



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**ELABORACIÓN DE UN MANUAL DIDÁCTICO PARA LOS TEMAS:
FISIOLOGÍA DE LA DIGESTIÓN, FISIOLOGÍA DE PIEL, PELO Y DE
LA PRODUCCIÓN DE LANA Y FISIOLOGÍA DE PRODUCCIÓN DE
HUEVO Y MUDA EN AVES; EN APOYO A LA ASIGNATURA
FISIOLOGÍA DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

P R E S E N T A

JOSÉ EDUARDO GONZÁLEZ NIEVA

A S E S O R A

DRA. GRISELDA VALDEZ MAGAÑA



Ciudad Universitaria Cd. Mx., 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

A mis padres y mi hermana, gracias por todo su apoyo y amor.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos especiales al proyecto PAPIME 208516.

Agradezco a mi familia y amigos por su apoyo y consejo tanto en momentos gratos y en momentos difíciles, a mi asesora la Doctora Griselda Valdez Magaña por su apoyo y confianza, a mis profesores de asignaturas durante la licenciatura por su tiempo y dedicación para transmitirme sus conocimientos.

CONTENIDO

1	RESUMEN.....	1
2	INTRODUCCIÓN	2
3	REVISIÓN SISTEMÁTICA	5
4	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	9
4.1	FISIOLOGÍA DE LA DIGESTIÓN EN ANIMALES NO RUMIANTES Y RUMIANTES	9
4.1.1	<i>Características anatómicas y organización estructural del aparato digestivo de los mamíferos y de las aves.....</i>	9
4.1.2	<i>Factores que controlan el consumo de alimento</i>	11
4.1.3	<i>Control del aparato digestivo por el sistema nervioso autónomo (SNA) y sistema nervioso entérico (SNE).....</i>	13
4.1.4	<i>Control neuroendocrino del consumo de alimento</i>	14
4.1.5	<i>Función y regulación de la motilidad gastro-entérica.....</i>	15
4.1.6	<i>Mecanismos generales de ingestión</i>	17
4.1.7	<i>Funciones gástricas y su regulación</i>	18
4.1.8	<i>Secreción gástrica y sus fases</i>	19
4.1.9	<i>Función pancreática</i>	21
4.1.10	<i>Funciones del intestino delgado</i>	22
4.1.11	<i>Digestión de nutrientes</i>	23
4.1.12	<i>Funcionamiento de los órganos fermentadores</i>	28
4.1.13	<i>Aparato digestivo de los rumiantes</i>	29
4.1.14	<i>Ciclo de urea-amonio</i>	35
4.1.15	<i>Bibliografía de capítulo</i>	37
4.2	FISIOLOGÍA DE LA PIEL Y PELO Y DE LA PRODUCCIÓN DE LANA	38
4.2.1	<i>Funciones generales de la piel, el pelo y la lana</i>	38
4.2.2	<i>Estructura de la piel</i>	39
4.2.3	<i>Glándulas apócrinas: sebáceas y Glándulas écrinas: sudoríparas.....</i>	40
4.2.4	<i>Participación de la piel en la síntesis de la vitamina D.....</i>	41
4.2.5	<i>Folículos pilosos</i>	41

4.2.6	<i>Producción de lana</i>	42
4.2.7	<i>Bibliografía de capítulo</i>	44
4.3	FISIOLOGÍA DE LA PRODUCCIÓN DE HUEVO Y MUDA EN AVES	45
4.3.1	<i>Importancia de la producción avícola nacional y mundial</i>	45
4.3.2	<i>Estructura del sistema de producción avícola</i>	46
4.3.3	<i>Formación del aparato reproductor en aves</i>	48
4.3.4	<i>Desarrollo folicular en el ovario de las gallinas: etapa lenta, moderada y acelerada</i>	50
4.3.5	<i>Estructura del eje H-H-G en aves</i>	51
4.3.6	<i>Ciclo ovulatorio de las aves</i>	53
4.3.7	<i>Estacionalidad reproductiva</i>	55
4.3.8	<i>Formación del huevo</i>	58
4.3.9	<i>Regulación neuroendocrina de la ovoposición</i>	60
4.3.10	<i>Muda prenupcial y postnupcial</i>	61
4.3.11	<i>Estructura y tipo de plumas</i>	62
4.3.12	<i>Cambios fisiológicos y neuroendocrinos que determinan el inicio de la muda</i>	63
4.3.13	<i>Mecanismos endocrinos que intervienen en la muda</i>	64
4.3.14	<i>Cambios conductuales, anatómicos, inmunológicos durante las distintas fases de la muda</i>	66
4.3.15	<i>Procedimientos para aplicar la muda forzada</i>	67
4.3.16	<i>Conveniencia de la aplicación de la muda forzada en la producción avícola</i>	70
4.3.17	<i>Bibliografía de capítulo</i>	71
4.4	EVALUACIÓN DEL MATERIAL DE APOYO	73
4.4.1	<i>Análisis estadístico</i>	74
4.4.2	<i>Bibliografía de capítulo</i>	76
5	REFERENCIAS	77

INDICE DE FIGURAS

REVISIÓN SISTEMÁTICA

Figura 1. Banco de fotografías y videos.	5
Figura 2. Elaboración de diagrama en el programa Paint.	6
Figura 3. Elaboración de video en el programa Power Point	7
Figura 4. Edición de video en el programa Camtasia Studio 9.	7
Figura 5. Elaboración de ejercicio a partir del video realizado.	8
Figura 6. Ejercicio de relación de columnas aparato digestivo de cerdo.	11
Figura 7. Ejercicio de completar texto y arrastrar palabras factores que afectan el consumo.	12
Figura 8. Ejercicio de relación de columnas control nervioso de aparato digestivo.	13
Figura 9. Ejercicio de completar texto control neuroendocrino del consumo.	15
Figura 10. Ejercicio de completar texto y arrastrar palabras motilidad gastro-entérica.	17
Figura 11. Ejercicio de relación de columnas mecanismos generales de ingestión.	18
Figura 12. Ejercicio de opción múltiple secreción gástrica.	21
Figura 13. Ejercicio de relación de columnas secreción pancreática.	22
Figura 14. Ejercicio de relación de columnas función de intestino delgado.	23
Figura 15. Ejercicio de completar texto y arrastrar palabras digestión de glúcidos.	24
Figura 16. Ejercicio de opción múltiple digestión de lípidos.	26
Figura 17. Ejercicio de opción múltiple digestión de proteínas.	28
Figura 18. Ejercicio de completar texto y arrastrar palabras movimientos del intestino grueso.	29
Figura 19. Ejercicio arrastrar imágenes generalidades del rumen.	31
Figura 20. Ejercicio de completar texto y arrastrar palabras condiciones internas del rumen.	32
Figura 21. Ejercicio de relación de columnas digestión en rumiantes.	34
Figura 22. Ejercicio de opción múltiple formación de rumen en neonatos.	35
Figura 23. Ejercicio de completar texto y arrastrar palabras ciclo de la urea-amonio.	36
Figura 24. Ejercicio de completar texto y arrastrar palabras funciones de la piel, pelo y lana.	39
Figura 25. Ejercicio de arrastrar marcador epidermis.	40
Figura 26. Ejercicio de completar texto y arrastrar palabras síntesis de vitamina D.	41
Figura 27. Ejercicio de completar texto y arrastrar palabras producción de lana.	43
Figura 28. Ejercicio de relación de columnas producción avícola.	46
Figura 29. Ejercicio de completar texto y arrastrar palabras curva de producción avícola.	48
Figura 30. Ejercicio de completar texto y arrastrar palabras formación de aparato reproductor.	49
Figura 31. Ejercicio de completar texto desarrollo folicular.	51

<i>Figura 32. Ejercicio de relación de columnas eje hipotálamo-hipófisis-gonadal.</i>	53
<i>Figura 33. Ejercicio de relación de columnas ovulación de aves.</i>	54
<i>Figura 34. Ejercicio de completar texto factores endocrinos que regulan la ovulación.</i>	55
<i>Figura 35. Ejercicio de opción múltiple estacionalidad reproductiva.</i>	56
<i>Figura 36. Ejercicio de completar texto y arrastrar palabras fotosensibilidad y fotorrefractoriedad.</i>	57
<i>Figura 37. Ejercicio de arrastrar imágenes formación del huevo.</i>	60
<i>Figura 38. Ejercicio de completar texto ovoposición.</i>	61
<i>Figura 39. Ejercicio de completar texto muda y ciclo anual de las aves.</i>	62
<i>Figura 40. Ejercicio de arrastrar imágenes estructura y tipos de plumas.</i>	63
<i>Figura 41. Ejercicio de completar texto y arrastrar palabras cambios endocrinos que controlan la muda.</i>	64
<i>Figura 42. Ejercicio de completar texto y arrastrar palabras factores endocrinos que intervienen en la muda.</i>	66
<i>Figura 43. Ejercicio de completar texto y arrastrar palabras cambios durante la muda.</i>	67
<i>Figura 44. Ejercicio de completar texto y arrastrar palabras procedimientos de muda forzada.</i>	69
<i>Figura 45. Ejercicio de opción múltiple conveniencia de aplicar una muda forzada.</i>	70
<i>Figura 46. Ejemplos de encuestas realizadas a los alumnos.</i>	73
<i>Figura 47. Gráfica que representa la cantidad de alumnos encuestados y sus opiniones del material de apoyo.</i>	74
<i>Figura 48. Gráfica que ilustra la diferencia de calificaciones entre alumnos que realizaron y alumnos que no realizaron el material de apoyo. Valor $P < 0.5$.</i>	75

1 RESUMEN

GONZÁLEZ NIEVA JOSÉ EDUARDO. Elaboración de un manual didáctico para los temas: Fisiología de la digestión, Fisiología de piel, pelo y de la producción de lana y Fisiología de producción de huevo y muda en aves; en apoyo a la asignatura Fisiología de los Procesos Productivos (bajo la dirección de: MVZ MC PhD Griselda Valdez Magaña).

