

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**



**UTILIZACIÓN DE LAS VITAMINAS HIDROSOLUBLES POR  
RUMIANTES**

**Por:**

**EVA DALILA ROSALES RAMÍREZ**

**MONOGRAFÍA**

**Presentada como Requisito Parcial para  
Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.**

**Noviembre de 2003**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

**DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y ALIMENTOS**

**MONOGRAFÍA**

**Utilización De Vitaminas Hidrosolubles Por Rumiantes**

**ELABORADA POR:**

**EVA DALILA ROSALES RAMÍREZ**

Que Somete a Consideración del H. Jurado Examinador como Requisito  
Parcial para Obtener el Título de *Ingeniero Agrónomo Zootecnista*.

Aprobada Por El Comité Particular:

Asesor principal

---

M.C. Eduardo García Martínez

Asesor

Asesor

---

M.C. Camelia Cruz Rodríguez

---

Ing. Serjio Rodríguez Alemán

Coordinador de la División de Ciencia Animal

---

M.C. Ramón F. García Castillo

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Noviembre 2003

## **GRADECIMIENTOS**

**A mi “Alma Mater” que me dio la oportunidad de realizar mis estudios y así culminar una escala mas en mi vida profesional.**

**Al M.C. Eduardo García Martínez por su apoyo y paciencia para terminar este trabajo y por su amistad incondicional.**

**Al M.C. Camelia Cruz Rodríguez por haber contribuido en la elaboración de este trabajo.**

**Al ing. Serjio Rodríguez Alemán por su participación en la realización de este trabajo.**

**Al. M.C. Ramón F. García por su valiosa amistad que me brindo sin esperar nada a cambio.**

**A Teo por estar conmigo en los momentos mas difíciles, por saber escucharme, por compartir momentos de alegría así como de tristezas y darme palabras de ánimo cuando mas las necesitaba que nunca olvidare.**

**A pollo, Any, Teo por ser el triangulo perfecto que en las buenas y en las malas estuvieron conmigo y por brindarme una amistad incomparable e inolvidable.**

**A Vicky por su gran amistad incondicional que me brindo en un momento dado y que siempre llevare dentro de mi.**

**A E. P. P. por ser lo que eres y que a pesar de todo pase momentos agradables contigo.**

**A Roly y Villo por ser como son y que siempre los tendré presente en mi.**

**A mis amigos, Lety, Hector, Toño, Renè, Crisoforo, Anita, Sara, Aarón, Myriam, Marlem, José Luis, Leobardo, Lili, Esmeralda y a los pollos que los llevo en un lugar muy especial.**

**A Don Chuy, , por su apoyo y amistad incondicional.**

**A la generación XCIV**

**A la familia Soto Briones que sin antes conocerme me brindo su amistad.**

**A la familia Agundez Soto por su amistad incondicional.**

## **DEDICATORIAS**

### **A DIOS**

Por darme la oportunidad de vivir y guiarme para lograr mis metas, sin dejarme sola en ningún momento de mi vida.

### **A MIS PADRES**

#### **SAUL ADAN ROSALES RIVERA**

Que admiro y respeto ya que sin su apoyo, no lograría mis metas marcadas, por depositar su confianza en mi y estar al pendiente de cada momento de mi vida y de mi formación profesional sin pedir nada a cambio. TE QUIERO MUCHO

#### **ISIDORA R. RAMÍREZ RAMÍREZ**

Que me dio la oportunidad de vivir que quiero mucho y admiro sobre todas las cosas, por sus consejos, paciencia, comprensión y sobre todo por que antes de ser mi madre, es mi amiga incondicional, ya que en los momentos y etapas mas difíciles de mi vida siempre estuvo conmigo.

Que a pesar de estar lejos de ti siempre te sentí cerca de mi.  
TE AMO MAMA

## **A MI ABUELITA**

ESPERANZA RIVERA RAMÍREZ

Que gracias a sus consejos e logrado muchas cosas en mi vida y que la llevare siempre en mi corazón.

## **A MIS HERMANOS**

ELISEO

ANGELICA

LENIN y MARTHA

ESPERANZA Y TIMOTEO

ERIZETH

Por su apoyo moral que me brindaron cuando mas lo necesitaba.

## **A MIS SOBRINOS**

Leisy, Suareth, Rigoberto, Edwin, Saúl y Roberto, que quiero mucho.

## ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN-----	1
OBJETIVO-----	3
REVISIÓN DE LITERATURA-----	4
La niacina en la alimentación de rumiantes-----	7
La tiamina y niacina en el rúmen-----	9
Balance de tiamina en el tracto gastrointestinal de ovejas-----	10
La niacina en la nutrición de ganado lechero-----	12
Niacina en ovejas-----	14
Comportamiento de la niacina en el ganado de carne-----	15
Colina para vacas lecheras-----	17
Biotina para vacas lecheras de alta producción-----	20
Inositol y lipidosis hepática-----	24
Clasificación de las vitaminas-----	25
Vitaminas liposolubles-----	26
Vitaminas hidrosolubles-----	34
Digestión y absorción de las vitaminas hidrosolubles-----	36
Efecto de la suplementación con vitaminas hidrosolubles-----	36
Necesidades vitamínicas de los rumiantes y factores de variación-----	37
Estabilidad de las vitaminas sintéticas-----	40
Vitaminas hidrosolubles en la alimentación de los rumiantes-----	40
Requerimientos de vitaminas hidrosolubles en rumiantes-----	57
Transporte epitelial de vitaminas hidrosolubles-----	58
Interacción de vitaminas hidrosolubles con otros nutrientes-----	59
Desempeño de vitaminas en monogástricos-----	66
CONCLUSIONES-----	71
RESUMEN-----	72
LITERATURA CITADA-----	74

## INDICE DE CUADROS

	Pág.
2.1.-Síntesis de vitaminas hidrosolubles y grado de cobertura de las necesidades vitamínicas en ganado bovino-----	38
2.2.- Recuperación de vitaminas hidrosolubles en el duodeno de terneros de carne-----	41
2. 3.-Degradabilidad ruminal y síntesis microbiana de vitaminas hidrosolubles en terneros de cebo-----	42
2. 4.- Efectos de la suplementación de vacas lecheras con niacina en la producción y composición de la leche-----	45
2. 5.- Efectos del empleo de niacina en situaciones de estrés por vacas lecheras--- -----	46
2.6.- Efecto de la infusión de colina en vacas lecheras-----	53
2.7.- Vías metabólicas importantes que comprenden coenzimas formadas a partir de vitaminas hidrosolubles-----	65



## INTRODUCCIÓN

Las vitaminas son compuestos orgánicos requeridos en pequeña cantidad por el organismo, pero imprescindibles para un desarrollo normal del animal. El estudio de las vitaminas es relativamente nuevo aunque las enfermedades producidas por sus deficiencias se conocen desde hace muchos años.

Compuestos complejos orgánicos que participan en sistemas enzimáticos esenciales para transportar energía y regular el metabolismo corporal, y se requieren en minúsculas cantidades en una o más especies de animales para el crecimiento normal, producción, reproducción y/o salud.

Al considerar los requerimientos de vitaminas por los animales se debe distinguir entre las necesidades de las vitaminas en los procesos metabólicos y las necesidades de las vitaminas en la alimentación. Por ejemplo, los rumiantes requieren en sus procesos metabólicos muchas de las vitaminas del complejo B. en cambio, no necesitan recibirlas en la alimentación ya que las sintetizan las bacterias del rúmen. El ácido ascórbico o vitamina C es requerida en los procesos metabólicos de numerosas especies pero es esencial en la alimentación de alguna de ellas (hombre, mono), ya que la mayor parte de las especies la sintetizan en sus organismos en cantidad suficiente.

La destrucción de vitaminas a nivel ruminal supone un derroche, por lo que el empleo de vitaminas protegidas de la degradación ruminal permite obtener niveles hemáticos elevados a un costo más barato.

Las fermentaciones ruminales hacen que la alimentación vitamínica sea considerablemente distinta a la de los animales monogástricos, tanto por la producción de vitaminas como por la flora ruminal como por la degradación de las vitaminas de la dieta. Por otra parte, en los últimos años se ha prestado bastante atención a la actividad de las vitaminas como antioxidantes y su efecto beneficioso sobre la salud y rendimiento reproductivo de los animales.

Por ello, la nutrición vitamínica moderna no se conforma sólo con la satisfacción de las necesidades vitamínicas del animal, sino que busca el beneficio adicional de la suplementación con cantidades de vitaminas muy superiores a las necesidades.

## **OBJETIVO**

Por lo anterior, el objetivo del presente documento es hacer una revisión acerca de las vitaminas hidrosolubles y la importancia de suplementarlas en la alimentación de los rumiantes

## REVISIÓN DE LITERATURA

El termino "vitamina" propuesto por Funk en 1911 significa " amina vital", amina por ser un compuesto orgánico presente en baja concentración en los alimentos y vital por ser necesaria en la dieta diaria. Estos nutrientes presentes en los alimentos, el organismo los necesita en pequeñas cantidades para poder aprovechar otros nutrientes . Las vitaminas son nutrientes que no aportan energía, su inclusión en la dieta diaria es inevitable ya que sus carencias producen trastornos graves que se conocen como avitaminosis.

El descubrimiento de las vitaminas comienza en la Grecia antigua cuando Hipócrates postula que la administración del hígado podía mejorar la visión nocturna.

En 1757, en Inglaterra, Janes Lind descubrió que para curar el escorbuto era preciso administrar frutas y verduras frescas

En 1810, en Italia Marziri fue el primero en relacionar la pelagra con la alimentación a base de maíz.

En 1893, el médico holandés Eljman descubre en Java que es posible inducir estados de parálisis en pollos, simplemente alimentando a los animales con arroz descascarillado. Y lo que fue más importante descubrió que la adición de la dieta de extractos obtenidos de la cáscara

de arroz (salvado y germen) podría aliviar considerablemente el trastorno motor ya mencionado.

Estas y posteriores observaciones como los trabajos de Funk, sobre el beri-beri en Polonia, llevaron a formular la teoría de las vitaminas para explicar muchas enfermedades, escorbuto, raquitismo, pelagra y beri-beri eran debidas a la ausencia de aminos vitales en la dieta. <http://es.geocities.com/bonidavi/nutri04.html>

Agravala *et al.* (1953), fue el primero en establecer que la insuficiencia de vitamina B exhibida por el ganado y ovejas fue debido a la síntesis de vitamina B por microorganismos del rúmen. Wagner *et al.* (1941), reportaron que varias vitaminas del complejo B incluyendo la tiamina, niacina, riboflavina, biotina, ácido pantoténico, y piridoxina, fueron sintetizadas en becerros alimentados con dietas naturales y dietas semipurificadas. Lardinois *et al.* (1944), notaron que el efecto de los carbohidratos en la dieta en la síntesis de vitamina B. Ellos

descubrieron que, en el ascenso de carbohidratos son fácilmente fermentables, y la producción de vitaminas del complejo B no fueron maximizados.

Hunt *et al.* (1941), estudiaron la relación entre la síntesis de riboflavina y carbohidratos en la dieta. Hunt *et al.* (1954), reportaron que la adición del almidón del inoculo colectado por novillos fistulados alimentados con alfalfa y dietas de heno incrementó la producción de vitamina B en el rúmen artificial.

Conrad y Hibbs (1954), estudiaron los efectos de la proporción de la concentración de forraje en la síntesis ruminal de tiamina y riboflavina en becerros jóvenes de lechería. Esto fue concluido que la síntesis ruminal de estas vitaminas no fue afectada por las proporciones diferentes de grano en la alimentación. Sin embargo cuando fue alimentado con heno de forraje y adición de granos, aumento las cantidades ruminales de vitamina B.

## LA NIACINA EN LA ALIMENTACION DE RUMIANTES

La niacina es una vitamina del complejo B que fue aislada por primera vez del salvado de arroz por algunos investigadores entre 1911 y 1913. Las bacterias del rùmen requieren niacina como componente de NAD y NADP que realizan las funciones necesarias para llevar a cabo su metabolismo y reproducción (Miller, 1980).

En estudios realizados por Buziassy y Tribe (1960), se demostró que la síntesis ruminal de Niacina disminuye cuando esta se suministra en la ración.

