

Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia



Manual de prácticas

Nombre de la Unidad de Aprendizaje: Nutrición

Elaboró: Dr. Ignacio A. Domínguez Vara
Dr. Jose Luis Bórquez Gastelum Fecha: 15/02/2018
Dr. Juan Edrei Sánchez Torres

Fecha de
aprobación

H. Consejo Académico
15/02/2018

H. Consejo de Gobierno
15/02/2018

Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia



ULTIMA REVISIÓN

Revisores: Dr. Manuel González Ronquillo
Dr. Ignacio Arturo Domínguez Vara
Dr. Ernesto Morales Almaraz

Fecha de	28/01/2025	28/01/2025
aprobación:	H. Consejo Académico	H. Consejo de Gobierno

Índice

	Página
I. Datos de identificación	3
II. Introducción	4
III. Lineamientos	5
IV. Organización y desarrollo de las practicas	6
Práctica 1. Identificación y clasificación de los alimentos	6
Práctica 2. Visita guiada al Departamento de Nutrición Animal	7
Práctica 3. Ensayo de digestibilidad <i>in vivo</i> e <i>in situ</i> de alimentos y dietas para especies pecuarias.	8
Práctica 4. Microbiología del rumen	11
V. Bibliografía	12

I. Datos de identificación

Espacio educativo donde se imparte	Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia								
Licenciatura	Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia								
Unidad de aprendizaje	Nutrición		Clave						
Carga académica	4	2	6	10					
	Horas teóricas	Horas prácticas	Total de horas	Créditos					
Período escolar en que se ubica	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Seriación	Ninguna		Alimentos y Alimentación						
	UA Antecedente		UA Consecuente						

Tipo de Unidad de Aprendizaje

Curso	☒	Curso taller	☐
Seminario	☐	Taller	☐
Laboratorio	☐	Práctica profesional	☐
Otro tipo (especificar)			

Modalidad educativa

Escolarizada. Sistema rígido	☐	No escolarizada. Sistema virtual	☐
Escolarizada. Sistema flexible	☒	No escolarizada. Sistema a distancia	☐
No escolarizada. Sistema abierto	☐	Mixta (especificar)	

Formación común

☐	☐
☐	☐
☐	☐

Formación equivalente

Unidad de aprendizaje

II. Introducción

En la UA de Nutrición, al ser un curso, se ha dado énfasis a la parte teórica, pero también la parte práctica es esencial para que el alumno adquiera y refuerce las competencias profesionales referentes del egresado de la Licenciatura de Médico Veterinario Zootecnista.

Las prácticas de esta UA están enfocadas a la identificación y clasificación de alimentos usados comúnmente en la alimentación de las especies pecuarias, introduciendo al alumno en el conocimiento y clasificación de alimentos en las diferentes categorías como forrajes, subproductos, energéticos, proteicos, fuentes de vitaminas, minerales y aditivos; así como en los métodos de análisis para evaluar sus propiedades físicas y químicas, reconociendo los laboratorios y los equipos tecnológicos y científicos para su valoración nutricional.

Debido a la importancia que representan los microorganismos del rumen, en esta UA se contempla una práctica sobre microbiología ruminal, con identificación, por observación en microscopio óptico en el laboratorio, de protozoarios presentes en líquido ruminal fresco.

Además, los estudiantes de la UA de Nutrición evaluarán la calidad nutricional de alimentos convencionales y no convencionales atendiendo a su composición química, consumo voluntario, palatabilidad y grado de aceptación por el animal, así como por su grado de aprovechamiento aplicando técnicas de digestibilidad in vivo, in vitro en in situ, pruebas de comportamiento en corral y determinación de la energía por métodos calorímetros en el laboratorio.

III. Lineamientos

Las prácticas realizadas en la UA de Nutrición tanto en el **Departamento de Nutrición Animal, como en la Coordinación de Producción**, estarán apegadas a los lineamientos que tienen por objeto regular las condiciones generales de uso y funcionamiento de los Laboratorios de bromatología, metabolismo, ciencia y tecnología de la carne que integran a dicho Departamento, y los aplicables en los otros espacios académicos de la FMVZ.