El objetivo fue desarrollar un material didáctico para los temas: Fisiología de la digestión, Fisiología de piel, pelo y de la producción de lana y Fisiología de producción de huevo y muda en aves; en apoyo a la asignatura Fisiología de los Procesos Productivos; la cual carece de un material bibliográfico exclusivo, y a su vez de un material de estudio que facilite el proceso del aprendizaje significativo y que contribuya a reforzar los conocimientos adquiridos durante el curso. El material didáctico desarrollado incluye diversos ejercicios, diagramas, cuestionarios, videos explicativos y un banco de imágenes, que se encuentran resguardadas en la plataforma Moodle de la FMVZ en línea. La elaboración de dicho material busca facilitar la comprensión e integración de los diversos procesos fisiológicos en materia de producción animal y pretende ser una herramienta de estudio accesible para los alumnos. El material didáctico se ilustró, de inicio, en los Centros de Enseñanza Práctica, Investigación y Extensión (CEIE's) de la FMVZ y en algunas unidades de producción de tipo particular. El material desarrollado formará parte de un proyecto PAPIME, el cual incluye todas las unidades del temario de la asignatura. Para su valoración, el material desarrollado fue expuesto a un grupo de alumnos que cursaban la asignatura antes de presentar un examen colegiado, posterior a éste, se aplicó un cuestionario de opinión. Las calificaciones obtenidas se compararon con las calificaciones de un grupo de alumnos que no tuvo acceso al material multimedia.

2 INTRODUCCIÓN

Fisiología de los procesos productivos es una asignatura ubicada en el ciclo intermedio del actual Plan de estudios 2006 de la Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, la cual tiene como objetivo general que el alumno comprenda e integre una serie de procesos fisiológicos ocurridos en los diferentes procesos de producción animal, tales como producción de alimentos, artículos diversos o satisfactores para los seres humanos. La asignatura aborda diversas interacciones de los procesos fisiológicos y metabólicos, asociadas al bienestar animal y que repercuten en la obtención de alimentos de origen animal tales como: carne, huevo, leche, y productos elaborados a partir de piel, pelo y lana. Debido a que el programa actual para la asignatura se encuentra formado por una integración de diversas fuentes bibliográficas como Fisiología, Bioquímica, Anatomía, Etología, Nutrición, Histología, entre otras, se carece de un material específico para los contenidos de la misma.

Esta asignatura supone una de las primeras aproximaciones con las diferentes especies de producción pecuaria, y se carece de tiempo específico para poder realizar visitas a diferentes producciones pecuarias para la aplicación de los conocimientos adquiridos. Una forma de cubrir este acercamiento con la producción animal, es a través de material de apoyo específico, el cual expone ejemplos de procesos fisiológicos establecidos en el programa de estudios.

Cabe destacar que la producción animal en México representa el 31.8% del Producto Interno Bruto (PIB) del sector primario, y que a nivel mundial, México ocupa el 7° puesto en producción de proteína de origen animal, como carne de bovino, porcino, ovino, aves de corral y pescado. De acuerdo con SAGARPA en 2016, del año 2013 al año 2015, la ganadería en México ha tenido una tasa media de crecimiento anual de 1.7%, mientras que la población se ha incrementado 1.2%.

En consecuencia, es deseable que el material a desarrollar tenga una aproximación lo más cercana posible a la realidad, con la finalidad de obtener un mejor

entendimiento de los procesos de producción de alimentos de origen animal en nuestro país desde el punto de vista fisiológico. Adicionalmente, el crecimiento actual de la ganadería demanda profesionales con vastos conocimientos y bases fisiológicas sólidas en producción animal, las cuales se encuentran integradas de primera instancia en esta asignatura.

Los materiales de apoyo elaborados se encuentran basados en el constructivismo, el cual es un modelo pedagógico que indica que el conocimiento no es una copia de la realidad como se considera tradicionalmente, sino una construcción del alumno a partir del medio que lo rodea. El constructivismo se halla encaminado a que el alumno es encargado de desarrollar su propio conocimiento por medio de la integración de conceptos aprendidos anteriormente y otorgándole herramientas con las cuales es capaz de desarrollar habilidades que le ayuden a razonar la información y mejorar su rendimiento, además, genera un aprendizaje espontáneo y significativo (Carretero, 2009).

Para alcanzar dichos objetivos, es necesario conocer los pilares actuales de la educación y lo que cada uno de ellos le permitirá lograr al estudiante; de igual modo reforzando el enfoque constructivista y el aprendizaje significativo. Los pilares actuales del conocimiento son: 1) Aprender a conocer: implica a aprender a aprender a través de la atención, memoria y pensamiento, es un proceso que nunca termina, 2) Aprender a hacer: tiene que ver con la formación profesional, a cómo poner en práctica los conocimientos, 3) Aprender a vivir juntos: conocimiento de uno mismo para entender a los demás, respetar ideologías, dialogar y colaborar con otros para un objetivo común, 4) Aprender a ser: desarrollo del pensamiento autónomo y crítico, para poder elaborar un juicio propio para saber actuar ante las diferentes circunstancias de la vida, 5) Aprender a trascender: se puede cambiar al mundo con acciones tanto aisladas y en conjunto, ya que la educación de calidad provee a los estudiantes conocimientos, valores y competencias para transformar actitudes y estilos de vida (Delors, et al., 1996). El alumno aprende si éste otorga un significado personal a los contenidos, esto se logra cuando los conocimientos

previos sobre algún tema se relacionan y enriquecen al enfrentar un nuevo conocimiento, dando lugar así al aprendizaje significativo. En la medida que el aprendizaje se apoya en los pilares del conocimiento, especialmente en aprender a conocer y aprender a hacer, se aproxima al aprendizaje significativo, el cual se fundamenta en que las personas construyen sus aprendizajes de forma activa, creando conceptos basados en conocimientos presentes y pasados, este aprendizaje se encuentra dentro del modelo constructivista. Cuando se utiliza la filosofía constructivista, es posible medir su efectividad a través de instrumentos de medición, por ejemplo con el uso de cuestionarios. En este caso, se empleó un cuestionario de opinión a los alumnos que se les otorgó el material de estudio.

La fisiología, al ser una ciencia natural, ofrece al alumno explicaciones de diversos fenómenos que tienen lugar en el mundo que lo rodea y en su propio organismo, dichas explicaciones le permiten al alumno desarrollar un pensamiento más analítico para la construcción de su conocimiento, por lo anterior, la corriente constructivista, por medio de la observación y práctica de experimentos, otorga al alumno la capacidad para ser crítico y creativo (Ramírez, et al., 2016).

El material de apoyo en formato digital, pertenece a las Tecnologías de la Información y la Comunicación, (TICs). Las TICs se definen como los recursos, herramientas y programas que se utilizan para procesar, administrar y compartir información mediante diversos soportes tecnológicos: ordenadores, teléfonos móviles, televisores, reproductores portátiles de audio y video; sin embargo, las TICs empleadas como herramientas didácticas al servicio del aprendizaje reciben el nombre de Tecnologías del Aprendizaje y del Conocimiento (TACs), las cuales se enfocan a mejorar la eficiencia de los actuales modelos educativos (Enríquez, 2015). Ejemplo de estas es la plataforma Moodle de la FMVZ, plataforma virtual usada para el desarrollo de cursos en línea que proporciona apoyo al aprendizaje de los estudiantes de diversas asignaturas. Esta plataforma fue utilizada para realizar parte del material multimedia y para ponerlo a disposición de los estudiantes.

3 REVISIÓN SISTEMÁTICA

Como primer paso, se seleccionaron los temas y subtemas del programa de la asignatura y se realizó una búsqueda bibliográfica de los diferentes procesos fisiológicos a abordar. Los principales materiales bibliográficos consultados fueron libros, mismos que también fueron sugeridos como bibliografía en el temario de la materia, artículos científicos y clases impartidas por profesores. Posteriormente, se elaboraron resúmenes de cada subtema y tema. Al finalizar cada capítulo, se encuentra la bibliografía recomendada, en la cual se fundamentó el mismo. Acto seguido, se realizaron visitas a los CEIE's de la Facultad, posteriormente a granjas particulares para obtención de fotografías y videos, los cuales se usaron para elaborar los ejercicios del material de apoyo y generar los bancos de fotografías y videos, mismos que cuentan con un total de 321 fotografías y 25 videos para las tres unidades desarrolladas. Dicho material fue capturado con una cámara digital Canon modelo EOS REBEL T5i. (Figura 1).



Figura 1. Banco de fotografías y videos.

Además, se elaboraron esquemas, ilustraciones y animaciones, los cuales se realizaron en diversos programas y páginas de libre acceso, y se usaron como base para generar cuestionarios de opción múltiple, ejercicios de relación de columnas, completar texto, arrastrar marcadores o imágenes, entre otros.

Algunos de los esquemas se realizaron en el programa Paint y se les agregó animación por medio de programas en línea para generar imágenes en formato GIF (Graphic Interchange Format) o en el programa Power Point, en el cual se pueden producir diferentes tipos de animaciones a partir de la transición de diapositivas. Algunas imágenes en formato GIF, fueron utilizados directamente para elaborar diferentes ejercicios. (Figura 2 y 3).

