

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL**



“USO Y FUNCIONES DE LA COLINA EN LA NUTRICION ANIMAL”

Por:

OMAR RABANALES MORALES

MONOGRAFÍA

**Presentada como Requisito Parcial
Para obtener el título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Noviembre de 2018**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
USO Y FUNCIONES DE LA COLINA EN LA NUTRICIÓN ANIMAL

Por: Omar Rabanales Morales

MONOGRAFÍA

Que somete a la consideración del H. jurado examinador como requisito para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Asesor principal

Dr. Fernando Ruiz Zarate

Coasesor

M C Raquel Olivas Salazar

Coasesor

Dr. Roberto García Elizondo

Coordinador de la División de Ciencia Animal

Dr. José Dueñez Alarís



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Noviembre 2018

DEDICATORIAS

A Dios: Por permitirme terminar este trabajo y más que nada por haberme dado salud para lograr mis metas, así como llenarme de bendiciones y por proteger a mi familia que son los seres que más quiero en este mundo.

A mis padres: ROBELO RABANALES PÉREZ Y JOSEFINA MORALES ESCOBAR por haberme traído a este mundo y poder disfrutar de este logro en mi vida y por el amor y apoyo que me brindaron durante este largo camino en mi carrera profesional, quienes por sus consejos posibilitaron el éxito de esta meta que contribuye a lo más hermoso que pudiera recibir de ellos. **Gracias papás.**

A mis hermanos: Arminda, Rubicela, Rosy, Ever, Elvia, Limner, José Leyver, Gabriela. Gracias por el apoyo brindado durante mi carrera profesional, sabiendo el esfuerzo y sacrificio que hicieron para que esto se hiciera realidad, quiero que sepan que este objetivo logrado también es de ustedes.

A mis amigos: A mis amigos y compañeros de la carrera por compartir conmigo momentos agradables a lo largo del camino y por acompañarme en este logro tan importante en mi vida y también quiero agradecer a todas aquellas personas que con su presencia han enriquecido mi vida y mi estancia en la narro.

A mi novia: Antonieta gracias por tu paciencia y comprensión y todo el amor brindado durante estos más de 4 años juntos, quiero que sepas que este logro también es tuyo.

Omar Rabanales Morales

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por darme la salud física y mentalmente, permitirme gozar de este logro tan importante tanto a mí y a toda mi familia que también se sienten orgullosos por la culminación de mi carrera profesional.

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** por haberme dado la oportunidad culminar mis estudios de manera profesional y así poder obtener el título de ingeniero agrónomo zootecnista.

A mis asesores **Dr. Fernando Ruiz Zarate, M.C. Raquel Olivas Salazar, Dr. Roberto García Elizondo**. Gracias por el apoyo brindado durante la realización de este trabajo.

A **mis profesores** que durante toda la carrera nos brindaron las herramientas necesarias para nuestra formación como ingeniero. Estoy totalmente agradecido con todos ellos por el esfuerzo y dedicación que nos brindaron.

Omar Rabanales Morales

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIAS	I
AGRADECIMIENTOS	II
ÍNDICE DE CONTENIDO	III
ÍNDICE DE CUADROS	V
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO	2
JUSTIFICACIÓN	2
REVISIÓN DE LITERATURA	3
Vitaminas	3
Vitaminas liposolubles	3
Vitaminas hidrosolubles	4
Requerimientos de vitaminas	4
Factores que influyen sobre la utilización de vitaminas	4
Degradación y síntesis de vitaminas hidrosolubles en el rumen	5
Absorción de las Vitaminas	5
Colina	6
Funciones de la colina	7
Fuentes naturales de colina	9
Requerimientos de colina	10
Deficiencia de colina	12
Efecto de deficiencia de colina en rumiantes	12
Efecto de deficiencia de colina en aves de corral	12
Efecto de deficiencia de colina en cerdos	13
Deficiencia de colina en caballos	14
Colina protegida	15
Vías metabólicas de la colina	16
Histopatología del hígado	16

Usos de la colina en la nutrición animal _____	17
CONCLUSIÓN _____	21
LITERATURA CITADA _____	22

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
Cuadro 1. Requerimientos de colina para varias especies	11

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 1. Estructura química de la colina	6
Figura 2. Germen de trigo fuente natural de colina	9
Figura 3. Efectos de deficiencia de colina en aves jóvenes	13
Figura 4. Efectos de deficiencia de colina en cerdos jóvenes	14
Figura 5. Contenido de triglicéridos y colesterol en hígado	17