Se a observado que la adición de niacina en las dietas en las que se utilizaron concentrados, tienen un efecto benéfico en el metabolismo bacteriano y aumenta el reciclaje de la urea en el rùmen y con ello ocasiona una mayor digestibilidad del forraje (Byers, 1979), reportó que la adición de niacina al liquido ruminal cambia el producto de la



fermentación de glucosa, produciéndose ácido acético en lugar de ácido propionico, dando como resultado un aumento en la producción de ATP y favoreciendo así la síntesis microbiana.

Schussler y Perry (1978), demostraron que la adición de niacina en dietas altas en concentrado suministradas a borregas afecto positivamente la síntesis in Vitro de la proteína microbiana, la tasa de paso del fluido ruminal y la digestibilidad de la celulosa.

## **TIAMINA Y NIACINA EN RÚMEN**

En la presencia de un cosustrato (tiaminasa I) aparece un responsable por el desorden en el sistema nervioso central polioencefalomalacia (PEM). Ocurrido por la polioencefalomalacia, un análogo debió haber producido una inhibición esencial en la reacción en los requerimientos de tiamina, y los resultados por un cosustrato presente en el rúmen. En baja concentración en la dieta, la tiaminasa I es producida por los microbios del rúmen. Sin embargo, la

polioencefalomalacia puede también ser causada por la tiaminasa I de la planta original. Basada en características físicas y especificidad del cosustrato, la tiaminasa I producidas por la enzima Bacillus tiaminoliticos y Clostridium sporogenes apareció diferente que por la enzima producida por el rúmen. Porque la niacina y este cosustrato tiaminasa I. La niacina suplementada incremento la síntesis microbial de proteína in Vitro e in vivo, y fue mas efectivo con urea que con harina de soya, Niacina suplementada ( 5 a 8 g por vaca por día) aumentó la producción de leche en el postparto en vacas lecheras pero no en vacas a media lactación, y en vacas alimentadas con harina de soya pero no aquellas alimentadas con urea. Se cree que la fermentación de la harina de soya durante el proceso comercial disminuyó la disponibilidad de la niacina por protozoarios del rúmen. Niacina suplementada para vacas posparto incremento la glucosa en la sangre, disminuyo las cetonas en la sangre y redujo la incidencia de cetocis. La niacina fluida en el intestino delgado y esta absorción por el intestino delgado aumento con la suplementación de la niacina. La niacina suplementada previno en el postparto una disminución de glóbulos rojos en la sangre, niacina observadas en vacas examinadas (Brent and Bartley, 1984).

## BALANCE DE TIAMINA EN EL TRACTO GASTROINTESTINAL DE OVEJAS

Ovejas fueron acopladas con fístulas en el rumen e ingreso de cánulas en el duodeno y en el ileon que fueron adaptadas en dos dietas bajas en tiamina conteniendo diferentes porcentajes de urea nitrogenada. siete ovejas fueron sujetadas en un balance de tiamina en el experimento, con una alimentación continua y colección total duodenal y contenidos del ileon y heces por periodos de cada 6 días. La tiamina y materia seca fueron determinadas en partes representativas de la colección de la digesta y heces. La ingestión de tiamina diaria fue siempre menor que 3 mg, pero el promedio diario de tiamina que fluyo en el duodeno fue entre 1.53 y 3.46 mg. La síntesis total microbial de tiamina en el sistema antes del estomago fue entre 1.44 y 3.23 mg/día, tanto 90 o 96% de tiamina en todo el duodeno fue de origen microbial. La desaparición de la tiamina por el intestino delgado fue aproximadamente igual a la síntesis total de tiamina antes del estomago indicando una baja absorción de tiamina producida microbialmente. En cinco experimentos,

El balance de tiamina en el intestino delgado fue positiva, pero no medidamente fue hecha dentro de la descomposición de tiamina, y para la absorción del intestino grueso ( Breves *et al.*, 1980).

Barr *et al.* (1971), Esto es generalmente aceptado que las ovejas pueden satisfacer sus requerimientos de tiamina normal por la síntesis microbial de la vitamina en el rúmen / retículo y posiblemente en el intestino grueso. Sin embargo, cálculos basados sobre las concentraciones de tiamina en el contenido gastrointestinal de ovejas también tienen indicando que la síntesis microbial de tiamina puede ser adecuada o incluso inadecuada. Esto fue en el caso que cuando las dietas alimentadas consistían principalmente de heno, paja o ensilaje de maíz (Phillipson *et al.*,1957). Al respecto Naga *et al.* (1975), demostraron que la síntesis de tiamina microbial fue insuficiente.

En otro alcance, la actividad baja de tiaminasa en el contenido de rúmen, esto estuvo reportado en conexión con polioencefalomalacia en ovejas, pueden conducir una excesiva destrucción de la dieta o producir tiamina microbialmente (Edwin *et al.*, 1968).

## LA NIACINA EN LA NUTRICION DEL GANADO LECHERO

La niacina se ha venido utilizando en raciones para ganado lechero desde hace ya algunos años, sobre todo en aquellas explotaciones tecnificadas

Kung *et al.* (1980), realizaron un estudio con 32 vacas Hostein en las cuales los resultados indicaron que los animales cuyas dietas fueron complementadas con Niacina (60gr./día por animal) durante 70 días, tuvieron mayores rendimientos de leche y un incremento significativo en la persistencia.

Se ha visto que el mayor efecto benéfico de la suplementación de niacina se obtiene en las vacas recién paridas ya que esta vitamina ejerce un efecto anticetonico .

La administración de 12 gr. de niacina por vaca por día durante 8 días después del parto produce una mayor pérdida de peso postparto un aumento en el consumo de materia seca y energía digestible y disminuye

el contenido de colesterol Beta Hidroxi Butirato y ácidos grasos libres (Fronk y Schultz, 1979).

Riddell *et al.* (1981), afirman que el incremento de la leche observado en sus estudios y los de otros con la complementación de niacina puede deberse al incremento de la absorción de Niacina y la subsecuente prevención de la disminución de los nucleotidos de piridina con la suplementación de la niacina.

Fronk y Schultz (1979), establecen que el efecto positivo en la producción de la leche al suministrar Niacina puede relacionarse con el incremento de glucosa en la sangre y se promueve una mayor utilización de la grasa y la actividad de la insulina.

En general parece ser que el modo de acción de la niacina puede ser tanto en el rúmen como en una porción sistémica del animal. La niacina parece ser que influye tanto en la síntesis de proteína bacteriana como en el metabolismo de los carbohidratos y grasa de los microorganismos y

del animal (<http://tarwi.lamolina.edu.pe/~cgomez/vitaminasparamejorarproduccionyfertilidadvacaslecheras.doc>)

## NIACINA EN OVEJAS

Síntesis de niacina por microorganismos del rúmen. Esta síntesis fue considerada adecuada para un desempeño óptimo (NRC, 1978). Sin embargo, evidencias recientes sugieren que esta no puede ser cierto por animales estresados por alta producción.

Shields (1981), agregó 100 ppm de niacina a la dieta de corderos recibiendo algunos harina de soya(SBM) o urea como suplemento de nitrógeno. Durante el periodo de crecimiento la niacina suplementada mejoró un desempeño completo en ovejas descuidando la fuente de proteína. Incremento de niacina en la proporción de ganancia (37.8 % con SBM y 58.1 % con urea), eficiencia alimenticia (24.4 % con SBM y 62.6 % con urea) y retención de N (59 % con SBM y 47 % con urea ). Durante el periodo de finalización la niacina mejoro la retención de nitrógeno con ambos la SBM y dietas con urea, pero aumento la proporción de ganancia

un 46 % y eficiencia alimenticia un 36 % únicamente con SBM. Mizwicki *et al.* (1975), observaron que 500 ppm de niacina suplementada mejoro la eficiencia alimenticia en corderos alimentados a una concentración alta en la dieta conteniendo urea.

## **COMPORTAMIENTO DE LA NIACINA EN EL GANADO DE CARNE**

Byers (1979), realizó un estudio sobre la adaptación de urea suplementada con dietas de maíz o con ensilado de maíz suplementadas con niacina. Sobre 127 días en un experimento de finalización, el uso de la eficiencia de energía para ganancia fue incrementado sobre un 10 % con un 9% aumentando la ganancia de energía neta con un valor de la dieta de 100 ppm de niacina en la dieta. En ambas raciones los becerros y novillos al año respondieron positivamente en proporción y eficiencia de ganancia durante la adaptación de urea suplementada con dietas de maíz o con ensilado de maíz suplementadas con niacina. Estos resultados indicaron que la dicción de niacina puede facilitar la adaptación en dietas de urea y sugerir un efecto positivo en proteína de crecimiento.



El mejoramiento de la proporción de eficiencia y proteína de crecimiento en ganado es quizá uno de los más importantes cambios en el mejoramiento de la eficiencia de la producción de carne. La proteína de crecimiento puede ser limitada por mecanismos hormonales o fisiológicos por niveles limitados de metabolitos celulares, factores, enzimas y nutrientes.

Por medio de la regulación hormonal, es semejante cuando alimentando toros o implantando novillos con productos semejantes con estradiol, proporciones de proteínas de crecimiento hacia límites genéticos pueden ser logrados. Cuando los novillos no fueron implantados estuvieron fisiológicamente limitados sobre un 70% con su potencial genético para proteína de crecimiento.

Investigaciones recientes indicaron una insuficiencia aparente en reducción de piridina nucleotido( $\text{NADH}_2$ ), óptimos niveles para la conversión de amonio a urea y metabolismo de la proteína.

Byers (1981), resumieron 14 estudios que indicaron la suplementación de niacina ayudo al ganado justo en dietas para alimentación en corral (primeros 21 a 38 días). Con una suplementación de niacina de 50 a 250 ppm , proporción en crecimiento y eficiencia alimenticia mejorando en mas experimentos, promediando 9.7 % y 10.9 %, respectivamente. Agregando 500 ppm de niacina produjo efectos negativos. En dos estudios la ganancia y eficiencia mejoro con planta de proteína plus y niacina que con urea plus y niacina. Sin embargo, en varios otros estudios en donde la urea fue la única fuente suplemental de nitrógeno, la niacina tuvo una buena respuesta.

### **COLINA PARA VACAS LECHERAS**

Los animales deben consumir colina o sintetizar la suya propia, porque es un componente clave en muchas rutas metabólicas, particularmente esta asociado, con la utilización de la energía. En vacas lecheras la colina reemplaza a la metionina en su papel como donante de metilo, lo cual puede influir positivamente en la producción de la leche. Además, se ha demostrado que abastecer la dieta con colina genera un

efecto tanto en el rendimiento como en la composición de la leche. Estudios anteriores mostraron los efectos positivos de añadir clorhidrato de colina, una forma no protegida en el rúmen en la producción de la leche y en el contenido de la grasa. Y se sugiere que la colina podría prevenir el síndrome de poca grasa, particularmente cuando se alimentan raciones con una baja proporción de forraje: concentrado (Erdman et al., 1984).

Experimentos subsecuentes, no mostraron efecto en la producción de leche ni en su composición, probablemente debido, a la alta digestibilidad en el rúmen que es caracterizada del clorhidrato Atkins *et al.*, (1988). Similarmente en otro estudio con leche de vaca, el incremento del abastecimiento de clorhidrato de colina de 23 a 326 gramos diarios incremento la disponibilidad de la colina en el duodeno de 1.2 a 2.5 gr/día. Estos hallazgos están apoyados por otros en los cuales la colina en su forma cristalina resultó ser mas degradable que la colina presente en los alimentos balanceados en forma natural (Atkins *et al.*, 1988).

Erdman *et al.* (1984), confirmaron que al administrar colina sobrepasante (RPC) a través de la dieta o infusión post-rúmen, puede influenciar tanto en la producción de la leche, así como en su composición.

Los investigadores confirmaron que se adquirió la colina adecuada para alcanzar el máximo rendimiento en la vaca lechera. También los experimentos relacionados con la integración de colina con metionina sobrepasante incrementaron la producción de leche y su contenido de grasa. Erdman *et al*, (1991). Sin embargo, luego obtuvieron resultados diferentes. Trabajando entre el final del periodo de no lactación y los primeros 100 días de la lactación, ellos no observaron efectos importantes en la producción de leche.

