



CURSO DE NUTRICION ANIMAL  
2011

**Tema 4. VITAMINAS**

Elaborado por :  
Ing. Agr. Roberto Bauza  
rbauza@fagro.edu.uy

Montevideo

Uruguay

## DEFINICIONES

- **Vitaminas:**
- **compuestos orgánicos de bajo peso molecular diferentes a los carbohidratos, proteínas y lípidos, metabólicamente esenciales para un estado funcional normal**

## DEFINICIONES

- **Vitaminas:**
- **Compuestos orgánicos sin similitudes químicas con función similar en el metabolismo: biocatalizadores de los procesos vitales actuando como coenzimas, grupos prostéticos de enzimas o como sustancias antioxidantes**
- **Indispensables para el crecimiento, reproducción y mantenimiento del estado sanitario**
- **No sustituibles entre sí**
- **No sintetizables por los animales**

## CARACTERISTICAS COMUNES

- **Se requieren en pequeñas cantidades: concentraciones expresadas en mg/kg o µg/kg.**
- **Son compuestos naturales producidas por los vegetales, hongos y microorganismos**
- **Los animales las obtienen de la dieta y en algunos casos de la síntesis de su flora bacteriana (ruminal o intestinal).**
- **Sustancias lábiles alterables por Temperatura, pH y oxidación**

## NOMENCLATURA

### Vitamina

Familia de compuestos con actividad biológica similar pero con potencias cuantitativas diferentes

### Vitámeros:

Compuestos químicamente relacionados que poseen las mismas funciones vitamínicas

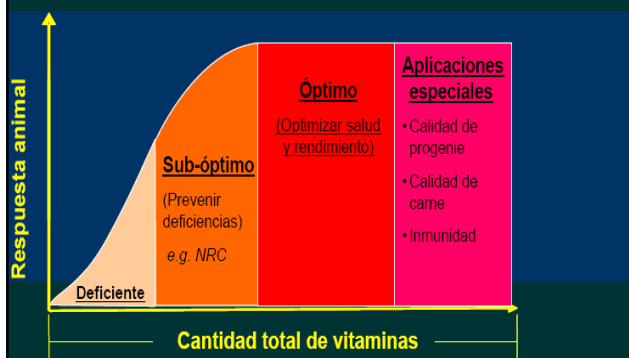
### Provitamina:

Sustancia que puede y tiene que ser transformada en el cuerpo, por el propio metabolismo o factores externos, en la vitamina, para ser utilizada.

## TRASTORNOS ORGANICOS ASOCIADOS A VITAMINAS

- **Avitaminosis:**
  - Carencia total de una o todas: síntomas específicos
- **Hipovitaminosis:**
  - Carencia parcial: disminución de performances
- **Hipervitaminosis:**
  - Exceso por acumulación de una o varias, síntomas de toxicidad

Relación entre el consumo de vitaminas y la respuesta animal (Optima Nutrición Vitamínica, OVN).



## Familias de Vitaminas

- Se identifican 14 “familias” de compuestos orgánicos con actividad vitamínica

Liposolubles	Hidrosolubles
A	C
D	Tiamina (B1)
E	Riboflavina (B2)
K	Niacina (B3)
	Acido pantoténico (B5 )
	Piridoxina (B6)
	Biotina (B8)
	Cobalamina (B12 )
	Acido fólico

### VITAMINAS LIPOSOLUBLES

- Solubles en grasas y sus solventes
- Asociadas a los lípidos del alimento
- Absorción = mecanismo que lípidos
- Se almacenan en el hígado
- Se excretan en las heces
- Funciones biológicas particulares
- Síntomas de deficiencia asociados a su función
- Hipervitaminosis por acumulación

