

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO SISTEMAS INTEGRALES DE PRODUCCION ANIMAL



**LAS VITAMINAS EN LA
ALIMENTACIÓN ANIMAL**

**Elaborado por:
Ing. Nadir Reyes Sánchez, MSc.**

Managua 2000

ÍNDICE

VITAMINAS.....	2
VITAMINAS LIPOSOLUBLES.....	3
Vitamina A.....	3
Vitamina D.....	9
Vitamina E.....	13
Vitamina K.....	17
VITAMINAS HIDROSOLUBLES.....	20
Biotina.....	20
Colina.....	23
Ácido Fólico (Folacina).....	25
Inositol.....	28
Niacina (Ácido Nicotínico o Nicotinamida).....	30
Ácido pantoténico (Vitamina B ₅).....	34
Acido Paraaminobenzoico.....	36
Riboflavina (Vitamina B ₂).....	38
Tiamina (Vitamina B ₁).....	40
Vitamina B ₆ (Piridoxina, Piridoxal, Piridoxamina).....	42
Vitamina B ₁₂ (Cobalaminas).....	45
Vitamina C (Ácido ascórbico, Ácido Dihidroascórbico).....	47
Bibliografía.....	51



VITAMINAS

Las vitaminas son sustancias orgánicas, esenciales en pequeñas cantidades para la salud, crecimiento, reproducción y mantenimiento de muchas especies de animales y se deben incluir en la dieta por que no pueden ser sintetizadas o no pueden ser sintetizadas en suficiente cantidad por los animales para cubrir sus requerimientos.

Basado en la solubilidad las vitaminas se pueden clasificar en:

Vitaminas liposolubles

Vitamina A
D
E
K

Vitaminas hidrosolubles

Biotina
Colina
Folacina (Acido folico)
Niacina (Acido nicotínico)
Acido Pantoténico (Vitamina B1)
Acido para amino benzoico(APAB)
Riboflavina (Vit B2)
Vit B6 (Piridoxina, Piridoxal)
Vit B12 (cobalamina)
Vit C (Acido ascórbico,)

La vitamina C es el único miembro de las Vit hidrosolubles que no pertenece a la familia del complejo B. Los dos grupos de Vit. presenta características químicas y biológicas que las diferencian unas de otras, entre ellas tenemos:

- Las liposolubles contienen solo carbono, hidrógeno y oxígeno, pero las hidrosolubles del complejo B contienen esos 3 elementos mas nitrógeno, ocasionalmente azufre.
- Las Vit. están principalmente en tejidos vegetales (excepto la vitamina C y D) y en los tejidos animales solo si los animales consumen alimentos que las contengan o por síntesis microbiana.



- Las liposolubles presente en los tejidos vegetales están en la forma de provitaminas o precursores que pueden ser convertidos a Vit.
- Las Vit. del complejo B están distribuidas en todos los tejidos vivos, sin embargo las liposolubles en algunos están ausentes completamente.
- Las liposolubles son almacenadas en el cuerpo en apreciables cantidades y las hidrosolubles no.
- Las liposolubles pueden ser almacenadas en cualquier depósito de grasa, y a mayor consumo, mayor almacenamiento. Las hidrosolubles no son almacenadas en grandes cantidades y a mayor cantidad de agua que pasa a través del cuerpo diariamente, mayor es la eliminación, por lo que tienen que ser suministradas diariamente en la dieta.

VITAMINAS LIPOSOLUBLES

VITAMINA A

Es probablemente la más importante de todas las Vit. Es requerida por todos los animales y es estrictamente un producto del metabolismo animal (presente en todas las especies de mamíferos, aves y peces), pero no se ha encontrado en las plantas. La contraparte en las plantas es conocido como caroteno que es un precursor (Provitamina A) y puede ser transformado por los animales en Vit. A.

El caroteno, cuyo nombre deriva de la zanahoria, fue aislado hace aproximadamente 100 años, es de color amarillo, es una sustancia liposoluble, cuyo color es característico para la zanahoria, frutas, maíz amarillo y muchos vegetales. La fuente esencial de Vit. A es el caroteno sintetizado por las plantas.



Química

Vit. A puede ser un término incorrecto debido a que parece como que si solo un componente químico tiene actividad como Vit. A. En la actualidad, existen muchas formas de Vit. A, que poseen diferentes grados de actividad. Dos formas, retinol y dehidroretinol, son las de mayor importancia. El retinol es encontrado como un ester (retinol palmitato) en grasas y aceites de pescado marino, hígado, mantequilla y yema de huevo, es biológicamente activo como un alcohol, un aldehído y un ácido.

El alcohol, es la forma más común y es usualmente llamada retinol, la forma aldehído como retinal o retinona y la forma ácida como ácido retinoico.

El dehidroretinol o vitamina A₂ difiere del retinol en que:

1. Tiene un doble enlace extra.
2. Tiene cerca del 40% de actividad biológica.

Es encontrado solamente en peces de agua dulce y en aves que se alimentan de estos peces, por lo tanto, es de limitada importancia.

Hoy en día, el término Vit. A es utilizado para ambas formas el retinol y el dehidroretinol. Además, las formas actuales están relacionadas con compuestos conocidos como carotenos que se encuentran en diversas frutas y vegetales. El caroteno es también llamado:

1. Provitamina A, porque puede ser convertido a Vit. A en el cuerpo.
2. Precursor de vitamina A, porque precede a la Vit. A.



Al menos 10 carotenoides encontrados en las plantas pueden ser convertidos a Vit. A con diferentes grados de eficiencia. Cuatro de estos carotenoides (alfa caroteno, Beta caroteno, gamma caroteno y criptoxantina, este último, el principal carotenoide del maíz) son de especial importancia debido a su actividad como provitamina A. De los 4, el beta caroteno es el que tiene la mayor actividad como Vit. A y provee cerca de 2/3 de la Vit. A necesaria para la nutrición animal.

Conversión del beta-caroteno en vitamina A

Diferentes especies de animales convierten beta-caroteno en Vit. A con diversos grados de eficiencia. La tasa de conversión de la rata ha sido usada como el valor estándar, de que 1mg de beta-caroteno equivale a 1667 UI de Vit. A. Basado en este estándar, la eficiencia comparativa de cada especie animal es mostrada en la siguiente tabla:

Especies	1	2
Standard (Rata)	1 1667	100
Bovinos	1 400	24
Bovinos de leche	1 400	24
Ovejas	1 400-500	24-23
Cerdos	1 500	30
Caballos en crecimiento	1 555	33.3
Yeguas gestadas	1 333	20
Gallinas	1 1667	100

1 Conversión de beta caroteno a UI de Vit. A

2 Actividad del caroteno como Vit. A (%)



Metabolismo

Los alimentos suministran Vit. A en forma de Vit. A, ésteres de Vit. A y carotenos. En el estómago casi no ocurre absorción. En el intestino delgado la Vit. A y el beta-caroteno son emulsionados con las sales biliares y con los productos de la digestión de los lípidos son absorbidos por la mucosa intestinal. Aquí tiene lugar mucha de la conversión del beta-caroteno en Vit. A, que es diferente entre especies e individuos.

La absorción es afectada por diversos factores incluyendo la presencia de bilis en el intestino delgado, lípidos de la dieta y antioxidantes. La bilis ayuda en la emulsión de las grasas que pueden ser absorbidas simultáneamente con la Vit. A y los antioxidantes como el alfa-tocoferol y la lecitina disminuyen la oxidación del caroteno. También, la presencia de proteína de buena calidad incrementa la conversión de caroteno en Vit. A.

La absorción puede ser afectada por la presencia de aceites minerales o parásitos en el tracto intestinal. En la sangre, los ésteres de Vit. A son transportados enlazados con una proteína considerando que los carotenoides están asociados con un enlace lipoprotéico.

La Vit. A se almacena principalmente en el hígado y pequeñas cantidades en los pulmones, grasa corporal y riñones. Desde el hígado la Vit. A entra a la circulación sanguínea como un alcohol libre y viaja a los tejidos para su uso. No es excretada en la orina debido a que no es soluble en agua, pero el caroteno que no es absorbido, normalmente es encontrado en las heces.

Propiedades

Es una sustancia liposoluble casi sin color (amarillo pálido), insoluble en agua, aunque los ésteres de Vit. A son compuestos relativamente estables, el alcohol, el aldehído y la forma ácida son rápidamente destruidos por oxidación cuando están expuestos al aire y la luz.



