

# PRÁCTICAS DE NUTRICIÓN ANIMAL



**DNAB**  
Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica

Aurora Hilda Ramírez-Pérez  
Delia Arlette Castillo Mata

## Directorio

Universidad Nacional Autónoma de México

Dr. Enrique Luis Graue Wiechers  
Rector

Dr. Leonardo Lomelí Vanegas  
Secretario General

Dra. Mónica González Contró  
Abogada General

Dr. Luis Álvarez Icaza Longoria  
Secretario Administrativo

Dr. Alberto Ken Oyama Nakagawa  
Secretario de Desarrollo Institucional

Lic. Raúl Arcenio Aguilar Tamayo  
Secretario de Prevención, Atención y Seguridad Universitaria

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Dr. Francisco Suárez Güemes  
Director

Dr. José Ángel G. Gutiérrez Pabello  
Secretario General

LAE José Luis Espino Hernández  
Secretario Administrativo

Dr. Francisco A. Galindo Maldonado  
Secretario de Vinculación y Proyectos Especiales

Dr. Luis Corona Gochi  
Jefe del Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica

Lic. Manuel Casals Cardona  
Jefe del Departamento de Publicaciones

MVZ Enrique Basurto Argueta  
Jefe del Departamento de Diseño Gráfico y Editorial



Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia



# PRÁCTICAS DE NUTRICIÓN ANIMAL



**DNAB**

Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica

Aurora Hilda Ramírez-Pérez  
Delia Arlette Castillo Mata



PRÁCTICAS DE  
**NUTRICIÓN  
ANIMAL**

Primera edición, 14 de enero de 2020.

DR© 2020, Universidad Nacional Autónoma de México.  
Ciudad Universitaria, Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México.

ISBN: 978-607-30-2909-4

“Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio  
sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales”.

Hecho en México / Made in Mexico.

El Comité Editorial de la FMVZ de la UNAM reconoce el trabajo  
que realizó el **Dr. José Luis Romano Muñoz**,  
Profesor Investigador, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales,  
Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) como revisor técnico de esta obra.

Diseño editorial y formación electrónica: LDCV Rosalinda Meza Contreras  
Diseño de portada: LSCA Edgar Emmanuel Herrera López  
Ortotipografía, revisión de forma y gestión legal: MVZ Laura E. Martínez Alvarez  
Webmaster: LCG Marco Antonio Domínguez Guadarrama

## Contenido

<b>Presentación</b> . . . . .	6
<b>Objetivo general</b> . . . . .	7
<b>Práctica 1.</b> Interpretación de etiquetas nutrimentales de alimentos para consumo animal y humano . . . . .	8
<b>Práctica 2.</b> Construcción de modelos de aparatos digestivos de las diferentes especies animales, con la integración de los procesos digestivos y el control neuroendocrino . . . . .	12
<b>Práctica 3.</b> Evaluación de la condición corporal de las diferentes especies y estados fisiológicos, con relación a su estado energético y de nitrógeno . . . . .	16
<b>Práctica 4.</b> Cálculo del total de nutrientes digestibles, energía digestible y metabolizable en las diferentes especies . . . . .	19
<b>Práctica 5.</b> Estimación del consumo de alimento para las diferentes especies con relación al peso corporal y metabólico . . . . .	23
<b>Práctica 6.</b> Estudio de casos de enfermedades causadas por deficiencias o excesos de nutrimentos <b>Parte 1.</b> Nutrimentos . . . . .	26
<b>Práctica 6.</b> Estudio de casos de enfermedades causadas por deficiencias o excesos de nutrimentos <b>Parte 2.</b> Factores antinutrimientales . . . . .	29
<b>Bibliografía</b> . . . . .	32
<b>Anexo 1.</b> Interpretación de los análisis clínicos veterinarios . . . . .	35

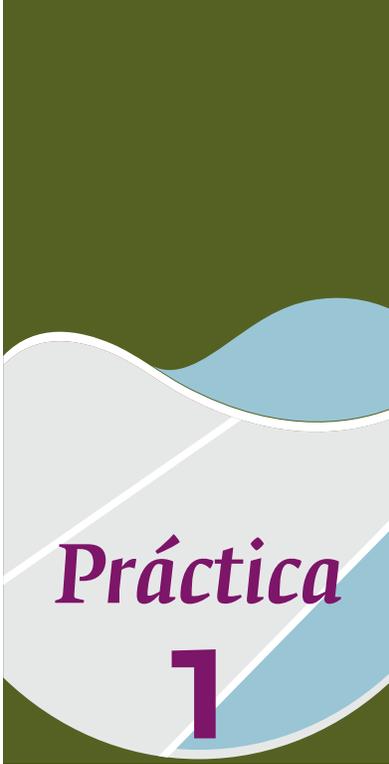
## Presentación

La nutrición animal es la ciencia que estudia los diferentes procesos (físicos, químicos y biológicos) que el organismo realiza para asimilar los nutrientes de los alimentos, y sostener la salud y la producción animal.

En la nutrición hay aspectos determinantes para el bienestar animal y la productividad, y que en forma práctica deben considerarse e incluirse, como son: el consumo de alimento, la utilización de la energía y la condición corporal.

## Objetivo general

Aplicar los conocimientos aprendidos para comprender la relación entre la nutrición animal, la preservación de la salud y la productividad.



**Interpretación de etiquetas  
nutrimentales de alimentos  
para consumo animal y humano**

## Práctica 1

### Interpretación de etiquetas nutrimentales de alimentos para consumo animal y humano

AURORA HILDA RAMÍREZ-PÉREZ

#### Unidad temática 1.

#### Desarrollo evolutivo y conceptos generales de nutrición

Los alimentos están compuestos mayoritariamente por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, cuya combinación química da origen a los nutrimentos: carbohidratos, lípidos, proteínas y vitaminas. La información que aparece en la etiqueta de un alimento debe cumplir con lo establecido por las normas oficiales mexicanas, a fin de informar lo referente al *marketing*, la composición química del alimento y su empleo. La composición química afecta el valor nutrimental del alimento, el cual está expresado en la información de análisis garantizado o nutrimental de la etiqueta del alimento (para animales y humanos).