Las disposiciones contenidas en esos Lineamientos son de observancia general y obligatoria para los alumnos, personal académico y personal administrativo de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia y para otros integrantes de la comunidad universitaria de la UAEM y usuarios externos, a quienes se les autorice el acceso a los Laboratorios que integran el Departamento de Nutrición

Animal. En estos espacios, se tiene copia impresa de los lineamientos y de aquellas disposiciones normativas aplicables.

Similarmente, durante las prácticas de la presente UA se acatará el reglamento para el uso y cuidado de los animales, equipo, materiales e instalaciones destinados a la docencia e investigación en la **Unidad de Investigación en Producción Animal** de la Facultad.

Así mismo, se atenderán los Lineamientos de ingreso a las diversas áreas de producción de la Coordinación de Producción, contando con el equipo de protección adecuado: botas, overol o bata (limpios), cubre bocas, guantes, lentes de seguridad, y todo aquel equipo de seguridad que le sea solicitado por la Coordinación de Producción.

Los estudiantes podrán hacer uso de los espacios académicos y de investigación para lograr una formación completa mediante el análisis de los procesos de producción animal. Para lo anterior, tendrá acceso a los siguientes espacios.

Departamento de nutrición animal. En este espacio se encuentran los laboratorios de bromatología (análisis químico de alimentos) donde puede determinar la composición química y digestibilidad *in vitro* de los insumos (dietas e ingredientes), que le servirán para estudios más complejos como ensayos metabólicos y trabajos de eficiencia productiva en los animales. Además, aquí podrá utilizar el laboratorio de metabolismo, donde podrá hacer estudios de perfil de ácidos grasos en carne y leche, determinación de AGV, calorimetría, entre otros.

Unidad de investigación en producción animal. Este espacio está ubicado en la posta zootécnica, y cuenta con jaulas metabólicas, corraletas de investigación para respuesta productiva, áreas de sacrificio de animales, congeladores, estufas de secado y molino. Una vez que el estudiante tiene la información básica de la composición química de los alimentos, puede conducir ensayos metabólicos con rumiantes (ovinos, caprinos) y no rumiantes (cerdos, conejos) para estimar la digestibilidad de los alimentos, balances de nitrógeno y energía; además, concentración de AGV (ácidos grasos volátiles), digestibilidad de aminoácidos, entre otros.

Laboratorio de prácticas. En este espacio académico, el alumno podrá llevar a cabo estudios de microscopia de alimentos para identificar estructuras físicas de los alimentos, así como contaminantes o adulterantes en ingredientes y dietas completas; ensayos de microbiología ruminal para análisis de líquido ruminal e identificación de microorganismos del rumen.

Posta zootécnica. Está ubicada en la coordinación de producción de la FMVZ y es un espacio general para trabajar con distintas especies pecuarias (bovinos carne, bovinos leche, cerdos, conejos, aves, ovinos, caprinos). Aquí el estudiante puede poner en práctica los conceptos teóricos aprendidos en el aula, y con la asesoría del profesor, puede estimar los parámetros de productividad animal (biológicos y económicos), así como analizar la etología del animal y su bienestar, integrando todos los aspectos del proceso de producción pecuaria

(alimentación y nutrición).

La realización de las actividades anteriores y el acceso a los espacios institucionales deberá ser atendiendo los lineamientos vigentes para llevar a cabo la práctica docente de apoyo a la UA de Nutrición.

