



## Comparación de la ganancia diaria de peso en dos grupos de cabritas alimentadas con leche entera o leche entera suplementada con biocolina

Comparison of daily weight gain in two groups of female kids fed with whole milk or biocholine-supplemented milk



Bello-Cabrera Daniela<sup>1ID</sup>, Arriaga-Avilés Yazmín<sup>1ID</sup>, Ruiz-Romero Rocio<sup>\*2 ID</sup>

<sup>1</sup>Centro de Enseñanza Práctica e Investigación en Producción y Salud Animal (CEPIPSA) Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, Avenida Cruz Blanca No. 486, en San Miguel Topilejo, Delegación Tlalpan, C.P. 14500, CDMX. México. <sup>2</sup>Departamento de Medicina y Zootecnia de Rumiantes, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito exterior S/N, Ciudad Universitaria, Coyoacán, Ciudad de México, México. C.P. 04510. \*Autor responsable y de correspondencia: Ruiz-Romero Rocio. E-mail: danielabellocabrera@gmail.com, yaza\_8169@yahoo.com.mx, rarr2212@unam.mx

### RESUMEN

La lactancia artificial va en aumento en las granjas caprinas por sus innumerables ventajas. El objetivo de este estudio fue comparar la ganancia diaria de peso (GDP) en cabritas alimentadas con leche suplementada con biocolina y cabritas alimentadas con leche entera sin suplementación. El estudio se llevó a cabo con 16 cabritas de raza Alpina Francesa separadas de su madre al nacer y distribuidas en 2 grupos; el grupo control (GC) (n=8) proveniente de madres alimentadas sin suplementación con biocolina y el grupo experimental suplementado con 8 gramos de biocolina en su alimentación (GSB) (n=8). Se alimentaron bajo un sistema de lactancia artificial y se pesaron diariamente hasta los 2 meses de edad; se midió semanalmente la cantidad de leche producida por las madres y se analizaron los porcentajes de proteína, grasa y lactosa. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $P>0.05$ ) para la GDP, ni para ninguno de los componentes de la leche, pero si se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $P<0.05$ ) para la cantidad de leche producida. Se concluye que la biocolina a dosis de 8 gr aumenta la cantidad, pero no aumenta los principales componentes de la leche producida, por lo que las crías no tuvieron mayor GDP.

**Palabras clave:** cabras, biocolina, leche, ganancia de peso.

### ABSTRACT

Artificial lactation is increasing in goat farms due to its innumerable advantages. The aim of this study was to compare daily weight gain (DWG) in female kids fed with biocholine-supplemented milk or whole milk without supplementation. The study was carried out with 16 French Alpine goats separated from their mother at birth and distributed into 2 groups; the control group (n=8) from mothers fed without supplementation with biocoline and the experimental group (n=8) from mothers fed with a diet supplemented with 8 g of biocoline. They were fed under an artificial lactation system and weighed daily until 2 months of age; the amount of milk produced by the mothers was measured weekly and the percentages of protein, fat and lactose were analyzed. No statistically significant differences ( $P>0.05$ ) were found for DWG, nor for any of the milk components, but statistically significant differences ( $P<0.05$ ) were found for milk production. It is concluded that biocoline at a dose of 8 g increases the amount of milk, but it does not increase main milk components, so the offspring did not have higher DWG.