Como la Vit. A está en su forma estable (ésteres) en la mayoría de los alimentos, el procesamiento normal de los mismos no destruye mucha de su actividad.

Los pigmentos carotenoides son de color rojo intenso pero en solución son de color amarillo brillante o color naranja. Ellos le confieren el color a la zanahoria, calabaza y maíz amarillo. Como regla general, los alimentos con una pigmentación más intensa tienen un mayor contenido de provitamina A.

Los forrajes verdes y particularmente los verdes oscuros y frondosos son también ricos en provitamina A. Ellos tienen carotenoides, pero su color es enmascarado por un pigmento verde llamado clorofila. Las propiedades de solubilidad y estabilidad del caroteno y pigmentos carotenoides son similares a los de la vitamina A.

Funciones

- Ayuda a mantener la visión normal en lugares sombríos (previene la ceguera nocturna).
- Previene la xeroftalmía y mantiene la condición del ojo para evitar la ceguera nocturna que se presenta en casos de deficiencias extremas de Vit. A
- Esencial para el crecimiento y desarrollo corporal.
- Necesaria para el normal crecimiento de los huesos.
- Necesaria para el normal desarrollo de los dientes.
- Ayuda a mantener saludable y libre de infecciones los tejidos epiteliales de la piel y las mucosas de la nariz, garganta, sistema respiratorio y digestivo y el tracto urogenital.



- Informaciones recientes sugieren que la vitamina A actúa como una coenzima en la formación de intermediarios en la formación de glicoproteínas.
- Es necesaria para la formación de la tirosina y prevenir el bocio; para la síntesis de proteína, para la síntesis de corticosterona y la síntesis normal de glucógeno.

Síntomas de deficiencia

- Ceguera nocturna (nictalopía), xerosis y xeroftalmía.
- Retarda el crecimiento corporal.
- Retarda el crecimiento de los huesos ocasionando anomalías y parálisis.
- Dientes defectuosos con esmalte anormal y caries.
- Piel seca, áspera y escamosa; abscesos en los oídos, boca y glándulas salivares; diarrea y piedra en los riñones y vejiga.
- Desórdenes reproductivos incluyendo baja tasa de concepción, crecimiento anormal del embrión, retención de placenta y la muerte del feto.

Toxicidad

Es caracterizada por pérdida del apetito, pobre visión, irritabilidad excesiva, pérdida de pelo, resequedad y descamación de la piel (con sarna), engrosamiento de los huesos largos, diarrea, náusea y dilatación del hígado y bazo.

Fuentes de vitamina A para los animales

La Vit. A puede proveerse como Vit. sintética o como precursor (caroteno). Entre los alimentos ricos en caroteno tenemos: zanahoria, maíz amarillo, pastos verdes, heno de leguminosas, ensilajes, lecha entera, calabaza.



Fuentes suplementarias

Aceite de hígado de bacalao y otros peces, vitamina A sintética. Muchos ganaderos tienen la práctica de inyectar sus animales con un concentrado de Vit. A intramuscular. La inyección provee reservas adecuadas por un período de 3 a 6 meses. Esta inyección usualmente es en combinación con Vit. D y E.

VITAMINA D

La importancia de la Vit. D está en el papel regulador que juega en el metabolismo del calcio y el fósforo. Promueve la absorción intestinal de Ca y P e influye en el proceso de mineralización de los huesos. La deficiencia de Vit. D deteriora la matriz de los huesos, resultando en raquitismo e animales jóvenes u osteomalasia o huesos quebradizos en animales adultos.

Es la única entre las Vit. que está presente de forma natural en muy pocos alimentos y que puede ser sintetizada por el cuerpo por la exposición de la piel a los rayos ultravioletas de la luz solar de corta longitud de onda y alta frecuencia.

Química

Aunque 10 compuestos esteroides con actividad vitamínica han sido identificados, solamente 2 de estos (conocidos como provitaminas D o precursores) tienen importancia práctica el ergocalciferol (Vit. D₂) y colecalciferol (Vit. D₃).

La irradiación ultravioleta sobre las 2 provitaminas (Ergosterol y 7 dihidrocolesterol) puede producir Vit. D₂ y D₃, respectivamente. El ergosterol es encontrado en plantas (levaduras y hongos) por el contrario el 7 dihidrocolesterol es encontrado en el aceite de hígado de pescado y en la piel de los humanos y otros animales.



Por lo tanto, personas o animales que están expuestos a la luz solar por prolongados períodos de tiempo no necesitan suplementación de Vit. D. Ambas formas tienen igual actividad para las personas y otros mamíferos, pero los pollos, patos y otras aves utilizan más eficientemente la Vit. D₃ que la Vit. D₂.

Metabolismo

Es la única, que los humanos y otros animales la obtienen a partir de su síntesis en la piel y mediante el consumo de alimentos. Los pasos para el metabolismo de la Vit. D son los siguientes:

1. Formación de Vit. D₃ en la piel y su movimiento a través de la circulación. Cuando la piel es expuesta a la radiación ultravioleta de la luz solar, parte del 7 - dihidrocolesterol almacenado experimenta una reacción fotoquímica en la dermis y la epidermis. Una vez que se forma la provitamina D₃ en la piel, esta experimenta, dependiendo de la temperatura una lenta transformación a Vit. D₃, este proceso tarda 3 días para completarse. Entonces, la unión Vit D - proteína transporta D₃ desde la piel hasta la circulación sanguínea.
2. Absorción: La Vit D consumida por vía oral es absorbida junto con los lípidos en el intestino delgado (Jejuno e ileón), con la ayuda de la bilis. La Vit D₃ formada en la piel, es absorbida directamente del sistema circulatorio.
3. Utilización: El colecalciferol (obtenido de la dieta o por la irradiación de la piel) es transportada por una proteína (globulina) portadora de una Vit D específica al hígado donde es convertida en 25 - hidroxicolecalciferol (25-OH-D₃). Del hígado es transportada a los riñones donde es convertida a 1, 25 - (OH)₂ - D₃, la forma más activa de Vit D que aumenta la absorción y movilización de Ca de los huesos e incrementa la absorción intestinal de fosfatos.



El compuesto activo, $1, 25 - (\text{OH})_2 - \text{D}_3$ funciona como una hormona, debido a que es una sustancia hecha en los tejidos corporales (los riñones) y transportada por la sangre hacia las células de los tejidos. Esta forma fisiológicamente activa es transportada a varios lugares de acción o convertida para sus formas de metabolitos $24; 25 - \text{dihidroxicolecalciferol}$ o $1, 24, 25 - \text{trihidroxicolecalciferol}$.

La mayoría de las investigaciones del metabolismo de la Vit D se han realizado con colecalciferol, estudios de DeLuca con ergocalciferol indican que este es metabolizado de manera similar al colecalciferol; que es cambiado en el hígado a un metabolito de similar actividad el 25-hidroxi ergocalciferol (25-OH-D_2).

4. Almacenamiento: Los sitios de mayor almacenamiento de Vit D son los tejidos grasos y los músculos esqueléticos. Alguna cantidad también se encuentra en el hígado, cerebro, pulmones, bazo, huesos y piel. Sin embargo, las reservas de Vit D son mucho más limitados que las reservas de Vit A.
5. Excreción: La principal vía de excreción es por la vía de la bilis dentro del intestino delgado, que luego es eliminada a través de las heces. Menos del 4% del consumo es excretada a través de la orina.

Propiedades

Las vitaminas D puras son blancas, cristalinas, sin olores, son solubles en grasas y solventes de grasas como el eter, cloroformo, acetona y alcohol. Son insolubles en agua y son resistentes al calor, a la oxidación, ácidos y alcalis. Los precursores son activados por la luz ultravioleta, excesiva irradiación resulta en la formación de un compuesto ligeramente tóxico que no tiene actividad antiraquítica.



Funciones

- Ayuda a la asimilación y utilización de calcio y fósforo.
- Promueve el crecimiento y mineralización de los huesos, incluyendo los huesos del feto.
- Ayuda en el desarrollo de una dentadura sana.
- Mantiene normales los niveles de citrato en la sangre.
- Protege contra la pérdida continua de aminoácidos en los riñones.
- Funciona como una hormona, el compuesto activo de vitamina D (1, 25 - (OH)₂ - D₃).