Recientemente se llevaron a cabo estudios en la Universidad de Milan para definir los efectos de la colina en las vacas lecheras en transición a la lactación, con atención especial al momento en la cual la respuesta al tratamiento con colina se podría haber mostrado mas efectivo. El tratamiento con 20 gr/dia de RPC se llevo a cabo controlando 26 vacas lecheras desde el inicio hasta el día 14 antes de la fecha calculada del parto, hasta el día 30 de lactación.

Este régimen condujo a un incremento en la producción de calostro ( $P<.07$ ) y la leche en un 10% ( $P<.05$ ). Sin embargo, no se hallaron efectos en su composición. Los efectos en términos productivos parecen estar asociados con una mejora en el metabolismo lípido.

Sin embargo los resultados a la fecha no permiten establecer conclusiones definitivas sobre el óptimo nivel de colina en la dieta para mejorar la utilización metabólica de metionina en las vacas lecheras.(Pinotti *et al.*, 2002).

### **BIOTINA PARA VACAS LECHERAS DE ALTA PRODUCCIÓN**

Durante varios años los investigadores han demostrado claramente la importancia de la biotina en la alimentación de aves, cerdos, caballos y animales de pelo. En esta la deficiencia de la biotina se asocia generalmente con: lesiones en la piel, y sus integumentos, especialmente lesiones en las patas. Añadiendo biotina a los alimentos balanceados generalmente se puede reducir los síntomas de forma dramática o puede evitarlos completamente.

Investigadores recientes han demostrado que la síntesis de la biotina en el rúmen puede comprometerse por las condiciones ácidas del rúmen ( Da Costa Gómez *et al.*, 1998). Esto podría limitar el abastecimiento de biotina en vacas lecheras de alta producción o en ganado lechero de crecimiento veloz.

Higuchi y Nagahata (2000), investigaron la relación entre la concentración de biotina en el suero y el contenido de humedad de la suela del casco en vacas con laminitis clínica y en vacas con cascos sanos. La concentración media de biotina en el suero de vacas que sufrían laminitis fue bastante menor ( $P < 0.01$ ) que el valor medio de las vacas con cascos sanos. También hubo un importante incremento ( $P < 0.01$ ) en el contenido de humedad de la suela del casco de las vacas enfermas ( $43.0 \pm 1.5\%$ ) al compararlas con los controles ( $34.3 \pm 2.1\%$ )

Bonomi *et al.* (1996), realizaron una prueba que incluyó 135 vacas lecheras friesian italiano durante los primeros cinco meses de lactación halló importantes incrementos en producción de leche por peso (4.7%) así

como el contenido de grasa en la leche (3.4%) y en el contenido de la proteína (4.3%). También hallaron una mejor fertilidad en el grupo con suplemento de biotina en términos de importantes reducciones en el número de días-concepción y en el número de días por concepción.

Una respuesta a la dosificación entre la biotina y la producción de leche fue revelada en un nuevo estudio realizado con vacas Holstein en producción temprana (Zimmerly y Weiss, 2000), Las vacas (15 por tratamiento) empezaron el experimento 14 días antes del parto y permanecieron en el, hasta los 100 días de producción (DIM). No se reporto ningún problema de casco en el hato durante el transcurso de la prueba. Sin embargo, la producción promedio de leche incremento de una manera importante y fue 36.9, 38.3 y 39.8 Kg/día por 0.10 y 20 mg de suplemento de biotina diario, respectivamente (efecto lineal,  $P < 0.05$ ). Según los autores, la mayor producción de leche con suplemento de biotina fue probablemente un resultado de cambios metabólicos y no de la salud del casco. El suplemento de biotina puede ser por lo tanto requerido para que el animal logre su potencial genético.

Con base a los resultados obtenidos en varios estudios controlados de eficacia, se recomienda las siguientes dosis prácticas:

- ❖ En hatos lecheros y de carne, el suplemento de la dieta a largo plazo con 20 gr de biotina por animal por día para una mejor salud de los cascos y rendimiento.
- ❖ Para las vaquillas, el suplemento con 10-20 mg de biotina por animal por día se recomienda como una medida preventiva, empezando a los 15 meses de edad mínima como parte del programa de crianza. Esto puede ayudar a las vaquillonas a combatir y reducir la incidencia de problemas de casco normalmente vistos en los primeros meses después del parto (Lund., 2002).

## **INOSITOL Y LIPIDOSIS HEPÁTICA**

Durante la transición en el estado lactante y no lactante en vacas lecheras, ocurrieron mayores cambios metabólicos . Esto incluye una baja



concentración de insulina en el suero Lipidosis hepática (HL) (Schwalm y Schultz, 1976).

Ford (1959), menciona que estos cambios endocrinológicos pueden estar estrechamente relacionados en el cambio de concentración de triglicéridos en el hígado. Vacas con moderada HL tuvieron disminución en la concentración de insulina en la sangre. La disminución de la concentración de insulina en la sangre en el ganado de leche puede ser asociada con la cetosis (Baird, 1982). La cetosis es usualmente acompañada por la lipidosis hepática (Bell, 1979).

Grohn *et al.* (1983), Similarmente se disminuye las concentraciones de suero de tiroxina (T4) las concentraciones tenían en observación en ganado de leche con cetosis.

Heitzman y Mallinson (1972), la importante función del hígado en la conversión de triiodotironina (T3) o T4 . Los cambios en la función del hígado es relacionado a la acumulación de triglicéridos puede afectar a la actividad y a la concentración de la hormona tiroides.

## **CLASIFICACION DE LAS VITAMINAS**

Son solubles en las grasas o agua, sobre esta base, se agrupan del siguiente modo:

Vitaminas Liposolubles: se disuelven en grasas : vitamina A, D, E y K.

Vitaminas Hidrosolubles: se disuelven en agua : B, C, etc.

## **VITAMINAS LIPOSOLUBLES**

Las vitaminas A, D, E y K son liposolubles. Ninguna se disuelve en agua y todas se absorben mas o menos de la misma manera que los lípidos

de la dieta. Las vitaminas A y D pueden originar estados de hipervitaminosis en animales que reciben cantidades demasiado grandes.

### **Vitamina A**

La vitamina A es esencial para la visión normal, el crecimiento, la reproducción y el mantenimiento de las mucosas del cuerpo en condiciones normales de tal forma que puedan resistir las infecciones bacterianas.

La primera manifestación de deficiencia puede ser la ceguera nocturna, que se podrá observar al mover los animales en el corral cuando a oscurecido. Los animales afectados se golpearán contra los objetos mientras que los parcialmente ciegos caminarán con precaución. Si la deficiencia es corregida en ese momento no se producen mayores daños. Si, en cambio, no se corrige, la ceguera nocturna se incrementa hasta que los animales quedan completamente ciegos.

La carencia de esta vitamina afecta el aparato reproductor. En los toros la actividad sexual declina, disminuye el número de espermatozoides y su motilidad, aumentando las formas anormales. En las vacas puede continuar el estro, pero no quedan preñadas con facilidad.

Si la deficiencia es grande se producen abortos en vacas preñadas. Los terneros pueden nacer muertos o muy débiles y se produce la retención de las membranas fetales.

El sistema respiratorio puede ser dañado también por la falta de vitamina A, produciéndose infecciones y neumonías. Además se observan hinchazones en las articulaciones y la falta de coordinación en las extremidades, que puede transformarse en parálisis.

Los requerimientos de vitamina A en el ganado vacuno son suministrados por el caroteno (sustancia que genera vitamina A) de los

pastos, heno o silaje. Los animales en pastoreo no reciben vitamina A sino el pigmento caroteno que luego es transformado en vitamina A en las paredes del intestino delgado. El hígado es el principal depósito de vitamina A y carotenos del organismo animal.

El caroteno es formado solamente en las plantas y está ampliamente difundido en la naturaleza. Este pigmento se encuentra generalmente en las partes verdes de las plantas siendo la intensidad del color verde un buen índice para calcular su contenido. Cuando las plantas se secan y mueren el contenido de caroteno es nulo. Por eso, cuando los animales pastorean pasto seco durante mucho tiempo puede producirse una deficiencia de vitamina A. Los granos de cereales, con excepción del maíz colorado y todos los suplementos proteicos son muy deficientes en caroteno. El heno contiene mucho menos que las plantas verdes.

El ganado vacuno no requiere el suministro diario de caroteno. Los animales que ingieren abundante forraje verde pueden almacenar

suficiente caroteno y vitamina A en el hígado y en la grasa del cuerpo, reserva que le dura bastante tiempo.

Las vacas de cría en gestación de 500 kg. de peso se recomienda que ingieran diariamente 55 mg. de caroteno, durante los tres o cuatro primeros meses de lactación se recomienda en cambio 90 mg. diarios.

Los terneros al nacer no tienen reserva de vitamina A en su cuerpo y depende de lo que reciban en el calostro y en la leche materna. Si las vacas están desnutridas y reciben una alimentación deficiente de caroteno los terneros serán afectados por una deficiencia en vitamina A. para evitar esto se debe alimentar a la vaca con un suplemento que contenga caroteno o vitamina A.

El suministro de 0,5 kg. de heno de alfalfa de buena calidad (verde, bien curado y ojoso) es suficiente para proteger el ganado en crecimiento

y engorde de una deficiencia de esta vitamina. Las leguminosas y gramíneas verdes son buenas fuentes de caroteno. El silaje también lo contiene, pero una vez expuesto al sol y al viento su contenido disminuye rápidamente.

### **Complejo vitamínico B**

Este compuesto por tiamina, biotina, niacina, ácido pantoténico, riboflavina, ácido fólico y las vitaminas B6 y B12; todas estas vitaminas son sintetizadas por las bacterias del rúmen, desde las ocho semanas de edad en adelante. Por ese motivo no es necesario suplementar al vacuno con este tipo de vitaminas. La única excepción sería la vitamina B12 que contiene cobalto. Si existe una deficiencia de cobalto en el alimento se producirá una carencia de esta vitamina. Los terneros reciben la cantidad necesaria de esta vitamina en el calostro y en la leche materna que son buena fuente de todas ellas, incluso vitamina B12. Mientras que el

ternero disponga de una cantidad adecuada de leche en su alimento no se producirán deficiencias.

### **Vitamina C**

La vitamina C o ácido ascórbico; es formada en el organismo del vacuno no siendo requerida en su alimentación, además, el agregado de esta vitamina al alimento de estos animales no aumenta el contenido en los tejidos ya que es destruida durante la fermentación en el rúmen.

### **Vitamina D**

Aunque la vitamina D es requerida por todos los mamíferos, prácticamente es necesario suministrarla en la alimentación de tan solo aquellos animales que no están expuestos a raios solares, especialmente durante la preñez y el crecimiento. Al exponerse al sol se forma suficiente vitamina D en la piel para satisfacer los requerimientos del



animal. Como en nuestro país los vacunos se encuentran permanentemente en el campo, no es probable que se presenten deficiencias de esta vitamina. Sin embargo durante otoño e invierno los rayos solares que alcanzan al animal, no son tan efectivos como en verano y si se producen los llamados "temporales", en que el cielo permanece cubierto durante muchos días, puede llegar a producirse una deficiencia, principalmente en vacas de alta producción lechera. En estos casos el heno de alfalfa curado al sol, de buena calidad, es una excelente fuente de vitamina D, con que se podrá suplementar a los animales.

La vitamina D, es requerida para una eficiente utilización del calcio, fósforo y la formación de los huesos de los animales en crecimiento. En el adulto parece ser menos importante, excepto durante la reproducción y lactación. Niveles anormales bajos de calcio y fósforo en la sangre existiendo adecuada cantidad de esos elementos en los alimentos podría hacer sospechar de una deficiencia en vitamina D.

## **Vitamina E**

Esta vitamina esta ampliamente distribuida en la naturaleza. El aceite del germen de la semilla contienen grandes cantidades, las hojas verdes bastante y los tejidos animales poca cantidad.

La deficiencia en vitamina E, parece tener influencia en la producción y La degeneración de los músculos del esqueleto. Sin embargo, por ser tan abundante en los alimentos consumidos por los vacunos, prácticamente es poco probable que se presente esta deficiencia.