#### Objetivos específicos

Identificar los elementos que deben figurar en las etiquetas de los alimentos comerciales para rumiantes y no rumiantes, para comprender su composición química (contenido de nutrimentos) y valorar su contenido nutrimental.

Contrastar la información de las etiquetas de alimentos destinados para consumo animal con las de alimentos para consumo humano, para explicar las diferencias respecto a la información nutrimental consignada de conformidad con la normatividad vigente.

### **Actividades**

1. Colectar diferentes envolturas de alimentos comerciales que contengan el etiquetado de información nutrimental: para consumo animal (dos de rumiantes y dos de no rumiantes), y una para humanos.
2. Identificar los elementos en la etiqueta, con base en la normatividad vigente para el etiquetado de alimentos ([NOM-012-ZOO-1993](#) y [NOM-051-SCFI/SSA-2010](#), para consumo animal y humano, respectivamente).
3. Obtener la información general:
  - Fecha de caducidad.
  - Ingredientes.
  - Forma de preservación.
4. Obtener la información nutrimental:
  - Análisis garantizado en las etiquetas de alimentos para consumo animal (NOM-012-ZOO-1993).
  - Elementos de NOM-051-SCFI/SSA-2010 en la etiqueta de alimento para consumo humano.
  - Hacer una lista de las diferencias que existen entre la información nutrimental de los alimentos para consumo humano y los de consumo animal.
5. De acuerdo con la información del análisis garantizado de los alimentos para consumo animal, realizar cálculos de valores en base húmeda y base seca.
6. Realizar cálculos del aporte de nutrimentos con base en la información nutrimental de los alimentos para consumo humano.

### **Habilidades**

Interpretar la información del análisis garantizado de las etiquetas para consumo animal y concordar con el valor nutrimental del alimento según la especie y su función zootécnica.

Comprender las diferencias entre la información nutrimental de las etiquetas de los alimentos destinados al consumo humano, respecto al análisis garantizado en las etiquetas de los alimentos para consumo animal.

---

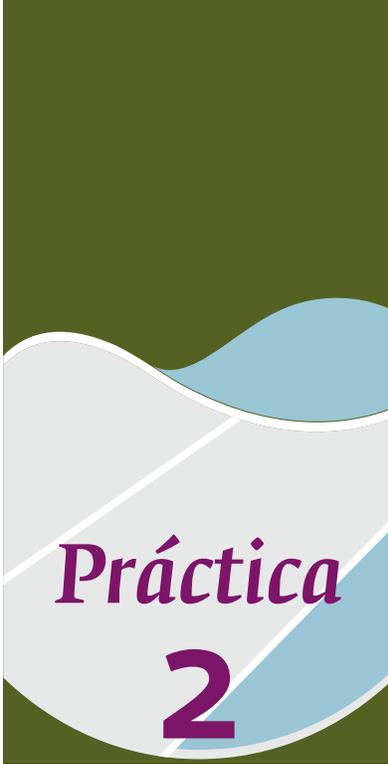
 **Desarrollo de la práctica**

1. Se trabajará en grupos de cinco alumnos, quienes analizarán y discutirán la información nutrimental de las etiquetas recolectadas, identificarán sus elementos de acuerdo con la normatividad vigente, obtendrán los valores nutrimentales y calcularán el aporte de cada nutriente.
2. Los alumnos realizarán la evaluación de los alimentos destinados al consumo humano o animal, de acuerdo con la información de la etiqueta.

---

 **Forma de evaluación**

Los estudiantes presentarán un informe escrito con el análisis de la información descrita en las etiquetas.



**Construcción de modelos de aparatos  
digestivos de las diferentes especies  
animales, con la integración  
de los procesos digestivos  
y el control neuroendocrino**

## Práctica 2

Construcción de modelos de aparatos digestivos  
de las diferentes especies animales,  
con la integración de los procesos digestivos  
y el control neuroendocrino

AURORA HILDA RAMÍREZ-PÉREZ

### Unidades temáticas 2 y 3. Aparato digestivo y procesos digestivos

El aparato digestivo es el conjunto de órganos encargados de los procesos de ingestión, digestión, absorción de los nutrimentos y de la excreción del alimento no digerido y de material endógeno (células de descamación, bacterias y otros elementos utilizados por el organismo); su regulación está bajo control neuroendocrino. La motilidad del tracto gastrointestinal, así como sus secreciones y las de sus glándulas anexas (salivales, hígado y páncreas) son primordiales para llevar a cabo los procesos digestivos. El estado de salud y la productividad de un individuo tienen sus orígenes en el adecuado funcionamiento del aparato digestivo junto con el consumo de una dieta correcta.

### **Objetivo específico**

Valorar las diferencias morfofisiológicas de los órganos que conforman el aparato digestivo de los animales domésticos (rumiantes y no rumiantes): cavidad oral, esófago, estómago, intestino delgado, intestino grueso y glándulas anexas; además de comprender los controles hormonal y nervioso de los procesos digestivos.

### **Actividades**

1. Los alumnos seleccionarán dos especies de animales (rumiante y no rumiante) y desarrollarán modelos interactivos, con la finalidad de presentar las diferencias funcionales y los procesos digestivos que tienen lugar en las diferentes porciones del tracto gastrointestinal. Se emplearán para ello materiales ecológicos.
2. Incluir en el modelo interactivo los controles hormonal y nervioso de los procesos digestivos.

### **Habilidades**

Valorar los órganos y el funcionamiento del tracto digestivo en los animales para entender dos formas de alimentación: en libertad y en confinamiento.

### **Desarrollo de la práctica**

1. Los alumnos elaborarán un cuadro SQA (lo que sé, lo que quiero saber, lo que aprendí), sobre el aparato digestivo de los rumiantes y de los no rumiantes. En esta etapa solamente llenarán las columnas S y Q.