Síntomas de Deficiencias

- Raquitismo en animales jóvenes, caracterizado por elongación de las articulaciones, piernas arqueadas, choque de rodillas, y costillas onduladas.
- Osteomalacia en animales adultos, que se caracteriza por huesos frágiles, torcidos y se fracturan fácilmente.
- Tetania, caracterizada por contracciones musculares, convulsiones y disminución del calcio en sangre.
- En pollos, reduce el crecimiento, raquitismo, huesos frágiles y deformidades en las piernas.
- En gallinas, cáscaras de huevo frágil y baja incubabilidad.



Toxicidad

El exceso de Vit D puede causar hipercalcemia (incrementando la absorción intestinal conduciendo a elevados niveles de calcio en sangre), caracterizada por pérdida del apetito, ansiedad excesiva, náusea, vómito, irritabilidad, debilidad, constipación alternando con ataques de diarrea, en animales jóvenes retarda el crecimiento y en adultos ocurre pérdida de peso.

Fuentes para animales

La luz ultravioleta del sol es la forma más accesible y barata de suplementar . El precursor D₂ (Ergosterol) está presente en muchos forrajes. Los granos y sus subproductos son por lo general extremadamente pobres en Vit D. La leche es muy variable en contenido, por lo que las plantas procesadoras fortifican sus productos con esta vitamina. Los aceites de hígado de pescado son ricos en Vit D. La forma sintética está comercialmente disponible, a un costo relativamente bajo.

Está presente de forma natural en muy pocos alimentos. Los henos secados al sol son la mejor fuente natural. Las hojas y forrajes de maíz; y henos de cebada, avena y trigo son buenas fuentes de vitamina D.

VITAMINA E

Química

Han sido identificados 8 tocoferoles y tocotrienoles con actividad vitamínica E, son llamados colectivamente Vit. E. El alfa-tocoferol es el que tiene mayor actividad como Vit. E, los otros tocoferoles tienen una actividad biológica entre 1 y 5% en comparación con el alfa-tocoferol.



Metabolismo

1. **Absorción:** Como en las otras vitaminas liposolubles, la presencia de bilis y lípidos son requeridos para una adecuada absorción de la Vit. E. La absorción tiene lugar en el intestino delgado donde el 20 al 30% de lo consumido pasa a través de la pared intestinal hacia el linfa.
2. **Transportación:** Una vez absorbida, es transportada junto con una fracción beta-lipoproteica de la sangre. La forma predominante de Vit E tanto en el plasma como en los glóbulos rojos es el alfa-tocoferol.
3. **Almacenamiento:** Los sitios de mayor almacenamiento son los tejidos adiposos, hígado y músculos, pequeñas cantidades son almacenadas en otros tejidos corporales. Cantidades relativamente grandes son encontradas en las glándulas adrenal y pituitaria, corazón, pulmones, testículos y útero.
4. **Excreción:** La principal vía de excreción son las heces, aunque una pequeña cantidad es excretada por la orina.

Propiedades

Los tocoferoles y tocotrienoles son aceites viscosos de color amarillo bajo, solubles en alcohol y solventes de grasas, pero insolubles en agua. Son estables al calor y acidez pero son destruidos por exposición al oxígeno, luz ultravioleta, álcalis, hierro y sales de plomo. Su habilidad para aceptar crecientes cantidades de oxígeno confiere importantes propiedades antioxidantes.

Comúnmente, la forma comercial de Vit. E es sintética, DL-alfa-tocoferol acetato, un ester de alfa-tocoferol, más estable al calor y la oxidación. Esta forma estable de alfa-tocoferol es adicionada a varios productos medicinales, alimentos para animales y suplementos vitamínicos.



Funciones

1. Como un antioxidante: 1) Retarda el enranciamiento de grasas de origen vegetal y en el tracto digestivo de los animales y 2) Protege las células corporales de sustancias tóxicas formadas por la oxidación de ácidos grasos insaturados
2. Como un poderoso antioxidante, minimiza la destrucción por oxidación de los ácidos grasos insaturados y la vitamina A en el tracto gastro intestinal y los tejidos corporales.
3. Es un factor esencial para la integridad de los glóbulos rojos de la sangre.
4. Es un agente esencial en la respiración celular principalmente en el corazón y músculos esqueléticos.
5. Regulador en la síntesis de ADN, Vit C y coenzima Q.
6. Es un economizador de selenio.

Interrelación de la Vitamina E y el Selenio.

La interrelación entre la Vit E y el selenio fue establecida durante los años 50. Se encontró que el selenio prevenía la diatesis exudativa en pollos y la necrosis hepática en ratas que tenían deficiencia de Vit E. Investigaciones subsecuentes demostraron que el selenio y la Vita E protegen la célula del efecto detrimental de los peróxidos, aunque ambos toman diferentes vías para solucionar el problema. La Vit E está presente en los componentes de la membrana de la célula y previene la formación de radicales libres, en cuanto el selenio funciona en todo el citoplasma destruyendo peróxidos. Esto explica por que el selenio puede corregir algunos síntomas de deficiencia de vitamina E, pero no otros.



Síntomas de Deficiencia

La deficiencia afecta el normal funcionamiento de los tejidos musculares. En muchos animales, tanto la musculatura esquelética como la cardíaca son afectadas por la deficiencia, tanto el selenio como la Vit E pueden ayudar a prevenir estas disfunciones. En cabras y ovejas jóvenes, degenera la musculatura esquelética, ocasionando la enfermedad llamada rigidez de cordero. En terneros, es llamada enfermedad del músculo blanco.

En gallinas, cobayos y conejos, la disfunción muscular asociada con deficiencia de Vit E es llamada Deficiencia nutricional muscular. La miopatía de la molleja ha sido reportada en patos. Las gallinas son extremadamente sensibles a la deficiencia de Vit E. Además de la degeneración muscular, produce diatesis exudativa, pérdida de proteína sanguínea, encefalomalasia y problemas reproductivos de machos y hembras.

La deficiencia causa esterilidad en ratas, cobayos y hamsters, y pueden ocurrir problemas en el desarrollo del feto. Necrosis hepática ocurre en ratas y cerdos; degeneración de los riñones en ratas y monos.

Toxicidad

Relativamente no es tóxica. El exceso consumido es excretada en las heces.

Fuentes para animales

Maíz y sus subproductos subproductos de cervecería, harina de semilla de algodón, pastos verdes, arroz y sus subproductos, soya, trigo y subproductos.

Fuentes suplementarias: Pulidura de arroz y el producto sintético DL-alfa-tocoferol acetato.



VITAMINA K

Es conocida como la vitamina antihemorrágica, es necesaria para la síntesis de protombina y otros factores de revestimiento sanguíneo en el hígado. El término Vit K es usado para describir un grupo de compuestos químicos (quinonas) que tienen efectos antihemorrágicos.

Química

Una cantidad de compuestos químicos que poseen actividad como Vit K han sido aislados o sintetizados. Dos formas ocurren naturalmente: la K1 (Filoquinona o Fitilmenaquinona) que está presente solamente en plantas verdes y la K2 (menaquinona o multiprenil - menaquinona) que es sintetizada por muchos microorganismos, incluyendo bacterias del tracto gastrointestinal.

Adicionalmente, han sido preparado muchos compuestos sintéticos que poseen actividad como Vit K, el más conocido de ellos es la menadiona (2-metil, 1, 4 -naftoquinona) formalmente conocida como K3, la cual es convertida a K2 en el cuerpo y es 2 a 3 veces más potente que la K1 y K2.

Metabolismo

Normalmente la K1 es adquirida por los animales a través de la dieta, la K2 es sintetizada en el intestino y la menadiona es tomada como un suplemento vitamínico.

1. Síntesis intestinal: La K2 es sintetizada normalmente por las bacterias en el intestino delgado (ID) y el colon, por lo tanto hay un adecuado suministro. La síntesis intestinal de Vit K reduce los requerimientos dietéticos de los mamíferos (pero no de las aves, por que tienen un tracto gastrointestinal corto y albergan pocos microorganismos, por lo que requieren una fuente dietética) por que las pequeñas cantidades de Vit K producida en el ID es



absorbida. Hay que hacer notar, que los animales que practican la coprofagia, como el conejo, pueden utilizar mucha de la Vit K que se elimina en las heces.