**Keywords:** goats, biocholine, milk, weight gain.



## INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, la producción y la demanda de los derivados lácteos caprinos, presentan un nivel creciente, como resultado del aumento del consumo *per cápita* tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo (Rúa, 2019). Uno de los puntos de mayor relevancia en la producción de leche es la alimentación, ya que el manejo nutricional puede ayudar a mejorar la composición de la leche con efectos verificables en un corto período de tiempo, aumentando o disminuyendo la concentración de los principales componentes de la leche y generando un aumento en la calidad del producto (Bedoya & Rosero, 2012). La composición de la leche es el resultado de varios factores extrínsecos e intrínsecos del animal, entre ellos, el factor nutricional es el de mayor impacto sobre la composición láctea; en este sentido, el consumo de materia seca, los carbohidratos estructurales y no estructurales presentes en la ración, el tamaño de partícula, el uso de aditivos, probióticos y suplementos energéticos, así como la interacción entre cada uno de estos elementos son los principales puntos que afectan la composición de la leche en el plano nutricional (Bedoya & Rosero, 2012). El contenido graso de la leche de cabra es el componente más sensible a los cambios nutricionales en la dieta de los animales; mientras que el contenido proteico, además de ser modificado por la dieta, su mayor efecto depende del componente genético; de igual forma, las concentraciones de lactosa y minerales en la leche son apenas influenciadas directamente por el tipo de dieta (Bedoya & Rosero, 2012). Los niveles de producción de leche están directamente relacionados con los nutrientes consumidos durante el último tercio de la preñez y los primeros 30 a 40 días de la lactancia (Meneses, 2017). A través de la alimentación, 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. Los aditivos suponen una estrategia para influir positivamente en la producción, el rendimiento o el bienestar animal y así, aumentar la producción. Los aditivos para alimentos de consumo animal se definen como sustancias, microorganismos y preparados distintos de las materias primas de alimentación y de las premezclas, que se añaden intencionalmente al alimento o al agua (Cavini, 2014). La biocolina es un nutriente clasificado 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). El nivel de biocolina en todos los alimentos es inferior a 0.68 mg/g de materia seca y su digestibilidad varía de 80% a 84% (Supriyati *et al.*, 2016), ya que es altamente degradable en el rumen (Pacheco *et al.*, 2011). A diferencia de la mayoría de las vitaminas, la biocolina se puede sintetizar por la mayoría de las especies, aunque en muchos casos no en cantidades suficientes o rápidamente suficientes para satisfacer todas las necesidades de los animales por lo que es necesaria su suplementación en animales que se manejan con un criterio productivo eficiente (Jones, 2014). Una deficiencia en biocolina da lugar a síntomas tales como



retardo del crecimiento y pobre productividad; infiltración grasa del hígado y, en los estadios agudos, cirrosis del hígado, especialmente en rumiantes (Aldaz, 2012). La fuente común de suplementación de biocolina 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 biocolina presente en ellas, dos terceras partes es consumida por los microorganismos del tracto gastrointestinal y transformada en trimetilamina (TMA). La TMA es un metabolito tóxico para los animales y es causante del olor a pescado en las canales (Jones, 2014). La biocolina, producto herbal elaborado 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 biocolina 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 (Mendoza et al., 2018). Suplementar la biocolina 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 es mucho más efectiva en alcanzar niveles en sangre más altos y por más tiempo (Valencia, 2019). Es un producto en polvo, no higroscopico y termoestable, 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 premezclas minerales (Jones, 2014). La suplementación con biocolina de origen herbal mejora la producción de leche en los rumiantes debido a la actividad galactopoyética de algunos de sus compuestos principalmente *Trachyspermum ammi*, la cual 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). El objetivo de este trabajo fue comparar la ganancia diaria de peso (GDP) de dos grupos de cabritas alimentadas en lactancia artificial con leche entera de cabra y leche de cabras con dieta suplementada con biocolina, 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.



## MATERIAL Y MÉTODOS

### General

Este trabajo 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 de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México (FMVZ-UNAM). Todos los métodos y manejo de los animales utilizados en este estudio fueron aprobados por el Comité Interno para el Cuidado y Uso de los Animales (CICUA) de la FMVZ-UNAM, con número de referencia de aprobación institucional 617.

### Animales

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 momento en el que se realizó el destete, divididas en dos grupos. Para el GC se utilizaron 8 cabritas hembras de la raza Alpina Francesa nacidas de cabras que no fueron suplementadas en su alimentación con biocolina, las cabritas fueron separadas de sus madres desde el nacimiento para evitar el reconocimiento madre-cría y fueron alojadas en un corral de lactancia artificial con las siguientes medidas 9.78 X 8.10m dividido en 4 corraletas de 5.30 X 2.45m y un pasillo común de 2.8 X 9.78m, protegidos del frío y con lámpara infrarroja para generar calor. Se le 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. Para el GSB, se utilizaron 8 cabritas hembras de la raza Alpina Francesa nacidas de cabras suplementadas en su alimentación con 8 g de biocolina, el protocolo y las condiciones para suministrar la lactancia artificial es el mismo que se llevó a cabo en el GC. En ambos grupos se registraron pesajes diariamente utilizando una báscula digital y se calculó la ganancia diaria de peso (GDP).