## **Vitamina K**

La vitamina K que previene las hemorragias, es sintetizada normalmente por las bacterias del rumen en suficiente cantidad. La función de esta vitamina es actuar en la formación de protrombina en el hígado para mantener un nivel normal de ésta en la sangre.

La vitamina esta relacionada con la llamada "enfermedad del trébol de olor" (melilotus, alfa u alba u officinalis). El heno o silaje de mala calidad hecho con trébol de olor, contiene dicumarol. Esta sustancia disminuye la producción de protrombina al no permitir la utilización de vitamina K por el hígado. Aparentemente es un antagonista de la vitamina K. El suministro de altas dosis de vitamina K, es generalmente un tratamiento efectivo para combatir esta enfermedad.

## **VITAMINAS HIDROSOLUBLES**

Con excepción de la vitamina C, todas las vitaminas hidrosolubles se pueden agrupar en lo que se conoce como vitamina del complejo B. Las vitaminas del grupo B, se sintetizan mediante fermentación microbiana en el tracto digestivo, en particular en los rumiantes y en los herbívoros no rumiantes (caballo y conejo). Algunos animales se comen las heces (coprofagia), de modo que reciclan las vitaminas que se sintetizan en la fermentación microbiana, que ocurre en el intestino grueso o en el ciego. Esto sucede prácticamente en el conejo.

Pocas vitaminas del complejo B se almacenan en grandes cantidades en el hígado, permitiendo que los animales soporten breves períodos de carencia. Como el exceso de vitaminas se excreta, es improbable que acarreen toxicidad.

La vitamina C, se la considera por separado en la relación con otras vitaminas hidrosolubles porque desempeña un papel metabólico por

completo distinto. El orden en que comentamos las vitaminas del grupo B, nada tiene que ver con su importancia en nutrición y metabolismo (<http://www.monografias.com/trabajos/vitafermen/vitafermen.shtml>).

## **DIGESTIÓN Y ABSORCIÓN DE LAS VITAMINAS HIDROSOLUBLES**

La pared del rúmen parece ser permeable a algunas vitaminas del grupo B aunque, a efectos prácticos, la absorción ruminal tiene escasa importancia ya que las vitaminas sintetizadas se encuentran en el interior de los cuerpos microbianos Hungate (1966), y no estarán disponibles hasta la rotura de su membrana. Por el contrario, otros trabajos indican que la pared del rumen es impermeable a la mayor parte de las vitaminas Jean-Balir y Alves de Oliveira (1994). En cualquier caso, la mayor parte de las vitaminas sintetizadas por los microorganismos del rúmen se liberan por acción de la digestión abomasal y, de esta forma, quedan libres para ser absorbidas en el intestino delgado, fundamentalmente en el duodeno proximal.

## EFFECTOS DE LA SUPLEMENTACIÓN CON VITAMINAS HIDROSOLUBLES

Las respuestas disponibles a la suplementación con vitaminas del grupo B en la bibliografía son escasas, y en muchos casos contradictorias. Esto se debe principalmente a la gran variabilidad de las condiciones de funcionamiento del rumen y de las necesidades del animal en función de su estado productivo. Por otro lado, las propias características y propiedades de cada una de las vitaminas, hacen que se presente igualmente una gran variabilidad, siendo difícil generalizar. En este sentido, debe señalarse el trabajo realizado por Zinn *et al.* (1987), en terneros de carne anteriormente comentado, en el que no observaron ninguna mejora en los rendimientos productivos de terneros de engorde o en la digestibilidad (materia orgánica, proteína y fibra) de la ración, al suplementar por vía oral con vitaminas del grupo B. Sin embargo, sí observaron una tendencia a disminuir la morbilidad de los procesos patológicos, aunque de forma no significativa. Sus resultados, sin embargo, pueden no ser totalmente generalizables a otras situaciones productivas en rumiantes.

## NECESIDADES VITAMÍNICAS DE LOS RUMIANTES Y FACTORES DE VARIACIÓN

Los rumiantes domésticos para desarrollar correctamente sus funciones vitales y productivas, tienen necesidad de todas las vitaminas . Sin embargo, dadas las características especiales de su aparato digestivo, muchas de las vitaminas hidrosolubles (especialmente las del grupo B) y algunas liposolubles (vitamina K) pueden ser sintetizadas en cantidades superiores a las necesidades por los microorganismos del rúmen (cuadro 2.1).

Cuadro 2.1. Síntesis de vitaminas hidrosolubles y grado de cobertura de las necesidades vitamínicas en ganado bovino (Huber, 1988).

vitaminas	Necesidades (mg/d)	Síntesis ruminal		
		mg/6h	mg/24h	mgCobertura necesidades
Riboflavina (B2)	32	35	140	440 %
Niacina	182	219	876	480 %
Ac. pantotenico	117	43	172	150 %

Por este motivo, se recomienda, la mayor parte de las raciones para rumiantes que sean suplementadas fundamentalmente en vitaminas

liposolubles, principalmente A, D3 y E. Suele asumirse así que, las necesidades en otras vitaminas son cubiertas por la absorción de las producidas por los microorganismos del rumen, como es el caso de las: B1 (tiamina), B2 (riboflavina), Niacina (B3 o ácido nicotínico), B6 piridoxina), B12 (cianocobalamina), Biotina, Colina, Ácido fólico (folacina), Ácido pantoténico y K, o por las sintetizadas en los tejidos del propio animal: C (ácido ascórbico), etc... Sin embargo, existen también evidencias y recomendaciones (NRC, 1989) de la necesidad de suplementar ciertas vitaminas (B1, B12, Niacina y posiblemente Colina), en algunas condiciones particulares, tales como: rumiantes jóvenes o sometidos a dietas lácteas, situaciones de deficiencia en Co, raciones ricas en alimentos muy fermentescibles (melazas, tubérculos, raíces, cereales, especialmente cuando han sido finamente molidos o tratados al calor) o ricas en sulfatos (pulpas de remolacha muy sulfatadas), intoxicaciones o empleo de alimentos enmohecidos y, especialmente, cuando se adicionan productos conservantes antimicrobianos o antibióticos.

Zinn *et al.* (1987), indican que, en el caso de terneros de cebo al inicio del periodo de engorde, el ác. pantotenico y el ác. fólico, pueden



también ser limitantes en el crecimiento. No obstante, señalan igualmente, que no deben esperarse respuestas a la suplementación oral de estas vitaminas dada su elevada degradabilidad en el rúmen.

### **ESTABILIDAD DE LAS VITAMINAS SINTÉTICAS**

La estabilidad de las vitaminas sintéticas, ya sea en mezclas como correctores vitamínico-minerales o en piensos compuestos elaborados, tiene especial importancia con vistas a su suplementación práctica. Los principales factores estresantes que afectan la estabilidad de las vitaminas durante el proceso de fabricación de piensos compuestos, o durante su posterior almacenamiento, son de tipo físico (temperatura, humedad, luz, presión, fuerza de fricción) o químico (pH, reducción-oxidación, presencia de microminerales).

### **VITAMINAS HIDROSOLUBLES EN LA ALIMENTACIÓN DE LOS RUMIANTES**

Knight *et al.* (1940), indicaron que el ácido ascórbico se destruye completamente en el rúmen, en menos de 2 horas. Especial interés tiene el trabajo realizado por Zinn *et al.* (1987), más recientemente, en terneros de engorde a diferentes niveles de suplementación vitamínica, de acuerdo con las necesidades establecidas por el NRC en 1979 . ( cuadro 2.2)

Cuadro. 2. 2. Recuperación de vitaminas hidrosolubles en el duodeno de terneros de carne. Según el nivel de suplementación en el pienso (Zinn *et al.*, 1987).

	NIVELES DE SUPLEMENTACION Mg./ día			
VITAMINA	0	X	10X	Efecto (p<)

Tiamina (B1)				
Ingerida	9,8	29,8	209,8	
Duodeno	26,2 <sup>a</sup>	25,3 <sup>a</sup>	130,7 <sup>b</sup>	0.01
Riboflavina(B2)				
Ingerida	37,6	77,6	437,6	
Duodeno	39,2	35,5	43,8	NS
Niacina (B3)				
Ingerida	67,0	267,0	2067,0	
Duodeno	277,4	207,5	400,9	NS
Piridoxina(B6)				
Ingerida	14,6	34,6	214,6	
Duodeno	29,0 <sup>a</sup>	34,1 <sup>a</sup>	230,9 <sup>b</sup>	0.01
Acido pantotenico				
Ingerida	24,5	224,5	2024,5	
Duodeno	11,0 <sup>c</sup>	15,3 <sup>c</sup>	452,8 <sup>d</sup>	0.05
Ac. Folico				
Ingerida	1,2	11,2	101,2	
Duodeno	1,1	1,2	3,8	NS
Biotina				
Ingerida	1,2	3,2	21,2	
Duodeno	3,6 <sup>a</sup>	3,5 <sup>a</sup>	30,1 <sup>b</sup>	0.01
Cianocobalanina (B12)				
Ingerida	0,1	0,2	2,0	
Duodeno	10,4	9,2	10,6	NS
Ac. Ascórbico				
Ingerida	0	100,0	1000,0	
Duodeno	0	0	0	NS

A,b,c,d= letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas entre tratamientos

Cuadro. 2.3 Degradabilidad ruminal y síntesis microbiana de vitaminas hidrosolubles en terneros de cebo (elaborado a partir de datos de Zinn *et al.*, 1987).

VITAMINAS	Degradabilidad (%)	Síntesis (mg/Kg MDO)
-----------	--------------------	----------------------

Tiamina (B1)	48	8.3
Riboflavina (B2)	99	15.2
Niacina (B3)	94	107.2
Piridoxina (B6)	0	5.6
Ac. Pantoténico	78	2.2
Ac. Fólico	97	0.4
Biotina	0	0.8
Cianocobalamin (B12)	90	4.1
Ac. Ascórbico (C)	100	0

MOD = Materia orgánica digestible.

A partir de estos datos puede concluirse que:

- B6 y Biotina son vitaminas que resultan muy estables en el rumen.
- Tiamina (B1) presenta una degradabilidad intermedia.
- Las restantes vitaminas hidrosolubles se degradan casi en su totalidad en el rumen (B2, Niacina, Ác. pantoténico, Ác. fólico, B12 y C).

Se observa una mayor síntesis de Tiamina (B1) con harina de sorgo que con harinas de maíz o cebada. Por otro lado, el aumento de la materia orgánica digestible en el rumen, favorece la síntesis de vitaminas del grupo B, de acuerdo con lo calculado por Zinn et al. (1987). Análogamente,

el almidón, en cantidades moderadas, estimula la síntesis de vitaminas hidrosolubles, mientras que la fibra estimula la de Riboflavina (B2).

Estudios realizados en condiciones in Vitro han señalado que la suplementación con S, o el exceso de sulfatos, tiende a inhibir la síntesis de Tiamina (B1) y Ác. pantoténico y, por el contrario, estimular la síntesis de Riboflavina (B2).

Miller *et al.* (1986), señalaron que la adición de Clortetraciclina y Monensina, a raciones de terneros de engorde, con una elevada proporción de concentrado, produjo una escasa disminución de síntesis de vitaminas del grupo B.

- Niacina (ác. nicotínico o B3):

La suplementación vitamínica hidrosoluble más estudiada en rumiantes corresponde al caso de la Niacina en vacas lecheras. Aunque los resultados obtenidos son muy variables, y según las conclusiones de Zinn *et al.* (1987), resulta una vitamina muy degradada en el rúmen, el NRC

(1989), concluye que en muchos casos, la síntesis microbiana no resulta suficiente para cubrir las necesidades de las vacas lecheras de alta producción y es necesaria su suplementación. Existe modulación de la síntesis de Niacina según, la cantidad que llega al rúmen, de forma que la síntesis es mayor cuando las cantidades ingeridas son bajas y viceversa. La absorción de Niacina, a través de la pared ruminal es posible, aunque no resulta importante ya que sólo un 3-7% se encuentra en el líquido ruminal y el resto se localiza fundamentalmente en los cuerpos bacterianos. Por otro lado, la nicotinamida se absorbe a través de la pared ruminal más rápidamente que el ácido nicotínico, pero como la amida se convierte muy rápidamente en el ácido, no resulta factible en la práctica aumentar la absorción ruminal Campell *et al*, (1994). Estos mismos autores indican que cerca del 17% de la Niacina suplementada por vía oral llega al duodeno, resultando posible aumentar la cantidad de vitamina disponible para las vacas. En este sentido, el aporte de Niacina a vacas lecheras, es capaz de aumentar la concentración de esta vitamina en el rúmen y la cantidad total absorbida en el intestino delgado. Bieber-Wlaschny (1988), recomienda una suplementación de 3-6 gr/día para optimizar la producción de vacas lecheras.