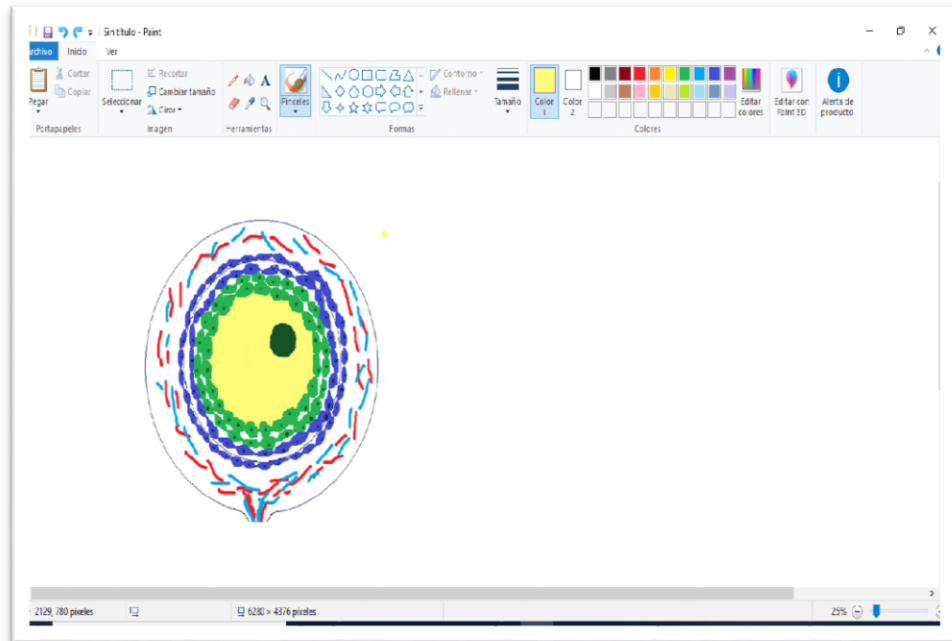


Figura 2. Elaboración de diagrama en el programa Paint.

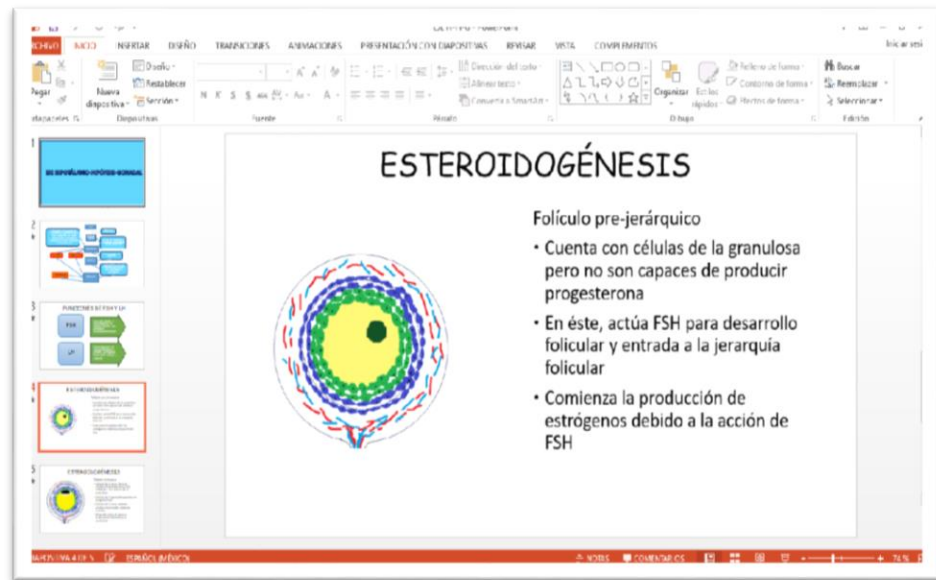


Figura 3. Elaboración de video en el programa Power Point.

Una vez generadas las animaciones, a partir de presentaciones del programa Power Point, fueron exportadas en video formato MP4 y a su vez éstos se editaron en el programa Camtasia Studio 9. (Figura 4).



Figura 4. Edición de video en el programa Camtasia Studio 9.

A unos videos se les agregó un diálogo descriptivo, se editó la calidad, velocidad de transición y se redujo el tamaño de los videos generados para transferirlos y grabarlos en la plataforma en línea.

En adición a lo anteriormente descrito, los cuestionarios, ejercicios de relación de columnas, completar texto, arrastrar marcadores o imágenes, se produjeron en la plataforma Moodle de la FVMZ, la cual es una herramienta de gestión de aprendizaje y se encuentra basada en la corriente constructivista. (Figura 5).

En la plataforma, los alumnos pueden responder los ejercicios y al término de ellos se obtiene una retroalimentación que indica si se respondieron de forma correcta o errónea y su fundamento. De este modo, el alumno puede crear su propio conocimiento integrando tanto los conceptos vistos en clases y los incluidos en asignaturas precedentes, lo que promueve una mayor retención de información misma que puede utilizarse en situaciones nuevas (Venegas, 2007).

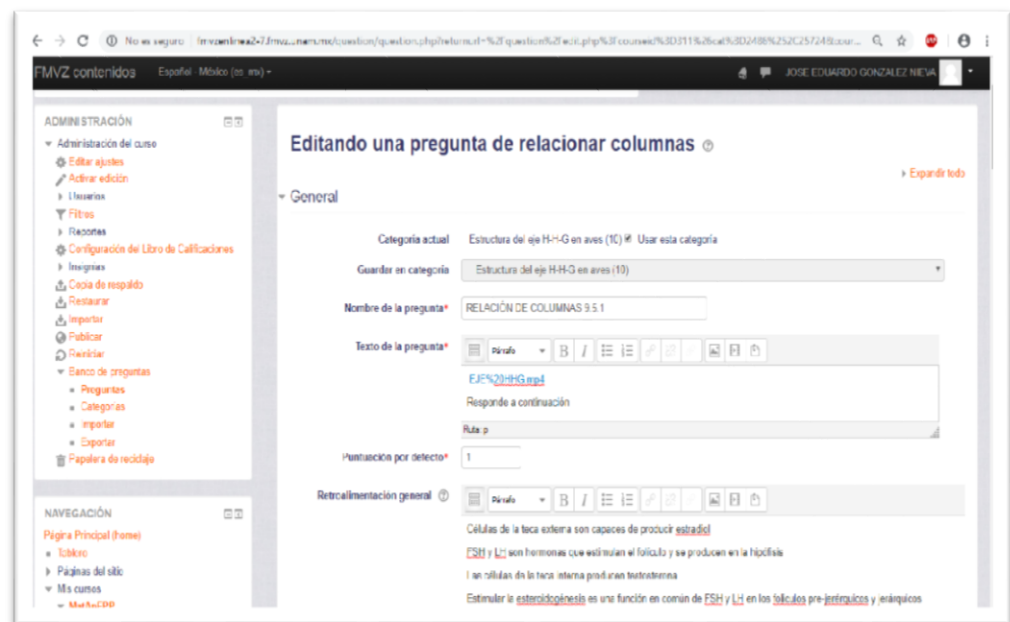


Figura 5. Elaboración de ejercicio a partir del video realizado.

4 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

4.1 Fisiología de la digestión en animales no rumiantes y rumiantes

Esta unidad trata la clasificación de los animales domésticos dependiendo del alimento que consumen, su degradación en diferentes nutrimentos: glúcidos, lípidos y proteínas y su posterior digestión. Los objetivos de la unidad consisten en que el alumno sea capaz de describir las características del tracto gastrointestinal de animales no rumiantes y rumiantes, así como integrar los diversos procesos que intervienen en la digestión de nutrimentos, con la finalidad de identificar y resolver problemas potenciales, originados a partir del alimento consumido o trastornos ocurridos en el aparato digestivo, y que perjudican los diferentes tipos de producción animal.

En esta unidad se describen los distintos mecanismos neuroendocrinos y metabólicos que controlan el consumo de alimento así como las reacciones químicas y procesos enzimáticos presentes en la digestión de los nutrimentos. Se explican las funciones que desempeña cada órgano que conforma el aparato digestivo y sus interacciones a lo largo de la digestión. Para el caso de los animales rumiantes, se mencionan algunas características del sistema digestivo y diferencias con los monogástricos, la importancia de la fermentación microbiana en la digestión de nutrimentos, el metabolismo del rumen y como este puede afectar o beneficiar el bienestar, producción y comportamiento del animal.

4.1.1 Características anatómicas y organización estructural del aparato digestivo de los mamíferos y de las aves

El siguiente tema se encuentra reforzado por 4 ejercicios de relación de columnas y a continuación se describe el mismo. (*Figura 6*).

El aparato digestivo, también llamado tracto gastrointestinal, incluye a los siguientes compartimientos: boca, faringe, esófago, estómago, intestino delgado, intestino

grueso, recto y ano; y por las glándulas anexas: hígado y páncreas. La pared interna del tubo varía en cada compartimiento, pero la estructura básica es la similar entre ellos: serosa, músculo liso predominantemente, mucosa y células glandulares. Su grosor es variable y cuenta con esfínteres que regulan el tránsito del bolo alimenticio. Los cambios de grosor en el tracto gastrointestinal y los esfínteres presentes en él, permiten dividirlo en diferentes compartimentos, los cuales cumplen distintas funciones como la secreción de sustancias que facilitan el tránsito y la digestión de alimento.