### Alimentación

Se administraron dos dietas de acuerdo con la etapa fisiológica en la que se encontraban las cabras, se siguieron las recomendaciones del [NRC \(2007\)](#) para gestación tardía y lactación temprana, además diariamente se administró una mezcla de 70g de las siguientes sales minerales Ca (20%), Mg (2%), Zn (20mg) y Se (30mg) (Cuadro 1). Previo a la formulación, se realizó un análisis químico proximal a los ingredientes (Cuadro 2).



### Cuadro 1. Ingredientes y composición de las dietas administradas

Ingredientes	Gestación (g/kg)	Lactación (g/kg)
Alfalfa peletizada	193	217
Heno de avena	207	224
Concentrado comercial (Ingredientes: maíz, sorgo, semilla de algodón, pasta de oleaginosas, subproductos de cereales, melaza de caña)	196	238
Ensilado de maíz	404	321

### Cuadro 2. Composición química de las dietas administradas

	Gestación (g/kg MS)	Lactación (g/kg MS)
Proteína cruda	94	100
Grasa cruda	20	20
Fibra detergente neutra	580	585
Fibra detergente acida	356	338
Cenizas	102	102
Materia seca	668	718

### Suministro de biocolina

El suplemento herbal biocolina (Biocholina Powder, Nuproxa, Mexico), se peletizó utilizando como vehículo cascarilla de soya (1:1), la porción diaria (8g/día) se administró por vía oral de manera individual durante el periodo de transición (a partir del día 130 de gestación hasta el día 90 posparto). La dosis se estableció basado en investigaciones previas realizadas por [Supriyati \*et al.\* \(2016\)](#) en las cuales esta suplementación tuvo un efecto positivo principalmente en el aumento de la producción láctea y el rendimiento de grasa, proteína y lactosa.

### Calidad de la leche

Se realizó un muestreo semanal de ambos tipos de leche tomada de los tanques de almacenamiento en el ordeño, las determinaciones de los principales componentes lácteos se realizaron en el laboratorio de Productos Lácteos de la Universidad Autónoma Metropolitana (Unidad Xochimilco), por método de espectrofotometría por infrarrojo (Milko-Scan 133 B, Mca. Foss Electric, Denmark), para conocer su contenido de grasa, proteína, y lactosa.

### Análisis de datos

Se evaluaron los siguientes parámetros: ganancia diaria de peso, producción de leche, grasa, proteína y lactosa de ambos grupos experimentales. La información obtenida en el presente estudio fue evaluada mediante estadística descriptiva y un análisis de varianza para un modelo lineal con medias repetidas, con la finalidad de evaluar el efecto de la suplementación con biocolina 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](#)).



## RESULTADOS

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 de los cabritos, por lo que no se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos ( $P>0.05$ ) (Cuadro 3). Existe diferencia significativa ( $P<0.05$ ) para la producción de leche para ambos grupos. Siendo los promedios más altos para el GSB (Cuadro 4). No existe diferencia significativa ( $P>0.05$ ) para grasa, proteína y lactosa entre el GC y el GSB, sin embargo, para el componente grasa se observa que la leche sin suplementación mantiene sus porcentajes durante las primeras 10 semanas y tiende a bajar hasta el final de la lactación, mientras que la leche suplementada con biocolina alcanza su porcentaje máximo en la segunda semana y posterior a esto se mantiene por debajo de la leche sin suplementación (Cuadro 5).

**Cuadro 3. Resultados de la GDP para el GC y GSB, medias ajustadas para la GDP**

	<b>GC</b>	<b>GSB</b>
<b>Semana 1</b>	3.74 kg	3.87 kg
<b>Semana 2</b>	4.42 kg	4.79 kg
<b>Semana 3</b>	5.10 kg	5.55 kg
<b>Semana 4</b>	6.00 kg	6.27 kg
<b>Semana 5</b>	6.93 kg	7.12 kg
<b>Semana 6</b>	8.17 kg	7.97 kg
<b>Semana 7</b>	9.19 kg	8.96 kg
<b>Semana 8</b>	10.15 kg	10.05 kg
<b>Semana 9</b>	10.87 kg	10.92 kg
<b>SEM</b>	0.86 kg	0.80 kg

SEM (Error Estándar de la Media), ( $P>0.05$ ).