IV. Organización y desarrollo de las prácticas

Unidad 1. Introducción a la nutrición, alimentos y sus nutrientes para consumo animal.	Número de la practica
Práctica 1. Identificación y clasificación de los alimentos.	1

Objetivo o competencia de la práctica

Que el estudiante sea capaz de identificar según las normas internacionales (NRC, AFFCO, INRA) los distintos tipos de alimentos de uso pecuario (forrajes secos y rastrojos, praderas, plantas de agostaderos y forrajes suministrados frescos, ensilados, alimentos energéticos, suplementos proteicos, suplementos minerales, suplementos vitamínicos, aditivos) con base en sus características físicas (textura, color, olor, tamaño de partícula) y químicas de acuerdo al análisis químico-bromatológico (materia seca, proteína cruda, fibra, extracto etéreo, ceniza), digestibilidad y contenido de elementos tóxicos y factores antinutricionales, para que el alumno utilice esta información y pueda estimar el valor nutritivo de los alimentos

Materiales, reactivos y/o equipo

- Bata, overol, botas, cofia, cubre bocas, guantes.
- Charolas de papel aluminio, bolsas de nylon.
- Espátulas
- Balanza granataria y analítica
- Lápiz y cuaderno
- Guía de clasificación (NRC, AFFCO, INRA)
- Ingredientes alimenticios, forrajes, cereales, harinas proteicas, aceites vegetales, ensilados, suplementos de vitaminas, minerales y aditivos.

- Cantidades: De 1 a 3 pacas de heno, 1-3 bultos de grano, harinas, 20 kg de ensilado, 1-3 kg de suplementos de vitaminas, minerales y aditivos.

Desarrollo

La práctica se desarrolla en la planta de alimentos, praderas, silos, almacén de forrajes, campo de cultivo y unidad de investigación en producción animal (posta zootécnica FMVZ) y laboratorio de bromatología. El profesor junto con los alumnos identifican, clasifican y describen los insumos alimenticios usados en dietas para distintas especies pecuarias de la posta zootécnica.

Se forman equipos de trabajo de 4-5 estudiantes; cada equipo colectará distintas muestras de alimentos y/o ingredientes (forrajes frescos, ensilados, henos, suplementos) energéticos, proteicos, minerales, vitaminas y aditivos. Las muestras deberán estar identificadas con nombre, origen, fecha de recolección y composición química. El alumno observará las características físicas (color, olor, textura, densidad) de cada muestra se analizará la composición química y clasificará los alimentos de acuerdo a la clasificación internacional del NRC (National Research Council).

Los equipos elaborarán un informe el cual contiene lo expuesto en la práctica y complementado con bibliografía consultada sobre la composición química, precio y guía de uso de ingredientes en la alimentación animal.

Resultados

Entrega de informe complementado con literatura consultada sobre los ingredientes colectados. El alumno demostrará las competencias adquiridas clasificando los alimentos identificados y sus características físicas y químicas, y a que especies pecuaria y en que cantidades se debe suministrar.

Cuestionario

1. Indique la clasificación según sus características físicas y química de los principales ingredientes utilizados en la alimentación animal.
2. Mencione los niveles de utilización de los alimentos (forrajes y concentrados) en distintas especies pecuarias (rumiantes y no rumiantes)
3. Indique el precio, por kg o tonelada en BH, de los ingredientes identificados al que se comercializan en la zona.

En esta sub unidad no se contempla el uso de animales.

Unidad 1. Introducción a la nutrición, alimentos y sus nutrientes para consumo animal.	Número de la practica
Práctica 2. Visita guiada al Departamento de Nutrición Animal.	2

Objetivo o competencia de la práctica

Mostrar al estudiante mediante visita guiada a los Laboratorios de Bromatología, Metabolismo y Ciencia de la Carne, los materiales, equipos y reactivos de uso común en el análisis químico-proximal (materia seca, proteína, grasa, cenizas, fibra, etc.) y cromatografía de gases y líquidos de alimentos de uso pecuario para que el alumno identifique y pueda llevar a cabo los análisis correspondientes de los alimentos en el proceso de nutrición animal con sustentabilidad, ética e inocuidad alimentaria.

Materiales, reactivos y/o equipo

- Bata
- Lápiz y cuaderno
- Laboratorios de Bromatología, Metabolismo y Ciencia de la carne del Departamento de Nutrición Animal: equipo para análisis químico proximal, cromatografía de líquidos y gases, liofilización, digestión, incineración, secado, textura, fuerza de corte, colorimetría, microscopía, potenciómetros, ultrasonografía, calorimetría, infra rojo cercano, etc.