2. **Absorción:** La Vit K es liposoluble y requiere de la bilis y jugo pancreático en el intestino para maximizar su absorción. En contraste, algunos de los compuestos de Vit K sintéticos son solubles en agua y son absorbidos más fácilmente. La absorción tiene lugar principalmente en la parte más alta del ID. Normalmente del 10 al 70% de la Vit K es absorbida en los intestinos. No obstante, es dudoso, que mucha de la Vit K que es sintetizada en el colon, sea absorbida, basado en el hecho que de forma general la absorción de nutrientes en el intestino grueso es limitada debido a la naturaleza del tejido.
3. **Transporte:** La Vit K pasa sin sufrir cambios desde el ID al sistema linfático. Aquí es conducida por el ducto torácico donde entra a la corriente sanguínea. En la sangre se adhiere a una beta-lipoproteína y es transportada al hígado y otros tejidos.
4. **Metabolismo:** No se ha determinado bien si la Vit K funciona sin cambiar o ser transformada a otros metabolitos activos. Se conoce que la menadiona debe ser convertida a Vit K2 para ser biológicamente activa.
5. **Almacenamiento:** La Vit K es almacenada solamente en pequeñas cantidades, en el hígado y en menor concentración en la piel y los músculos.
6. **Excreción:** El exceso de Vit K es excretada en las heces y la orina.



Propiedades

En forma natural es un aceite de color amarillo, la forma sintética es un polvo cristalino amarillo. Todas las Vitaminas K son resistentes al calor y la humedad, pero pueden destruirse por exposición a ácidos, álcalis, agentes oxidantes y luz, principalmente luz ultravioleta.

Funciones

Controla la coagulación de la sangre; actúa algunas veces como transformadora de precursores de proteínas para activarlos como factores de coagulación sanguíneo. Es esencial para la síntesis en el hígado de 4 proteínas de coagulación sanguíneo:

- 1.- Factor II, protombina.
- 2.- Factor VII, proconvertina.
- 3.- Factor IX, factor navidad.
- 4.- Factor X, poder stuart.

Síntomas de Deficiencia

Prolonga el tiempo de coagulación de la sangre, hemorragia generalizada y la muerte en casos severos.

Toxicidad

Las formas naturales K1 y K2 no producen toxicidad cuando se dan en grandes cantidades, pero la menadiona sintética y varios de sus derivados han producido síntomas tóxicos en ratas.

Fuentes para animales

En general, este factor está ampliamente distribuido en las raciones normales para animales de granja, también, todos ellos la sintetizan maiz entero, harina de pescado, henos bien curados, pastos verdes, granos de sorgo, harina de soya.

Fuente suplementaria

Menadiona (vitamina K3).



VITAMINAS HIDROSOLUBLES

BIOTINA 8

Es un miembro del complejo B, es hidrosoluble, contiene azufre, está ampliamente distribuida en la naturaleza y es esencial para la salud de muchas especies de animales, juega un papel importante en el metabolismo de carbohidratos, lípidos y proteínas.

Química

La biotina, como tiamina, es una Vit que contiene azufre. Es un derivado cíclico de la urea que está unido a un anillo tiopeno.

Metabolismo

La biotina es absorbida principalmente en la parte alta del intestino delgado. Sin embargo, la avidina, una proteína encontrada en el huevo fresco (crudo), se liga a la biotina y evita su absorción en el intestino delgado. Afortunadamente, el cocimiento inactiva la avidina.

Una considerable cantidad de biotina es sintetizada por las bacterias intestinales, lo que ha sido comprobado, debido a que la cantidad de biotina excretada en las heces y orina, es mayor que la ingerida. La síntesis que ocurre en el intestino puede ser absorbida y ser utilizada como fuente de biotina.

Muchas variables afectan la síntesis microbial en los intestinos entre ellos tenemos: la fuente de carbohidratos presentes en la dieta (almidón, glucosa, sacarosa, etc.), la presencia de otras Vit del complejo B y la presencia o ausencia de sustancias bactericidas y antibióticos.



Una vez absorbida, la biotina entra a la circulación portal, es almacenada principalmente en el hígado y los riñones, aunque todas las células contienen alguna cantidad de biotina. La excreción es principalmente a través de la orina y solo pequeñas cantidades son secretadas en la leche.

La determinación de los niveles de biotina en sangre y los niveles de biotina en la orina, nos proporcionan información alrededor del nivel de biotina en el organismo.

Propiedades

La biotina es una sustancia cristalina, inodora e incolora. Se solubiliza rápidamente en agua caliente y muy lentamente en agua fría, es estable al calor. Es destruida por ácidos fuertes alcalis y otros agentes oxidantes, y por la luz ultravioleta.

Funciones

Es requerida para muchas reacciones en el metabolismo de los carbohidratos, grasas y proteínas, funciona como una coenzima principalmente en la descarboxilación - carboxilación y la desaminación.

La biotina actúa como una coenzima transfiriendo CO_2 de un compuesto a otro (por descarboxilación remueve dióxido de carbono y por la carboxilación adiciona CO_2).

Numerosas reacciones de descarboxilación y carboxilación ocurren en el metabolismo de carbohidratos, grasas y proteínas, entre ellas tenemos:

- 1.- Interconversión de piruvato y oxaloacetato. La formación del oxaloacetato es el punto de inicio del ciclo de los ácidos tricarboxílicos también conocido como ciclo de krebs, en el que la energía potencial de los nutrientes es liberada para ser usada por todo el cuerpo.



- 2.- Interconversión de succinato y propionato.
- 3.- Interconversión de Acetil CoA a malonil CoA, que es el primer paso en la formación de ácidos grasos de cadena larga (síntesis de grasa).
- 4.- Formación de purinas, parte esencial del ADN y ARN y para síntesis de proteína.
- 5.- Conversión de ornitina a citrulina, importante reacción en la formación de urea.

La biotina sirve como una coenzima para la desaminación (remoción de $-NH_2$), reacciones que son necesarias para la producción de energía a partir de ciertos aminoácidos (ácido aspártico, serina y treonina).

Síntomas de Deficiencia

El huevo crudo contiene una antivitamina, la proteína avidina, que se une a la biotina, convirtiéndola en no disponible para los animales. Sin embargo, la avidina se desnaturaliza cuando el huevo se cocina, haciendo que la biotina sea disponible para el animal.

En todos los animales la biotina puede disminuir el crecimiento, ocasionar pérdida de pelo y dermatitis.

Los cerdos presentan espasmos en la parte trasera de la pierna, cascos agrietados y dermatitis, disminuye la eficiencia de utilización de los alimentos. Los pollos y patos presentan perosis y dermatitis. En gallinas ponedoras, la producción de huevos no es afectada pero la incubabilidad se ve severamente reducida.

Toxicidad

No se han encontrado efectos tóxicos.



Fuentes para animales

Granos de cervecera, harina de semilla de algodón, leche, grano de sorgo, harina de soya, soya cruda, millrun.

Fuentes suplementarias: Pulidura de arroz (semolina), biotina sintética, levadura torula y de cervecera.

COLINA

Es parte de los constituyentes de la lecitina, es vital para prevenir el engrasamiento del hígado, la transmisión de impulsos nerviosos y el metabolismo de los lípidos. Sin embargo, la clasificación de la colina, como una vitamina es debatido, porque no satisface todos los requisitos de las vitaminas, especialmente las del complejo B.

Una de las razones para su cuestionamiento es el hecho que la colina es utilizada en mayor cantidad que las otras Vit B. Además, el cuerpo por si mismo puede sintetizar considerables cantidades de colina, reduciendo la necesidad de suplementarla en la dieta.

Química

Estructuralmente, la colina ($C_5H_{15}NO_2$) es una molécula relativamente simple, que contiene 3 grupos metilos.

Metabolismo

La colina es absorbida en el intestino delgado.

Propiedades

Es incolora, de sabor amargo, higroscópica, es totalmente estable al calor y al almacenamiento, pero inestable a álcalis fuerte.



Funciones

- Previene el engrasamiento del hígado a través del metabolismo y transporte de las grasas, sin colina, las grasas se depositan dentro del hígado, bloqueando sus funciones.
- Es necesaria para la transmisión de impulsos nerviosos. La colina se combina con el acetato para formar acetilcolina, sustancia que funciona como puente entre las células nerviosas para que los impulsos puedan ser transmitidos.
- Sirve como fuente de grupos metilos lábiles que facilitan el metabolismo por un fenómeno conocido como transmetilación. La colina puede ser utilizado como un donador de grupos metilos lábiles a un compuesto estructuralmente a fin llamado betaina o al aminoácido metionina. Cuando hay exceso de metionina, la colina puede ser formada por un proceso mediante el cual los grupos metilos son transferidos de la metionina a la colina, asimismo los grupos metilos de la colina pueden ser utilizados para producir metionina a partir de la homocisteína.