### VITAMINAS HIDROSOLUBLES

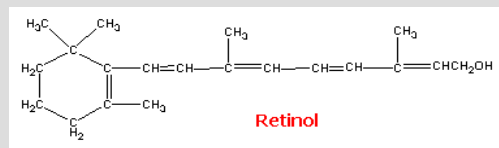
- Solubles en agua
- Actúan en el metabolismo celular como grupos prostéticos de coenzimas o precursoras de ellas
- Absorbidas por difusión pasiva
- No se almacenan
- Excedentes se excretan en la orina
- Síntomas de deficiencia poco específicos

### Vitaminas Liposolubles

Grupo	Vitámeros	Provitaminas
Vitamina A	Retinol	α y β Caroteno
	Retinal	Criptoxantina
	Ac. Retinoico	
Vitamina D	Colecalciferol (D3)	Ergosterol
	Ergocalciferol (D2)	7-dihidrocolesterol
Vitamina E	α- Tocoferol	
	γ -Tocoferol	Tocotrienoles
Vitamina K	Filoquinona (K1)	
	Menaquinona (K2)	
	Menadiona(K3)	

### VITAMINA A

- **Vitámeros**  
– Retinal, Retinol, Acido retinoico



- **Provitaminas**  
– A, β, γ carotenos // criptoxantina
- **Unidades**  
– U.I. = 0.3 μg de retinol = 0.6 μg de β caroteno

## VITAMINA A

- **Absorción / metabolismo**

- Abs. Activa en intestino

La conversión de carotenoides a Vit. A ocurre en la mucosa del ID o hígado.

- Dentro de la mucosa son reesterificados y transportados en asociación con los quilomicrones linfáticos.
- Pueden ser almacenados tanto en el hígado (90 % del total) como en el tejido adiposo (coloración amarillenta).
- Transporte a tejidos por sangre (lipoproteína)

## VITAMINA A

- **Funciones**

- Proceso de visión (formación de rodopsina) y percepción de colores
- Mantenimiento de epitelios: formación y función de células epiteliales
- Desarrollo óseo (activación de osteoblastos)
- Antioxidante: elimina radicales libres
- Reproducción: oogénesis, espermatogénesis, desarrollo embrionario y fetal

- **Síntomas de deficiencia**

- Ceguera nocturna
- Lesiones en córnea, conjuntivitis (xeroftalmia)
- Problemas respiratorios
- Fallas reproductivas
- Deformaciones óseas

## VITAMINA A

- **Fuentes**

- Forrajes verdes (carotenos)
- Maíz amarillo (carotenos)
- Hígados/riñones (retinol)
- Aceites de pescado (retinol)

- **Estabilidad**

- Se destruye por:
  - Oxidación
  - Luz
  - pH bajo

- **Hipervitaminosis**

- Falta de apetito
- Deformaciones óseas

## VITAMINA D

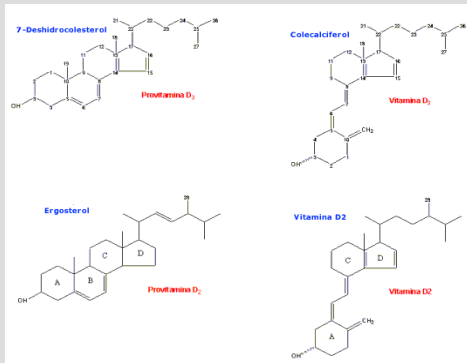
- **Vitámeros**

- D<sub>2</sub> = ergocalciferol
- D<sub>3</sub> = colecalciferol

- **Provitaminas**

- Ergosterol (vegetal)
- 7 dihidro colesterol (animal)
  - Las radiaciones UV las activan

## VITAMINA D



## VITAMINA D

- **Unidades**
  - 1 UI = actividad de 0.025 µg de vitamina
- **Absorción / metabolismo**
  - Abs. en intestino como micelas
  - Activación en piel por radiación UV
  - Almacenamiento en hígado

## VITAMINA D

- **Funciones**
  - Absorción intestinal de Ca y P
  - Regula metabolismo de Ca y P (mineralización de los huesos)
- **Síntomas de deficiencia**
  - Animales jóvenes: raquitismo
  - Animales adultos: osteomalacia
  - Gallinas: baja la producción de huevos