Desarrollo:

El profesor mostrará y describirá los equipos existentes en cada laboratorio, así como su uso en la evaluación nutrimental de los alimentos, y análisis de muestras biológicas en los estudios de alimentación, nutrición, metabolismo, balance de nitrógeno, evaluación de praderas, ciencia de la carne, etc.
El alumno de forma individual hará un informe de lo revisado en la práctica.

Resultados

El estudiante presentará los resultados de un informe detallado sobre:

- Equipos y su importancia de uso en los estudios de nutrición animal. Demostrará las competencias adquiridas sobre los equipos necesarios y técnicas para análisis físico, químicos y biológicos de los alimentos identificados en la práctica uno.

Cuestionario

1. Mencione los equipos tecnológicos y científicos existentes en cada laboratorio
2. Describa el uso principal de los cromatógrafos existentes en el laboratorio de metabolismo.
3. Describa la importancia del uso de calorímetro en estudios de metabolismo de la energía.

En esta sub unidad no se contempla el uso de animales.

Unidad 3. Digestión de los alimentos y absorción de los nutrientes.	Número de la practica
Práctica 3. Ensayo de digestibilidad <i>in vivo</i> e <i>in situ</i> de alimentos y dietas para especies pecuarias.	3

Objetivo o competencia de la práctica

Que el estudiante sea capaz de estimar la digestibilidad *in vivo*, *in situ* e *in vitro* de ingredientes (forrajes secos y rastrojos, praderas, plantas de agostaderos y forrajes dados frescos, ensilados, alimentos energéticos, suplementos proteicos, etc.) y de dietas de uso pecuario identificando la calidad e inocuidad de los alimentos y asegure la mayor eficiencia productiva de las especies pecuarias.

Materiales, reactivos y/o equipo

- Alimentos usados en la planta de la posta zootécnica (1- 2 kg ingredientes o mezclas).
- Especies pecuarias (ovinos, cerdos, caprinos, conejos, bovinos, aves)
- Bolsas de nylon (poro 40-50 micras)
- Bovino u ovino fistulado de rumen
- Líquido ruminal de dos ovinos o bovinos
- Termo para transportar líquido ruminal
- Balanzas analítica y granataria
- Molino de forrajes
- Corraletas individuales para ovinos o cerdos equipadas con bebedero y comedero
- Unidades metabólicas con piso elevado para ovinos y cerdos equipadas para coleccionar orina y heces
- Módulos con jaulas elevadas para conejos equipadas con bebedero y comedero
- Estufa de horno forzado
- Mufla para incineración
- Baño de incubación
- Frascos para incubación
- Manómetros para medir la producción de gas
- Papel filtro
- Material y reactivos para preparar saliva artificial

- Agua destilada
- Guantes
- Frascos para coleccionar orina
- Congelador para conservar muestras a -20 °C
- Bolsas de nylon y papel estraza para coleccionar heces
- Óxido de cromo como marcador
- Espectrofotómetro de luz UV

Desarrollo

La práctica se llevará a cabo en la posta zootécnica de la FMVZ, Unidad de investigación en producción animal, módulo de producción de conejos y laboratorio de Bromatología.

Digestibilidad *in vitro*. Pesar 0.5 g de muestra molida en molino Wiley con malla de 2 mm la cual se coloca en botellas ámbar de 100 ml colocando una solución de saliva artificial McDougal y líquido ruminal filtrado (20:80) las cuales se colocan en baño maría a 39-40 °C agitando periódicamente durante 72-92 horas. Al cabo de este tiempo las muestras se retiran, se lavan con agua caliente y se filtran colocando en estufa de secado para el cálculo de materia seca residual, con lo cual se puede estimar la digestibilidad de ingredientes y dietas.

Digestibilidad *in situ*. Pesar 5 g de materia seca (MS) de alimento molido en molino Wiley con malla de 2 mm y colocar en bolsas de nylon ya pesadas y previamente secadas en estufa a 100° C. Sellar muy bien para que no se salga la muestra y colocar en rumen de un animal fistulado. Para determinar la degradación de los alimentos, se pesaran 16 bolsas por alimento, se introducen a 3,6,9,12,24, 48, y 72 h en el rumen, previamente se colocan en agua destilada a 39°C, dos bolsas son retiradas y lavadas con agua corriente para determinar la composición química la hora cero.