Síntomas de Deficiencias

Pobre crecimiento y engrasamiento del hígado. Los pollos y patos desarrollan perosis. En cerdos ocasiona un caminar anormal y problemas reproductivos en hembras adultas.

Toxicidad

No se han observado efectos tóxicos.



Fuentes para animales

Con raciones altas en proteínas, la colina es sintetizada en cantidad suficiente a partir de ciertos precursores y aminoácidos. Los síntomas de deficiencia son más comunes cuando el contenido de proteína en las raciones es bajo. Alimentos ricos en colina: harina de pescado, granos de cervecera, mantequilla, granos de maíz y sorgo, harina de carne, harina de soya, soya cruda.

Fuentes suplementarias: Colina sintética, pulidura de arroz (semolina) lecitina, germen de trigo y levadura torula y de cervecera.

ACIDO FÓLICO (FOLACINA)

El término folacina es usado para designar el ácido fólico (ácido pteroylmonoglutámico) y un grupo estrechamente relacionado de sustancias que son esenciales para todos los vertebrados para el normal crecimiento y reproducción, para prevenir desórdenes sanguíneos y para importantes mecanismos bioquímicos dentro de cada célula.

Química

Esta vitamina existe de diferentes formas en la naturaleza, haciendo de la folacina un grupo de compuestos.

Si la matriz de la molécula de folacina (consiste de pteridina, ácido paraminobenezoico y ácido glutámico) se rompe, se pierde su actividad nutricional. La forma biológicamente activa de la folacina, es un producto de su reducción llamado ácido tetrahidrofólico.



Metabolismo

Existe una amplia variación en la absorción de folatos a partir de los alimentos y van desde muy bajos 10% hasta muy altos 80%. El folato es absorbido por transporte activo y por difusión, principalmente en la parte alta del ID, la glucosa, ácido ascórbico y algunos antibióticos facilitan su absorción.

El folato ligado a la proteína, es transportado en la sangre para el hígado, aquí es metilado y transportado a las células de la médula ósea, a los glóbulos rojos maduros y quizás a otras células. En los tejidos corporales parece ser que la vitamina se encuentra en forma de metilfolato.

Los niveles de folasina en el suero sanguíneo es entre 7 a 16 nanogramos/mililitro de suero. Las reservas corporales totales está entre 5 a 12 miligramos, de los cuales la mitad se encuentra en el hígado. Alguna cantidad de folato es excretado en la bilis y en la orina.

Propiedades

El ácido fólico es un polvo cristalino, amarillo brillante, ligeramente soluble en agua, inestable en solución acida, relativamente inestable al calor y se destruye fácilmente por exposición a la luz.

Funciones

En el cuerpo, el ácido fólico es convertido en al menos 5 formas activas de enzimas, la forma matriz es el ácido tetrahidrofólico. Las coenzimas folacinas son responsables, de las siguientes funciones importantes:

- La formación de purinas y pirimidinas que son necesarias para, la síntesis de ácidos nucleicos (ADN y ARN). Esto explica el papel importante de la folacina en la división y reproducción celular.



- La formación de hemo, la proteína conteniendo hierro en hemoglobina.
- La interconversión del carbono 3 del aminoácido serina desde el carbono 2 del aminoácido glicina.
- La formación de los aminoácidos tirosina a partir de la fenilalanina y ácido glutámico a partir de la histidina.
- La formación del aminoácido metionina a partir de la homocisteína.
- La síntesis de colina a partir de la etanolamina.
- La conversión de nicotinamida a N-metilnicotinamida, uno de los metabolitos de la niacina que es excretada en la orina.

Síntomas de Deficiencias

Anemia megaloblástica (en jóvenes) y anemia macrocítica (en el embarazo). En pollos, retraso en el crecimiento, depigmentación en plumas. alguna síntesis ocurre en el rumen, sin embargo, los corderos recién nacidos requieren una suplementación en la dieta.

Toxicidad

Normalmente no tiene efectos adversos.

Fuentes para animales

Harina de semilla de algodón, granos de destilería, harina de pescado, harina de carne, leche, harina de soya, subproductos de trigo.

Fuentes suplementarias: Acido fólico sintético (ácido pteroylglutámico), germen de trigo, levadura torula y de cervecera.



INOSITOL

Está ampliamente distribuida en los alimentos y está estrechamente relacionado con la glucosa. Primeramente fue llamada "azúcar del músculo" y después recibió el nombre de Inositol del griego "inos" que significa tendón y "ose" del sufijo azúcar.

Experimentos realizados con animales en 1940, indicaban que el Inositol era un factor nutricional esencial lo que condujo a muchos investigadores a ubicarlos dentro del grupo de las Vit B. Hoy en día su clasificación como Vit es debatida; ya que opinan que quizás sea más apropiado clasificarlo como un nutriente esencial que como una Vit, para ciertas especies de bacterias y animales. Sin embargo, la clasificación del Inositol como Vit B aun persiste en algunos libros, catálogos y listas de ingredientes para raciones.

Química

El Inositol es un compuesto cíclico de 6 carbonos con 6 grupos hidróxilos, estrechamente relacionado con la glucosa. Existen 9 formas inositol, pero solamente el Mio-inositol ha demostrado alguna actividad biológica.

El ácido hexafosfórico ester del inositol es el ácido fítico, un compuesto que unido al fósforo, vuelve a este último indisponible para la absorción de los animales.

Metabolismo

El inositol además de estar presente en los alimentos, es sintetizado en las células. El mio-inositol está presente, en cantidades relativamente grandes en las células de prácticamente todas las plantas y animales.



En las células animales, está presente como un componente de los fosfolípidos, sustancias que contienen fósforo, ácidos grasos y bases nitrogenadas. En las células vegetales, se encuentra como ácido fítico, un ácido orgánico que se une al Calcio, Hierro y Zinc en un complejo insoluble que interfiere en la absorción de esos minerales.

El inositol es almacenado en el cerebro, músculo cardíaco y músculo esquelético. Pequeñas cantidades de inositol son normalmente excretadas en la orina.

Propiedades

Es un material cristalino, de sabor dulce, incoloro y soluble en agua, puede resistir ácidos, álcalis y calor.

Funciones

Las funciones no están completamente establecidas, pero se sugieren los siguientes roles:

- Tiene un efecto lipotrópico (afinidad por los lípidos, como la colina) y ayuda en el metabolismo de las grasas y a reducir el colesterol en la sangre
- En combinación con la colina, previene el endurecimiento de la grasa en las arterias, protegiendo el corazón.
- Parece ser un precursor de los fosfoinositos, que son encontrados en varios tejidos corporales, especialmente en el cerebro.

Síntomas de Deficiencia

El mio-inositol es un factor de crecimiento para ciertas levaduras y bacterias, y en menor proporción para otros organismos incluyendo varias especies de peces.



Anteriormente algunos experimentos indicaban que la deficiencia de inositol causa retraso en el crecimiento y pérdida de pelo en ratones jóvenes y pérdida de pelos alrededor de los ojos en ratas, pero estos síntomas ahora son cuestionados por que las dietas experimentales eran parcialmente deficientes en otras vitaminas.

Toxicidad

No se conoce la toxicidad del inositol.

Fuentes para animales

Granos de cereales (sorgo, maíz, arroz, trigo, avena, cebada), leguminosas, harina de carne, leche.

Fuentes suplementarias

Inositol sintético, germen de trigo y levaduras.

NIACINA (ACIDO NICOTINICO O NICOTINAMIDA)

Niacina (es un miembro del complejo B) es un término colectivo que incluye el ácido nicotínico y la nicotinamida, ambas formas naturales de la Vit tienen igual actividad. En el cuerpo ellas están activas como Nicotinamida Adenina Dinucleotido (NAD) y Nicotinamida Adenina Dinucleotido Fosfato (NADP) y sirven como coenzimas (frecuentemente en conjunto con las coenzimas tiamina y riboflavina) para producir energía dentro de la célula.

Química

A partir de sus formulas químicas revelan ser compuestos derivados de la pirimidinas.



Metabolismo

La Niacina es absorbida principalmente en el ID pasa a la circulación portal y es llevada al hígado, aquí, es convertida en la coenzima Nicotinamida Adenina Dinucleotido (NAD), también alguna NAD es sintetizada en el hígado a partir del triptófano. El NAD formado en el hígado es degradado, liberando nicotinamida que es excretada dentro de la circulación general. Esta nicotinamida y la niacina que no fue metabolizada en el hígado son transportadas en la sangre a otros tejidos corporales, donde ellas son utilizadas para la síntesis de coenzimas que contienen niacina.