INTRODUCCIÓN

La colina es un nutriente considerado como esencial para el organismo animal y se utiliza como unidad de construcción y como componente esencial en la regulación de ciertos procesos metabólicos. La colina se aisló por primera vez de la bilis de cerdo en 1849 y su estructura se dio a conocer en 1867. Se halla distribuida ampliamente en los tejidos animales en forma de colina libre, acetilcolina y como componente de los fosfolípidos, que incluyen la lecitina y la esfingomielina. (Church y Pond, 2010). Y en general, la mayoría de los granos de cereales y frutas y verduras con alto contenido de almidón es baja en contenido de colina específicamente, el maíz y los subproductos de maíz son muy bajos por ejemplo, en algunos cereales la niacina está unida a una proteína que impide su absorción intestinal. Además, la existencia de colina en los componentes esenciales del cuerpo se reconoció mucho antes de que se descubriera la primera vitamina. Independientemente de la clasificación, la colina es un nutriente esencial para todos los animales y un suplemento dietético requerido para algunas especies (por ejemplo, aves de corral, cerdos y peces). Los requerimientos típicos para animales no rumiantes varían de 1,000 a 2,000 mg / kg de alimento. A diferencia de los animales rumiantes, no se han establecido requisitos de colina para los animales rumiantes, excepto para los terneros alimentados con leche, en los cuales 260 mg por litro de leche sintética previnieron los signos de deficiencia de colina. (McDowell, 1989). Es un nutriente esencial para los seres humanos, y los estudios han investigado los beneficios del tratamiento con colina para ciertas enfermedades, como el cáncer y la enfermedad de Alzheimer. (McDowell, 1989).

OBJETIVO

Proporcionar información pertinente sobre las características, importancia y funciones de la colina en la nutrición animal.

JUSTIFICACIÓN

La colina es esencial en la nutrición animal, su deficiencia causa trastornos metabólicos, cerebrales y por lo tanto conductuales.

REVISIÓN DE LITERATURA

Vitaminas

Las vitaminas son un grupo heterogéneo de sustancias orgánicas factores esenciales de alta actividad biológica y que son requeridas en pequeñas cantidades para el mantenimiento y crecimiento de los tejidos, deben ser suministradas en la dieta, ya sea porque el organismo no las puede sintetizar o no las pueden sintetizar en cantidades suficientes para una óptima salud y desempeño productivo y reproductivo (Apaza, 2014).

De acuerdo a su solubilidad, las vitaminas se clasifican en vitaminas liposolubles y vitaminas hidrosolubles.

Vitaminas liposolubles

Las vitaminas liposolubles (A, D, E Y K) son un grupo de compuestos orgánicos incapaces de diluirse en agua, requiriéndose para su absorción, agregados grasos, en esta forma se absorben en el intestino delgado. Este grupo de compuestos requieren el consumo diario y los beneficios que aportan al organismo se relacionan al mantenimiento de una función visual adecuada, mejora del sistema inmune, antioxidantes y protección de la membrana celular y prevención de enfermedades infecciosas (Apaza, 2014).

Vitaminas hidrosolubles

La mayor parte de las vitaminas hidrosolubles (vitamina B2, vitamina B6, vitamina B12, Acido Pantoténico, Niacinamida) se requieren en pequeñas cantidades. Todas son compuestos orgánicos, pero no guardan relación entre sí en cuanto a estructura. (Church y Pond, 2010). En rumiantes dadas las características especiales del tubo digestivo muchas de las vitaminas hidrosolubles, especialmente las del complejo B y pueden ser sintetizadas en cantidades superiores a los requerimientos por los microorganismos del rumen (Torre y Caja, 1998).

Requerimientos de vitaminas

Los rumiantes requieren vitaminas liposolubles, sin embargo, las vitaminas A y E son las únicas con un requerimiento absoluto en la dieta. La vitamina K es sintetizada por los microorganismos del rumen y del intestino. La vitamina D se sintetiza en la piel por la radiación ultravioleta (NRC, 2007). Consecuentemente la digestión puede aumentar cuando se incluyen en la dieta minerales y vitaminas (Prado, 2007).

Factores que influyen sobre la utilización de vitaminas

Existen varias causas de deficiencia vitamínica, la más frecuente es la falta de nutrientes en la dieta. Otro factor importante es la variabilidad metabólica; la ingestión adecuada para un individuo puede ser insuficiente para otro; sin embargo, hay una serie de factores que pueden influir sobre los requerimientos vitamínicos que

no tiene que ver con la cantidad de vitamina consumida o con el metabolismo (Lloyd, 1982).

Degradación y síntesis de vitaminas hidrosolubles en el rumen

La información sobre la degradación ruminal de las vitaminas hidrosolubles administradas oralmente es muy escasa. La primera referencia disponible corresponde al trabajo realizado por Koenig *et al.*, (1999) donde indicaron que el ácido ascórbico se destruye completamente en el rumen en menos de 2 h. Especial interés tiene el trabajo realizado por Zinn *et al.*, (1987) donde se ofrecieron diferentes niveles de suplementación vitamínica en becerros en engorda, los resultados indicaron que el metabolismo ruminal y la síntesis microbiana es diferente para los distintos grupos de vitaminas.

La pared del rumen es permeable a algunas vitaminas del complejo B, pero la absorción ruminal tiene poca importancia ya que las vitaminas sintetizadas se encuentran en el interior de los cuerpos microbianos y no estarán disponibles hasta la ruptura de su membrana. La mayor parte (97 %) de la colina ingerida se degrada en pocos minutos en el rumen, debido a que es muy higroscópica. Entre las vitaminas que son ampliamente metabolizadas en el rumen se encuentran, niacina, ácido fólico y riboflavina (Sharma y Erdman 1989).