Lo que sé	Lo que quiero saber	Lo que aprendí

2. Se construirán modelos del aparato digestivo con su control neuroendocrino (con materiales ecológicos o programas de cómputo).
3. Completar la tercera columna del cuadro SQA.

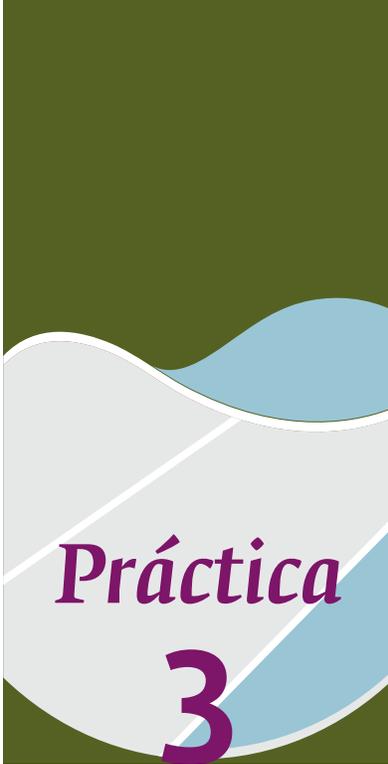
Lo que sé	Lo que quiero saber	Lo que aprendí

---

 **Forma de evaluación**

Los estudiantes explicarán ante el grupo su cuadro SQA y sus modelos interactivos, tanto el funcionamiento del sistema digestivo como el control neuroendocrino.

Al final de la práctica el estudiante entregará al profesor un reporte escrito.



**Evaluación de la condición corporal  
de las diferentes especies y estados  
fisiológicos, con relación a su estado  
energético y de nitrógeno**

## Práctica 3

Evaluación de la condición corporal  
de las diferentes especies  
y estados fisiológicos, con relación a su estado  
energético y de nitrógeno

AURORA HILDA RAMÍREZ-PÉREZ

### Unidades temáticas 4 y 5. Metabolismo energético y metabolismo nitrogenado

La medición de la condición corporal (CC) es una excelente herramienta, fácil de utilizar para la valoración del estado nutricional de los animales y que puede evaluarse visualmente en el campo sin la necesidad de equipo adicional. Este sistema de medición tiene como base una escala numérica (variable por especie), que estima las reservas energéticas del animal (depósitos de tejido adiposo). La CC está relacionada con la salud, la productividad y la reproducción de los individuos.

#### Objetivo específico

Evaluar el estado nutricional en individuos de diferentes especies y estados fisiológicos a través de la calificación de la CC.

#### Actividades

1. Los alumnos buscarán información sobre las escalas de evaluación de la CC en diferentes especies (rumiantes y no rumiantes) y de acuerdo con sus etapas fisiológicas.
2. Los alumnos valorarán la CC en diferentes especies (rumiantes y no rumiantes).
3. Con base en la evaluación corporal emitida en el punto 2, los alumnos elaborarán el diagnóstico del estado nutricional de los individuos evaluados.

---

 **Habilidades**

Evaluar la CC de los animales mediante las escalas existentes para las diferentes especies y establecer su relación con el estado nutricional.

---

 **Desarrollo de la práctica**

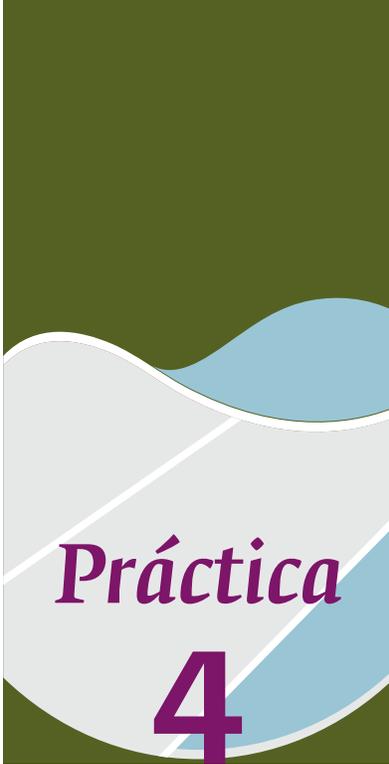
1. Se visitará una unidad de producción, donde los alumnos harán la medición de CC de acuerdo con las respectivas escalas de valores de los individuos, según el estado fisiológico y de producción.
2. Se realizará la valoración de la CC en perros y gatos (de dueños que voluntariamente presten a su mascota para este fin), y se hará una apreciación del estado nutricional del individuo.

---

 **Forma de evaluación**

Los estudiantes presentarán por escrito un reporte de las diferencias en la CC observadas a lo largo de la práctica, incluyendo material fotográfico.

Los estudiantes presentarán por escrito el fundamento de su apreciación sobre el estado nutricional de los individuos evaluados en la práctica.



**Cálculo del total de nutrientes  
digestibles, energía digestible  
y metabolizable  
en las diferentes especies**

## Práctica 4

### Cálculo del total de nutrientes digestibles, energía digestible y metabolizable en las diferentes especies

AURORA HILDA RAMÍREZ-PÉREZ

#### Unidad temática 6. Utilización y pérdida de la energía

La energía proveniente de los alimentos que ingiere el individuo no se utiliza en su totalidad (100%); ya que hay pérdidas a través de heces, orina, gases y calor. Cuantificar en el animal el uso de la energía requiere de equipamiento especializado, por lo que no puede determinarse en campo. Los resultados de diversas metodologías de análisis de alimentos, como el químico proximal y el de fracciones de la fibra (Van Soest) pueden utilizarse para estimar el valor nutritivo del alimento (energía), a través de fórmulas y ecuaciones.

#### Objetivos específicos

Utilizar los resultados del análisis químico proximal (AQP) o del análisis de fracciones de la fibra (Van Soest), para calcular el total de nutrientes digestibles (TND), las energías digestible y metabolizable (ED y EM, respectivamente), y predecir el valor nutritivo del alimento en función de la especie a la que va destinada.