Los mamíferos se clasifican con base en su alimentación, herbívoros: equinos, caprinos, ovinos, bovinos y aves de corral como gallinas; carnívoros: caninos y felinos; y omnívoros: suinos. La principal diferencia del aparato digestivo de mamíferos radica en la presencia de compartimentos de fermentación que se pueden encontrar anteriores o posteriores al estómago, dividiéndolos en fermentadores pregástricos o posgástricos. Ejemplo de los fermentadores pregástricos son los rumiantes: caprinos, ovinos y bovinos; y de los fermentadores posgástricos son los equinos, suinos, caninos y felinos. A su vez, los fermentadores posgástricos se puede dividir en fermentadores cecales: roedores y lagomorfos, si es que la fermentación ocurre en el ciego y fermentadores colónicos: equinos, felinos, caninos y suinos, si la fermentación se produce en el colón.

En el caso de las aves, su aparato digestivo está constituido por las siguientes estructuras: pico o cavidad bucal, esófago, buche, proventrículo, ventrículo, intestino delgado, ciegos, intestino grueso y cloaca. El buche es una estructura accesoria del esófago, y éste tiene la función de almacén temporal de alimento. El estómago en aves se divide en proventrículo y ventrículo; el proventrículo es la porción glandular, es decir, secreta ácido clorhídrico. En contraste, el ventrículo presenta una musculatura ampliamente desarrollada y mucosa queratinizada, la cual se encarga de triturar el alimento consumido. La cloaca es un órgano común para los aparatos digestivo, urinario y reproductor, por lo tanto excreta los desechos fecales y orina. (Shimada, 2003)

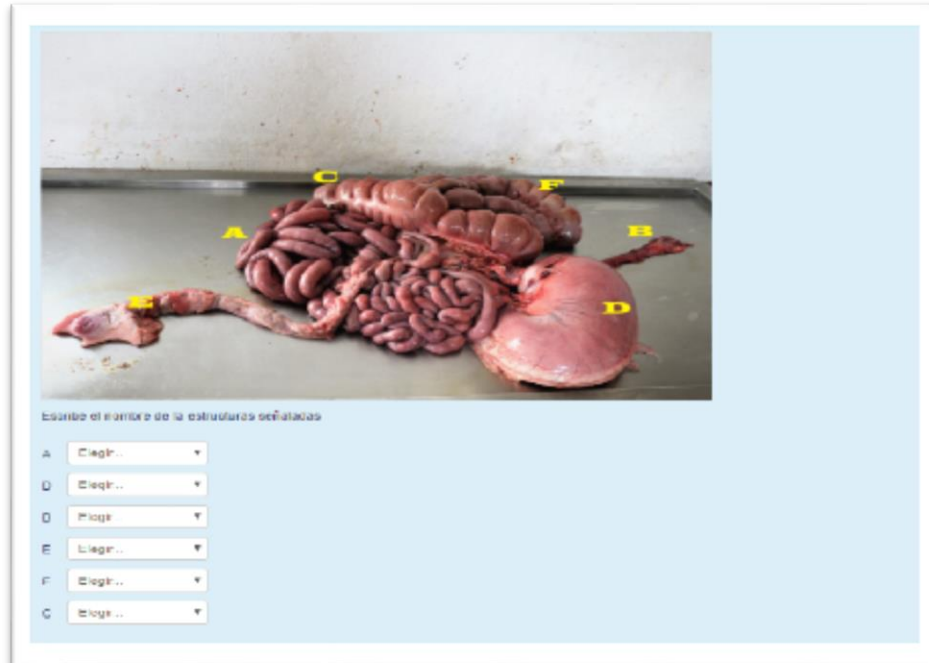


Figura 6. Ejercicio de relación de columnas aparato digestivo de cerdo.

4.1.2 Factores que controlan el consumo de alimento

El siguiente tema se encuentra reforzado por 8 ejercicios, de los cuales 1 es de completar párrafo, 3 de opción múltiple, 1 de relación de columnas y 3 de respuesta corta. (Figura 7).

Hay diversos factores que afectan el consumo de alimento, estos se clasifican en:

Factores medioambientales: son aquellos externos al animal, no se pueden controlar por completo: humedad, temperatura, instalaciones, relieve y manejo.

Factores alimenticios: son externos al animal pero éstos se pueden manipular: textura, tamaño de partícula, valor nutricional, humedad, método de conservación y de producción.

Factores propios del animal: son internos del animal y algunos se pueden manipular: especie, sexo, raza, estado nutricional, fase de crecimiento, etapa fisiológica, perfil hormonal, crecimiento compensatorio, homeostasis y estado de salud.


El consumo de alimento se clasifica en cuatro fases:

Fase de iniciación: se produce una integración hipotalámica entre los factores internos del animal, como hormonas y metabolitos sanguíneos, y los factores externos, es decir vista, oído, olfato, gusto y tacto.

Fase de procuración: intervienen los conocimientos y memoria del animal sobre el alimento y sus características, sabor, color, textura y olor.

Fase de consumación: comienza con la presencia de alimento tanto en la cavidad oral y el tubo gastrointestinal. Concluye una vez absorbidos los diversos nutrientes contenidos en el alimento.

Fase de terminación: es resultado de estimulación de receptores en la lengua, esófago, estómago e intestinos. Hay un incremento de metabolitos sanguíneos y se originan señales de saciedad asociadas al sistema nervioso central. (Caballero, 2010)



El consumo de alimento se puede ver afectado por diversos factores: dichos factores se pueden dividir en tres grupos:

Factores medioambientales, son aquellos externos al animal, no se pueden controlar por completo: humedad, , instalaciones, , manejo.

Factores alimenticios, son externos al animal pero éstos se pueden manipular: , tamaño de partícula, valor nutricional, , método de conservación, .

Factores propios del animal, son internos del animal, algunos se pueden manipular: , sexo, raza, estado nutricional, fase de crecimiento, perfil hormonal, , estado de salud, , etapa fisiológica.

Crecimiento compensatorio Metazoos de producción Relieve Humedad Homeostasis Temperatura

Especie Textura

Figura 7. Ejercicio de completar texto y arrastrar palabras factores que afectan el consumo.

4.1.3 Control del aparato digestivo por el sistema nervioso autónomo (SNA) y sistema nervioso entérico (SNE)

El siguiente tema se encuentra reforzado por 5 ejercicios, los cuales 1 de relación de columnas y 4 de escribir respuesta corta. (Figura 8).

El aparato digestivo se encuentra controlado por el sistema nervioso autónomo (SNA) y sus dos ramas: sistema nervioso simpático y sistema nervioso parasimpático. Éste control se conoce como inervación extrínseca. Las fibras colinérgicas o del sistema nervioso parasimpático se encargan de aumentar la actividad del músculo liso intestinal y relajar esfínteres. En contraste, las fibras noradrenérgicas o del sistema nervioso simpático, disminuyen la actividad del músculo liso intestinal e inducen la contracción de esfínteres.

El aparato digestivo también está controlado por el sistema nervioso entérico (SNE), se conoce como inervación intrínseca. El SNE está formado por dos plexos: plexo mioentérico (plexo de Auerbach), que se ubica entre las capas muscular longitudinal y circular, inerva ambas capas musculares y controla la motilidad. Plexo submucoso (plexo de Meissner) se encuentra entre la capa de músculo liso circular y la submucosa e inerva el epitelio glandular. (Cunningham, 2009)

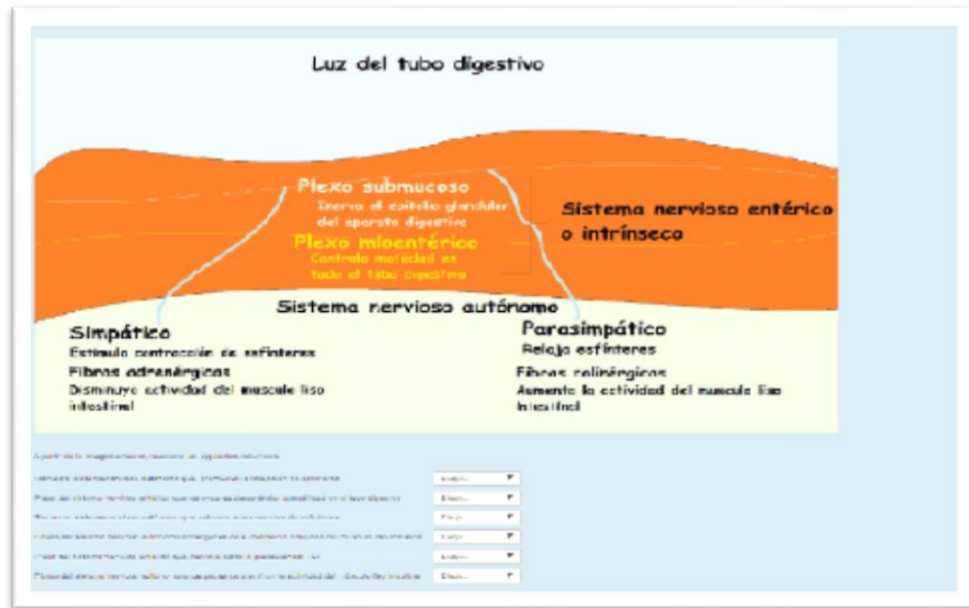


Figura 8. Ejercicio de relación de columnas control nervioso de aparato digestivo.

4.1.4 Control neuroendocrino del consumo de alimento

El siguiente tema se encuentra reforzado por 7 ejercicios, de los cuales 2 de completar texto, 1 de relación de columnas, 2 de opción múltiple y 2 de escribir respuesta corta. (*Figura 9*).