Absorción de las Vitaminas

No todas las vitaminas que se encuentran en los alimentos están en una forma absorbible. Por ejemplo, en algunos cereales la niacina está unida a una proteína

que impide su absorción intestinal. El tratamiento con álcali libera a la vitamina de este complejo. Las vitaminas liposolubles no pueden ser absorbidas bajo ninguna circunstancia que impida la digestión y absorción de las grasas. (Lloyd, 1982). El sitio de absorción para la vitamina A y caroteno es el yeyuno proximal (Solomons, 2006). La vitamina E se absorbe en conjunto con la digestión y absorción de grasa para ello requiere de sales biliares y enzimas pancreáticas lipasa y esterasa, la mayoría de la vitamina E se absorbe en los dos tercios superiores del intestino delgado (Bjorneboe, *et al.*, 1990).

Colina

La colina se aisló por primera vez de bilis de cerdo en 1849 y su estructura se dio a conocer en 1867 (Figura. 1). La colina se halla distribuida ampliamente en los tejidos animales en forma de colina libre, acetilcolina y como componente de los fosfolípidos, que incluyen la lecitina y la esfingomielina. La colina añadida a los alimentos por lo común se administra como cloruro de colina o citrato ácido de colina (Church y Pond, 2010).

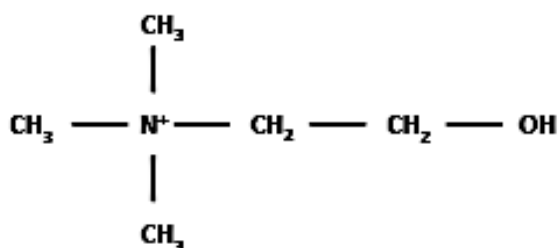


Figura 1. Estructura química de la colina

(Fuente: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/96334/TESIS>)

Este compuesto también difiere de las características generales de las vitaminas; al menos en mamíferos, si la ración provee suficientes grupos metilos, la colina puede sintetizarse en el hígado en cantidades adecuadas para cubrir los requerimientos del animal (Shimada, 2009).

La colina no es una vitamina debido a que no participa en procesos enzimáticos, y se requiere en cantidades de gramos en comparación con las vitaminas que se requieren en cantidades de miligramos (NRC, 2001). En comparación con otras vitaminas hidrosolubles, la colina no tiene alguna función conocida como coenzima en las reacciones enzimáticas (NRC, 2007). La colina es un compuesto similar a las vitaminas que funciona de varias maneras, principalmente como un fosfolípido, teniendo un papel importante en la integridad de la membrana celular y participando en la digestión y transporte de lípidos (Bindel *et al.*, 2000).

Funciones de la colina

La función principal de la colina es la formación de acetil-colina (sustancia que se libera en las terminales de los nervios parasimpáticos), lecitina, esfingomiélin y betaína (que se utiliza como donador de grupos metilo en la síntesis de metionina y creatina). La presencia de colina previene perosis, ya que forma parte de los fosfolípidos requeridos para la matriz cartilaginosa del hueso. Aunque la mayor parte de colina corporal se encuentra como fosfolípidos, la molécula intacta es necesaria para la prevención de perosis en aves y afecciones de hígado graso y riñón hemorrágico en mamíferos (Shimada, 2009).

Por lo tanto, a la colina se la conoce como un factor lipotrópico debido a su función de actuar sobre el metabolismo de las grasas acelerando la eliminación o disminuyendo la deposición de grasa.

Se ha demostrado que colina es un nutriente requerido por muchos animales, incluyendo ratas, ratones, perros, cerdos, pollos, y otras especies, es importante para la función normal de todas las células. La forma más común de colina en los sistemas biológicos es la fosfatidilcolina.

La colina está involucrada con el transporte de la grasa desde el hígado, sintetizado en parte por metionina (Sales *et al.*, 2010). Proporciona grupos metilo lábil para las reacciones de transmetilación y es necesario para la síntesis de fosfatidilcolina que se encuentra en las membranas celulares (Ardalan *et al.*, 2011). Por lo tanto, la deficiencia de colina en el ganado lechero puede estar asociada con lipidosis hepática o hígado graso (Zahra *et al.*, 2006).

El hígado graso es un trastorno metabólico que puede afectar hasta al 50% de las vacas lecheras de alta producción durante el período de transición, esto puede comprometer la salud, la producción y la reproducción (Jorritsma *et al.*, 2000). El uso de colina protegida en dietas para vacas lecheras, tiene un efecto positivo en la reducción de hígado graso (Cooke *et al.*, 2007). La colina al ser un componente de los fosfolípidos juega un papel esencial en la síntesis de lipoproteínas de muy baja densidad y de ese modo contribuye a la movilización de grasa desde el hígado (Zeysel, 2006).