Utilizar los resultados del análisis químico proximal (AQP) o del análisis de fracciones de la fibra (Van Soest), para hacer el cálculo de: TND, ED, EM y energía neta (EN), tanto para mantenimiento (ENm) como para crecimiento (ENg; g del vocablo inglés *growth*, "crecimiento" y de lactación (ENI) en rumiantes, para predecir el valor nutritivo del alimento mediante el uso de ecuaciones.

### **Actividades**

1. Recopilar información sobre resultados del análisis químico proximal (AQP) de alimentos para rumiantes y no rumiantes.
2. Recopilar información sobre resultados del análisis de fracciones de la fibra (Van Soest) de alimentos para rumiantes y no rumiantes.
3. Buscar las ecuaciones pertinentes para estimar TND, ED, EM, y las EN de mantenimiento, ganancia y lactación en diferentes especies.
4. Con base en la información de los análisis químicos (AQP y fracciones de la fibra), y el uso de las ecuaciones de predicción existentes, se realizarán cálculos de TND, ED, EM y las EN de mantenimiento, crecimiento y lactación para diferentes especies.

### **Habilidades**

El alumno se familiarizará con los resultados de los análisis químicos (AQP y fracciones de la fibra), y los asociará con el contenido de nutrimentos.

El alumno aplicará las fórmulas existentes para calcular valores energéticos de los alimentos, con base en los resultados de laboratorio sobre los diferentes alimentos para los animales.

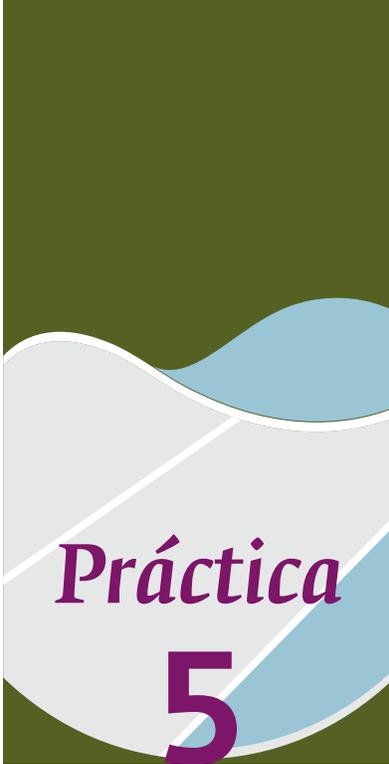
### **Desarrollo de la práctica**

1. Recopilará los resultados de análisis químico proximal y fracciones de la fibra para evaluar la composición química de los alimentos.
2. Buscará las ecuaciones de predicción para estimar la utilización del aporte energético de los alimentos.
3. Aplicará las ecuaciones existentes para calcular la energía de los alimentos, contrastándolas con las necesidades de los animales.

---

 **Forma de evaluación**

Realización de ejercicios extraclase para que el estudiante aplique la metodología aprendida en esta práctica.



**Estimación del consumo de alimento  
para las diferentes especies  
con relación al peso corporal  
y metabólico**

## Práctica 5

### Estimación del consumo de alimento para las diferentes especies con relación al peso corporal y metabólico

AURORA HILDA RAMÍREZ-PÉREZ

#### Unidad Temática 7. Consumo voluntario

La alimentación animal se basa en tres aspectos: 1) la composición química del alimento; 2) el valor nutritivo del alimento, y 3) el consumo de alimento. El consumo voluntario es la cantidad de alimento que ingiere un animal en 24 horas, cuando se le ofrece a libre acceso (*ad libitum*). El consumo de alimento (individual o por grupo) puede calcularse con facilidad en condiciones de confinamiento total; no obstante, en sistemas de alimentación mixtos (pastoreo y confinamiento) o en pastoreo total, los cálculos se dificultan. En el caso de las diferentes especies animales, las ecuaciones de predicción ayudan a estimar el consumo voluntario de alimento para proporcionarles la cantidad adecuada.

#### Objetivo específico

Utilizar ecuaciones de predicción para estimar el consumo de alimento de diferentes especies animales según las etapas de producción (mantenimiento, crecimiento, lactación, etc.).

---

 **Actividades**

1. Buscar ecuaciones de predicción del consumo voluntario de alimento para diferentes especies, en diferentes etapas fisiológicas.
2. En las diferentes especies estimar el consumo de alimento, según las etapas fisiológicas, mediante el uso de las ecuaciones de predicción.

---

 **Habilidades**

1. Estimar el consumo de alimento diario, por semana, por ciclo, por nivel de producción, mediante el uso de ecuaciones de predicción.

---

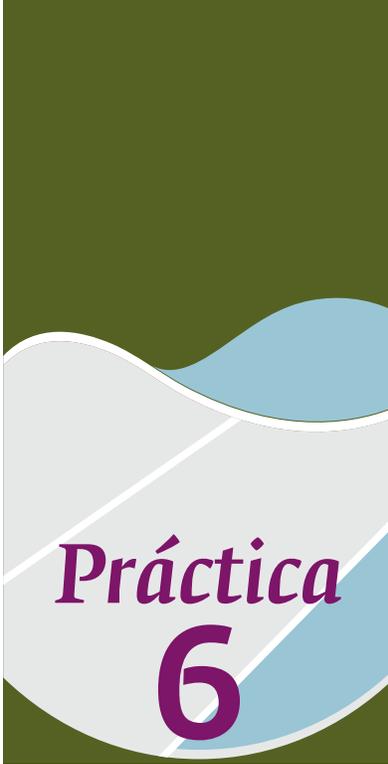
 **Desarrollo de la práctica**

Por medio del uso de ecuaciones de predicción, realizar estimaciones del consumo de alimento para las diferentes especies de animales y en diferentes etapas fisiológicas.