Cuadro. 2.4 Efectos de la suplementación de vacas lecheras con Niacina en la producción y composición de la leche según diversos autores (Bieber - wlaschny 1988 ).

Niacina (g/d)	Vacas (No.)	Producción Leche (Kg/dia)	Efecto (%)	observaciones
3	56	21.2	0 a +3	Aumento en % de grasa y proteína
5	-	27.9	+3 a +4	Ensayo a mitad de lactación.
5	130	24.6 a - 30.6	0 a +10	
6	32	25.3	+1 a +6	Mayor persistencia
6	508	30.1	+2	Menor incidencia de
6	-	-	0	cetocis
6	300	30.2	+5	Vacas muy flacas.
			-13	Vacas en condición corporal normal
6	24	23.1	+3	Vacas flacas
6	240	24.5	-5	Fuertes aumentos en % de grasa y proteína
			+3	Ración 15 % de semilla de algodón.
				Ensayo a mitad de lactación
12	8	30.1	+13	Vacas con problemas de cetocis.

Los principales efectos de la Niacina son el aumento de la producción de leche Jaster *et al.* ( 1983), y la mejora del contenido en grasa (Belibasakis y Tsiroggianni , 1996).

Cuadro.2.5 Efectos del empleo de Niacina en situaciones de estrés por calor (32-53 °C) en vacas lecheras (Belibasakis y Tsirgogianni, 1996).

Parámetro	Control	Niacina	Efecto (P<)
Ingestión (Kg. MS/d)	17.2	17.3	NS
Leche (kg/d)	23.3	24.4	NS
Leche 4% (kg/d)	21.4	24.0	0.01
Grasa (%)	3.46	3.89	0.01
Grasa (kg/d)	0.81	0.95	0.01
Proteína (%)	3.23	3.24	NS
Proteína (kg/d)	0.75	0.79	NS
Lactosa (%)	4.75	4.87	NS
Condición corporal	2.9	3.1	NS

El efecto en condiciones de elevada temperatura resulta beneficioso para las vacas, que ven reducida su temperatura corporal, aunque en ocasiones, la producción de leche no aumenta de forma significativa (Di Costanzo *et al.*, 1997).

El aumento en grasa de la leche parece debido a una mejor digestión en el rumen de la FND, con aumento de la producción de ácido acético. Sin embargo, puede ser explicado por un aumento de la Niacina disponible que se utiliza en la síntesis de NADP, enzima que interviene en



la síntesis de ácidos grasos en la glándula mamaria, tal como justifican (Belibasakis y Tsirgogianni, 1996).

Doreau y Ottou (1996), indicaron una mayor degradabilidad de la materia seca ingerida en el rúmen, y un aumento de los protozoos al suplementar con Niacina, pero la digestibilidad no fue modificada. También se ha observado que se puede atenuar la disminución del contenido en proteína de la leche cuando se utilizan raciones con alto contenido en grasa y disminuir los valores de urea en sangre (Cervantes et al., 1996).

Cervantes et al. (1996), concluyen que la adición de un 3% de Nicotinamida durante la fabricación de jabones cálcicos de ácidos grasos de cadena larga, utilizados como suplemento lipídico en rumiantes, no destruye la vitamina y enriquece el jabón. Sin embargo, pese a su incorporación en el jabón la Nicotinamida resulta completamente soluble en agua o líquido ruminal en menos de 6 horas, por lo que su degradabilidad, en el rumen resulta escasamente mejorada.

Huber (1988), señala que la suplementación con Niacina mejora la adaptación de los terneros al inicio del proceso de cebo (feedlot).

- Tiamina (B1):

La suplementación con B1 merece, una mención especial debido a la aparición de una patología específicamente relacionada con ella, conocida como NCC (necrosis cerebro cortical) o poliencefalomalacia, que puede ser consecuencia de una incorrecta alimentación.

Zinn *et al.* (1987), menciona que su degradación ruminal es de tipo medio, y la síntesis microbiana elevada. La síntesis de B1 en el rúmen se correlaciona con la síntesis de proteína microbiana Hoeller *et al.* (1985), por lo que los factores que afectan a la síntesis de ésta puede considerarse que actúan también sobre la B1.

Se realizaron estudios en el balance de B1 en el tubo digestivo de una vaca lechera, alimentada con ensilado de maíz, heno y concentrado, a partir de los datos de Breves *et al.* (1981). En condiciones in Vitro se ha

comprobado que la B1 que llega al rúmen es rápidamente absorbida o degradada por las bacterias, estimando la degradación de la vitamina añadida en un 50% según Steinberg y Kaufmann (1977), lo que resulta concordante con los valores obtenidos por Zinn *et al.* (1987), en condiciones *in vivo*. La degradación es consecuencia de la acción de tiaminasas y factores tiaminolíticos no enzimáticos. Estos aspectos son importantes en el desarrollo de la necrosis cerebro cortical y todo parece indicar que, las raciones que provocan acidosis ruminal, favorecen la proliferación de bacterias que pueden sintetizar ambos compuestos y desencadenar así la aparición de la enfermedad (Bieber-Wlaschny, 1988).

Bieber-Wlaschny (1988), a partir de la revisión realizada, concluye en la necesidad de suplementar con B1 las raciones de vacas lecheras de alta producción. En las condiciones actuales la protección no parece resultar, sin embargo, es necesaria ya que la suplementación oral resulta eficaz para producir la respuesta del animal.

- Ácido fólico (folacina):

El interés por esta vitamina en rumiantes, es reciente, especialmente después que se ha demostrado que la administración intramuscular de ácido fólico aumenta la velocidad de crecimiento en terneras de 4 meses de edad Dumoulin *et al.* (1991), por lo que se plantea la conveniencia de su suplementación en la ración.

Los resultados de Zinn *et al.* (1987), indican que el ác. fólico presenta en el rumen una degradabilidad alta y una síntesis microbiana baja, lo que dificulta su suplementación en la práctica.

Girard *et al.* (1992), demuestran que administrando dosis más altas de ácido fólico (2 mg/kg PV), sí que es posible aumentar el nivel de folatos en sangre. En estudios realizados en condiciones in Vitro, se ha observado que la adición de ác. fólico mejora la digestibilidad de la paja. Por el contrario, Chiquette *et al.* (1993), trabajando en condiciones in vivo con terneros fistulados, suplementados o no, con 2 mg/kg PV, no obtuvieron ninguna mejora en la digestibilidad de ningún componente de la ración, aunque el nivel de ác. propiónico tendió a aumentar.

*Girard et al. (1995)*, al aplicar inyecciones intramusculares de ácido fólico a vacas lecheras, desde el día 45 de gestación, hasta 180 días después del parto, observaron aumentos no significativos del contenido en folatos de la leche, la producción de leche y el porcentaje de proteína de la leche, a partir de los 180 días, pero no antes de la lactación.

*Girard et al. (1998)*, consiguieron aumentar significativamente la producción de leche en vacas multíparas (+3 a +9 %) al suplementar, en el último mes de gestación y durante toda la lactación, con 2-4 mg/kg PV de colina en la ración. El efecto no fue significativo en primíparas.

La Colina es considerada como vitamina sólo en algunos aspectos, ya que como componente de muchos fosfolípidos y en la forma de Acetilcolina juega un papel mayor en el metabolismo de los animales, especialmente en el mantenimiento de la integridad de las membranas. Es también, una importante fuente de grupos metil, para la síntesis de importantes compuestos, estando relacionada con otras sustancias donantes de grupos metil, tales como la Betaína y Metionina. En particular existe una estrecha relación entre la cantidad de Metionina absorbida y

las necesidades de Colina, estimándose que más del 30% de la Metionina absorbida es utilizada por las vacas para sintetizar Colina. En este sentido, la Colina permite economizar Metionina y viceversa. Uno de los síntomas más claros de la deficiencia en Colina, es el desarrollo del hígado graso. La mayor parte de la Colina ingerida, se degrada rápidamente en el rúmen.

Sharma y Erdman (1989), indican que el Cloruro de Colina, que es muy higroscópico, se degrada un 97% en escasos minutos. La suplementación con niveles de hasta más de 300 g/d fueron incapaces de aumentar en más de 1g/d los niveles en el duodeno de vacas lecheras Sharma y Erdman, (1988), lo que indica su ineficacia en forma no protegida.

Por otra parte, Matison (1986), indica además que no existen evidencias en la bibliografía de síntesis ruminal de Colina, aunque en general se considera que las bacterias del rúmen son capaces de sintetizar Colina, para su funcionamiento.

Baker (1995), Los rumiantes parecen conservar más eficazmente la Colina que los monogástricos, lo que parece ser consecuencia de un mecanismo evolutivo de adaptación, por la escasa cantidad de Colina disponible para ser absorbida en el intestino.

Erdman (1992), Dada la relación metabólica entre Metionina y Colina, una parte de la respuesta postruminal observada con el empleo de suplementos de Metionina puede también ser consecuencia de su papel como dador de grupos metilo y precursor de la síntesis de Colina.

Trabajos realizados por Erdman *et al.* (1988), se ha puesto claramente de manifiesto que la infusión abomasal de Colina tiende a aumentar la producción de leche y de grasa en vacas lecheras, pero sólo la forma protegida resulta eficaz en su uso como suplemento alimenticio. La dosis óptima de Colina se sitúa entre 30-45 gr/día, con una respuesta media en leche de aproximadamente 1,9 kg/vaca, tal como concluye, en el cuadro 2.6 aparecen resumidas las principales experiencias sobre infusión de Colina en vacas lecheras según (Erdman,1992).

Cuadro.2. 6 Efecto de la infusión de Colina en vacas lecheras (Erdman, 1992).

	Colina (g/d)			
	0	15-30	31 - 45	> 45
Leche (kg/d)	30.7	31.1	32.6	32.1
Leche 4% (kg/d)	30.9	30.6	32.5	32.9
Grasa (%)	3.49	3.30	3.43	3.49
Proteína (%)	3.31	3.31	3.22	3.28

Erdman *et al.* (1991), han valorado en condiciones in Vitro, una Colina protegida con lípidos, obteniendo un 97% de protección en el rúmen. Dado que la concentración de Colina en plasma, no se relaciona con la cantidad absorbida, tal como han señalado Sharma y Erdman (1989), la evaluación de la protección en condiciones in vivo, resulta difícil de realizar.

Dichos autores concluyen, que la concentración de Colina en la leche puede ser utilizada como un método simple y rápido, para valorar los cambios en el aporte ostrominal de Colina, y así, estimar el potencial de los distintos productos comerciales para incrementar la Colina absorbida. Los efectos de la Colina no son exclusivos de la producción de leche en el ganado vacuno.



Puchala *et al.* (1998), han observado una respuesta lineal en la velocidad de crecimiento y en el índice de conversión de cabritas suplementadas con Colina, protegida a dosis de 8-6 g/kg MS ingerida, concluyendo que la Colina, puede también ser limitante en las raciones de caprino en crecimiento. En este trabajo se obtuvo igualmente un aumento de la concentración plasmática de Colina, al utilizar un suplemento protegido, indicando así su eficaz protección.