Fuentes naturales de colina

La colina es el principal donador de grupos metilo de la dieta. Se ha observado que su ingesta puede variar entre individuos. La mayor parte de la colina dietética se encuentra en forma de fosfaditilcolina, pero también como fosfocolina, glicerofosfocolina y esfiengomielina. Los alimentos más ricos en colina son el hígado de ternera (418 mg/100g), los huevos (251 mg/100g), el germen de trigo (Figura 2) con 125mg/100g, soja (116/100g), y carne de cerdo (103mg/100g). (zeysel *et al.*, 2003)

Y en general, la mayoría de los granos de cereales y frutas y verduras con alto contenido de almidón es bajo en contenido de colina. Específicamente, el maíz y los subproductos de maíz son muy bajos en colina.



Figura 2. Germen de trigo fuente natural de colina

(Fuente <http://qomer.eu/one-page-3/germen-de-trigo-qomer-innovacion-salud/> 2014)

Requerimientos de colina

La colina, a diferencia de la mayoría de las vitaminas, puede ser sintetizada por la mayoría de las especies, aunque en muchos casos no en cantidades suficientes o lo suficientemente rápido para satisfacer todas las necesidades del animal. Por ejemplo, cuando la ingesta de precursores o factores accesorios, como la metionina, la vitamina B12 o la folacina, es insuficiente, aves de corral, perros, gatos, monos, cerdos, conejos y ciertos peces (por ejemplo, lobina, pez gato, carpa y trucha) se ha demostrado que requieren colina exógena. Además, los animales jóvenes muestran una mayor necesidad de colina que los adultos. Factores dietéticos como la metionina, betaína, mioinositol, folacina y vitamina B12, o la combinación de diferentes niveles y composición de grasas, carbohidratos y proteínas en la dieta, así como la edad, el sexo, la ingesta calórica y el crecimiento. Tasa de animales, todos tienen influencia sobre la acción lipotrópica de la colina y, por lo tanto, sobre el requerimiento de este nutriente (Mookerjee, 1971).

Los requerimientos típicos de colina para animales monogástricos varían de 1,000 a 2,000 mg / kg de alimento. No se han establecido requisitos para la colina para los animales rumiantes, excepto para los terneros alimentados con leche, en los cuales 260 mg de colina por litro de leche sintética previnieron los signos de deficiencia de colina. (McDowell, 1989).

Cuadro 1. Requerimientos de colina para varias especies

Animal	Etapas	Requerimientos	Referencia
Ganado de carne	Adulto	Síntesis en tejidos	NRC (1984a)
Vacas lecheras	Leche de ternera	2,600 mg / kg litro	NRC (1989a)
Aves de postura	Leghorn, 6–12 semanas	900 mg/kg	NRC (1994)
Pollos de engorde	Broilers, 6–8 semanas	750 mg/kg	NRC (1994)
Codorniz japonesa	En crecimiento	2,000 mg/kg	NRC (1994)
Pavo	En crecimiento 8-16 semanas	950 mg/kg	NRC (1994)
Ovinos	Adultos	Síntesis en tejidos	NRC (1985b)
Cerdos	En crecimiento 3-5 kg	0.6 g/kg	NRC (1998)
Gatos	Adulto	2,400 mg/kg	NRC (1986)
Perros	En crecimiento	1,250 mg/kg	NRC (1985a)
Ratas	Todas clases	1,000 mg/kg	NRC (1978a)
Pescados	Carpas	1,500 mg/kg	NRC (1993)

(Fuente: https://www.researchgate.net/...nutrition.../Vitamins_in_Animal_and_Human_Nutrition)

Deficiencia de colina

Los signos más comunes de deficiencia de colina incluyen crecimiento deficiente, hígado graso, tejido hemorrágico e hipertensión y perosis en aves. En general, la gravedad de los signos clínicos en las especies animales está influenciada por otros factores dietéticos, como la metionina, la vitamina B12, la folacina y la grasa dietética (Amini *et al.*, 2014)

Efecto de deficiencia de colina en rumiantes

La capacidad de los rumiantes para sintetizar las vitaminas B, incluida la colina, es bien conocida. En el ganado bovino y ovino, la colina ingerida por vía oral se degrada rápidamente en el rumen, pero los microbios del rumen sintetizan la colina. Se ha encontrado que la síntesis ruminal y en la dieta no suplementada no siempre suministran suficiente colina para satisfacer las demandas del ganado de engorda.

Efecto de deficiencia de colina en aves de corral

El retraso en el crecimiento, la deposición de grasa en el hígado y la perosis resultan de la deficiencia de colina en aves jóvenes. La perosis es el principal signo clínico de deficiencia de colina en pollos y pavo, mientras que la codorniz roja desarrolla hendiduras agrandadas y piernas arqueadas (Figura 3) (McDowell, 1989).