**Cuadro 4. Promedios semanales para producción de leche para el GC y el GSB. Medias ajustadas para cantidad de leche, expresadas en litros**

	<b>GC</b>	<b>GSB</b>
<b>Semana 1</b>	8.16	14.06
<b>Semana 2</b>	8.49	17.09
<b>Semana 3</b>	9.68	18.2
<b>Semana 4</b>	8.4	20.42
<b>Semana 5</b>	8.69	20.24
<b>Semana 6</b>	8.46	21.22
<b>Semana 7</b>	8.46	21.27
<b>Semana 8</b>	9.47	17.82
<b>SEM</b>	0.19	0.88

SEM (Error Estándar de la Media), ( $P<0.05$ ).



**Cuadro 5. Valores de los porcentajes obtenidos para grasa, proteína y lactosa para el GC y el GSB**

	GC			GSB		
	Grasa%	Proteína%	Lactosa%	Grasa%	Proteína%	Lactosa%
<b>Semana 1</b>	5.42	3.32	4.39	5.04	3.18	4.53
<b>Semana 2</b>	4.86	3.35	4.24	5.49	3.03	4.32
<b>Semana 3</b>	5.08	3.35	4.24	4.64	2.88	4.34
<b>Semana 4</b>	5.07	3.32	4.21	2.42	1.43	2.45
<b>Semana 5</b>	5.21	3.24	4.03	4.85	2.98	4.21
<b>Semana 6</b>	4.23	2.7	4.17	4.74	2.68	4.12
<b>Semana 7</b>	3.51	2.16	3.19	5.29	2.8	4.03
<b>Semana 8</b>	5.18	3.03	4.18	4.78	2.87	3.95
<b>Semana 9</b>	5.09	3.07	4.03	4.54	2.62	4.0
<b>Semana 10</b>	4.85	2.68	4.05	3.76	2.5	4.0
<b>Semana 11</b>	3.92	2.75	3.97	4.35	2.53	3.94
<b>Semana 12</b>	4.22	2.55	3.49	3.7	2.46	3.78
<b>SEM</b>	0.17	0.11	0.10	0.24	0.13	0.15

SEM (Error Estándar de la Media), (P>0.05).

## 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 lactancia, resultado coherente ya que a medida que aumenta la producción, los principales componentes presentan un efecto de dilución, pues lo único que aumenta es la cantidad; provocando así que la leche de cabras suplementadas no fuera de mayor calidad comparada con el GC y así las crías no obtuvieran ganancia diaria de peso mayores (Pinotti *et al.*, 2008). La producción de leche está directamente asociada con la cantidad de alimento disponible para las cabras, así como con la calidad y disponibilidad de nutrientes en el alimento, en el trabajo realizado por Pinotti *et al.* (2002) donde se agregó cloruro de colina encapsulado al alimento de las vacas, hubo un aumento en la producción de leche en animales suplementados, sin cambiar los niveles de grasa y



proteína de la leche, así como los niveles de glucosa y colesterol en plasma. En este trabajo, no se encontraron niveles más altos de sólidos totales en la leche del GSB que consumió la dieta suplementada con biocolina, por lo que es necesario realizar en un futuro más estudios utilizando distintas dosis de biocolina. En el estudio realizado por [Xu et al. \(2006\)](#), los suplementos de biocolina encapsulada en vacas multíparas promovieron una mayor producción de leche en animales que recibieron 30 g por día, también sin cambiar la composición de la leche tal y como los resultados obtenidos en este trabajo. De acuerdo con [Pinotti et al. \(2002\)](#) y [Baldi & Pinotti \(2006\)](#), la suplementación con colina en las dietas de las vacas lecheras de alto rendimiento es fundamental para mantener la producción y la calidad de la leche, ya que la deficiencia de colina puede ser un factor limitante para la producción [Alba et al. \(2021\)](#). Estos resultados coincidieron con los obtenidos por [Martínez et al. \(2019\)](#) en el que informaron que con la suplementación de biocolina 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 biocolina 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 biocolina 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 suplemento vacas con biocolina 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 biocolina de origen herbal y obtuvo mayores producciones de calostro y leche, además de que se obtuvieron mayores niveles de proteína, grasa, lactosa y solidos no totales; estos resultados los asocia a la actividad galactopoyética de algunos de los compuestos de la biocolina de origen herbal y al tiempo de administración. Estos estudios nos indican que la suplementación con biocolina de origen herbal durante toda la gestación puede tener mejores resultados que si solo se administra 30 ó 60 días antes del parto o postparto, como en el actual estudio, también es importante mencionar que se debe de 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 biocolina 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 biocolina, no producen efectos 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 algunos trabajos realizados con biocolina sobre el peso de las crías al nacimiento, muestran la importancia de esta vitamina; demostrando que la suplementación con biocolina 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 biocolina en estas etapas ([Valencia, 2019](#)). Es probable que el vínculo entre la suplementación con biocolina y la respuesta a la 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 biocolina 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 GC, y con un mayor contenido de grasa. En otro estudio realizado por [Pinotti et al. \(2008\)](#) 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 alpino francés gestantes fueron suplementadas con biocolina 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 biocolina presenta menos ventajas que la biocolina de origen herbal; por lo cual para tener resultados satisfactorios con la biocolina 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. Debemos 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 biocolina libre administrada pueda aprovecharse y así aumentar la proteína y grasa en la leche, y a su vez podamos incrementar la ganancia diaria de peso en las crías.



