uso de productos nutracéuticos en la alimentación de rumiantes. Avances de la Investigación sobre Producción Animal y Seguridad Alimentaria en México [Internet]. 2018 [consultado 27 febrero 2020]. 3(8) p. 7-13. Disponible en: <file:///C:/Users/home/Downloads/MEMORIAAMPA2018.pdf>
25. Meneses, R. Manual de producción caprina [Internet]. Chile: Salvatierra M., Contreras C.; 2017. Disponible en: <https://www.inia.cl/wp-content/uploads/ManualesdeProduccion/05%20Manual%20Caprinos.pdf>

26. Montoya J, Correa H, Galvis R. Effect of choline and methionine protected on intake, lipid mobilization, production and composition of milk in Holstein cows. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*. [Internet]. 2015 [consultado 27 febrero 2020]; 10(2). Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/cmvez/v10n2/v10n2a10.pdf>
27. Molotla, J. Estrategias de alimentación en la cabra lechera: Fase de lactancia [Internet]. México: FMVZ; 2019 [consultado 3 febrero 2020]. Disponible en: <http://amalteafmvz.unam.mx/textos/alimenta/Estrategias%20de%20alimentacion%20fase%20lactancia%20Dr.%20Javier.pdf>
28. Morales A, Mendoza G, Molotla J, Lizarazo A, Martínez J. Peso al nacimiento de cabritos de cabras suplementadas con colina herbal en la gestación tardía. *Rev. Acad. Cienc. Anim.* 2019; 17(1):220.
29. Morales, A. Suplementación con colina herbal: Efecto sobre el comportamiento productivo de cabras lecheras durante el período de transición. [Maestría]. México: Universidad Autónoma Metropolitana; 2019 [consultado 15 noviembre 2020].
30. National Research Council, 2007. Nutrient requirements of small ruminants, sheep, goats, cervids, and new world camelids. 8th rev. ed. National Academies Press, pp. 159-160.
31. Núñez, M. La industria de la leche y carne de cabra en México [Internet]. [Licenciatura]. México: Universidad de Guadalajara; 2000 [consultado 27 febrero 2020]. Disponible en: http://biblioteca.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3280/Nunez_Sandoval_Manuel.pdf?sequence=1
32. Pacheco, L.A. Effects of prepartum rumen-protected choline supplementation on performance of beef cows and calves. *American Society of Animal Science* [Internet]. 2011 [consultado 15 febrero 2020]; 61. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/50895410_Effects_of_prepartum_ruminally_protected_choline_supplementation_on_performance_of_beef_cows_and_calves
33. Pinotti, L. Vitamin-Like Supplementation in Dairy Ruminants: The Case of Choline [Internet]. Londres: IntechOpen; 2012 [consultado 17 febrero

- 2020]. Disponible en: <https://www.intechopen.com/books/milk-production-an-up-to-date-overview-of-animal-nutrition-management-and-health/vitamin-like-supplementation-in-dairy-ruminants-the-case-of-choline>
34. Ravindran V. Aditivos en alimentación animal: Presente y futuro. En *XXVI Curso de Especialización FEDNA*; Madrid. [Internet]. 2010 [consultado 2 noviembre 2020]; Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_promotores_crecimiento/4-10CAP_I.pdf
35. Roque J, Mendoza G, Vazquez A, Guerrero M, Flores R, Pinos J, Relling A, Lee-Rangel H. Supplemental Herbal Choline Increases 5-hmC DNA On Whole Blood from Pregnant Ewes and Offspring. *Animals* [Internet]. 2020 [consultado 2 agosto 2020]; 10(8). Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-2615/10/8/1277/htm>
36. Rúa, C. Manual técnico de producción de leche de cabra utilizando buenas practicas ganaderas [Internet]. Antioquia: Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural de Antioquia; 2019 [consultado 27 febrero 2020]. Disponible en: https://www.capre.it.images/PDF/manual_tcnico_de_produccion_de_leche_de_cabra.pdf
37. Secretaria de Desarrollo Rural del Estado de Puebla (SDR). *Manual de producción y paquete tecnológico caprino*. [Internet]. 2007 [consultado 2 noviembre 2020]; Disponible en: http://www.lactodata.info/docs/lib/sdr_puebla_2007.pdf
38. Segovia, J.M. Lactancia artificial, claves del éxito [Internet]. Argentina: Sitio Argentino de Producción Animal; 2014 [consultado 27 febrero 2020]. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina_leche/45-lactancia_artificial.pdf
39. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Información sobre el número de animales que se crían en el país con fines de producción [Internet]. México: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera; 2018 [consultado 27 febrero 2020]. Disponible en:

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/516350/Inventario_2018_Caprino.pdf

40. Supriyati. Effect of choline chloride supplementation on milk production and milk composition of Etawah grade goats. Journal of Animal Science and Technology [Internet]. 2016 [consultado 17 febrero 2020]. 58(30). Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4976467/>
41. Technofeed. Colina Natural Esterificada Altamente Biodisponible [Internet]. México, 2017 [consultado 27 febrero 2020]. Disponible en: http://technofeed.com.br/produto_biocholine.html
42. Valencia, M. Efecto de la biocolina sobre calidad de leche y comportamiento productivo pre y post parto en vacas lecheras [Internet]. [Licenciatura]. Perú: Universidad Nacional de Trujillo; 2019 [consultado 27 febrero 2020]. Disponible en: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/13313>