La perosis es una deformidad anatómica de los huesos de la pata de los pollitos pequeños, gallinas, pavos, faisán, gallina silvestre y codorniz. Este problema es mayormente genético, pero se ve desarrollado y agravado por un conjunto de factores entre los que se encuentra la deficiencia de minerales como el manganeso, zinc, cobre y vitaminas como el ácido nicotínico, la biotina y la colina, así como trastornos de la relación calcio/fósforo. La colina específicamente es esencial en la construcción y mantenimiento de la estructura celular, así como en el aseguramiento de la maduración normal de la matriz cartilaginosa del hueso.



Figura 3. Efecto de deficiencia de colina en aves jóvenes

(Fuente: <http://www.elsitioavicola.com/publications/6/enfermedades-de-las-aves/> 2014)

Efecto de deficiencia de colina en cerdos

La deficiencia de colina en el cerdo joven da como resultado una mala conformación (patas cortas), falta de coordinación en los movimientos, falta característica de rigidez adecuada en las articulaciones (particularmente los hombros), infiltración

grasa del hígado, oclusión glomerular renal característica, y alguna necrosis epitelial tubular (McDowell, 1989).

La falta de coordinación en las patas es un problema que se ve ocasionalmente en los cerdos recién nacidos, y algunas pruebas sugieren que la incidencia tiene un fuerte componente genético. Sin embargo, la condición a menudo se atribuye a la deficiencia de colina y se previene mediante la suplementación de la vitamina. Se desconoce si la folacina y la vitamina B12 están involucradas en la condición, pero en condiciones de deficiencias de estas vitaminas, aumentan los requisitos de colina. Las piernas en espiral se pueden describir como un trastorno congénito en el que el cerdo recién nacido no puede pararse o caminar debido a la condición de la pierna (Figura. 4) también se ve obstaculizada, lo que afecta a los pesos de destete.

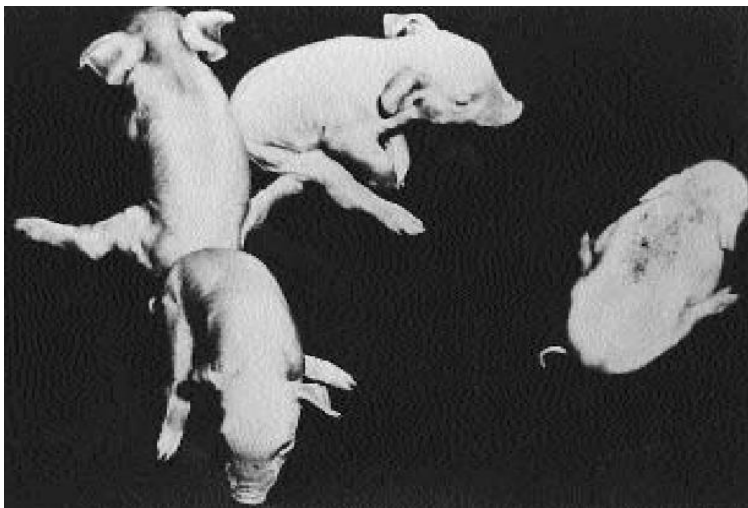


Figura 4. Efecto de deficiencia de colina en cerdos jóvenes

(Fuente: <https://www.researchgate.net/.../nutrition.../Vitamins in Animal and Human Nutrition>)

Deficiencia de colina en caballos

No se han realizado estudios de los requisitos o deficiencias de colina en el caballo.

Colina protegida

En muchos casos elevando las dosis administradas del nutriente o aditivo vía oral, no se consigue un aumento significativo de su concentración en sangre o en intestino, como consecuencia de su degradación ruminal. Por lo anterior, se han desarrollado distintos métodos de protección que permiten que los nutrientes pasen el rumen sin ser alterados y así puedan ser digeridos en abomaso y absorbidos en intestino (Torre y Caja, 1998).

La colina puede ser protegida mediante técnicas de microencapsulación, que es un método que consiste en el recubrimiento de materiales sólidos, líquidos o gases, donde se logra proteger los materiales activos, dirigirlos de manera controlada a su sitio de liberación y transformar el estado del activo para su mejor incorporación en diferentes matrices, entre otras ventajas. Entre los materiales utilizados como recubrimiento se encuentran los biopolímeros (polisacáridos, proteínas, compuestos hidrofóbicos) y polímeros artificiales. Esta técnica está revolucionando diferentes áreas del conocimiento, y para el caso particular de las ciencias veterinarias, la investigación se ha centrado principalmente en la nutrición animal, diagnósticos, administración de agentes terapéuticos, desarrollo de vacunas y reproducción (Valenzuela *et al.*, 2013). La microencapsulación protege a los materiales de factores como el calor y la humedad, permitiendo mantener su estabilidad y viabilidad, también se ha utilizado para mejorar el sabor y la estabilidad de medicamentos y como barrera contra los malos olores y sabores (Martín *et al.*, 2009).

Vías metabólicas de la colina

La fosfatidilcolina presente en BioCholine entra en el organismo animal y libera grupos metilos altamente lábiles en el punto de acción. Los grupos metilo lábiles liberados por BioCholine ayudan en la metabolización y control del síndrome de hígado graso (FLS). Además, a diferencia del cloruro de colina sintético, la colina natural conjugada promueve la expresión de genes de varias enzimas hepáticas, regulando, por tanto, el metabolismo de las grasas (Huang *et al*, 2008).