La Niacina se encuentra en los tejidos corporales como parte de dos coenzimas, la Nicotinamida Adenina Dinucleotido (NAD) y la Nicotinamida Adenina Dinucleotido Fosfato (NADP), ambos son conocidos como los nucleotidos

El NAD está compuesto de Nicotinamida, Adenina, 2 moléculas de ribosa y 2 moléculas de fosfato. El NADP es similar en estructura excepto que contiene 3 grupos fosfatos.

Pequeñas cantidades de niacina son almacenadas en el cuerpo, el exceso es metilado y excretado en la orina principalmente como N-metilnicotinamida y N-metilpiridina, también pequeñas cantidades de ácido nicotínico y niacinamida son excretadas en la orina.

Propiedades

El ácido nicotínico se asemeja a pequeñas rocas cristalinas incoloras de sabor amargo, sin embargo, la nicotinamida cuando está cristalizada es un polvo blanco. Ambos son solubles en agua (siendo más solubles la forma amida que la forma ácida) y no son destruidas por el ácido, álcalis, luz, oxidación a calor.



En el cuerpo, el ácido nicotínico es fácilmente convertido en nicotinamida. En grandes cantidades el ácido nicotínico actúa como un leve vasodilatador de los vasos sanguíneos, causando el sonrojamiento de la cara, aumenta la temperatura de la piel y desvanecimiento.

Funciones

El principal papel de la niacina en el cuerpo es como constituyente de 2 importantes coenzimas: la NAD y la NADP. Estas coenzimas funcionan en muchos sistemas enzimáticos importantes que son necesarios para la respiración celular.

- Ellas participan en la liberación de energía a partir de los carbohidratos, grasas y proteínas.
- Ellas funcionan en sistemas biológicos de óxido-reducción por su habilidad como agentes que transfieren hidrógeno.
- Participan en la síntesis de ácidos grasos, proteína y ADN.
- Se considera que la Niacina tiene un efecto específico sobre el crecimiento y reduce los niveles de colesterol en sangre.

Síntomas de Deficiencias

- Reduce el apetito y el crecimiento.
- En cerdos se presenta diarrea, vómito, dermatitis y ulceraciones intestinales.
- Los pollos muestran emplume escaso, dermatitis escamosa.
- Los perros presentan lengua oscura (lengua negra) y lesiones bucales.



Toxicidad

Ingestión de grandes cantidades de niacina pueden provocar dilatación vascular o enrojecimiento de la piel, escozor, daños en el hígado, elevado nivel de glucosa en sangre, elevado nivel de enzimas en sangre y úlceras pépticas.

Fuentes para los animales

Gluten de maíz, granos de destilería, harina de pescado, pastos deshidratados, trigo y subproductos de trigo.

Fuentes suplementarias

Nicotinamida sintética, ácido nicotínico sintético, pulidura de arroz (semolina), levadura torula y de cervecería.

La niacina es la más estable de las Vjts del complejo B, puede ser sintetizada en el cuerpo a partir del triptófano excedente, de tal manera que cuando se estima la cantidad total de niacina suministrada en la ración, el contenido de triptófano en los alimentos debe ser considerados. Los alimentos proteicos de origen animal son ricos en triptófano.

La niacina presente en muchos granos de cereales no está disponible para cerdos y otros animales de estómago simple. En rumiantes adultos no es necesario la niacina en la ración, ya que la misma puede ser sintetizada por la microflora ruminal, sin embargo, vacas lecheras altamente productivas pueden requerir suplementación con niacina para obtener el máximo rendimiento.



ÁCIDO PANTOTÉNICO (VITAMINA B₃)

Es un miembro importante de las vitaminas del complejo B, es esencial en las dietas de humanos y animales; como constituyente de la coenzima A (CoA), juega un papel importante en el metabolismo energético. En reconocimiento a su amplia distribución en los alimentos, recibe el nombre de ácido pantoténico, que se deriva de la palabra griega "pantothern" que significa en todas partes.

Química

Está compuesto de ácido pantoico y el aminoácido beta-alanina.

Metabolismo

Al igual que las otras vitaminas del complejo B es rápidamente absorbida a través de la mucosa del ID y entra a la circulación portal. Dentro de los tejidos, la mayoría del ácido pantoténico es utilizado en la síntesis de Coenzima A (Co A), pero una cantidad considerable se encuentra en la células unido a una proteína en un compuesto conocido como Acil proteína transporte.

El ácido pantoténico está presente en todos los tejidos vivos, con altas concentraciones en el hígado y los riñones (grandes cantidades de CoA son encontradas en el hígado y con menores cantidades en las glándulas adrenales) La vitamina es excretada del cuerpo a través de los riñones.

Propiedades

En forma pura, es una sustancia aceitosa, viscosa, amarilla, soluble en agua, completamente estable en soluciones neutras, pero destruida por ácidos, álcalis y exposición prolongada a calor seco. El Pantotenoato de Calcio, la forma comercialmente disponible, es una sustancia cristalina, blanca, inodora, amarga y totalmente estable.



Funciones

El ácido pantoténico en el cuerpo funciona como parte de dos enzimas, la Coenzima A (CoA) y la Acil proteína transporte.

La CoA es una de las sustancias más importantes en el metabolismo corporal. La CoA participa en las siguientes reacciones:

1. En los procesos metabólicos mediante los cuales los carbohidratos, lípidos y proteínas son degradados y la energía es liberada.
2. La formación de acetilcolina, sustancia importante en la transmisión de los impulsos nerviosos.
3. La síntesis de porfirina, un precursor de la heme, de importancia en la síntesis de hemoglobina.
4. La síntesis de colesterol y otros esteroides.
5. Las hormonas esteroideas formadas por las glándulas adrenales y sexuales.
6. El mantenimiento de los niveles de azúcar en sangre y la formación de anticuerpos.
7. La excreción de la droga sulfonamida.

Síntomas de deficiencia

Todas las especies presentan reducción del crecimiento, pérdida de pelo y enteritis. Los ruminantes adultos sintetizan ácido pantoténico en el rumen. Los síntomas de deficiencia en terneros son: pelo áspero, dermatitis, anorexia y pérdida de pelo alrededor de los ojos.



Los cerdos desarrollan desórdenes neurológicos que hacen que los animales caminen como ganso (marcha a paso de ganso). En pollos se presenta dermatitis y muerte embrionaria. Los perros vomitan y tienen infiltración de grasa en el hígado.

Toxicidad

Relativamente no es tóxico. Cantidades excesivas son rápidamente excretadas.

Fuentes para animales: Harina de alfalfa, mantequilla, leche.

Fuentes suplementarias

Pantotenato de Calcio (sintético), pulidura de arroz (semolina), levadura torula y de cervecería.

ÁCIDO PARA-AMINO BENZOICO (APAB)

Es un constituyente de la mayoría de los alimentos, tiene actividad como un factor de crecimiento para ciertas bacterias. El APAB tiene una considerable actividad como folacina en animales alimentados de manera deficiente.

En el ganado mayor, el APAB es una parte esencial de la molécula de folacina, pero no tiene actividad vitamínica en animales que reciben suficiente folacina, ésta última puede ser producida en el tracto intestinal por síntesis microlina y puede no ser requerida en la ración.

El APAB fue identificado primeramente como un nutriente esencial para ciertos microorganismos, posteriormente, se demostró que actuaba como un factor que evitaba en ratas y ratones (pero no en las personas) que el pelo encaneciera y como un factor de crecimiento en pollos.



Química

La estructura química del APAB es muy similar a la de algunas sulfamidas.

Metabolismo

El cuerpo produce su propio APAB si las condiciones en el intestino son favorables.

Propiedades

Es una sustancia cristalina, amarilla, ligeramente soluble en agua.

Funciones

Para ganado mayor, el APAB funciona como una parte esencial de la molécula de polaina.

Síntomas de deficiencia

No se han demostrado en animales.

Toxicidad

El APAB no se conoce que sea tóxico para los animales, pero grandes dosis de manera continua pueden ocasionar náuseas y vómitos.

Fuentes para animales

En las tablas de composición de los alimentos generalmente no aparecen los contenidos en APAB, pero los siguientes alimentos son ricos en APAB: harina de pescado, harina de soya, harina de mani.

Fuentes suplementarias: Lecitina, APAB sintético, germen de trigo y levadura de cerveza.



RIBOFLAVINA (VITAMINA B₂)

Está presente prácticamente en todas las células vivas y al igual que la niacina, tiene un papel esencial en los mecanismos oxidativos de las células.