Robles *et al.* (1995), realizaron un estudio sobre el efecto de la administración de vitaminas hidrosolubles, sobre el crecimiento de cabritas al destete, donde evaluaron dos niveles de vitaminas del complejo B. Los animales del grupo testigo, no recibieron administración intramuscular de vitaminas, en tanto que el resto de los animales, recibió dos niveles de las mismas ( en el nivel uno, 8.57, 0.17, 0.43, 8.57, 4.28 mg y en el nivel dos con 17.17, 0.34, 0.85, 17.14, 8.54 mg de tiamina, riboflavina, piridoxina, niacina y biotina, respectivamente ). Donde se midió el rechazo diario de alimento para determinar el consumo, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia. Con respecto a la alimentación el consumo de forraje fue de 35.19 kg, 35.47 kg, 37.26 kg, de concentrado fue de 6.3 kg, la ganancia de peso fue 4.91 kg, 4.23 kg, 4.86 kg y en la

conversión alimenticia 13.23 kg, 10.20 kg, 10.19 kg en cada uno de los tratamientos tomando en cuenta que no se encontró diferencia significativa en los datos anteriores, lo que sugieren la ausencia de algún efecto ,debido a la administración de vitaminas hidrosolubles en los niveles suministrados en esta prueba.

Miller *et al.* (1986), realizaron estudios sobre los efectos de las fuentes de grano y niveles de concentrado en la producción y absorción de vitaminas B (tiamina, niacina, riboflavina) y producción en novillos. Donde utilizaron novillos canulados en el duodeno e ileon, donde se determinaron los efectos del tipo de grano y la relación, forraje concentrado en la proporción aparente de tiamina, niacina, riboflavina y producción y absorción de biotina.

Siete novillos fueron usados en el experimento 1 comparando dietas conteniendo 15% de alfalfa, y 85% de maíz, trigo, avena y sorgo. Ecepto; el sorgo resultó con pérdidas netas de tiamina en el rumen de los novillos.

En el segundo experimento se utilizaron dietas con bajo concentrado (LC), conteniendo 29.5% de maíz, mientras que dietas con concentrado alto (HC) comprendida de 88.9% de maíz. La dieta de LC contenía mas niacina, riboflavina, biotina y proteína cruda, mientras que la dieta HC contenía grandes cantidades de tiamina. En concentraciones de tiamina duodenal, niacina y riboflavina no hubo diferencias significativas entre dietas. La dieta HC resulto un incremento de niacina ( $P<.01$ ) y rivo flavina ( $P<.05$ ), cantidades en heces.

## **REQUERIMIENTOS DE VITAMINAS HIDROSOLUBLES EN RUMIANTES**

Al considerar los requerimientos de vitaminas por los animales, se debe distinguir entre las necesidades de las vitaminas en los procesos metabólicos y las necesidades de las vitaminas en la alimentación. Por ejemplo, los rumiantes requieren en sus procesos metabólicos, muchas de las vitaminas del complejo B. en cambio, no necesitan recibirlas en la alimentación, ya que las sintetizan las bacterias del rúmen. El ácido ascórbico o vitamina C, es requerida en los procesos metabólicos de

numerosas especies, pero es esencial en la alimentación de alguna de ellas (hombre, mono), ya que la mayor parte de las especies, la sintetizan en sus organismos en cantidad suficiente.

Para los bovinos, el complejo vitamínico B y la vitamina K, son sintetizada por las bacterias del rúmen, y la vitamina C en los tejidos. O sea, que prácticamente, las vitaminas A, D y en algunas casos la E, podrían ser las únicas con posibilidad de deficiencia, aunque si los animales disponen de una buena alimentación, las mismas no se producirán.

### **TRANSPORTE EPITELIAL DE VITAMINAS HIDROSOLUBLES**

Tales procesos de absorción intestinal y renal esta crítica para la reabsorción y la utilización de nutrientes y conservación, particularmente para los micronutrientes, en la cual frecuentemente ocurre en limitaciones en la dieta. Fundamentalmente, es la disponibilidad, el resultado total es una serie de fenómenos en el transporte de nutrientes. En adición, alteraciones celulares y subcelulares , tomar en primer lugar

nutriente que puedan o nutrientes deficiente que es clínicamente significativa.

Los datos descritos de los mecanismos de transporte para vitaminas hidrosolubles, tuvieron relativamente alta afinidad pero baja capacidad. Esas características impidieron esta identificación y particular mente esta separación de epitelio de mamíferos.

Aparentemente diferentes mecanismos de transporte para las varias vitaminas hidrosolubles, en la cual esta seguro, químicamente y bioquímicamente heterogéneos. En adición, por una determinada vitamina los mecanismos de transporte, pueden estar entremezclados en el epitelio. Finalmente pueden tomar vías múltiples que existen para una vitamina dada. La fisiología comparativa de vitaminas hidrosolubles es extensamente no reconocida, aunque algunas especies tuvieron diferencias notorias. Aspectos desarrollados de la síntesis de los sistemas de transporte (Bowman 1989,).

## INTERACCION DE VITAMINAS HIDROSOLUBLES CON OTROS NUTRIENTES

Filmer (1933), reporto que 40 gm. de hígado secado alimentado diariamente curó de una enfermedad desconocida que afectó a las ovejas en Australia. Trabajando en la hipótesis que la acción del hígado, se debe a un mineral presente en cantidades equivalentes de ceniza de hígado en el alimento y descubrió que esto era inefectivo causando una cura, después de que el dolor estuvo mostrando una deficiencia de cobalto.

Filmer and Underwood (1937), sugirieron que el cobalto fue convertida en alguna combinación orgánica en el rúmen y que estos compuestos fueron esenciales para las ovejas. Ellos también creen que este factor fue almacenado en el hígado en la cual en cierta cuenta para el requerimiento de un largo periodo que produce una deficiencia de cobalto en ovejas.

Estos trabajos no fueron tomados en consideración que el hígado es una excelente fuente de vitamina B . Algunos de los síntomas de una

deficiencia de cobalto en ovejas es similar a los síntomas de deficiencia de vitamina B observada en otros animales.

Ray *et al.* (1948), inyectaron ovejas deficientes de cobalto con varios miembros de las vitaminas del complejo B. Únicamente la inyección de tiamina apareció benéfica. Un suplemento completo de vitamina B dada oralmente por un periodo de 2 semanas, fallo al aliviar a algunos de los síntomas de deficiencia de cobalto.

Rickes *et al.* (1948), aislaron un factor (vitamina B12) que contenía cobalto de hígado, Una de la sorprendentes propiedades de esta vitamina fue marcada por un efecto en formación de hemoglobina en una anemia perniciosa causada en humanos. Una anemia en ovejas es también caracterizada por una deficiencia de cobalto.

Hale *et al.* (1950), demostraron que las concentraciones de vitamina B12 son limitadas o ganadas en las ovejas deficientes de cobalto. Actualmente quizás esto parece que una deficiencia de cobalto en ovejas puede compensar una deficiencia en la síntesis de vitamina B12 en el rúmen.

El propósito de este estudio es reportar que una determinada vitamina B12 inyectada o tomada oralmente alivia algunos de los síntomas de una deficiencia de cobalto en ovejas. Varias combinaciones de la Vitamina B también dada oralmente a ovejas deficientes de cobalto por un extenso periodo de tiempo.

Dos experimentos fueron conducidos para determinar el efecto de:

- 1) suplementación de tiamina en dietas para alimentación de novillos en corral, 2) una inyección con tiamina con otras B-vitaminas o bien una suplementación de tiamina en las dietas de novillos. Y 3) magnesio suplemental (Mg) en novillos y una cantidad adecuada de tiamina. En el primer experimento, 96 novillos fueron usados en un factorial 2 X 2 designado con MgO a 0 y 0.19 % de la dieta y de tiamina de 0 y 6.25 mg/kg de la dieta. Con la excepción de concentración de magnesio en el plasma, en la cual la dieta reflejó concentraciones de magnesio, el tratamiento no fue significativo en las diferencias observadas por otros parámetros en las sangre o por el desempeño de la alimentación en corral. Esto subía y bajaba P<sub>c</sub> incidencia de engorda fue observada en



animales con dietas suplementadas con tiamina y magnesio, respectivamente. En el segundo experimento fueron utilizados 72 novillos en un factorial de 3 x 3 designado con MgO a 0, 0.19 y 0.75 % de la dieta y tiamina de 0 y 6.25 mg/kg de dieta y 6.25 mg/kg de una dieta plus con una inyección semanalmente de 200 Mg. de tiamina con otras vitaminas B. Los tratamiento de tiamina no tuvieron influencias significante en el desempeño de algunos animales o incidencia de engorda. El promedio de ganancia diaria ( 1.64, 1.48 y 1.26 Kg.) y la ingestión en la alimentación de materia seca (9.63, 9.14 y 8.50 kg) disminuyendo conversión y eficiencia alimenticia (5.92, 6.18 y 6.88) aumentó, incrementando lo niveles de magnesio en la dieta. A tendencia ( $P \leq 0.10$ ) fue también observada una incrementada incidencia de engorda con niveles de magnesio incrementados en la dieta. Esto concluyó que la suplementación de tiamina no mejoró consistentemente en el desempeño animal. Los animales fueron adversamente afectados por los niveles usados de la suplementación de magnesio. Estas indicaciones fueron que una interacción existida entre el magnesio y la tiamina en el primer experimento pero no en el segundo. (Grigat y Mathison., 1983).

Si se restringe niacina en la dieta en los animales, puede llenarse el requerimiento metabólico de la vitamina a través de la conversión del triptofano.

La absorción de la vitamina B12 requiere de la presencia de una enzima secretada por las células de la mucosa del estomago y de la porción superior del intestino delgado que se conjuga con los iones de Ca y Mg.

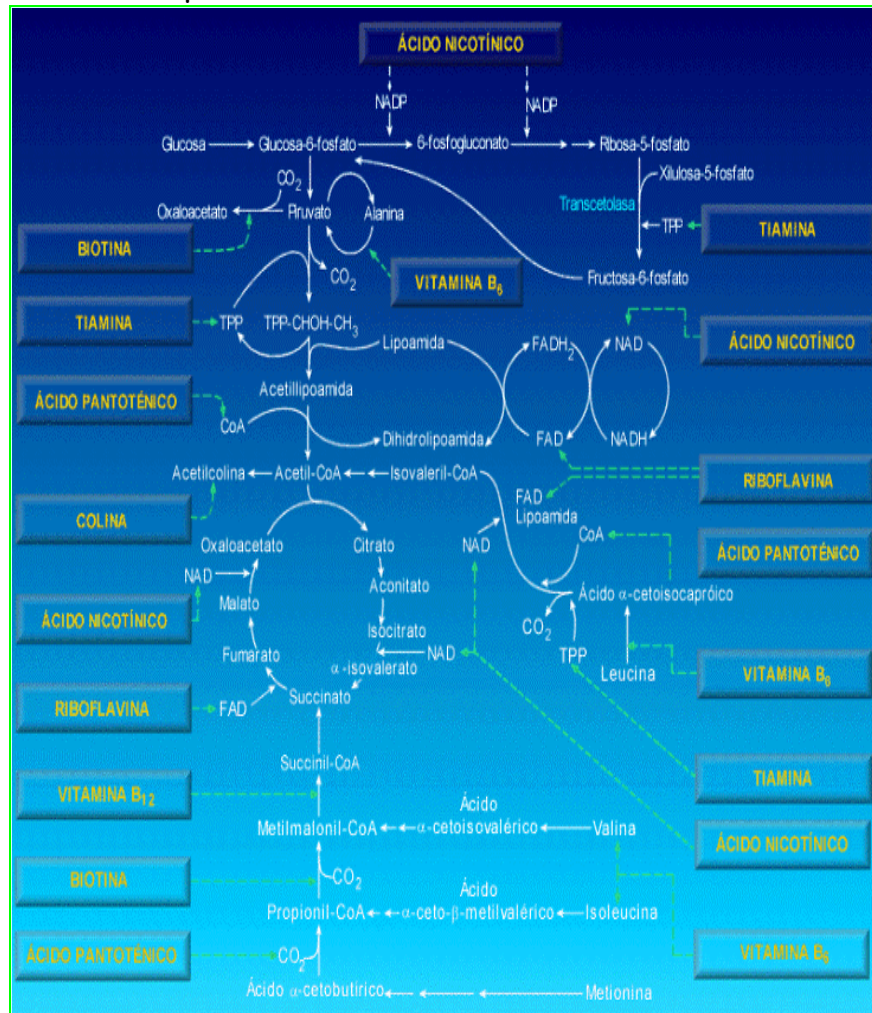
En los rumiantes, cuya flora microbiana del rúmen es capaz de sintetizar la vitamina para que la utilice el huésped, se puede inducir un deficiencia de vitamina B12 al suministrar una dieta de Co. Debido que el Co es un constituyente de la molécula de B12, no se puede sintetizar la vitamina cuando el Co no se encuentra disponible.