Histopatología del hígado

La colina conjugada, junto con otros fosfolípidos y lípidos bioactivos naturales presentes en BioCholine, promueve la activación de los receptores activados por proliferadores peroxisomales (PPAR) y así se inicia la secreción de adiponectina, para facilitar la lipólisis, reduciendo la absorción de ácidos grasos en el hígado e incrementando su eliminación del hígado. El contenido de triglicéridos y colesterol en el hígado (Figura. 5) disminuye notablemente en animales alimentados con dietas que contengan colina conjugada (Sugiyama *et al*, 1987). Los animales alimentados con BioCholine muestran un hígado sano y mejores parámetros sanguíneos, en comparación con los alimentados con cloruro de colina (Devegowda *et al*, 2011).

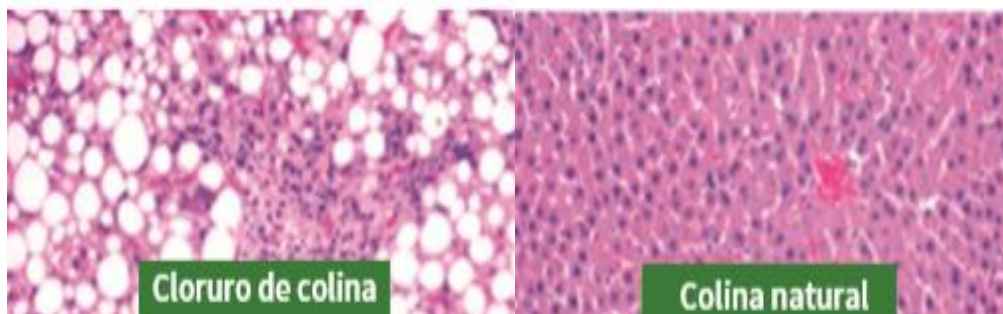


Figura 5. Contenido de triglicéridos y colesterol en el hígado

(Fuente: <file:///C:/Users/raban/OneDrive/Documentos/OMAR%20RABANALES/FOLLETO-%20BIOCOLINA.pdf>)

Usos de la colina en la nutrición animal

Una de las intervenciones nutricionales que pueden mejorar la productividad y la salud metabólica en los rumiantes lecheros es la administración de suplementos de colina. A diferencia de las vitaminas clásicas, esta puede ser sintetizada de manera endógena y un síndrome de deficiencia de colina es a menudo indetectable en mamíferos sanos (Savoini *et al.*, 2010). Colina es un agente lipotrópico debido a que tiene un papel importante en el metabolismo lipídico, en particular en el transporte de lípidos, y es capaz de prevenir o corregir la deposición de grasa excesiva en el hígado (Baldi *et al.*, 2011).

La suplementación con colina puede ser más crítica durante un déficit de nutrientes y la extensa movilización de lípidos tales como durante la síntesis de calostro y leche en la lactancia temprana (Lima *et al.*, 2012). Es posible que la suplementación con colina protegida antes y después del parto aumente la síntesis de fosfatidilcolina (FC) y lipoproteína de muy baja densidad y, en consecuencia, mejorar el metabolismo lipídico (Lima *et al.*, 2012). Una vía alternativa para la producción de FC es utilizar

colina como un precursor y así aumentar el suministro de FC, esto podría ser benéfico para el metabolismo de lípidos en la lactancia temprana (Piepenbrink y Overton, 2003).

Los ovinos reciben una cantidad insignificante de colina de la dieta consumida, debido a que la colina de la dieta es casi completamente destruida por la actividad microbiana en el rumen (Neill *et al.*, 1979; Dawson *et al.*, 1981).

Desafortunadamente la mayoría de colina en la dieta se degrada por las poblaciones microbianas del rumen, protozoarios principalmente (Sharma y Erdman, 1989), y no mucho se encuentra disponible para la absorción; por lo tanto, la colina debe estar en forma protegida.

Estudios de investigación con vacas lecheras durante el periodo de transición han demostrado que un aumento en la colina disponible para su absorción en el intestino, mejora la función hepática. Suplementando la vaca durante la transición con CPR (colina encapsulada) no solamente redujo la grasa en el hígado después del parto de ligeramente a moderadamente, aumentando el consumo de materia seca (MS), la producción de leche, perdiendo menos condición corporal y mejorando la tasa de concepción al primer servicio, en comparación con vacas que no fueron suplementadas. (Overton y Waldron, 2004).