---

 **Forma de evaluación**

Los estudiantes realizarán ejercicios utilizando las ecuaciones revisadas para reforzar el aprendizaje.



**Estudio de casos de enfermedades  
causadas por deficiencias o  
excesos de nutrimentos**

**Parte 1. Nutrimentos**

## Práctica 6

Estudio de casos de enfermedades causadas por deficiencias o excesos de nutrimentos

### Parte 1. Nutrimentos

AURORA HILDA RAMÍREZ-PÉREZ  
DELIA ARLETTE CASTILLO MATA

#### Unidades temáticas 8 y 9. Vitaminas y minerales. Enfermedades relacionadas con la nutrición y la alimentación

Alcanzar un estado nutricional adecuado, depende en gran medida tanto del estado de salud como del desempeño productivo de los individuos. Son diversos los factores que afectan el estado nutricional, que puede evaluarse mediante análisis de laboratorio (hemograma, bioquímica sanguínea y urianálisis). Para ello, es importante conocer los valores normales de los diferentes analitos en sangre y orina, para saber cuáles son los parámetros que pueden modificarse ante la presentación de patologías de origen nutricional.

#### Objetivo específico

Identificar cuáles son los parámetros sanguíneos y urinarios alterables, que ofrecen una aproximación a los problemas clínicos que pueden generarse por desequilibrios nutricionales (vitaminas y minerales).

#### Actividades

1. Recabar información sobre los valores de referencia del hemograma, bioquímica sanguínea y urianálisis, de las diferentes especies domésticas.

2. Obtener información sobre las condiciones asociadas a patologías de origen nutricional, que podrían afectar los valores en exámenes de sangre y orina: hemograma, bioquímica sanguínea y urianálisis. (Veáse el **ANEXO I** lo referente a interpretación de análisis clínicos).
3. Con base en lo anterior, el estudiante buscará información de un caso clínico, documentado con resultados del laboratorio de análisis clínicos relacionados con desequilibrios nutricionales (vitaminas y minerales).

### **Habilidades**

Identificación de las alteraciones en los parámetros del hemograma, bioquímica sanguínea y urianálisis relacionados con desequilibrios de origen nutricional (vitaminas y minerales).

Búsqueda de información y presentación de un caso clínico con patologías de origen nutricional. El caso clínico deberá aportar los resultados de análisis clínicos (hemograma, bioquímica sanguínea y urianálisis).

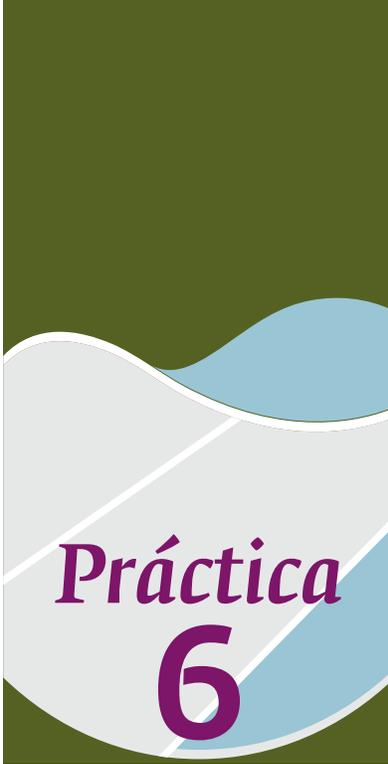
### **Desarrollo de la práctica**

1. Se hará una búsqueda de los valores de referencia de los parámetros del hemograma, bioquímica sanguínea y urianálisis en las diferentes especies de animales domésticos.
2. Se presentará un caso clínico que estará documentado con base en condiciones asociadas a problemas nutricionales con repercusión sobre los valores del hemograma, bioquímica sanguínea y urianálisis.

### **Forma de evaluación**

Presentar y discutir ante el grupo su caso clínico (en equipos de tres integrantes). Incluir material fotográfico.

Entregar por escrito en la sesión siguiente de clase su caso clínico, considerando las observaciones realizadas por los integrantes del grupo.



**Estudio de casos de enfermedades  
causadas por deficiencias o  
excesos de nutrimentos**

**Parte 2. Factores antinutrimientales**

## Práctica 6

### Estudio de casos de enfermedades causadas por deficiencias o excesos de nutrientes

#### Parte 2. Factores antinutrimientales

AURORA HILDA RAMÍREZ-PÉREZ

#### Unidad temática 9. Enfermedades relacionadas con la nutrición y alimentación

Una alimentación desequilibrada (deficiencias o excesos de nutrientes); así como, factores antinutrimientales que están en los alimentos causan enfermedades en los animales. Estos problemas deben prevenirse o corregirse para evitar daños irreversibles, incluso la muerte de los animales, lo que en consecuencia provoca pérdidas económicas.

#### Objetivo específico

Revisar estudios de caso de las enfermedades causadas por factores antinutrimientales presentes en los alimentos y cómo estos inciden en la productividad de los animales; asimismo, valorar sus repercusiones sobre el bienestar de los animales y sobre la economía de las unidades de producción.

#### Actividades

1. Buscar en la literatura casos clínicos causados por factores antinutrimientales que están en los alimentos. Adicionalmente, incluir datos económicos de las pérdidas causadas por patologías de esta índole.
2. Presentación de los casos ante el grupo de clase siguiendo las recomendaciones de: [Cómo escribir el informe de un caso clínico. Guía para los autores.](#)

---

 **Habilidades**

Reconocer cuáles son las enfermedades causadas por factores antinutrimientales de los alimentos y valorar la importancia de la nutrición para prevenir o curar el proceso de la enfermedad.