## CONCLUSIÓN

La suplementación con biocolina 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. Se sugiere la suplementación con biocolina de origen herbal a diferentes dosis, durante los 5 meses de gestación de la cabra 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.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés con respecto a la investigación, la autoría y/o la publicación de este artículo.

## LITERATURA CITADA

ALBA DF, Leal K, Cunha MH, da Rosa G, Marcon H, Souza CF, Baldissera MD, Zotti CA, Kavalek RL, Kempka AP, Vedovatto M, Da Silva AS. 2021. Positive effects of biocholine powder dietary supplementation on milk production and quality, and antioxidant responses in lactating ewes: A new nutritional tool. *Heliyon*. 7(4):e06732. <https://dx.doi.org/10.1016%2Fj.heliyon.2021.e06732>

ALDAZ LW. 2012. 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. Tesis de Licenciatura. Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/678>

BALDI A, Pinotti L. 2006. Choline metabolism in high-producing dairy cows: Metabolic and nutritional basis. *Canadian Journal of Animal Science*. 86(2): 207-212. <https://doi.org/10.4141/A05-061>

BEDOYA MO, Rosero NR, Posada SL. 2012. Composición de la leche de cabra y factores nutricionales que afectan el contenido de sus componentes. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Colombia. ISBN: 978-958-8406-14-5. <http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/handle/10567/124?mode=full>

CAVINI S. 2014. El uso de aditivos zootécnicos en pequeños rumiantes en sistema intensivo y condiciones de campo. Tesis de Doctorado. Universitat Autònoma de Barcelona. Departament de Ciència Animal i dels Aliments. España. ISBN: 9788449049491. <https://www.tdx.cat/handle/10803/285458?show=full>



CHANDRA S, Oberoi PS, Bhakat M, Yogi RK, Yadav A, Singh PK, Kumar A. 2017. 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*. 51 (5): 892-895. ISSN: 0976-0555. <https://doi.org/10.18805/ijar.9646>.

D'AMBROSIO F, Campagnoli A, Susca F, Fusi E, Rebucci R, Agazzi A, Pinotti, Baldi A. 2007. Effects of rumen – protected Choline Supplementation in periparturient dairy goats. *Veterinary Research Communications*. 31 (1) Suppl. 1:393-396. ISSN: 01657380. <https://doi.org/10.1007/s11259-007-0064-x>

JMP®, Version 13. SAS institute Inc., Cary, NC, 1989-2021.  
[https://www.jmp.com/es\\_mx/home.html](https://www.jmp.com/es_mx/home.html)

JONES R. 2014. Una fuente alternativa de colina: Biocholine®.  
<https://www.engormix.com/avicultura/articulos/una-fuente-alternativa-colina-t31485.htm>

MARTÍNEZ AJA, Mendoza GD, Cordero MJL, Ayala MMA, Sánchez TMT, Figueroa VJL, Vázquez SG, Gloria TA. 2019. Evaluation of an herbal choline feed plant additive in lamb feedlot rations. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 48:e20190020. ISSN: 1806-9290.  
<https://doi.org/10.1590/rbz4820190020>

MCDOWELL L. 2000. “Choline”. En: *Vitamins in animal and human nutrition*. Londres: Iowa State University Press. Pp 565. ISBN: 0-8138-2630-6.  
[http://www.ucv.ve/fileadmin/user\\_upload/facultad\\_agronomia/Produccion\\_Animal/Vitamins\\_in\\_Animal\\_and\\_Human\\_Nutrition.pdf](http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Produccion_Animal/Vitamins_in_Animal_and_Human_Nutrition.pdf)