## VITAMINA D

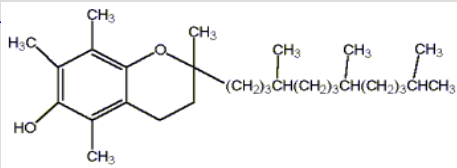
- **Fuentes**
  - forrajes secos al sol
  - Hígados y aceites de pescado
- **Estabilidad**
  - Muy inestable a la luz, O<sub>2</sub> y ácidos
  - Termoestable: resiste hasta 130°C
- **Hipervitaminosis**
  - Hipercalcemia: dolores en articulaciones
  - Calcinosiis: depósitos de Ca y P en tejidos blandos

## VITAMINA E

- **Vitámeros**

- $\alpha$  – tocoferol = E1
- B – tocoferol = E2
- $\gamma$  – tocoferol = E3

- **Unidades**



Alfa tocoferol

## VITAMINA E

- **Funciones**

- Antioxidante: protege membranas celulares de acción de radicales libres
- Interacción con Se (glutation-peroxidasa)
- Sistema inmune
- Metabolismo de B<sub>12</sub>
- Reproducción: Regulador del funcionamiento de las gónadas

## VITAMINA E

- **Síntomas de deficiencia**

- Fallas reproductivas.
- Distrofias de la musculatura estriada.
- Muertes súbitas por degeneración del miocardio.
- Síndrome edematoso.
- Degeneración grasa amarilla.
- Encefalomalacia de la nutrición.
- Falta de incubabilidad en huevos.
- Distrofia Hepática (cerdos)

## VITAMINA E

- **Interacción con otros nutrientes:**

- Se
- PUFA
- Fe/Cu
- Vit A
- Vit B12
- Vit C

## VITAMINA E

- **Fuentes**
  - Vegetales verdes
  - Cereales (germen)
  - Aceites vegetales
- **Estabilidad**
  - Grasas insaturadas la inmovilizan
  - Destruída por calentamiento (peleteado)
- **Hipervitaminosis**
  - Casos aislados
  - En aves, depresión de crecimiento

## VITAMINA K

- **Vitámeros**
  - K<sub>1</sub> = filoquinona (vegetales)
  - K<sub>2</sub> = menaquinona (animales, bacterias tgi)
  - K<sub>3</sub> = menadiona (sintética)
- **Provitaminas**
  - **Unidades**
  - mg de vitamina
- **Absorción / metabolismo**
  - Se absorbe en intestino con los lípidos
  - Se utiliza en el hígado
  - Desde el hígado por lipoproteínas a sitios de acción
  - Poca capacidad de almacenamiento

## VITAMINA K

- **Funciones**
  - Coagulación sanguínea: síntesis de protrombina, tromboplastina...
  - Osificación: síntesis de osteocalcina
  - Cofactor de enzima Q (fosforilación oxidativa)
- **Síntomas de deficiencia**
  - Hemorragias
  - Anemia
  - [cumarina, warfarina = compuesto antivitamina K]
  - [antibióticos: destruyen flora intestinal]
  - Riesgo en recién nacidos por falta de población microbiana

## VITAMINA K

- **Fuentes**
  - Forrajes verdes (hojas)
  - Harinas de pescado y de hígado
  - Síntesis microbiana (40 – 60 %)
- **Estabilidad**
  - Estables al calor
  - Inestables a la luz
- **Hipervitaminosis**
  - Excesos de compuestos sintéticos

## VITAMINAS HIDROSOLUBLES

- Solubles en agua
- Actúan como coenzimas o precursoras de ellas
- Absorbidas por difusión pasiva
- No se almacenan
- Excedentes se excretan en la orina
- Síntomas de deficiencia poco específicos