---

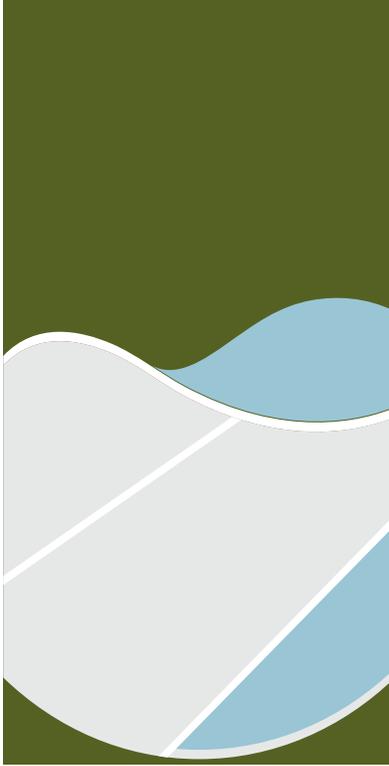
 **Desarrollo de la práctica**

1. Búsqueda de casos debido a enfermedades causadas por factores antinutrimientales presentes en los alimentos.
2. Organización del material y preparación de la presentación del caso.
3. Análisis del caso frente al grupo de clase.

---

 **Forma de evaluación**

Presentación del caso ante el grupo, y sesión de preguntas y respuestas. Entrega del caso clínico por escrito.

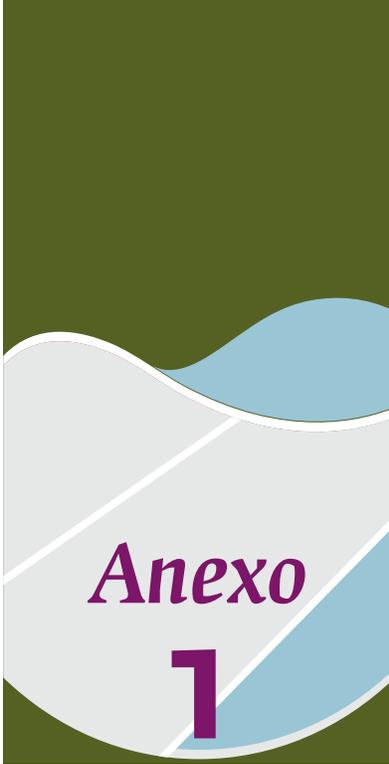


## **Bibliografía**

## Bibliografía

1. Body Condition Scores in Goats. Disponible en:  
[http://www.luresext.edu/sites/default/files/BCS\\_factsheet.pdf](http://www.luresext.edu/sites/default/files/BCS_factsheet.pdf)
2. Body Condition Scoring Beef Cows. Disponible en:  
<http://pubs.ext.vt.edu/400/400-795/400-795.html>
3. Body Condition Scoring of Dairy Cattle. Disponible en:  
<http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/dairy/facts/00-109.htm>
4. Body Condition Scoring of Sheep. Disponible en:  
<http://ir.library.oregonstate.edu/xmlui/bitstream/handle/1957/14303/ec1433.pdf>
5. Body Condition & Muscle Condition Score Charts. Disponible en:  
<https://vet.osu.edu/vmc/companion/our-services/nutrition-support-service/body-condition-muscle-condition-score-charts>
6. CHEEKE PR. Applied animal nutrition. Feeds and feedings. 3ª ed. New Jersey: Prentice Hall; 2005.
7. CHURCH DC, POND WG, POND KR. Fundamentos de nutrición y alimentación de los animales. 2ª ed. México: Limusa; 2002.
8. Cómo escribir el informe de un caso clínico. Guía para los autores. Disponible en:  
<http://www.elsevier.es/es-revista-revista-internacional-acupuntura-279-articulo-como-escribir-el-informe-un-X1887836911381885>
9. D'MELO JP. Farm animal metabolism and nutrition. Wallingford, Reino Unido: CAB International; 2000.
10. DRYDEN GMCL. Animal nutrition science. Wallingford, Reino Unido: CAB International; 2008.
11. FORBES JM. Voluntary food intake and diet selection in farm animals. 2ª ed. Wallingford, Reino Unido: CAB international series; 2007.

12. Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-012-ZOO-1993. Especificaciones para la regulación de productos químicos, farmacéuticos, biológicos y alimenticios para uso en animales o consumo por éstos (martes, 27 de enero de 2004). Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/202293/Modificaci\\_n\\_C\\_NOM-012-ZOO-1993\\_270104.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/202293/Modificaci_n_C_NOM-012-ZOO-1993_270104.pdf)
13. MCDOWELL LR. Vitamins in animal and human nutrition. 2ª ed. Ames, Iowa: Iowa State University Press; 2000.
14. Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-012-ZOO-1993. Especificaciones para la regulación de productos químicos, farmacéuticos, biológicos y alimenticios para uso en animales o consumo por éstos (miércoles, 3 de junio de 1998). Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/202291/MOD\\_NOM-012-ZOO-1993\\_030698.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/202291/MOD_NOM-012-ZOO-1993_030698.pdf)
15. Norma Oficial Mexicana NOM-012-ZOO-1993. Especificaciones para la regulación de productos químicos, farmacéuticos, biológicos y alimenticios para uso en animales o consumo por éstos. Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/202292/NOM-012-ZOO-1993\\_1701795\\_orig.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/202292/NOM-012-ZOO-1993_1701795_orig.pdf)
16. Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010. Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados-Información comercial y sanitaria. Disponible en: [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5137518&fecha=05/04/2010](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5137518&fecha=05/04/2010)
17. Proyecto de Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-012-ZOO-1993. Especificaciones para la regulación de productos químicos, farmacéuticos, biológicos y alimenticios para uso en animales o consumo por éstos. Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/339101/Modificacion\\_NOM-012-ZOO-1993.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/339101/Modificacion_NOM-012-ZOO-1993.pdf)
18. ROACH JO'N, BENYON S. Lo esencial en metabolismo y nutrición. 2ª ed. Madrid: Elsevier; 2006.
19. SHIMADA AM. Nutrición animal. 4ª ed. México: Trillas; 2018.
20. Sow Body Condition Scoring Guidelines. Disponible en: <https://www.nationalhogfarmer.com/health/sow-body-condition-scoring-guidelines>
21. STEVENS CF, HUME ID. Comparative physiology of the vertebrate digestive system. 2ª ed. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press; 2005.
22. SUTTLE N. The mineral nutrition of the livestock. 4ª ed. Wallingford, Reino Unido: CAB International; 2010.