Existen diversas teorías de regulación del consumo voluntario: termostática, la cual indica que a través del consumo de alimento, el organismo busca mantener una temperatura corporal dentro de un rango constante, por lo que varía dependiendo de la temperatura climática. Glucostática: la cual se basa en que la glucosa es necesaria para una importante cantidad de procesos metabólicos ocurridos en el organismo, por lo tanto, si ésta se encuentra en bajas concentraciones sanguíneas, produce la necesidad de consumo de alimento. Aminostática: señala que existe una relación directamente proporcional entre los aminoácidos presentes en las células y el consumo de alimento. Lipostática: indica que los depósitos de grasa corporales sirven como indicadores de consumo de alimento y saciedad para el organismo, ésta teoría es la más aceptada y cuenta con un mecanismo descrito.

La teoría lipostática presenta que el mecanismo de control del consumo de alimento, se encuentra mediado por la leptina, que se expresa en el tejido adiposo y se encuentra en circulación de manera proporcional a la cantidad de grasa corporal. La leptina viaja al núcleo arcuato en el hipotálamo, donde inhibe la acción de las neuronas que expresan proteína r-agouti (AgRP) y neuropéptido Y (NPY) para su posterior liberación en el núcleo paraventricular, provocando una disminución en el consumo de alimento y en la inhibición de la vía de la hormona estimulante de melanocitos (α -MSH). Al mismo tiempo, la leptina estimula las neuronas productoras de proopiomelanocortina (POMC) encargadas de la expresión y liberación de α -MSH, ésta a su vez se une y activa sus receptores en el núcleo paraventricular, produciendo, de igual manera, disminución en el consumo de alimento y por ende disminución del tejido adiposo presente en el cuerpo.

Al existir una cantidad mínima de tejido adiposo en el cuerpo, se genera una mínima expresión de leptina, por lo tanto no existe inhibición de neuronas que expresan

AgRP y NPY en el núcleo arcuato. Éstos se van a liberar en el núcleo paraventricular donde también bloquean la unión de α -MSH a sus receptores, produciendo un incremento en el consumo de alimento. A su vez, las neuronas POMC, que expresan y liberan α -MSH son pobremente estimuladas y no liberan suficiente α -MSH la cual, una vez liberada, es bloqueada en el núcleo paraventricular produciendo también incremento en el consumo de alimento, y como resultado aumento en el tejido adiposo.

Desde otra perspectiva, las neuronas NPY/AgRP son orexígenas, es decir, producen apetito y estimulan el consumo de alimento. Por el contrario las neuronas POMC son anorexígenas, en otras palabras, disminuyen el apetito e igualmente el consumo de alimento. (Caballero, 2010)

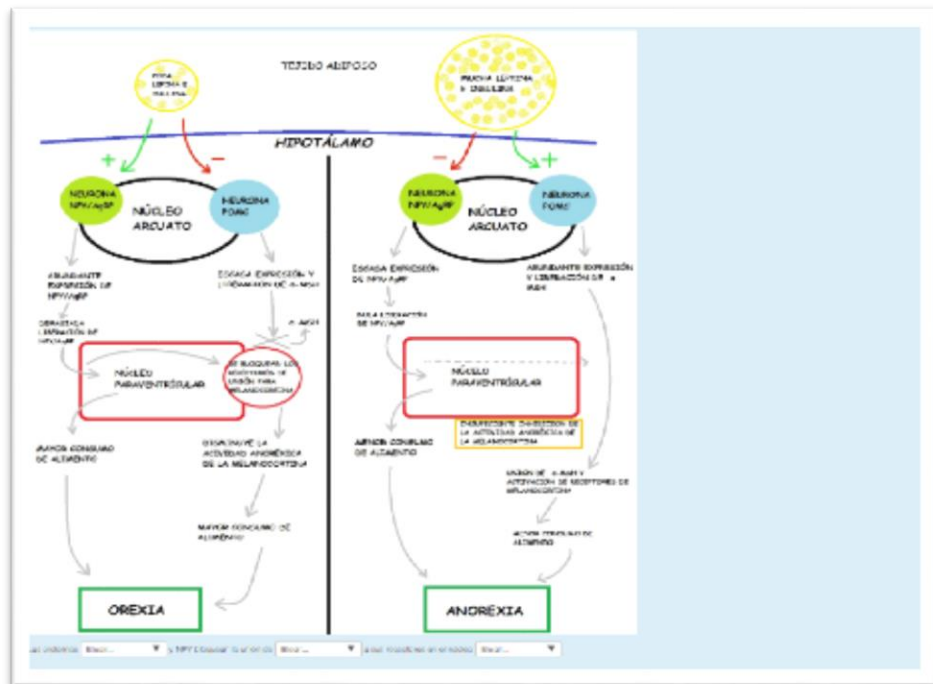


Figura 9. Ejercicio de completar texto control neuroendocrino del consumo.

4.1.5 Función y regulación de la motilidad gastro-entérica

El tema siguiente se encuentra reforzado por 8 ejercicios, de los cuales 1 es de arrastrar texto, 1 de relación de columnas y 6 de opción múltiple. (Figura 10).

La función de la motilidad en el aparato digestivo se encuentra mediada por diferentes movimientos con diversos mecanismos de acción, estos son: movimientos peristálticos, movimientos de segmentación, complejo migratorio mioentérico y movimientos en masa. Los movimientos peristálticos son contracciones que se extienden a lo largo del tubo digestivo, son de corta duración y mantienen un ritmo, también son llamadas contracciones fásicas, éstas contracciones se propagan en secciones sucesivas del músculo liso circular, precedidas de una dilatación, de este modo, la porción dilatada de la pared intestinal permite el desplazamiento postergado en dirección craneal a caudal.

Los movimientos de segmentación que se originan a partir de contracciones localizadas del músculo liso circular, son contracciones de larga duración y carentes de ritmo, es decir, de tipo tónicas. Sus funciones incluyen: mezclar el contenido y promover un desplazamiento lento que permite una digestión adecuada y un mayor contacto entre el alimento consumido y la mucosa del tracto gastrointestinal.

El complejo migratorio mioentérico (CMM) se encuentra conformado por movimientos electromecánicos repentinos que se originan en el estómago y corren hasta la válvula ileocecal, se presentan con mayor frecuencia en estómago e intestinos. La función principal de este movimiento es limpiar los intestinos periódicamente, tanto de la secreción digestiva como de los restos de alimento, preparándolos para el próximo consumo de alimento.

Los movimientos en masa se originan en el colon, se tratan de ondas peristálticas de mayor intensidad que movilizan material fecal y son resultado de una constricción en la porción proximal del colon, como consecuencia de esta constricción, el colon se contrae impulsando el contenido fecal en dirección al recto, lo que provoca la defecación. Dichos movimientos son originados por las células marcapaso o células intersticiales de Cajal, las cuales se encuentran en el borde submucoso de la capa muscular circular del intestino grueso. (Cunningham, 2009)

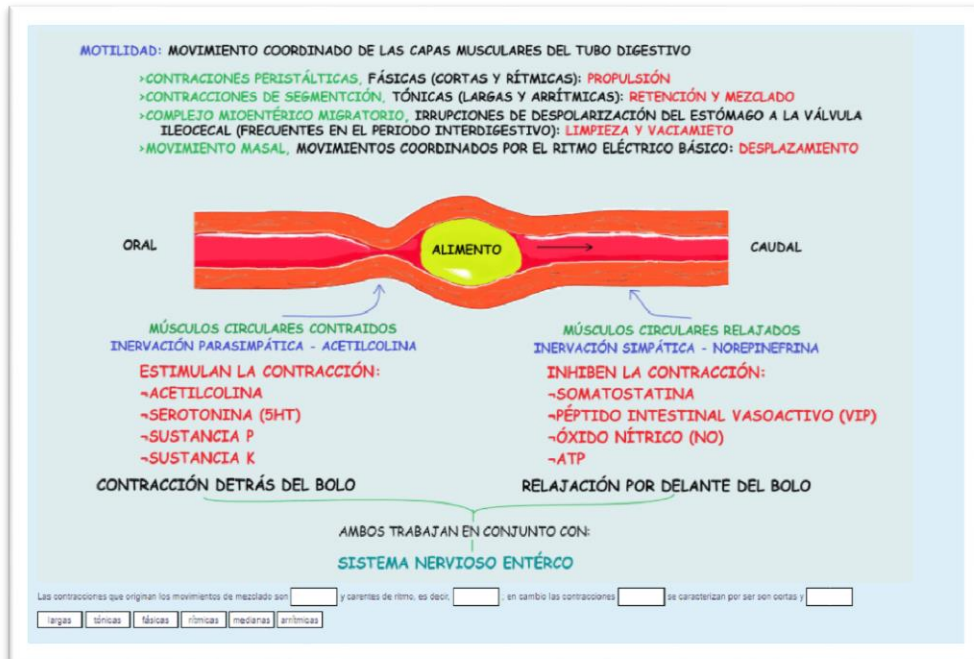


Figura 10. Ejercicio de completar texto y arrastrar palabras motilidad gastro-entérica.

4.1.6 Mecanismos generales de ingestión

El tema siguiente se encuentra reforzado por 1 ejercicio de relación de columnas. (Figura 11).

Los mecanismos de ingestión pueden clasificarse en tres fases: 1) Fase oral, la cual incluye la prehensión, masticación e insalivación; 2) Fase faríngea, que involucra la deglución y 3) Fase esofágica, que consiste en transportar el bolo alimenticio al estómago a través del esófago.