## Vitaminas Hidrosolubles

Grupo	Vitámeros
Vitamina C	Acido ascórbico
Tiamina = B <sub>1</sub>	Tiamina pirofosfato
Riboflavina = B <sub>2</sub>	FMN - FAD
Niacina = B <sub>3</sub>	Nicotinamida; NAD; NADP, Ác. Nicotínico
Acido pantoténico	Coenzima A
Piridoxina = B <sub>6</sub>	Piridoxal P; Piridoxamina P
Cianocobalamina =B <sub>12</sub>	Deoxiadenosilcobalamina
Biotina	Biotina
Acido Fólico	Acido tetrahidrofólico

## VITAMINA C

- **Vitámeros**
  - Acido ascórbico
- **Unidades**
  - mg de vitamina
- **Funciones**
  - Formación de colágeno
  - Recuperación y mantenimiento de tejidos
  - Antioxidante
  - Antibacteriana
  - Absorción del Fe

## VITAMINA C

- **Síntomas de deficiencia**
  - Escorbuto
  - Mala cicatrización
  - Anemia
  - Hematomas espontáneos
  - Sangrado de encías y nasal
  - Dolor e inflamación articular

## VITAMINA C

- **Fuentes**
  - Origen vegetal
- **Estabilidad**
  - Se destruye en presencia del oxígeno
- **Hipervitaminosis**
  - Los excesos se eliminan por orina
  - Con suministros muy altos se bloquea absorción

## VITAMINAS GRUPO B

Vitamina	Función
Tiamina = B1	Transportador de grupos aldehídos Decarboxilación de ácidos cetónicos
Riboflavina = B2	Cadena respiratoria Metabolismo energético intracelular
Niacina = Nicotinamida = B3	Componente de NAD y NADP (Transporte de H = sistema de óxido-reducción)
Ácido Pantoténico = B5	Componente de CoA. Transporte de grupos acetil y acil Síntesis y degradación de Ac. Grasos
Piridoxina = B6	Metabolismo del N: aminoácidos y proteínas Transaminación, decarboxilación....
Cobalamina = B12	Metabolismo del propionico. Síntesis de hemoglobina, ADN, ARN
Biotina = B8	Metabolismo de CHO. Reacciones de transferencia de CO2
Ácido Fólico = B9	Síntesis ADN, Glóbulos rojos
Colina	Met de grasas; transmisión nerviosa

## VITAMINAS GRUPO B

- **Rumiantes:**
  - La síntesis ruminal provee la mayor parte de las necesidades.
  - Se suplementa en condiciones particulares
- **Monogástricos:**
  - Dietéticamente esenciales
  - Riesgo de carencias

## VITAMINAS GRUPO B

- Fuentes:**
- Levadura de cerveza
  - Forrajes verdes y/o bien conservados
  - Cereales y subproductos (no de todas)

## VITAMINA B<sub>1</sub>

### Unidades

- mg de clorhidrato de tiamina

### • Funciones

- Metabolismo de CHO
- Coenzima en la descarboxilación oxidativa enzimática de  $\alpha$  cetoácidos y transcetolación
- Absorción de glucosa en sistema nervioso
- Descarboxilaciones oxidativas.
- Síntesis de lípidos por formación de acetil CoA.
- Mantenimiento del músculo esquelético y tejido nervioso

## VITAMINA B<sub>1</sub>

### • Requerimientos

- Rumiantes: síntesis de flora ruminal
- Cerdos y conejos: Síntesis insuficiente en IG
- Aves: la síntesis intestinal no se considera

### • Síntomas de deficiencia

- Se afecta metabolismo de CHO con acumulación de ac. láctico y pirúvico:
- Trastornos cardiovasculares
- Reducción de apetito (anorexia)
- Debilidad muscular
- Trastornos nerviosos (parálisis)
- En aves: polineuritis por acumulación de ácido pirúvico en tejidos

## VITAMINA B<sub>2</sub>

### • Denominación

- Riboflavina - Lactoflavina

### • Vitámeros

- Flavín-mononucleótido (FMN)
- Flavín-adenín-dinucleótido (FAD)