Li y Wang (2015) en un estudio determinaron los efectos de la colina protegida en el rumen (RPC) sobre el rendimiento del crecimiento, lípidos sanguíneos, la calidad de la carne y la expresión de los genes implicados en el metabolismo de los ácidos grasos en los corderos jóvenes. En el experimento utilizaron 24 corderos de cruce

dorper x hu, (de aproximadamente 20 kg de peso corporal) fueron alojados en corraletas individuales, las dietas tenían una concentración con el 0%, 0.25%, 0.50% y 0.75% de RPC, el experimento tuvo una duración de 60 días, los resultados mostraron que al suplementar 0.25% de RPC se podría promover el aumento de peso en los corderos jóvenes y mejorar la calidad de la carne. La suplementación de RPC a este nivel estimuló la expresión de los genes responsables del transporte lipídico.

En una tesis en la Universidad Autónoma de Nuevo León se obtuvieron los siguientes resultados de un experimento al suplementar CPR en cantidades que pudieran ser económicamente viables, pudieran mejorar el desempeño de corderos de engorda consumiendo una ración alta en grano. Cuarenta corderos machos enteros de cruza Saint Croix, de 3 a 4 meses de edad (peso aproximado de 20 kg), fueron asignados aleatoriamente a cuatro grupos en un diseño completamente al azar. La prueba de desempeño tuvo una duración de 105 días, 15 días para adaptación de los corderos a los corrales y a las raciones, y 90 días para registrar datos de peso corporal, consumo y ganancia de peso. La CPR no afectó el consumo de MS, la GDP o la conversión alimenticia de los corderos, los porcentajes de CPR que se evaluaron fueron 0, 0.1, 0.2 y 0.3%. (Martínez, 2012)

Pinotti *et al.*, (2009) estudiaron el efecto de la administración de la colina protegida en el rumen sobre el rendimiento del crecimiento en bovinos de carne, se utilizaron 32 novillos Charoláis de (420 kg \pm 8 kg de peso vivo inicial), el experimento tuvo una

duración de 122 días, las dosis a evaluar fueron con cloruro de colina de 5 g/día. Los resultados mostraron que la suplementación de 5 g de colina aumento el peso corporal y el promedio de la ganancia diaria de peso hasta el día 89 del experimento, pero no más adelante. Por lo que se concluye que la colina protegida ruminalmente puede mejorar el rendimiento de crecimiento del ganado de carne.

CONCLUSIÓN

En base a la información recopilada, se puede concluir lo siguiente:

- La colina no es una vitamina debido a que no participa en procesos enzimáticos, esta se requiere en cantidades de gramos en comparación con las vitaminas que se requieren en cantidades de miligramos.
- La colina es muy importante para los animales, debido que se ha demostrado que previene la enfermedad de hígado graso, perosis en aves jóvenes y la falta de coordinación de patas en cerdos jóvenes.
- Debido a que la mayoría de la colina se degrada rápidamente en el rumen, se ha sugerido suministrar a rumiantes colina de forma protegida, esta manera de suministrar colina ayuda a obtener un aumento significativo de su concentración en sangre y en intestino.

LITERATURA CITADA

- Apaza P., J. J. 2014.** Vitaminas Liposolubles. Revista de Actualización Clínica. No. 41. ISSN 2304-3768. pp. 2151-2152.
- Ardalan, M., Dehghan-Banadaky, M., Rezayazdi, K., and Ghavi Hossein-Zadeh, N. 2011.** The effect of rumen-protected methionine and choline on plasma metabolites of Holstein dairy cows. J. Agri. Sci, 149(05): 639-646.
- Baldi, A., Bruckmaier, R., D'ambrosio, F., Campagnoli, A., Pecorini, C., Rebucci, R., and Pinotti, L. 2011.** Rumen-protected choline supplementation in periparturient dairy goats: effects on liver and mammary gland. J. Agri. Sci, 149(05): 655-661.
- Bindel, D. J., J. S. Drouillard, E. C. Titgemeyer, R. H., R. H. Wessels, and C. A. Loest. 2000.** Effects of ruminally protected choline and dietary fat on performance and blood metabolites of finishing heifers. J. Anim. Sci. 78:2497- 2503.
- Bjorneboe, A., A. Gunn-Elin and C.A. Drevon. 1990.** Absorption, transport and distribution of vitamin E. J. Nutr. 120:233-242.
- Church, D.C.,Pond, W.G., y Pond, K.R. 2010.** Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales. Editorial Limusa, México, D.F. pp. 260, 263,280, 281, 468, 469.
- Cooke, R. F., Del Rio, N. S., Caraviello, D. Z., Bertics, S. J., Ramos, M. H., and Grummer, R. R. 2007.** Supplemental choline for prevention and alleviation of fatty liver in dairy cattle. J. Dairy. Sci, 90(5): 2413-2418.
- Hamed Amini Pour, Mahnaz Ahmadi Hamedani, Mahdi Edalati Nasab, Mohammad Hasan Babazadeh, S. Masoud Davoudi. 2014.** Effect of Choline on performance quality of non-ruminant.
- Huawei Li, Hongrong Wang, Lihuai Yu, Mengzhi Wang, Shimin Liu, Lisha Sun & Qing Chen (2015)** Effects of supplementation of rumen-protected choline on growth performance, meat quality and gene expression in longissimus dorsi muscle of lambs, Archives of Animal Nutrition.
- Jorritsma, R., Jorritsma, H., Schukken, Y. H., and Wentink, G. H. 2000.** Relationships between fatty liver and fertility and some periparturient diseases in commercial Dutch dairy herds. Theriogenology, 54(7): 1065-1074.