## Interpretación de los análisis clínicos veterinarios

## Anexo 1

### Interpretación de los análisis clínicos veterinarios

DELIA ARLETTE CASTILLO MATA

En el laboratorio de diagnóstico veterinario el hemograma y las pruebas bioquímicas brindan una serie de datos muy útiles para complementar la evaluación clínica de los animales.

Las pruebas de laboratorio se emplean para evaluar diferentes desequilibrios nutricionales, pero su utilidad viene dada por la facilidad de la recolección, manejo y transporte de las muestras, variaciones estacionales, horario, la precisión y exactitud de los métodos. Los resultados siempre deben relacionarse con la exploración clínica.

La evaluación tiene cuatro objetivos fundamentales:

- Diagnosticar estados de malnutrición.
- Confirmar estados carenciales específicos.
- Detectar trastornos metabólicos asociados con desequilibrios nutricionales.
- Seguir la evolución de los cambios en los desequilibrios nutricionales.

Las pruebas de laboratorio más utilizadas en la valoración clínica se dividen en dos grandes grupos: análisis sanguíneos (hematología y bioquímica) y análisis urinarios (urianálisis). Dentro de la bioquímica se determinan diferentes metabolitos, enzimas, proteínas.

#### HEMATOLOGÍA

##### SERIE ROJA

Los eritrocitos aumentan de forma transitoria con el ejercicio intenso, miedo o excitación y de forma relativa por deshidratación; su incremento absoluto está influenciado principalmente por hipoxemia. Por otro lado, su disminución (anemia) está causada por hemólisis, pérdida importante de sangre (hemorragias), inflamación crónica, parasitosis intensa y falla renal, entre otros factores.

### SERIE BLANCA

**Leucocitos:** disminuyen cuando el paciente está inmudeprimido; pero sobre todo debido a estados de desnutrición. Se sospecha de leucemia cuando la cantidad de leucocitos es elevada o las células parecen anormales en la evaluación del frotis sanguíneo. Las leucemias se clasifican conforme al tipo de células afectadas.

- *Neutrófilos:* se detecta neutrofilia con desvío a la izquierda en casos de inflamación séptica, artritis, artritis traumática, etc. En pequeños animales las principales causas de neutrofilia son inflamación, estrés, uso de esteroides, ejercicio y leucemia. En general, la neutropenia se presenta en condiciones inflamatorias agudas o por factores que alteran la granulopoyesis.
- *Eosinófilos:* se observa eosinofilia en alergias y enfermedades parasitarias. La eosinopenia no es relevante.
- *Linfocitos:* la linfocitosis aparece por estímulo antigénico o inflamación crónica, así como en neoplasias linfocíticas como algunos tipos de leucemia y linfosarcoma. La linfopenia se observa en casos de estrés y ante corticoterapia (uso de esteroides); también en algunas infecciones virales.
- *Basófilos:* la basofilia suele acompañar a la eosinofilia en los procesos alérgicos.
- *Monocitos:* son las células que dan lugar a los macrófagos en los tejidos. Su valor se incrementa en inflamaciones crónicas. La monocitopenia no es un dato significativo.

### ÍNDICES ERITROCITARIOS

- Volumen globular medio (VGM): indica el tamaño promedio de los eritrocitos. Un VGM aumentado, normal o reducido describe morfológicamente los eritrocitos como macrocíticos, normocíticos o microcíticos, respectivamente. El VGM aumentado (macrocitosis) se presenta cuando hay liberación de eritrocitos inmaduros en las anemias regenerativas (pérdidas de sangre o destrucción de hematíes).
- Hemoglobina globular media (HGM): indica la hemoglobina por hematíes promedio.
- Concentración globular media de hemoglobina (CGMH): señala la concentración promedio de hemoglobina en los hematíes. Una CHGM normal o reducida define a los eritrocitos, desde el punto de vista morfológico, como normocrómicos o hipocrómicos, respectivamente.
- El VGM, la HGM y la CGMH disminuyen cuando existe una deficiencia de hierro, y el HGM y la CGMH se incrementan (artificialmente) cuando se indica la presencia de hemólisis.

### HEMATOCRITO

El hematocrito corresponde al volumen de glóbulos rojos respecto al total de la sangre. Los valores de hematocrito se encuentran elevados (eritrocitosis) en condición de deshidratación entre otras causas. En los casos de anemia se presentan valores bajos.

Algunos ejemplos de anemias clasificadas según su morfología son:

1. Normocíticas normocrómicas: cuando existe una enfermedad renal o hepática, o bien infecciones crónicas.
2. Microcítica hipocrómica: cuando hay deficiencia de hierro, úlcera gastrointestinal crónica o parásitos gastrointestinales.
3. Macrocítica: cuando existen graves crisis hemolíticas.

En casos de hemólisis se presentan los siguientes parámetros: aumento del VGM, HGM y CGMH, aumento de la bilirrubina total e indirecta y hemoglobinuria (en casos de hemólisis intravascular).

### HEMOGLOBINA

La hemoglobina es la proteína presente en los glóbulos rojos que transporta oxígeno y dióxido de carbono. Aumenta proporcionalmente los eritrocitos y el hematocrito en los casos de eritrocitosis y se reduce con la anemia, principalmente en la causada por deficiencia de hierro.

### ERITROSEDIMENTACIÓN

La eritrosedimentación es la velocidad de sedimentación de los eritrocitos y está influenciada por el número de eritrocitos, así como por la concentración y composición de las proteínas plasmáticas. Los valores aumentados pueden significar anemia, procesos inflamatorios, fiebre, tumores malignos y enfermedades infecciosas. Los valores disminuidos indican policitemia e hipoproteinemia.