## **INTERACCIÓN ENTRE IONOFOROS Y VITAMINAS DEL COMPLEJO B**

Bartley *et al.* (1979), al medir los efectos de la monensina o lasolacida con niacina y sin niacina descubren que, la niacina sola estimula la síntesis de proteína, disminuye la producción de gas , pero no vence los efectos de los antibióticos que consisten en incrementar la producción de este.

Daugherty *et al.* (1986), al medir los efectos de la monensina y la vitamina B12 sobre el rendimiento de corderos en engorda, plantearon una hipótesis de que el ácido propionico puede ser elevado a tal grado por la monensina sodica que no puede ser óptimamente metabolizado por vía del metilmalnil Co-A, requiriendo vitamina B12 en el hígado. Los resultados sugieren la inexistencia de alguna ventaja de suplementar con vitamina B12 a corderos alimentados con dietas altas en concentrado y suplementados con monensina.

Cuadro. 2.7 Vías metabólicas importantes que comprenden coenzimas formadas a partir de vitaminas hidrosolubles.



[http://www.biopsicologia.net/fichas/page\\_1021.html](http://www.biopsicologia.net/fichas/page_1021.html)

## DESEMPEÑO DE LAS VITAMINAS EN MONOGASTRICOS

Se realizó un experimento para estudiar el efecto de la suplementación con vitamina E y selenio sobre los parámetros

productivos, los parámetros hematológicos y el sistema inmune de lechones recién destetados. Se utilizaron 96 lechones recién destetados, distribuidos en cuatro tratamientos agrupados según un diseño factorial, con dos niveles de vitamina E (30 ó 200 ppm) y dos de selenio (0 ó 0,3 ppm). Cada tratamiento se replicó cuatro veces (seis lechones por réplica). El experimento duró cuatro semanas durante las que se administró una dieta única basada en cereales-soja-harina de pescado a la que se le añadieron los niveles de vitamina E y selenio señalados.

La inclusión de 0,3 ppm de selenio aumentó la ganancia media diaria (370 vs. 413,0 g;  $P < 0,05$ ) y mejoró el índice de transformación (1,52 vs. 1,46 g/g;  $P < 0,05$ ) en el período experimental global. La adición conjunta de las dosis más altas de vitamina E y de Selenio produjo una mayor formación de anticuerpos a los 21 días después del destete ( $P = 0,06$ ). La suplementación con vitamina E o con selenio no modificó ( $P > 0,05$ ) ni el consumo medio diario ni el valor hematocrito ni la concentración plasmática de hemoglobina, manteniéndose los parámetros hematológicos dentro de los valores normales. Se concluye que la adición de 0,3 ppm de selenio en piensos de lechones recién destetados mejora la productividad

independientemente del nivel de vitamina E de la dieta. En la tercera semana después del destete, su adición conjunta con 200 ppm de vitamina E aumenta la formación de anticuerpos frente a la vacuna para el virus de Aujeszky.

En el momento del destete, la falta de madurez del sistema inmune unido a que las dietas utilizadas son ricas en grasas insaturadas, incrementa sus necesidades en antioxidantes y en nutrientes que estimulen el sistema inmune (Wang *et al.*, 1996).

Dimitrova *et al.* (1980), estudios que llevaron a cabo en diversas especies animales muestran cambios en la concentración de parámetros hematológicos, como la concentración de hemoglobina plasmática y el valor hematocrito según el estado fisiológico del animal.

Por tanto, los objetivos de este experimento fueron estudiar la influencia que, sobre los parámetros productivos, sobre los parámetros hematológicos y sobre la respuesta inmunitaria de lechones recién

destetados los produciría un aumento del contenido de vitamina E y de selenio en el dieta.

Estudios en porcinos indican que la suplementación de las dietas con vitamina E mejora la respuesta inmunitaria Ellis y Vorhies *et al*, (1976). En lechones destetados, la suplementación conjunta de vitamina E y selenio tiene efectos aditivos sobre la productividad y la respuesta inmunitaria Peplowski *et al*, (1981). En gestación y lactación, dietas deficientes en selenio y vitamina E reducen la actividad fagocítica y la respuesta mitogénica de los linfocitos en la sangre periférica y en el calostro (Wuryastuty *et al*, 1993).

Osborne *et al*. (1995), realizaron un experimento determinando el efecto de vitamina C en cerdos de crecimiento y características de la canal. Donde se utilizaron 16 cerdos cruzados en las que se asignaron dos dietas que contenían granos de soya que fueron suplementadas una de las dos 500 gr. de vitamina C/Kg de alimento (tratamiento) y 0 (testigo).

Las dietas fueron equivalentes para energía, proteína y lisina, y se alimentaron en un corral ( 6 cerdos por corraleta) de 30 kg a 105 kg. Fue analizado y registrado el consumo diario de alimento, ganancia y eficiencia alimenticia en corraletas . Fue analizado el peso de la canal, índice de rendimiento al momento del sacrificio y analizado por cerdo con base de la canal como covariante. La dieta no tuvo efecto significativo en la eficiencia alimenticia ( $2.65 \pm 0.043$ ,  $2.60 \pm 0.043$ ) por control o tratamiento en grupo, respectivamente. Esto fue una interacción significativa ( $p > .10$ ). Entre el sexo y el rendimiento magro. Los dorados tuvieron un rendimiento magro alto cuando se alimentó con vitamina C suplemental sobre el control dorado y barrones en cualquiera de las dos dietas ( $52.16 \pm 0.21$ ,  $51.49 \pm 0.21$ ,  $50.96 \pm 0.22$   $51.0 \pm .21$ ) por tratamiento contra el control dorado y tratado contra en control barrones, respectivamente.

Estos resultados sugirieron que la suplementación de la vitamina C no tuvo efecto significativo en la eficiencia alimenticia, pero puede beneficiar incrementando un rendimiento magro.



## CONCLUSIONES

Una vez finalizado el presente trabajo de investigación bibliográfica se llego a las siguientes conclusiones.

Las vitaminas son compuestos orgánicos que el cuerpo utiliza en el metabolismo, en la defensa del organismo y en el crecimiento. Tienen también funciones en la formación de hormonas, de material genético, de sustancias químicas para el sistema nervioso, etc.

Como ya se a mencionado las vitaminas son uno de los compuestos mas importantes dentro de la nutrición ya que de ellas dependen muchas

de las funciones de los demás componentes dentro del organismo, como es el caso de los minerales.

Es por ello la importancia de su estudio ya que en el futuro deberán realizarse nuevos estudios que nos permitan conocer mejor las necesidades reales de las vitaminas en las diferentes especies para su aplicación en la alimentación animal.

## RESUMEN

Las vitaminas se agrupan de acuerdo a su solubilidad, el grupo de vitaminas hidrosolubles (la vitamina C y las del complejo B) y liposolubles (A, D, E y K) son compuestos orgánicos de gran importancia para el mantenimiento de las funciones del organismo, como es el caso de las vitaminas B actúan primariamente como parte de complejos enzimáticos que catalizan el metabolismo de carbohidratos, grasas y proteínas.. La presencia en cierta proporción de una sustancia vitamínica, puede determinar efectos positivos o negativos sobre la absorción de algunos

minerales, bien sea porque esta vitamina se requiere para estimular los niveles plasmáticos o porque tengan funciones un tanto similares a las de un mineral determinado.

Algunas vitaminas son esenciales para el metabolismo, pero no es indispensable, su inclusión en la dieta de determinadas especies porque estas las sintetizan con facilidad partiendo de componentes de los alimentos o sustancias metabólicas. Así, por ejemplo, si bien, se ha demostrado que la vitamina C es un factor esencial metabólico para muchas especies, solo es indispensable en la dieta del otro pues otros animales elaboran por síntesis la que necesitan. Varias vitaminas del grupo B son indispensables para el normal metabolismo en los rumiantes, pero no son imprescindibles en el alimento, pues son sintetizadas por las bacterias del rumen.

## LITERATURA CITADA

- Agravala, I. P. C. F. Huffman, R. W. Luecke and C. W. Ducan. 1953. A quantitative study of rumen synthesis in the bovine and natural and purified diets. III. Riboflavin, pantothenic acid and niacin, J. Nitr. 49: 631
- Atkins K. B. R. A. Erdman, R. A. Vandersall.. 1988. Journal Animals Science. 71: 109-116.
- Baird A. D. 1982. Primari Ketosis en the high-producing dairy cow: Clinical and subclinical disorders, treatment, prevention, and outlook J. Dairy Sci. 65:1.
- Baker K., 1995. Bioavailability of nutrients for animals Aminoacids, minerals and vitamins, Ed. C. Ammerman, D.H. Baker, A. J. Lewis. Academic Press. New York.
- Barr R. M., R. F. E. Axford, R. A. Evans and W. C. Evans, 1971, Thiamin balance in the sheep. Biochem. J. 124:30.
- Bartley, E. E. E. L. Herod, R. M. Bechtle, D. A. Sapianza and B. E. Brend. 1979. Effect of monensin or lasalocid with and without niacin or amicrooral on rumen fermentation and feed efficiency. J. Anim. Sci. 49:1066. United states America.
- Belibasakis N. G. y D. Tsirgogianni. 1996. Efects of nianin on milk yield, milk composition and blood components of dairy cow in hot wether. Animal Feed Science. Tech. 64: 53-59.

- Bell, A. F. 1979. lipid metabolism in liver and selected tissues and in the whole body of ruminant animals. *Prog. Lipid Res.* 18:117.
- Bieber-Wlaschny M. W., 1988. Nutrition and lactation in the dairy cow. Ed. P.C.Garnsworthy, Butterwoeths. London.pp: 135-156.
- Bonomi, A. A. A. Quarqntelli, sabbioni y P. Superchi, 1996. *La Rivista di Sienza dell alimentazione*, ano 25, n1: 49-68.
- Bowman, A. B. 1989. Transporte epitelial de vitaminas hidrosolubles, *Revista Anual de Nutrición* vol. 9
- Brent B. E. y E. E. Bartley, 1984.Tiamina y Niacina en el rumen, *Journal Animal Science*, Vol. 59.
- Breves G. B. M. Brandt, H. Hoeller., K. Rohr. 1981. Flow of thiamin to the duodenum in dairy cows fed different rations.*Journal Agriculture Science.* 96: 587-591.
- Breves G. B. H. Hoeller, J. Harmeyer and H Martens, 1980, Balance de tiamina en el tracto gastrointestinal en ovejas, *journal of animal science*,vol. 51 No. 5
- Buziassy C. and D.E. Tribe. 1960. The synthesis of vitamins in the rumen of the sheep. I. The effect of diet on the synthesis of thiamin, riboflavin and nicotinic acid. *Australian J. Agr. Res.* 11:989.
- Byers F. M.. 1979.Effec of anabolic stimuli on composition ans efficiency of tissue growth in cattle. *OARDC Beff Res. Report. A. S. Series 70-1.83.*
- Byers F. M.. 1979.Niacina en Comportamiento del Ganado de Carne, *Animal Nutrition &Healt.*

Byers F. M. 1981. Another Look At niacin. Anim. Nutr. Health, 36:36 United States of America.

Campbell, J. M. M. R. Murphy, R. A. Christensen y R.R. Overton. 1994. Kinetics of niacin suplemets in lactating dairy cows. journal Dairy Science, 77: 566-575.

Cervantes A. T. R. Smith y J. W. Young. 1996. Efectss of nicotinamide on milk composition and production in dairy cows fed supplemental fat. Journal Dairy Science, 79: 105-113. Champaign, IL. Pp: 297-308.

Chiquette J. C., Girard y J. .J Matte.1993. Effect of diet and folic acid addition on digestibility and ruminal fermentation in growing steers. Journal Animal Science, 71: 2793-2798.