Finalizado el periodo de incubación, se retiran las bolsas, lavar en agua corriente hasta que salga líquido claro (sin tallar las bolsas), posteriormente, se colocan en estufa de secado con aire forzado a 65°C hasta peso constante (24h). Enseguida se pesan para medir la materia seca y el contenido de nitrógeno desaparecido a las diferentes horas y con ello se estima la degradabilidad potencial, a partir de la ecuación de Orskov et al. (1980), $Y = a + b(1 - e^{-ct})$ y posteriormente se estima la degradabilidad efectiva de la materia seca y proteína a diferentes tasas de paso ($k = 0.02, 0.05, 0.08$) a partir de la ecuación $P = a + [(b \times c) / (c + k)]$ y proceder a graficar los resultados.

Digestibilidad *in vivo*. Se utilizan seis animales (ovinos, caprinos, cerdos) los cuales se alojan en jaulas metabólicas individuales, se suministran dos dietas (tres animales por dieta), la primera es una dieta testigo o control (alimento de referencia) y la otra es la dieta experimental que se evalúa: con diferente nivel de proteína, fibra o complementada con un suplemento o aditivo, con la finalidad de evaluar su calidad nutricional y/o valor biológico en términos de consumo y digestibilidad de la MS y de la proteína; se suministran durante 10 días, 5 de adaptación hasta normalizar el consumo, y posteriormente, durante los siguientes 5 días se suministra el 90% del alimento consumido y se hacen las colecciones correspondientes de heces, contabilizando el total y colectando para análisis en el laboratorio alícuotas del 10% del total de heces producidas.

Durante los 10 días, diario se registra el alimento suministrado y el rechazado para medir el consumo de cada animal, y durante 5 días las heces totales, de las cuales diario se colecta el 10% y se mantiene a -20°C para análisis posteriores en el laboratorio. Al terminar el estudio, se determina la composición química (materia seca, materia orgánica, nitrógeno y fibra en las muestras de alimento, rechazos y heces. Con la información recabada se determina el consumo y lo excretado por el animal en el periodo de colecta, se calcula la digestibilidad *in vivo* de la MS, MO, FDN (Tejada, 1992).

Los animales son pesados al inicio y al final del ensayo de digestibilidad *in vivo*.

Resultados

Evaluación. La evaluación se hace de la siguiente forma:

a) **Presentación de resultados de consumo y digestibilidad de la MS, MO, FDN, así como del cambio de peso vivo de los animales usados en el ensayo, para lo cual deberá elaborar un informe..**

b) Respaldo del ensayo con una revisión bibliográfica sobre la ingestión, digestibilidad y factores que influyen en el aprovechamiento de los alimentos.

Para el cuidado de los animales usados en el ensayo se tomaran en cuenta las normas de bioética y bienestar animal.

Cuestionario

a) Describa los principales métodos para medir la digestibilidad aparente de los alimentos

b) Defina la importancia de medir la digestibilidad de la dieta y los factores que influyen en el aprovechamiento de la dieta.

Unidad 3. Digestión de los alimentos y absorción de los nutrientes.

Número de la practica

Objetivo o competencia de la práctica

- a) Análisis físico de líquido ruminal de ovinos y/o bovinos con dieta alta en forraje.
- b) Identificar y describir los principales microorganismos que fermentan los carbohidratos fibrosos de los forrajes.
- c) Analizar la importancia de los microorganismos ruminales en el ecosistema del rumen y la interacción con los alimentos y el animal.

Materiales, reactivos y/o equipo

- Vasos de precipitado 205 ml
- Termo para transportar líquidos calientes
- Agua destilada tibia (30°C)
- Solución buffer pH 5.5
- Bovino u ovino canulado en rumen
- Sonda esofágica
- Líquido ruminal de un rumiante fistulado de rumen
- Microscopio óptico 20x. 50x. 100x, portaobjetos, cubreobjetos
- Bata
- Cubre bocas
- Pipeta Pasteur
- Lápiz y cuaderno
- Fotografías con imágenes de protozoarios

Desarrollo

Se obtienen muestras de líquido ruminal y evalúa el color, olor, consistencia; se coloca en un termo y se transporta al laboratorio de prácticas de la FMVZ.