### BIOQUÍMICA SANGUÍNEA

#### PROTEÍNAS TOTALES

Los aumentos y disminuciones se deben a las concentraciones de albúmina y globulinas. Se observan valores aumentados de las proteínas totales (hiperproteinemia) se presenta por deshidratación, inflamación, mieloma múltiple y en el cólico grave; y disminuidos (hipoproteinemia) en trastornos digestivos, inanición, falla renal o hepática, parasitosis, infecciones crónicas y tumores.

### ALBÚMINA

La hiperalbúminemia es indicativa de deshidratación. Por otro lado, si la albúmina y la globulina están disminuidas las principales consideraciones son hemorragias, exudación por lesiones cutáneas graves y enteropatías. Los casos de hipoalbuminemia y globulinemia normal o alta sugieren una reducción en la producción de albúmina debida a insuficiencia hepática crónica. Otro factor puede ser el aumento de pérdidas corporales debido a trastornos que incluyen a las glomerulopatías.

### GLOBULINAS

La hiperglobulinemia es indicativa de enfermedades inflamatorias crónicas; por ejemplo, enfermedades infecciosas crónicas, causadas por bacterias, virus, hongos, parásitos u otras condiciones inflamatorias, que pueden incluir neoplasias o lesiones inmunomediadas. La hipoglobulinemia indica hemorragias y enteropatías con pérdida de proteínas, y con menor regularidad, nefropatías con pérdida de proteínas y insuficiencia hepática.

### BILIRRUBINA

Formada a partir del catabolismo de la hemoglobina. Su aumento es indicativo de enfermedades hemolíticas, hepáticas u obstrucción extrahepática.

### UREMIA

La urea es sintetizada en el hígado y excretada por la filtración glomerular. El aumento puede obedecer a causas prerrenales, como el aporte proteínico excesivo, deshidratación o choque; a causas renales, como enfermedades del parénquima renal por glomerulopatía, obstrucción tubular, necrosis o cicatrización; o posrenales como problemas en el flujo de orina por obstrucción uretral. La disminución en la concentración de urea puede obedecer a una dieta baja en proteínas, falla hepática o administración de esteroides anabólicos. Su evaluación es mejor cuando se hace en conjunto con el valor de la creatinina.

### CREATININA

La principal causa de su aumento es la disminución en la tasa de filtración glomerular. Su determinación es más útil que la uremia para la vigilancia seriada de las patologías renales porque experimenta menos influencias extrarrenales. Se observan valores disminuidos ante la presencia de pobre masa muscular secundaria a desnutrición en perros de talla pequeña.

### GLUCEMIA

La glucemia aumenta en casos de iatrogenia por glucocorticoides, diabetes mellitus, hiperadrenocorticismo y acromegalia. Disminuye en casos de hipoadrenocorticismo, insuficiencia hepática, septicemia grave y en procesos de inanición.

### FIBRINÓGENO

Su concentración plasmática aumenta por procesos inflamatorios y disminuye por coagulación intravascular diseminada, falla hepática o cirugías importantes.

### ENZIMOLOGÍA CLÍNICA

#### ALANINA AMINOTRANSFERASA (ALT)

Es una de las enzimas específicas del hígado y su aumento refleja lesiones hepáticas. Se manifiesta únicamente en perros y gatos, pero no en otras especies.

#### SORBITOL DESHIDROGENASA (SDH)

Su incremento indica un cambio agudo en la permeabilidad hepatocelular asociada a lesiones hepáticas o necrosis.

#### ASPARTATO AMINOTRANSFERASA (AST)

Se utiliza en bovinos y equinos para determinar lesiones hepáticas debido a que los hepatocitos no cuentan con concentraciones altas de ALT. En pequeños animales su incremento refleja causas similares al aumento de la ALT, ya que se presenta en cantidades sustanciales en los hepatocitos. También se encuentra en los músculos y en los hematíes; por ende, un aumento de la AST no es específico de daño hepático como lo es la elevación de la ALT.

#### CREATINA-FOSFOCINASA (CPK)

También llamada creatina cinasa (CK), es una enzima particular de los músculos estriados (cardíaco y esquelético) cuyo aumento está asociado principalmente con daños musculares caracterizados por degeneración o necrosis.

#### GAMMA GLUTAMIL TRANSFERASA (GGT, GAMMA GT)

Es indicativa de estasis biliar y lesiones hepáticas. En caninos y felinos su aumento no tiene utilidad en el diagnóstico de enfermedades hepáticas. En bovinos se han comprobado aumentos extremos en estasis biliar, hepatitis y otros trastornos de la funcionalidad

hepática, así como en la intoxicación por *Pithomyces chartarum*. En equinos se ha observado un valor aumentado en el suero por colestasis y por daño hepatocelular secundario.

### **FOSFATASA ALCALINA (FA)**

La enzima de origen óseo suele estar aumentada (menos de tres veces el valor normal) en animales jóvenes. En todos los procesos patológicos que cursan con actividad osteoblástica incrementada (raquitismo, tumores óseos) aumentan las cifras de FA en el plasma al igual que en todos los trastornos del flujo biliar dentro y fuera del hígado. En perros la isoforma inducida por esteroides, incrementa en casos de hipercortisolismo o cuando se administran antiinflamatorios esteroideos.

### **IONES PLASMÁTICOS**

#### **SODIO (Na)**

Se eleva en estados de deshidratación.

#### **POTASIO (K)**

Aumenta en estados de acidosis y deshidratación, y disminuye en casos de ayuno prolongado.

Editada por la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Se terminó 17 de febrero de 2020.

Departamento de Diseño Gráfico y Editorial  
de la Secretaría de Vinculación y Proyectos Especiales  
Avenida Universidad 3000, Ciudad Universitaria,  
Coyoacán, 04510, México, Ciudad de México.

Formación y composición tipográfica  
en tipo Fedra Sans Pro 12 puntos y Frutiger 11 puntos.

Medio electrónico: internet

Capacidad: 1.8 MB

Formato: PDF

Revisión final:

Dra. Aurora Hilda Ramírez Pérez