La prehensión es el proceso de llevar alimento a la boca, con ayuda de movimientos de la cabeza, lengua, mandíbula y labios. La masticación ocurre inmediatamente después de la prehensión, tiene como finalidad reducir el tamaño de partícula del alimento, por lo tanto es indispensable para la deglución. La insalivación consiste en lubricar el alimento para su posterior deglución y ocurre en conjunto con la masticación. Finalmente se encuentra la deglución, la cual radica en que el alimento

es transportado de la boca al estómago para comenzar la digestión. (Caballero, 2010)

Relaciona las columnas correctamente

La principal función del buche en aves	Elegir...
Proceso mediante el cuál el alimento es transportado de la boca al estómago	Elegir...
Órgano donde se inicia la degradación de proteínas y lípidos	Elegir...
Ocurre inmediatamente después de la prehensión y es indispensable para la deglución	Elegir...
Fase en la que el bolo alimenticio viaja por el esófago y se introduce al estómago	Elegir...
Es la fase de la deglución que comprende la prehensión, masticación e insalivación	Elegir...
Proceso de llevar alimento a la boca, con ayuda de movimientos de cabeza, lengua, mandíbula y labios	Elegir...
Consiste en lubrificar el alimento para la deglución y ocurre en conjunto con la masticación	Elegir...
La fase de la deglución que comienza con la decisión de tragar el bolo alimenticio	Elegir...

Figura 11. Ejercicio de relación de columnas mecanismos generales de ingestión.

4.1.7 Funciones gástricas y su regulación

Los dos temas siguientes se encuentran reforzados por 13 ejercicios, de los cuales 3 son de relación de columnas, 1 de completar texto, 2 de arrastrar texto, 5 de opción múltiple y 4 de respuesta corta. (Figura 12).

El estómago es el órgano donde se inicia la degradación de grasas y proteínas gracias a la secreción de ácido clorhídrico (HCl), enzimas, moco, histamina, bicarbonato y factor intrínseco. En animales rumiantes se llama abomaso, también cuenta con secreción de HCL y enzimas que participan en la digestión de proteínas, principalmente de origen microbiano; a diferencia del estómago de los animales no rumiantes o monogástricos, el abomaso recibe un flujo continuo de contenido ruminal. Adicionalmente, el estómago también se encarga de almacenar y homogenizar el alimento con las secreciones gástricas para la formación del quimo.

La secreción del estómago comprende la acción de diferentes glándulas, las cuales están formadas por diversas células que se localizan en diferentes porciones del órgano. Glándulas gástricas del fondo y cuerpo del estómago, se encuentran tres tipos celulares: 1) células parietales, secreción de ácido clorhídrico; 2) células principales, secreción de pepsinógeno; 3) células mucosas del cuello y células mucosas de la superficie: secretoras de glucoproteínas mucosas y bicarbonato (HCO_3) cuya función es brindar una protección a la mucosa de la secreción ácida y 4) células endocrinas, ubicadas en mayor proporción en el antro, se encargan de secretar hormonas y factores como el péptido intestinal vasoactivo, somatostatina y gastrina.

La secreción de pepsinógeno en combinación con el HCL origina a la pepsina, enzima proteolítica muy abundante y encargada de desdoblar o romper a las proteínas. La secreción de las glándulas gástricas del cuerpo y fondo del estómago se encuentra controlada directamente por neuronas del plexo entérico, a través del neurotransmisor acetilcolina (ACh) que es liberado por el sistema nervioso parasimpático, estimula la contracción del músculo liso del estómago y promueve la secreción de células gástricas. En contraste la noradrenalina, que es liberada por el sistema nervioso simpático, promueve la relajación del músculo liso del estómago. El óxido nítrico (NO), producido en el endotelio de los vasos sanguíneos, también inhibe la neurotransmisión y la actividad motora del estómago.

La inervación parasimpática se encuentra mediada, en gran parte, por el nervio vago, tanto por sus fibras eferentes y fibras aferentes, también llamadas sensoriales, éstas informan al cerebro sobre el estado del aparato digestivo. La inervación simpática proviene de la porción toracolumbar de la médula espinal y sus ramificaciones que dan lugar a los ganglios simpáticos. (Shimada, 2003)

4.1.8 Secreción gástrica y sus fases

El mecanismo de acción por el cual el estómago inicia con las secreciones para comenzar la digestión de alimento se divide en tres fases: cefálica, gástrica e intestinal.

Fase cefálica: Comienza poco antes del consumo de alimento, tiene una duración aproximada de 30 minutos; es iniciada por la vista, olor, y sabor del alimento, se encuentra controlada directamente por el cerebro a través del nervio vago; las neuronas de los plexos entéricos liberan ACh que activa directamente las células parietales para la producción de HCl, indirectamente estimula a las células G para producción de gastrina y produce secreción de células enterocromafines (ECL) productoras de histamina, y ambas promueven una mayor secreción de HCl.

Fase gástrica: tiene una duración aproximada de 2 horas y media, su estímulo de inicio es la presencia de alimento en el estómago. La distensión del estómago desencadena su actividad secretora y motora. La presencia de aminoácidos y polipéptidos en el antro estimulan a las células G, así mismo, la gastrina y acetilcolina promueven la secreción de histamina por parte de las células ECL, la histamina liberada estimula la secreción de HCl.

Fase intestinal: se inicia por la presencia ácida del quimo en el duodeno, los aminoácidos y polipéptidos estimulan la liberación de gastrina en el antro pilórico. La presencia de HCl en el duodeno produce liberación de somatostatina por las células D, también hay liberación de secretina de las células S. La somatostatina y secretina inhiben la secreción de gastrina reduciendo la respuesta de las células parietales. El pH ácido en el duodeno, a través del control nervioso y por disminución en la estimulación de ACh a las células parietales, origina una disminución de secreción ácida en el estómago. Los ácidos grasos en el quimo producen liberación de colecistoquinina (CCK) por las células I y polipéptido inhibitor gástrico (GIP) por las células K; tanto CCK y GIP inhiben la secreción de HCl y suprimen la liberación de gastrina. (Caballero, 2010)

GLÁNDULAS GÁSTRICAS DEL FONDO Y CUERPO ESTÁN FORMADAS POR TRES TIPOS DE CÉLULAS:

- >CÉLULAS PARIETALES, HCl Y FACTOR INTRINSECO
- >CÉLULAS PRINCIPALES, PEPSINÓGENO
- >CÉLULAS MUCOSAS DEL CUELLO, GLUCOPROTEÍNA MUCOSA
- >CÉLULAS MUCOSAS DE LA SUPERFICIE, MOCO Y HCO₃

GLÁNDULAS PILÓRICAS O DEL ANTRO

- >CÉLULAS G, GASTRINA Y PRODUCCIÓN DE MOCO

ACETILCOLINA ES LIBERADA POR NEURONAS DEL PLEXO ENTÉRICO Y ESTIMULA DIRECTAMENTE LAS GLÁNDULAS GÁSTRICAS DEL CUERPO Y FONDO PARA PRODUCCIÓN DE ÁCIDO CLORHÍDRICO (HCl)

Relaciona las columnas con su respuesta correspondiente, a partir de la información mostrada

¿Qué secretan las células mucosas de la superficie?

Células encargadas de la secreción de ácido clorhídrico

¿Qué secretan las células principales del estómago?

La secretina, CCK y GIP, inhiben la secreción ácida suprimiendo la liberación de

Las células mucosas del _____ solo secretan moco

Se encarga de desnaturalizar proteínas, también de romper puentes de hidrógeno y disulfuro

Células que secretan gastrina

Figura 12. Ejercicio de opción múltiple secreción gástrica.

4.1.9 Función pancreática

El siguiente tema se encuentra reforzado por 1 ejercicio de relación de columnas. (Figura 13).

El quimo es la mezcla de alimento con HCl, por lo tanto tiene un pH ácido, cuenta con grasas, proteínas y glúcidos. El pH ácido estimula la secreción de células S, mientras que las grasas, proteínas y glúcidos estimulan la secreción de células I, ambas células se encuentran en el duodeno. La secretina liberada por las células S y la colecistoquinina liberada por células I, viajan por vía sanguínea al páncreas, en él estimulan a las células acinares y centroacinares para la secreción de proenzimas, de igual modo a las células ductales para la secreción de bicarbonato. Algunas de las pro-enzimas producidas por el páncreas son: tripsinógeno, quimotripsinógeno, proelastasa, procarboxypeptidasa A y B, proribonucleasa, profosfolipasa pancreática, entre otras. Estas pro-enzimas se activan en cuanto llegan al intestino delgado, a excepción de la α - 1,4 amilasa pancreática la cual se secreta en forma activa.