Conrad H. R. y J. W. Hibbs, 1954. A. Rouhage system for raising calves based on early rumen development. IV. Synthesis of thiamine and ribiflavin en the rumenas influenced by the ratio of hay to grain fed and initiation of dry feed consumption. J. Dairy Sci. 37: 512.

Da Costa Gómez, C. M. Al masri, W. Stinberg y Hj. Abel, 1998, Proc. Soc. Nutr. Physiol.

Daugherty, M. S. M. L Galyean, D. M. Hallford and J. H. Hageman, 1986. Vitamin B12 and monensina effects on perfomanse, liver and serum vitamin B12 concentrations and activity of propionate metabolizing hepatic enzymes in feedlod lasm. J. Amin. Scie. 62:452. United States of america.

Di Costanzo A., J. N. Spain y D. E. Spiers. 1997. Supplementation of nicotinic acid for lactating holstein cows under heat stress conditions. Journal Dairy Science. 80: 1200-1206.

- Dimitrova. G. W. J. E. Oldfield. P. Ekholm, 1980. Biochemical function of selenium and its relation to vitamin E. Fed. Proc. 34:2083–2089
- Doreau M., J. F. Ottou. 1996. Influence of niacin supplementation on in vivo digestibility and ruminal digestion in dairy cows. Journal Dairy Science. 79: 2247-2254.
- Dumoulin P.G. C. L. Girard, J.J. Matte y G. J. St-Laurent.1991. Effects of a parenteral supplement of folic acid and its interaction with level of feed intake on hepatic tissues and growth performance of young dairy heifers. Journal Animal Science. 69:1657.
- Edwin A. E., J. B. Spence and A. J. Woods, 1968b. Thiaminases and cerebrocortical necrosis. Vet. Rec. 83:417.
- Ellis, R. P. and M. M. Vorhies. 1976. Effect of supplemental dietary vitamin E on the serologic response of swine to an *E. coli* bacteria. J. Am. Vet. Med. Assoc. 168:231–235.
- Erdman R. A, R. D. Shaver, & Vandersall J. H. 1984. Dietary choline for the lactating cow: possible effects on milk fat synthesis. J. Dairy Sci. 67: 410-415.
- Erdman R. A. & B. K Sharma. 1991. Effect of dietary rumen protected in lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 74: 1641-1647
- Erdman, R. A. 1992. Large Dairy herd management, Ed. H. H. Van Horn y C. J. Wilcox. ADSA.
- Filmer J. F. y E. J. Underwood, 1937. Enzootic Marasmus. Austral. Vet. Journal, 13:57.
- Filmer, J. F. 1933. Enzootic Marasmus of cattle and sheep. Preliminary Report Having Special References To iron and Liver Therapy. Austral, vet. Jour. 9: 163.

- Ford C. J. H. 1959. Metabolic changes in cattle near the time of parturition. *J. comp. Pathol.* 69: 20.
- Fronk T. J. and L. H. Schultz, 1979. Oral nicotinic acid as a treatment for ketosis. *J. Dairy Science*, 62:1804, United States of America.
- Girard C. L. J. J. Matte y G. F. Tremblay. 1995. Gestation and lactation of dairy a role for folic acid. *Journal Dairy Science*, 78: 404-411.
- Girard C. L. J. J. Matte y J. Levesque. 1992. Responses of serum folates of preruminants and ruminant calves to a dietary supplement of folic acid. *Journal Animal Science*, 70: 2847-2851.
- Girard C. L. y J. J. Matte. 1998. An estimation of the requirement for folic acid in gestating cows : the metabolic utilization of folates as a criterion of measurement. *Journal Animal Science*, 81: 1412-1419.
- Grigat G. A., And G. W. Mathison. 1983. Thiamin and magnesium supplementation of all-concentrate diets for feedlot steers, *J. Anim. Sci.* 63:117-131.
- Grohn Y. L. A Lindberg, M. L. Bruss and T. B. Farver, 1983. Fatty infiltration of liver in spontaneously ketotic dairy cow. *J. Dairy Sci.* 66:2320.
- Hale W. H., 1950. Deficiencias de Cobalto en relación a la vitamina B en ovejas, *Journal Animal Science*, vol. 9.
- Hale W. H. a. L. Pope, P. H. Phillips y G. Bohstedt, 1950. The Effect of cobalt Upon Vitamin B12 Synthesis in the rumen of sheep. *Journal Animal Science*. In prees.
- Heitzman R. J. and C. B. Mallinson. 1972. A comparison of the thyroxine levels in the plasma of healthy, starved and acetonaemic dairy cows. *Res. Vet. Sci.* 13: 591.



Higuchi A. y N. Nagahata, 2000. Vet, Rec. Submitted.

Hoeller H., G. Breves, P. Lebzien y K. Rohr. 1985. Proc. of the Nutrition society, 44: 146a.

Huber J. T. 1988. The ruminant animal. Digestive physiology and nutrition, Ed. D.C. Church. A Reston book, prentice Hall, New Jersey. Pp: 313-325.

Hungate, R. E. Hungate. 1966. The rumen and its microbes. Academic Press, New York. Pp.533.

Hunt C. H. C. H. Kick, E. W. Burroghs, R. M. Bethke, A. F. Schalk and P. Gerlaugh. 1941. Studies on the riboflavin and thiamine in the rumen content of cattle. Journal Nutrition, 21: 85.

Hunt C. H., O. G. Bentley, T. V. Hershberger and J. H. Cline. 1954. The effect of carbohydrate and sulfur on B-vitamin synthesis, cellulose digestion, and urea utilization by rumen microorganisms in vitro. J. Anim. Sci. 13: 570.

Jaster E. H. ; D. F. Bell y T. A. Mc Phernon. 1983. Nicotinic acid and serum metabolic concentrate of lactating dairy fed supplemental niacin. Journal Dairy Science, 66: 1039.

Jean-Balir A y L Alves de Oliveira. 1994. INRA Prod. Anim. 7: 71-84.

Kung, L. K, Gubert and J. T. Huber. 1980. Supplemental niacin for lactating cows fed diets of natural protein or non-protein nitrogen. J. Dairy Science, 63:2020. United States of America.

Lardinois, C. C., R. C. Mill, C. A. Elvehjem and E. B. Hart. 1944. Rumen synthesis of the vitamin B complex as influenced by ration composition. J. Dairy Sci. 27:579.

- Lund O. S. 2002. Biotina para vacas lecheras de alta producción, Alimentos Balanceados Para Animales. Revista Julio- Agosto, Pag. 14-16.
- Matson G. W. 1986. B-Vitamins, Choline, Inositol and Para-aminobenzoic acid for ruminants. Official Proc. Of the 21 st Annual Pacific Northwest Animal Nutrition Conference. Westin Bayshore, Vancouver.
- Miller A. L. 1980, Journal Animal Science, 26: 251-274.
- Miller A. L., J. C. Meiske y R. D. Goodrich. 1986. Effects of grain source and concentrate level on B-vitamin production and absorption in steers, Journal Animal Science, 62: 473-483.
- Mizwicki, K. L. F, N Owens, H. R. Isaacson and B. Shockey, 1975. Supplemental dietary niacin for lambs, J. Anim. Sci. 41:411 ( Abstr.).
- Naga M. A., J. H. Harmeyer, H. Hoeller and K. Schiller. 1975. Suspected B vitamin deficiency of sheep fed a protein-free urea containing purified diet. J. Anim. Sci. 40: 1192.
- NRC. 1978. Nutrient requirements of dairy cattle. 4<sup>th</sup> revised edition. National Academy Press. Washington, D. C. Pp.108 .
- NRC. 1979 Nutrient requirements of dairy cattle. 3<sup>th</sup> revised edition. National Academy Press. Washington, D. C. Pp.195
- NRC, 1989, Nutrient requirements of dairy cattle. 6<sup>th</sup> revised edition. National Academy Press. Washington, D. C. Pp.157 .

Osborne, V. R. J. R. Morris, and R. R. Hacker, 1995. El efecto de la vitamina C en cerdos de crecimiento y características de la canal, *Journal Animal Science*, Vol. 68 Universidad de Guelph, Natario, Canada.

Peplowski, M. A, D. C. Mahan, F. A. Murray, A. L. Moxon, A. H. Cantor, and K. E. Ekstrom. 1981. Effect of dietary and injectable vitamin E and selenium in weanling swine antigenically challenged with sheep red blood cells. *J. Anim. Sci.* 51:344–351.

Phillipson A. T. and R. S. Reid, 1957, Thiamine in the contents of the alimentary tract of sheep. *Brit. J. Nutr.* 11: 27.

Pinotti L., A. Baldi y V, Del toro, 2002, Colina para vacas lecheras, Alimentos balanceados para Animales.

Puchala R, T. Shengkjoru, J. Luo y T. Sahl .1998. In situ disappearance of amino acid from grass silages in the rumen and intestine of cattle. *Journal Animal Science*, 76(Suppl. 1): 362 (Abstr.).

Ray, S. N. W. C. Weir, A. L. Pope, G. Bohstedt and P. H. Phillips,. 1948. Studies on the Role of Cobalt in Sheep Nutrition. *Journal of animal Science*, 7: 3.

Rickes E. L., N. G. Brink y F. R. Koniuszy. 1948. Crystalline Vitamin B12, *Cience* 107:396

Riddell D.O. E. E. Bartley and A. D. Dayron. 1981. Effect of nicotinic acid on microbial protein synthesis in vitro and on dairy cattle growth and milk production. *J. Dairy Science*, 64:782 United States of America.

Robles T. P. A. C. C Jaramillo, J. H. Del Rio, R. Rodríguez y J. Romero-Paredes. 1995. Efecto de la administración de vitaminas hidrosolubles sobre el crecimiento de

- cabritas al destete, Memoria del Congreso Nacional de Producción Caprina. P. 126-127.
- Schwalm J. W and L. H Schuttz. 1976. Relationship of insulin concentration to blood metabolites in the dairy cows. *J. Dairy Sci.* 59:255
- Sharma A. K. y R. A. Erdman. 1989. Effect of dietary and abomasally infused choline on milk production responses of lactating dairy cows. *Journal Nutrition*, 119: 248-254
- Sharma B. K. y R. A. Erdman. 1988. abomasal infusion of choline and metionine with of without 2-amino-2-methyl-1propanol for lactating daity cows. *Journal dairy Science*, 71: 2406-2411
- Shields D. R., 1981. Tle influence of niacin supplementation on growing ruminants and in vivo and in vitro ruman parameters, Ph.D. Disertation. Purdue Univ., West lafayette. IN.
- Schussler S. L.; G. L. Fahey ; J. B. Robinson; S. S. Lorch Y J. W. Spears. 1978. The effects supplemental niacin on in vitro cellulose digestion and protein synthesis. *J. Vet. Nut. Res.* 48:359
- Steinberg, W. y W Kaufmann. 1977. *Zeitsch, Fur Tierphys., Tierer, Futter.*39:289-301.
- Wang. L. M. Toulouva, J. Cerne, and J. Urbanova. 1996. The effects of dietary fats of different stages of oxidative rancidity on thedevelopment of vitamin E in pigs. *Acta Vet. Brno* 45:23–29
- Wegner M. I., A. N. Booth. C. A. Elvehjen and E. B. Hart. 1941. Complex on natural rations. *Proc. Soc. Exp. Biol. And med.* 47:90.

Wuryastuty R. D. Hove P.W and K. Seibold, 1993. high levels of vitamin E in the diet may increase the immune respons, Nutrient Requirements of Swine: 10th Revised Edition.Pp. 71-89.

Zimmerly C.A. y W. P. Weiss. 2000. J. Dairy Sci., Vol. 83, Suppl. 1: 73-74.

Zinn R. A., F. N. Owens, F. R. Stuart, J. R. Dunbar y B. B. Norman, 1987. B-vitamin supplementation of diets for feedlot calves. Journal animal Science, 65: 267.277.

<http://es.geocities.com/bonidavi/nutri04.html>

<http://tarwi.lamolina.edu.pe/~cgomez/vitaminasparamejorarproduccionyfertilidadvacaslecheras.doc>

<http://www.monografias.com/trabajos/vitafermen/vitafermen.shtml>

[http://www.biopsicologia.net/fichas/page\\_1021.html](http://www.biopsicologia.net/fichas/page_1021.html)