## VITAMINA B<sub>2</sub>

### • Funciones

- Metabolismo energético intracelular
- Respiración celular y síntesis de ácidos grasos
- Coenzima en los sistemas enzima-flavoproteína: transferencia de H del NAD y NADP al Fe de los citocromos
- Estimula actividad antioxidante de la vit. E
- Conserva el estado de las células nerviosas
- Produce glóbulos rojos junto a otras vit. del complejo B, y
- En conjunto con la niacina y piridoxina mantiene al sistema inmunitario

### VITAMINA B<sub>3</sub>

- **Denominación**
  - Niacina, Vitamina PP
- **Vitámeros**
  - Ácido nicotínico (vegetales)
  - Nicotinamida (animales)

### VITAMINA B<sub>3</sub>

- **Funciones**
  - Componente de dos coenzimas: NAD y NADP: sistemas biológicos de oxido-reducción (metabolismo energético)
  - Metabolismo de CHO, lípidos y proteínas
  - Mantenimiento de sistema nervioso en interacción con B2 y B6
  - síntesis de hormonas sexuales
  - implicada en la elaboración de cortisona, insulina y tiroxina

### VITAMINA B<sub>3</sub>

- **Síntomas de deficiencia**
  - Alteraciones en la piel (dermatitis)
  - Trastornos digestivos (enteritis)
  - Trastornos nerviosos

### ACIDO PANTOTENICO

- **Denominación**
  - Vitamina B<sub>5</sub>
- **Funciones**
  - Componente de la CoA (metabolismo intermedio, transporte de grupos acilo)
  - Metabolismo de CHO, proteínas y lípidos
  - Síntesis y degradación de ac. grasos
- **Unidades**
  - mg de pantotenato de Ca

## ACIDO PANTOTENICO

- **Requerimientos**
  - Rumiantes: síntesis ruminal
  - Monogástricos: dietéticamente esencial
- **Síntomas de deficiencia**
  - Disminución de performances
  - Dermatitis
  - En cerdos: paso de ganso

## VITAMINA B<sub>6</sub>

- **Vitámeros**
  - Piridoxina – Piridoxal- Piridoxamina
- **Funciones**
  - Coenzima en metabolismo de proteínas y del N: Transaminación, Decarboxilación, transulfuración
  - Síntesis de Niacina
  - Absorción de Cobalamina
  - Incorporación de Fe en síntesis de hemoglobina

## VITAMINA B<sub>6</sub>

- **Requerimientos**
  - Metabólicamente esencial
  - Dependiente del nivel proteico de la dieta
  - Rumiantes : síntesis ruminal
  - Aves y cerdos: síntesis microbiana, sin absorción: dietéticamente esencial
- **Síntomas de deficiencia**
  - Disminución de performances
  - Alteraciones en la piel:
  - Trastornos nerviosos: irritabilidad, neviosismo
  - Anemia microcítica e hipocrómica

## VITAMINA B<sub>12</sub>

- **Denominación**
  - Cobalamina
  - Cianocobalamina
- **Función**
  - Síntesis de hemoglobina
  - En rumiantes: metabolismo del propiónico (coenzima metilmalonil CoA isomerasa)
  - Interviene en la síntesis de ADN, ARN y proteínas

## VITAMINA B<sub>12</sub>

- **Requerimientos**
  - En rumiantes: síntesis por flora ruminal, deficiencia por carencia de Co
  - Aves y cerdos: dietéticamente esencial
  - Antibióticos inhiben su síntesis
- **Síntomas de deficiencia**
  - Retraso de crecimiento
  - Menor eficiencia de conversión
  - Anemia

## BIOTINA (B<sub>8</sub>)

- **Vitámeros**
  - Existen 8 isómeros estéricos
  - Solo la D – Biotina tiene acción vitamínica
- **Funciones**
  - Coenzima intermedia en el metabolismo en reacciones de transferencia de CO<sub>2</sub> (Carboxilación y decarboxilación)
  - Interviene en formación de hemoglobina
  - Interactúa con ácidos fólico y pantoténico