Las secreciones pancreáticas y sales biliares llegan al duodeno mediante el ducto pancreático. En el borde de cepillo de los enterocitos, el tripsinógeno se activa por acción de la enteropeptidasa o enteroquinasa intestinal. El tripsinógeno ya activado recibe el nombre de tripsina y se encarga de activar el resto de pro-enzimas pancreáticas que inician la digestión de proteínas y oligopéptidos. (Cunningham, 2009)

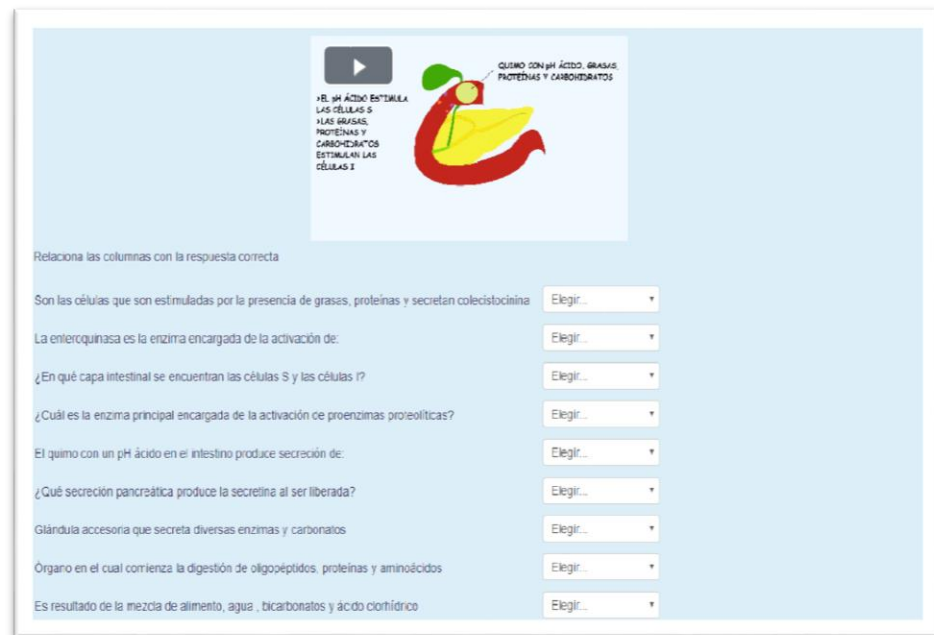


Figura 13. Ejercicio de relación de columnas secreción pancreática.

4.1.10 Funciones del intestino delgado

El siguiente tema se encuentra reforzado por 1 ejercicio de relación de columnas. (Figura 14).

El intestino delgado es un órgano indispensable en la digestión de nutrientes, en él comienza la digestión de glúcidos y lípidos a través de la secreción de agua y enzimas digestivas tales como aminopeptidasa, lactasa, colecistoquinina, sacarasa, maltasa, e isomaltasa. La colecistocinina y secretina son las principales hormonas secretadas por las células del intestino delgado y su función consta de disminuir la secreción ácida del estómago. De igual manera, el intestino delgado posee nódulos

linfáticos asociados a la mucosa, por lo tanto es capaz de producir anticuerpos a partir del alimento consumido. La estructura funcional del intestino delgado es el enterocito mismo que cuenta con microvellosidades en su borde apical. A su vez, la mucosa del intestino delgado forma vellosidades y tienen como finalidad aumentar la superficie de contacto entre el órgano y la partícula de alimento. (Shimada, 2003)



Figura 14. Ejercicio de relación de columnas función de intestino delgado.

4.1.11 Digestión de nutrientes

La digestión de los diversos nutrientes y su posterior absorción, ocurren principalmente en el intestino delgado. Dichos procesos varían en razón a los diferentes nutrientes consumidos, ya sean glúcidos, lípidos o proteínas. Cada proceso se describe a continuación.

4.1.11.1 Digestión y absorción de glúcidos

El tema siguiente se encuentra reforzado por 3 ejercicios, 1 de arrastrar texto y 2 de opción múltiple. (Figura 15).

Los glúcidos, también llamados carbohidratos, son biomoléculas constituidas casi en su totalidad por carbono, hidrógeno y oxígeno. La mayoría aportan energía inmediata a los seres vivos. La forma más compleja y presente en los alimentos es almidón y celulosa, está última solo puede ser degradada por microorganismos.

La degradación y posterior digestión de glúcidos, comienza en el duodeno, por acción de la enzima α -1,4 amilasa pancreática, la cual actúa sobre el almidón produciendo estructuras más simples como oligosacáridos, trisacáridos y disacáridos. Los oligosacáridos resultantes como maltotriosas y dextrinas, son absorbidos por las microvellosidades del enterocito y son descompuestos en azúcares más simples por acción de enzimas como la maltasa e isomaltosa. Los disacáridos como la maltosa, sacarosa y lactosa, son descompuestos por las enzimas correspondientes: maltasa, sacarasa y lactasa. Estas enzimas están presentes en las microvellosidades del enterocito. Los azúcares más simples como glucosa, fructosa y galactosa pueden ser transportados al interior del enterocito por difusión facilitada. Una vez dentro de la célula, pueden ser aprovechados por la misma aportando energía inmediata, o pueden ser transportados a lo largo del torrente sanguíneo por medio de los vasos capilares. (Shimada, 2003)

DIGESTIÓN Y ABSORCIÓN DE GLÚCIDOS

Completa correctamente a continuación:

La enzima α -1,4 amilasa pancreática actúa en [] y produce disacáridos, trisacáridos y oligosacáridos de menor tamaño tales como []

Los disacáridos y trisacáridos son descompuestos en azúcares más sencillos por acción de enzimas [] presentes en []

Los azúcares más sencillos como [] pasan al interior del enterocito por []

[glucosílicas difusión simple sacarosa, fructosa y glucosa maltosa y sacarosa]

[microvellosidades fructosa, glucosa y galactosa celulosa y hem celulosa difusión facilitada por transportador]

[proteílicas]

Figura 15. Ejercicio de completar texto y arrastrar palabras digestión de glúcidos.

4.1.11.2 Digestión y absorción de lípidos

El tema siguiente se encuentra reforzado por 6 ejercicios, 3 de opción múltiple y 3 de respuesta corta. (*Figura 16*).

Los lípidos son moléculas orgánicas que se constituyen de hidrógeno, carbono y a menor medida de oxígeno, son insolubles en agua y desempeñan distintas funciones en el organismo de los seres vivos como participar en la estructura de las células a través de las bicapas lipídicas, regular diferentes procesos fisiológicos del organismo por medio de hormonas esteroideas y servir como reserva de energía en forma de triglicéridos. Las grasas y aceites son la principal forma de los lípidos en el alimento. Su degradación inicia en el intestino delgado, ésta se encuentra mediada por enzimas como la lipasa pancreática, colesterol esterasa, profosfolipasa A₂, procolipasa y sales biliares. Las sales biliares (ácido cólico, ácido quenodeoxicólico y ácido deoxicólico) son conjugadas con glicina y taurina, y producen moléculas polares: glicocolatos y taurocolatos. Estas moléculas emulsifican las grasas para permitir su interacción con las enzimas lipolíticas, (lipasa pancreática, colesterol esterasa, profosfolipasa A₂ y procolipasa). Como resultado a la interacción entre triglicéridos y enzimas lipolíticas, se obtienen ácidos grasos y monoglicéridos libres, éstos son transportados al enterocito, por acción de lipoproteínas de membrana, y posteriormente son llevados al retículo endoplasmático donde se lleva a cabo la formación de quilomicrones. Los quilomicrones son macromoléculas formadas a partir de triglicéridos, colesterol y proteínas. Una vez sintetizados, son transportados por exocitosis a los vasos linfáticos y seguidamente a músculos y tejido adiposo para su almacenamiento. (Shimada, 2003) (D'Mello, 2000)

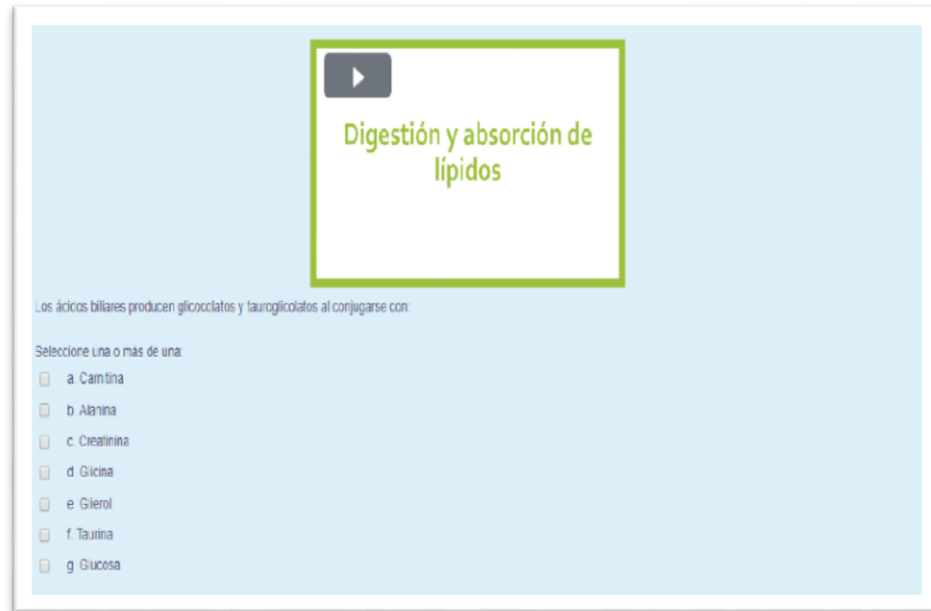


Figura 16. Ejercicio de opción múltiple digestión de lípidos.

4.1.11.3 Digestión y absorción de proteínas

El siguiente tema se encuentra reforzado por 4 ejercicios, 2 de opción múltiple y 2 de respuesta corta. (Figura 17).

Las proteínas son moléculas de mayor tamaño y complejidad en comparación con los glúcidos y lípidos, en mayor parte, se encuentran formadas por cadenas lineales de aminoácidos. Las proteínas son de gran utilidad para los seres vivos, ya que desempeñan diversas funciones, entre las cuales destacan: organización estructural, es decir, forman parte de células y diversos tejidos, participan en diversas funciones biorreguladoras en forma de enzimas y hormonas, también trabajan como método de defensa para el organismo en forma de anticuerpos.