MENESES R. 2017. Manual de producción caprina. Instituto de Desarrollo Agropecuario-Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA No. 5. ISSN: 0717-4829. Chile.  
<https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/6672>

MENDOZA GD, Oviedo MF, Pinos JM, Lee RHA, Vázquez A, Flores R, Pérez F, Roque A, Cifuentes O. 2020. Milk production in dairy cows supplemented with herbal choline and methionine. *Revista De La Facultad De Ciencias Agrarias UNCuyo*. 52(1): 332–343. ISSN:1853-8665. <https://revistas.uncu.edu.ar/ojs/index.php/RFCa/article/view/3076>

MONTOYA JA, Correa CH, Galvis GR. 2015. Effect of choline and methionine protected on intake, lipid mobilization, production and composition of milk in Holslein cows. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*. 10 (2): 179-192. ISSN: 1900-9607.  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1900-96072015000200010](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1900-96072015000200010)



MORALES A, Mendoza G, Molotla J, Lizarazo A, Martínez J. 2019. Peso al nacimiento de cabritos de cabras suplementadas con colina herbal en la gestación tardía. *Revista Acadêmica Ciência Animal*. 17(1):220. ISSN: 2596-2668. <https://tinyurl.com/2p9x57b6>

NRC - National Research Council. 2007. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and New World camelids. National Academy Press, Washington, DC. ISBN: 978-0-309-47324-8. <https://doi.org/10.17226/11654>

PACHECO LA, Jaeger JR, Hibbard LR, Macek MJ, Sproul NA, Eckerle GJ, Bailey EA, Bolte JW, Olson KC. 2010. Effects of prepartum rumen-protected choline supplementation on performance of beef cows and calves. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports*. Vol. 0: Issue 1. e1516. <https://doi.org/10.4148/2378-5977.2919>

PINOTTI L, Baldi A, Dell'Orto V. 2002. Comparative mammalian choline metabolism with emphasis on the high-yielding dairy cow. *Nutrition Research Reviews*. 15(2):315-32. <https://doi.org/10.1079/NRR200247>

PINOTTI L, Campagnoli A, D'Ámbrosio F, Susca F, Innocenti M, Rebucci R, Cheli F, Savoini G, Dell'Orto V, Baldi. 2008. Rumen-protected Choline and vitamin E Supplementation in periparturient dairy goats: effects on milk production and folate, vitamin B12 and vitamin E status. *Animal*. 2 (7): 1019-1027. <https://doi.org/10.1017/S1751731108002103>

ROQUE JJ, Mendoza MG, Anayeli Vázquez-Valladolid, María d.I.L. Guerrero-González, Rogelio Flores-Ramírez, Juan M Pinos-Rodríguez, Juan J Loor, Alejandro E Relling, Héctor A. Lee-Rangel. 2020. "Supplemental Herbal Choline Increases 5-hmC DNA on Whole Blood from Pregnant Ewes and Offspring". *Animals*. 10 (8): 1277. ISSN: 2076-2615. <https://doi.org/10.3390/ani10081277>

RÚA C. 2019. Manual técnico de producción de leche de cabra utilizando buenas practicas ganaderas. Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural de Antioquia. Colombia. ISBN: 978-958-8955-35-3. <https://www.iga-goatworld.com/blog/manual-tecnico-de-produccion-de-leche-de-cabra>

SUPRIYATI, Budiarsana IG, Praharani L, Krisnan R, Sutama IK. 2016. Effect of choline chloride supplementation on milk production and milk composition of Etawah grade goats. *Journal of Animal Science and Technology*. 8 (58):30. ISSN: 2055- 0391. <https://doi.org/10.1186/s40781-016-0113-5>



VALENCIA M. 2019. Efecto de la biocolina sobre calidad de leche y comportamiento productivo pre y post parto en vacas lecheras. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela Profesional de Zootecnia. Universidad Nacional de Trujillo, Perú.  
<http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/13313>

XU G, Ye JA, Liu J, Yu Y. 2006. Effect of rumen-protected choline addition on milk performance and blood metabolic parameters in transition dairy cows. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*.19(3): 390-395. <https://doi.org/10.5713/ajas.2006.390>

[Errata Erratum](#)

<https://abanicoacademico.mx/revistasabanico-version-nueva/index.php/abanico-veterinario/errata>