## ACIDO FOLICO (B<sub>9</sub>)

- **Vitámeros**
  - Folacina; folatos
  - Ácido pteroilglutámico
- **Funciones**
  - Síntesis de ADN y ARN
  - Formación de glóbulos rojos (grupo hemo)
  - Coenzima en la transferencia de grupos monocarbonados
  - Interactúa con B12 y Vit, C

## ACIDO FOLICO

- **Síntomas de deficiencia**
  - Anemia macrocítica
  - Mortalidad embrionaria

## COLINA

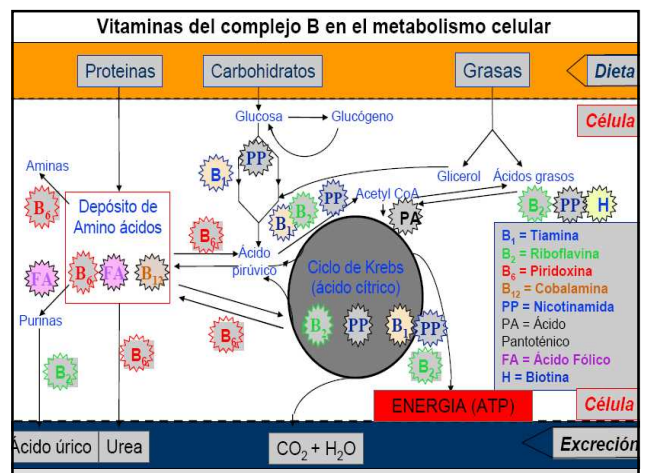
- Hidróxido de hidroxietil-trimetil amonio
- **Funciones**
  - Metabolismo de grasas en el hígado
  - Formación de Acetilcolina (transmisión nerviosa)
  - Dador de grupos metilo para la formación de metionina
- **Unidades**
  - mg de cloruro de colina

## COLINA

- **Requerimientos**
  - Asociados a la presencia de metionina en la dieta
  - Dietéticamente esencial en aves jóvenes
- **Síntomas de deficiencia**
  - Síndrome del hígado graso

### INTERACCIONES:

Variable en la ración	Efecto en los requerimientos
↑ Carbohidratos ( R )	↑ Niacina, Tiamina
↑ Proteína	↑ Piridoxina
↓ Ca o P	↑ Vitamina D
↑ Grasa	↑ Vitamina E
↓ Se	↑ Vitamina E
↑ Colina o Metionina	↓ B <sub>12</sub> , Ac. Fólico
↓ Metionina, Ac. Fólico	↓ Colina
↑ Triptofano	↓ Niacina
↓ Co ( R )	↓ Vitamina B <sub>12</sub>



## Vitaminas: Funciones metabólicas

FUNCION METABOLICA	VITAMINA
Antioxidantes	Vitamina E, Vitamina C
Hormonas	Vitamina A, Vitamina D
Dadores/Aceptores H <sup>+</sup> /e <sup>-</sup> (cofactores)	Vitamina K, Vitamina C, Niacina Riboflavina, Acido Pantoténico
Coenzimas	Vitaminas: A, K, C. Tiamina, Niacina, Vit. B6, Biotina, Ac.Pantoténico, Ac. Fólico, Vit.B12, Ribiflavina
Transcripción genética	Vitamina A, Vitamina D

## Consideraciones prácticas de la nutrición vitamínica

- **Requerimientos** : Falta de conocimiento preciso
- **Alimentos** : Incertidumbre sobre el aporte natural de vitamina útil y biodisponible
- **Interacciones** : vitaminas – vitaminas,  
vitaminas – minerales, vitaminas – aminoácidos
- **Estrés o Enfermedades** : Desconocimiento de cantidades adicionales requeridas

## Consideraciones prácticas de la nutrición vitamínica:

- Desconocimiento de la estabilidad de las vitaminas en premezclas o dietas bajo distintas condiciones de almacenamiento o procesado
- Presencia de posibles antagonistas en los alimentos
- Márgenes de seguridad