Química

Químicamente, la riboflavina está compuesta de un anillo de aloxasina y un alcohol derivado del azúcar ribosa.

Metabolismo.

Es absorbida en la parte superior del ID por difusión pasiva, que controla la cantidad de vitamina tomada por las células de la mucosa intestinal. Es fosforilada en la pared intestinal y transportada por la sangre a los tejidos donde puede aparecer como fosfato o como flavo proteína.

El cuerpo tiene limitada capacidad para almacenar riboflavina, aunque se encuentran concentraciones grandes en el hígado y los riñones, no así en otros tejidos. Diariamente los tejidos necesitan el suministro de riboflavina en la dieta o como en rumiantes a través de una continua síntesis bacterial.

La excreción es principalmente por vía urinaria, aunque la cantidad excretada está relacionada con el consumo, cuando el consumo es alto la excreción urinaria es alta, cuando el consumo es bajo, la excreción es baja. Alguna cantidad de riboflavina es excretada en las heces. Todos los mamíferos excretan riboflavina en la leche.

Propiedades

En forma pura, son cristales finos de color amarillo-naranja de sabor amargo e inodora. En solución acuosa da una fluorescencia amarillo verdosa.



Es escasamente soluble en agua, es estable al calentamiento en soluciones ácidas y neutras, pero puede ser destruida por calentamiento en sustancias alcalinas; se destruye fácilmente por exposición a la luz, especialmente luz ultravioleta (puede ser destruida por la luz solar). A causa de su estabilidad al calor y limitada solubilidad en agua, pequeñas cantidades de riboflavina pueden perderse en el procesamiento de los alimentos.

Funciones

La riboflavina funciona como parte de un grupo de enzimas llamadas flavoproteínas. El Flavin Mononucleótido (FMN) y el Flavin Adenin Dinucleótido (FAD), participan en reacciones vitales en puntos de la cadena respiratoria del metabolismo celular.

El FMN y el FAD funcionan como coenzimas en diferentes sistemas flavoprotéicos. Ellos juegan un mayor rol que las enzimas que contienen tiamina y niacina, en las reacciones óxido-reducción de cadenas largas para la liberación de energía. En el proceso, el hidrógeno es transferido de un compuesto a otro, hasta que finalmente se combina con oxígeno para formar agua.

La riboflavina funciona en el metabolismo de los aminoácidos, ácidos grasos y carbohidratos. Durante los procesos, la energía se libera gradualmente quedando disponible para las células. Además, actúa en la activación de la piridoxina (Vit B₆), necesaria para la formación de niacina a partir del aminoácido triptofano.

La riboflavina se considera un componente del pigmento retinal del ojo; actúa en el funcionamiento de la glándula adrenal y es requerida para la producción de corticoesteroides en la corteza adrenal.



Síntomas de Deficiencias

Retarda el crecimiento en muchas especies. En caballos ceguera nocturna, problemas reproductivos en cerdas y crecimiento lento anemia y diarrea, ojos opacos y ataxia locomotriz en cerdos jóvenes y, parálisis y dedos torcidos en aves.

Toxicidad

No se conocen efectos tóxicos por riboflavina.

Fuentes para animales: Mantequilla, pastos verdes jóvenes, harina de subproductos de aves.

Fuentes suplementarias: Riboflavina (sintética), levadura.

TIAMINA (VITAMINA B₁)

Es llamada Vit antiberiberi, antineurítica o antipolineuritis, fue la primera de las Vits del complejo B en ser obtenida en forma pura.

Química

La tiamina está formada de Carbono, Hidrógeno, Oxígeno y Azufre. Consiste de una molécula de pirimidina y una molécula de tiasol ligada a un puente de metileno.

Metabolismo

La tiamina ingerida con el alimento está disponible en forma libre, en forma unida como tiamina pirofosfato (también llamada tiamina difosfato) y en forma de un complejo proteína-fosfato. Estas dos últimas formas son divididas en el tracto digestivo y absorbidas en la parte superior del intestino delgado donde la reacción es ácida.



Luego la tiamina es transportada al hígado donde es fosforilada bajo la acción del ATP para formar la coenzima tiamina difosfato (llamada tiamina pirofosfato o cocarboxilasa), esta fosforilación ocurre principalmente en el hígado.

La tiamina, es la que menos se almacena, en comparación con el resto de las vitaminas. Si hay deficiencia en la dieta, los tejidos agotan sus reservas en 1 ó 2 semanas, por lo que es necesario suplirla regularmente para mantener los niveles normales en los tejidos, los tejidos corporales sólo toman la cantidad de tiamina que necesitan.

Las necesidades pueden incrementarse por aumento de la demanda metabólica (fiebre, intensa actividad muscular, preñez y lactancia) o por la composición de la dieta (carbohidratos incrementan las necesidades de proteína, mientras que los lípidos y proteínas ahorran tiamina). La tiamina es soluble en agua, la mayoría de la vitamina que no es requerida para su uso o el exceso consumido es eliminado diariamente por la orina.

Propiedades

La tiamina sintética es usualmente comercializada como tiamina hidrocloreto, que es más estable que la vitamina libre, es un polvo blanco cristalino, con un ligero olor a levadura y sabor salado, soluble en agua, ligeramente soluble en alcohol e insoluble en solventes grasos. El monohidrato de tiamina es más estable al calor que el hidrocloreto de tiamina.

Funciones

- Como coenzima en el metabolismo energético.
- Como coenzima en la conversión de glucosa en grasa.
- Participa en el funcionamiento de los nervios periféricos, en este rol tiene valor en el tratamiento del beriberi.



1. De manera indirecta ayuda a mantener el apetito normal, el tono muscular y la actitud mental saludable.

Síntomas de Deficiencia

Disminución del apetito (anorexia), pérdida de peso, problemas cardiovasculares y baja temperatura corporal. En pollos se presenta polineuritis (retracción de la cabeza), en gallinas ponedoras disminución de la producción de huevos.

Toxicidad: No se conocen efectos tóxicos.

Fuentes para animales

Harina de semilla de algodón, harina de maní, harina de soya, harina de girasol.

Fuentes suplementarias

Pulidura de arroz (semolina), hidrocloreto de tiamina, mononitrato de tiamina, harina de germen de trigo, levadura torula y de cervecera.

VITAMINA B₆ (Piridoxina, Piridoxal, Piridoxamina)

Vit B₆ es el nombre que ahora recibe un grupo de tres compuestos naturales estrechamente relacionado y que poseen actividad potencial como Vit B₆: Piridoxina, Piridoxal, Piridoxamina. La Piridoxina se encuentra en gran cantidad en los productos vegetales mientras que el Piridoxal y la Piridoxamina están presentes principalmente en productos de origen animal.

La necesidad de suministrar vitamina B₆ fue demostrada primeramente en experimentos con ratas y actualmente se sabe que es necesaria en la dieta para pollos, cerdos, perros, humanos y otras especies incluyendo microorganismos.



Química

Es encontrada en los alimentos en 3 formas que son fácilmente interconvertibles (Piridoxina, Piridoxal, Piridoxamina). También es encontrada en sistemas fisiológicos en la forma de Piridoxal fosfato y Piridoxamina fosfato.

Metabolismo

En las 3 formas es absorbida rápidamente en la parte superior del ID y pasa al resto del cuerpo por la vena porta, está presente en muchos tejidos corporales con mayor concentración en el hígado. Es secretada en la leche pero excretada principalmente por las vías urinaria.

Propiedades

Las 3 formas son sustancias cristalinas de color blanco, solubles en agua, completamente estables al calor y ácidos, pero se destruyen fácilmente por oxidación o exposición a álcalis y luz ultravioleta, de las 3 formas la Piridoxina es más resistente a los sistemas de procesamientos y condiciones de almacenamiento de los alimentos.

Funciones

La Vit B₆ es esencial en la dieta para ratas, cerdos, pollos y perros. Es sintetizada en el rumen de ovinos y ovejas y quizás en el ciego de los caballos, por lo que no se han reportado síntomas de deficiencias en estas especies.

En forma de coenzima, principalmente como Piridoxal fosfato y algunas veces como Piridoxamina fosfato, participa en un gran número de funciones fisiológicas principalmente:



1. En el metabolismo de las proteínas (Nitrógeno) incluye la transaminación, descarboxilación, desaminación y transulfuración, conversión del triptófano a ácido nicotínico, formación de la hemoglobina y absorción de aminoácidos.
2. En el metabolismo de los carbohidratos y las grasas incluye la conversión de glucógenos a glucosa- 1- fosfato y la conversión de ácido linolénico a ácido araquidónico.
3. En problemas clínicos que incluyen anemia, piedra en los riñones y demandas fisiológicas del embarazo.