Una vez en el laboratorio se mide el pH, en potenciómetro previamente calibrado, y se registrará el valor obtenido.

A cada equipo se le proporcionan 10 a 20 ml de líquido ruminal; los alumnos colocan dos a tres gotas de líquido con la pipeta Pasteur en un portaobjetos y lo cubren con el correspondiente cubre objetos. Enseguida enfocan con el objetivo 10X del microscopio óptico, identificarán los microorganismos presentes, sus movimientos, morfología, partículas de alimento, etc., hacen las observaciones y consultas correspondientes al profesor y elaboran un esquema con dibujos de los protozoarios identificados con las características morfológicas que los distinguen. Finalmente, elaboran un informe de la práctica realizada complementándola con literatura revisada.

Resultados

El alumno presentará un informe con los resultados de:

Los microorganismos observados al microscopio (protozoarios, partículas de alimento, etc.).

- Revisión bibliográfica de apoyo a la microbiología ruminal observada en el microscopio. Identificará los microorganismos según el sustrato que usan.

Cuestionario

1. Mencione los tipos de microorganismos presentes en el rumen.
2. Explique la importancia de las bacterias y protozoarios ruminales en la fermentación ruminal.
3. Discuta la interacción alimento-microorganismos ruminales-animal.

En esta unidad se contempla el uso de animales. Para el cuidado de los animales experimentales, se tomarán en cuenta las normas de bioética.

Bibliografía

En línea:

Ramirez Perez A.H. y Castillo Mata D.A. 2020. Practicas de nutricion animal. Universidad Nacional Autónoma de Mexico.

chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.fmvz.unam.mx/fmvz/publicaciones/archivos/PNutricion_Animal.pdf

Bohnert D., Filley S, Parsons C and White R.. Beef cattle nutrition workbook, Oregon state university 2004.

chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://extension.oregonstate.edu/sites/default/files/documents/em8883.pdf

Nutrient Requirements of Beef Cattle (NRC, 2016) Eighth Revised Edition

(2016)<https://nap.nationalacademies.org/catalog/19014/nutrient-requirements-of-beef-cattle-eighth-revised-edition>

Nutrient Requirements of Dairy Cattle (NRC, 2021) Eighth Revised Edition (2021)

<https://nap.nationalacademies.org/catalog/25806/nutrient-requirements-of-dairy-cattle-eighth-revised-edition>

Nutrient Requirements of Poultry, (NRC, 1984). Eighth Revised Edition, 1984.

<https://nap.nationalacademies.org/>

Safety of Dietary Supplements for Horses, Dogs, and Cats

(2009) <https://nap.nationalacademies.org/catalog/12461/safety-of-dietary-supplements-for-horses-dogs-and-cats>

Nutrient Requirements of Swine, Eleventh Revised Edition (NRC, 2012).

<https://nap.nationalacademies.org/catalog/13298/nutrient-requirements-of-swine-eleventh-revised-edition>

Impreso :

1. Hungate, R. E. 1990. The rumen and its microbes. CABI. England.
2. Ørskov, E.R., F.D. Hovell, y F. Mould. 1980. Uso de la técnica de la bolsa de nylon para la evaluación de los alimentos. Producción animal tropical. 5, 213:233.
3. Tejada de H. I. (1992). Control de calidad y análisis de ingredientes utilizados en la alimentación animal. Sistemas de Educación Continua en Producción Animal en México, A. C. p. 120.
4. Dehority, B.A. 2003. Rumen microbiology. Nottingham, University Press.
5. McDonald, P., R.A. Edwards, J.F.D. Greenhalgh, C.A. Morgan, L.A. Sinclair and R.G. Wilkinson. 2013. Animal nutrition 7th. Ed. Prentice Hall USA.