- Koenig, K. M., Rode, L. M., Knight, C. D., and McCullough, P. R. 1999.** Ruminal escape, gastrointestinal absorption, and response of serum methionine to supplementation of liquid methionine hydroxy analog in dairy cows. *J. Dairy sci*, 82(2): 355-361.
- Lee Russell McDowell 1989.** Vitamins in Animal and Human Nutrition second edition.
- Lima, F. S., Sa Filho, M. F., Greco, L. F., and Santos, J. E. P. 2012.** Effects of feeding rumen-protected choline on incidence of diseases and reproduction of dairy cows. *Vet. J. Sci*, 193(1): 140-145.
- Lloyd, L.E., Mcdonald, B.E y Crampton, E.W. 1982.** Fundamentos de Nutrición. Editorial Acribia, Zaragoza España. pp. 151-158 y 210-211.
- Luciano Pinotti, Claudia Paltanin, Anna Campagnoli, Paolo Cavassini & Vittorio Dell'Orto (2009)** Rumen protected choline supplementation in beef cattle: effect on growth performance, *Italian Journal of Animal Science*, 8:sup2, 322-324
- Luis Alberto Martínez Galindo. 2012.** efecto del nivel de colina protegida del rumen en el desempeño y características de la canal de corderos de engorda. Tesis. Universidad autónoma de nuevo león.
- Martín, V.M.J., Morales, H.M.E., Gallardo, L.V. y Ruíz, M.M.A. 2009.** Técnicas de microencapsulación: una propuesta para microencapsular probióticos. *Ars Pharm.* 50(1):43-50.
- Mookerjea, S. (1971).** *Proc. Fed. Am. Soc. Exp. Biol.* 30, 143.
- NRC, 2001.** Nutrient requirements of dairy cattle. Seventh revised edition. National Academy Press. 381 P.
- NRC, National Research Council. 2007.** Nutrient requirements of small ruminants. National Academy Press, Washington, D.C. USA. pp. 362.
- Overton, T. R., and M. R. Waldron. 2004.** Nutritional management of transition dairy cows: Strategies to optimize metabolic health. *J. Dairy Sci.* 87 (E. Suppl.):E105-E119.
- Piepenbrink, M. S., and T. R. Overton. 2003.** Liver metabolism and production of cows fed increasing amounts of rumen-protected choline during the periparturient period. *J. Dairy Sci.* 86:1722–1733.
- Prado, R.N.A. Manual de Nutrición Animal. 2007.** Editorial: Grupo Latino editores Ltda. Colombia pp. 496-499 y 572-574.

- Sales, J., Homolka, P., and Koukolova, V. 2010.** Effect of dietary rumen-protected choline on milk production of dairy cows: A meta-analysis. *J. Dairy. Sci*, 93(8): 3746-3754.
- Savoini, G., Agazzi, A., Invernizzi, G., Cattaneo, D., Pinotti, L., and Baldi, A. 2010.** Polyunsaturated fatty acids and choline in dairy goats nutrition: Production and health benefits. *Small Rum. Res*, 88(2): 135-144.
- Sharma, B. K., and Erdman, R. A. 1989.** Effects of dietary and abomasally infused choline on milk production responses of lactating dairy cows. *J. Nutr*, 119(2): 248.
- Shimada, M. A. 2009.** *Nutrición animal*. Editorial Trillas, México, D.F. pp 211, 212.
- Solomons, N.W. 2006.**In **Bowman, B.A. and Russell, R.M. (Editors)** "Present Knowledge in Nutrition", ninth edition, International Life Science Institute, Washington, D.C. pp.157 183.
- Torre, C. y Caja, G., 1998.** Utilización de Aditivos en Rumiantes: Vitaminas y Aminoácidos Protegidos. FEDNA, pp. 2- 15.
- Valenzuela, V.C., Hernández, G.V., Rodríguez, S.F., y Carrillo, G.R. 2013.** Tecnología de Encapsulación y su Aplicación en Ciencias Veterinarias. Avances en Ciencias Veterinarias V28 No. 2. Universidad de Chile. pp. 1-18.
- Zahra, L. C., Duffield, T. F., Leslie, K. E., Overton, T. R., Putnam, D., and LeBlanc, S. J. 2006.** Effects of rumen-protected choline and monensin on milk production and metabolism of periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci*, 89(12): 4808-4818.
- Zeisel SH, Mar MH, Howe JC, Holden JM.** Concentrations of cholinecontaining compounds and betaine in common foods. *JNutr*.2003May;133(5):1302-7.
- Zinn, R. A., Owens, F, N., Stuart, R.F., Dunbar, J.R. y Norman, B.B. 1987.** B-Vitamin supplementation of diets for feedlot calves. *J. Anim. Sci*, (65):267-277.