Síntomas de Deficiencia

Todas las especies presentan convulsiones. En cerdos anorexias y crecimiento lento; en pollos retraso en el crecimiento y emplumado anormal; en gallinas ponedoras disminuye la postura y la incubabilidad de los huevos.

Toxicidad

No es tóxico.

Fuente para animales

Normalmente, las raciones para animales contienen adecuadas cantidades de vitaminas B₆ (Harina de alfalfa, harina de carne, pastos verdes, mill run).

Fuentes suplementarias

Hydroclorito de piridoxina pulidura de arroz (semolina), germen de trigo, levadura torula y de cervecera.



VITAMINA B₁₂ (COBALAMINAS)

La Vit B₁₂, al igual que las otras vitaminas del complejo B, no es una sustancia sencilla, sino, que son varios compuestos estrechamente relacionados que tienen similar actividad. El nombre Cobalaminas se aplica a este grupo de sustancias que contienen cobalto, la más activa es la cianocobalamina, también pertenecen a la B₁₂ la hidroxicobalamina, la nitrocobalamina y el tiocinato cobalamina. La B₁₂ puede ser sintetizada por los animales y los microorganismos, pero no por las plantas superiores.

Química

Es la más grande y la más compleja de todas las moléculas de vitaminas. La parte principal de la molécula consiste en un anillo de porfirina conteniendo cobalto como elemento central. El ión cianida está unido al átomo de cobalto, este grupo cianida puede ser sustituido por varios aniones como bromo, cloro, sulfato o grupos nitro y la molécula puede mantenerse biológicamente activa.

La B₁₂ aparece como un complejo proteínico en las proteínas de origen animal. La principal fuente, sin embargo, son los microorganismos del tracto gastrointestinal de los animales herbívoros. Para que los microorganismos puedan llevar a cabo la síntesis, es necesario suministrarle a los animales cobalto en la dieta, para que pueda ser incorporado a la molécula de B₁₂, si hay deficiencia en este mineral la síntesis no se puede llevar a cabo.

Metabolismo

Lo más importante, es que la B₁₂ requiere una secreción gastrointestinal específica (factor intrínseco) para su absorción y su absorción en el ID requiere aproximadamente 3 horas (la mayoría de las Vits hidrosolubles son absorbidas en segundos).



El hígado es el principal sitio de almacenamiento y es excretada a través de los riñones y la bilis.

Propiedades

Son cristales en forma de aguja, color rojo intenso, ligeramente soluble en agua, estable al calor, pero puede ser destruida por ácidos fuertes y soluciones alcalinas.

Funciones

La B_{12} funciona en 2 coenzimas; coenzima B_{12} y metil B_{12} . La coenzima B_{12} tiene los siguientes roles a nivel celular, especialmente en las células de la médula ósea, tejidos nerviosos y tracto gastrointestinal:

1. Formación de glóbulos rojos y control de la anemia perniciososa.
2. Mantenimiento de los tejidos nerviosos.
3. Metabolismo de los carbohidratos, grasas y proteínas.
4. Síntesis o transferencia de unidades sencillas de carbono.
5. Biosíntesis de grupos metilos ($-CH_3$).
6. En reacciones de reducción, como la conversión de disulfito (S-S) a grupo sulfihidróxilo (-SH).

El papel de la B_{12} está estrechamente relacionada con otras vitaminas entre ellas la colina, ácido fólico y ácido pantoténico, actuando principalmente en la síntesis de grupos metilos lábiles. En el metabolismo de los lípidos, la vitamina B_{12} participa en la conversión de metilmalonil CoA a succinil CoA.



Síntomas de Deficiencia

- Retraso en el crecimiento.
- En cerdos incoordinación en los movimientos de las patas traseras y problemas reproductivos en las cerdas.
- En gallinas ponedoras disminuye la incubabilidad de los huevos.

Toxicidad: No se conocen efectos tóxicos.

Fuentes para animales

Las plantas no pueden producir B_{12} , por tal razón no contienen cantidades significativas de esta Vit, ella está disponible para los animales a través de fuentes exógenas (alimentos de origen animal) y fuentes endógenas (síntesis de los microorganismos en el tracto gastrointestinal). Entre los alimentos ricos en B_{12} tenemos: Harina de pescado y otros subproductos marinos, harina de carne, leche, harina de subproductos avícolas.

Fuentes suplementarias: Cobalamina y levadura.

VITAMINA C (ÁCIDO ASCÓRBICO, ÁCIDO DIHIDROASCÓRBICO)

La Vit C, es también llamada ácido ascórbico, ácido dehidroascórbico y de vitamina antiescorbuto, es una sustancia muy importante encontrada en los cítricos y previene el escorbuto. Todas las especies de animales, parecen necesitar de Vit C, pero los aportes de las dietas son limitados en humanos, cobayos (conejos de indias), monos, ciertos peces incluyendo ciertos reptiles. Estas especies carecen de la enzima L - gulonolactona oxidasa que es necesaria para la síntesis de Vit C a partir de azúcares de 6 carbonos.



Química

Es un compuesto de estructura relativamente sencilla, estrechamente relacionada con los azúcares monosacáridos. Es sintetizado por las plantas y por algunas especies de animales a partir de la glucosa y otros azúcares simples.

Los humanos, monos, cobayos y murciélagos frutívoros no pueden realizar la conversión de glucosa a ácido ascórbico, debido a que estas especies carecen de la enzima L-gulonolactona oxidasa. Dos formas de vitamina C ocurren en la naturaleza, el ácido ascórbico (forma reducida) y el ácido dehidroascórbico (forma oxidada).

Metabolismo

La Vit C es rápidamente absorbida en la parte superior del ID hacia el sistema circulatorio y de aquí hacia los tejidos. Al contrario de la mayoría de las vitaminas hidrosolubles, limitadas cantidades de vitamina C son retenidas por el cuerpo y grandes cantidades son excretadas a través de la orina.

El ácido ascórbico es fácilmente oxidado a ácido dehidroascórbico y este es fácilmente reducido de nuevo a ácido ascórbico. Sin embargo, el ácido dehidroascórbico puede ser oxidado de manera irreversible, particularmente en presencia de álcalis, a ácido diketogulónico que no tiene actividad anti escorbuto.

Propiedades

El ácido ascórbico es un polvo cristalino, color blanco, inodoro, que es muy estable cuando está seco. De todas las vitaminas, es la más inyectable cuando está en solución. Es altamente soluble en agua, pero no en grasas. La oxidación (destrucción) del ácido ascórbico es acelerada por el aire, calor, luz, álcalis, enzimas oxidativas y los minerales trazas cobre y hierro.



Funciones

- Formación y mantenimiento de colágeno, sustancia que une las células corporales.
- Metabolismo de los aminoácidos tirosina y triptófano.
- Absorción y transporte de hierro.
- Metabolismo de las grasas y control del colesterol.
- Mantiene saludable dientes y huesos.
- Mantiene consistentes las paredes capilares y saludables los vasos sanguíneos.
- Participa en el metabolismo del ácido fólico.
- Funciona como un antioxidante en general.

Síntomas de Deficiencia

Escorbuto, en humanos y monos se caracteriza por inflamación y úlceras sangrantes en las encías; malformaciones y engrandecimiento de las articulaciones; fragilidad de los capilares que ocasiona hemorragias por todo el cuerpo; anemia, moretones, degeneración de las fibras musculares incluyendo el corazón.

Toxicidad

Los efectos adversos reportados en humanos por consumo excesivo (8 gramos por día) son: náuseas, calambres abdominales y diarrea; absorción excesiva de hierro, destrucción de glóbulos rojos, formación de piedras en los riñones, inactivación de la vitamina B₁₂.



Fuentes para animales

Pulpa de cítricos, pastos verdes, pulpa de tomate

Fuentes suplementarias

Acerola, Vitamina C (ácido ascórbico)



Bibliografía

Ensminger M. E., Oldfield J.E., Heinemann W. W. Feeds and Nutrition. Second Edition, 1990

Ensminger M. E., Olentine C. G. Alimentos y Nutrición de los animales 1978

Leonard A. Maynard, Loosli K. John, Hintz F. H., Warner, G. R. Nutrição Animal 3ª Edição Rio de Janeiro Freitas Bastos, 1984 736 p. il