La degradación de las proteínas tiene inicio en el estómago, en él, las proteínas son desnaturalizadas, en parte por el HCl mediante la ruptura de puentes de hidrógeno y disulfuro, y por la pepsina, una enzima peptidasa que actúa sobre las proteínas hidrolizando enlaces peptídicos, (enlace que involucra la unión de dos aminoácidos a través de un grupo amino, $-NH_2$, y un grupo carboxilo, $-COOH$). Todas las

interacciones anteriores dan como resultado polipéptidos que reciben el nombre de peptonas, las cuales llegan al duodeno en forma de quimo.

Una vez en el duodeno, el quimo estimula la secreción pancreática y se lleva a cabo la acción de enzimas proteolíticas activas sobre las peptonas: tripsina, hidroliza los enlaces donde interviene un aminoácido básico (lisina o arginina); quimotripsina, actúa en enlaces donde interviene algún aminoácido aromático (fenilalanina, tirosina y triptófano); elastasa, hidroliza uniones con un aminoácido alifático (leucina, isoleucina, valina y glicina). Las enzimas mencionadas anteriormente, también reciben el nombre de endopeptidasas, ya que hidrolizan enlaces peptídicos localizados al centro de una cadena proteica, peptona o polipéptido, generando así, dos peptonas o polipéptidos del mismo tamaño aproximado.

En las peptonas resultantes, actúan las enzimas exopeptidasas, (carboxipeptidasa de origen pancreático y aminopeptidasa de origen intestinal) que separan el aminoácido final de una cadena de polipéptidos y dan como resultando aminoácidos libres y oligopéptidos. Éstos entran con contacto con los enterocitos, los cuales cuentan con enzimas oligopeptidasas que, de igual manera, se encargan de hidrolizar aminoácidos de dichos oligopéptidos.

Los aminoácidos libres, dipéptidos y tripéptidos resultantes de la actividad enzimática, son introducidos al enterocito a través de difusión mediada por un transportador específico para diferentes tipos de aminoácidos. Una vez en el interior de la célula, los dipéptidos y tripéptidos son degradados en aminoácidos libres por acción de enzimas peptidasas intracelulares. Finalmente los aminoácidos son transportados a los capilares sanguíneos y más tarde al hígado donde son metabolizados. (Shimada, 2003) (D'Mello, 2000)



Figura 17. Ejercicio de opción múltiple digestión de proteínas.

4.1.12 Funcionamiento de los órganos fermentadores

Los siguientes dos temas se encuentra reforzado por 4 ejercicios, 1 de arrastrar texto, 1 de relación de columnas, 1 de opción múltiple y 1 de completar texto. (Figura 18).

La importancia del intestino grueso es relevante en animales no rumiantes debido a que éstos animales no poseen una cámara de fermentación pregástrica. Ejemplos de ello son los equinos y suinos, dichos animales consumen fibra la cual se fermenta en ciego y colon. Los diversos nutrimentos que no se alcanzan a digerir en el intestino delgado pueden ser fermentados y absorbidos en el ciego.

Las funciones del intestino grueso radican en: fermentación de glúcidos y proteínas, degradación de la urea, absorción de ácidos grasos volátiles, agua y electrólitos como sodio y cloro. También cuenta con secreción de moco y bicarbonato por medio de las células caliciformes.

4.1.12.1 Motilidad del ciego y del colon

Los tipos de movimientos que se presentan en el intestino grueso son movimientos de segmentación, movimientos en masa y movimientos peristálticos. Movimientos de segmentación tienen la función de mezclado, los movimientos en masa tienen la función de limpiar el tubo digestivo y finalmente los movimientos peristálticos permiten la progresión de contenido. La inhibición de estos movimientos es producto de la inervación del sistema nervioso simpático y su estimulación depende del sistema nervioso parasimpático. (Caballero, 2010)

MOVIMIENTOS DEL INTESTINO GRUESO

- MOVIMIENTOS ANTIPERISTÁLTICOS
- MOVIMIENTOS EN MASA
- MOVIMIENTOS DE SEGMENTACIÓN O HAUSTRACIÓN

INHIBEN

- Sistema nervioso simpático
- Glucagón

ESTIMULAN

- Sistema nervioso parasimpático
- Gastrina
- Colecistoquinina
- Péptido intestinal vasoactivo

Completa correctamente a continuación:

Los tipos de movimientos que se presentan en el intestino grueso son movimientos de , movimientos en masa y movimientos peristálticos.

Los movimientos tienen la función de limpiar el tubo digestivo.

La inhibición de estos movimientos es producto de la inervación del sistema nervioso y su estimulación depende del sistema nervioso .

segmentación en masa simpático parasimpático de segmentación autónomo peristálticos

Figura 18. Ejercicio de completar texto y arrastrar palabras movimientos del intestino grueso.

4.1.13 Aparato digestivo de los rumiantes

Los animales rumiantes presentan compartimentos pregástricos: rumen, retículo, omaso y abomaso, éstos compartimentos cumplen con diversas funciones y tienen diferentes características, las cuales se describen a continuación.

4.1.13.1 Generalidades del rumen, retículo, omaso y abomaso

El siguiente tema se encuentra reforzado por 6 ejercicios, de los cuales 1 de soltar imagen, 1 de relación de columnas y 4 de opción múltiple. (*Figura 19*).

El alimento consumido por los animales rumiantes tiene que transitar por los compartimentos pregástricos para su degradación y digestión. En sucesión del esófago a duodeno, se presentan: retículo, rumen, omaso y abomaso.

Retículo: es el primer compartimento, su función consiste en permitir el paso de las partículas de alimento para su posterior paso al rumen, omaso o para ser regurgitadas y remasticadas; también es capaz de absorber ácidos grasos volátiles (ácido acético, propiónico y butírico). Su mucosa cuenta con pliegues que asemejan las celdas de un panal de abejas.

Rumen: su función principal es la fermentación microbiana de glúcidos y proteínas para su digestión y presenta una absorción ácidos grasos volátiles superior al retículo. Su mucosa tiene un epitelio estratificado que forma papilas, la finalidad de estas papilas es ampliar la superficie de contacto con el alimento.

Omaso: éste compartimento se encarga de absorber agua, separar el alimento sólido para transportarlo al abomaso por medio de contracciones y absorber ácidos grasos volátiles y minerales. Su mucosa cuenta con papilas longitudinales anchas y de gran tamaño, son similares a las hojas de un libro.

Abomaso: es el estómago de los animales no rumiantes, cuenta con secreción de HCl y enzimas digestivas que comienzan la digestión de proteínas y polipéptidos de origen microbiano. Su mucosa es glandular y cuenta con pliegues. (Shimada) (Gutiérrez, 2015)

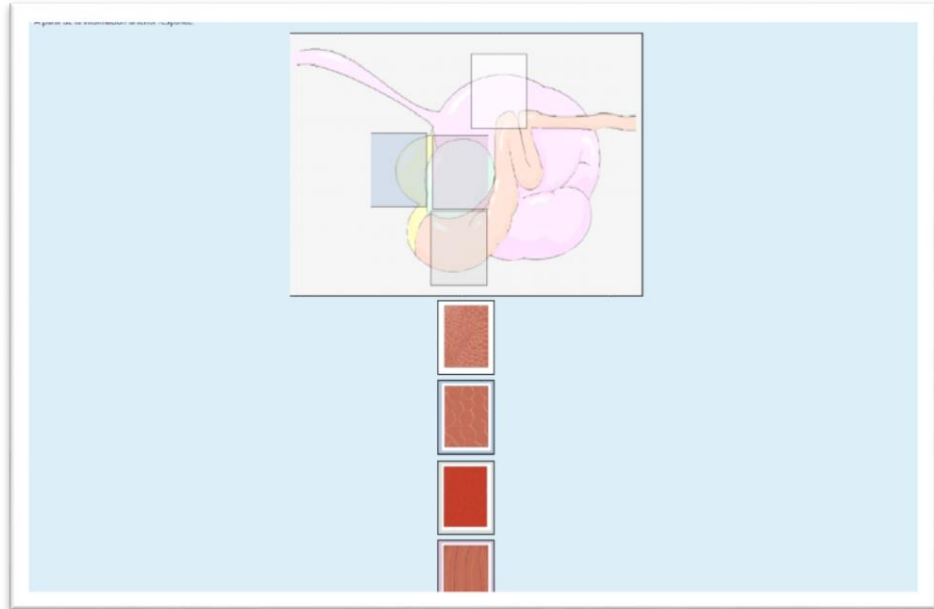


Figura 19. Ejercicio arrastrar imágenes generalidades del rumen.

4.1.13.2 Factores fisicoquímicos del microambiente ruminal

El tema siguiente se encuentra reforzado por 1 ejercicio de completar texto. (Figura 20).

El contenido ruminal, en su mayor parte acuoso, es una mezcla de alimento y saliva, que a su vez, cuenta con tres diferentes estratos ordenados: sólido, el profundo, líquido, el medio y gaseoso, el superficial.

Hay movimientos ruminales, con la frecuencia de 2 - 3 movimientos cada 2 minutos; éstos tienen la función de mezclar el alimento y promover la interacción de microorganismos con el alimento. La producción de gas, y los movimientos ruminales originan el eructo, al mismo tiempo algunos ácidos grasos volátiles son absorbidos por la mucosa ruminal.

El microambiente ruminal cuenta con ausencia de oxígeno, es decir, anaerobiosis, tiene un pH con rango de 5.5 a 7 y una temperatura entre 38°C a 40°C; estos

factores, junto con el alimento son propicios para el crecimiento de microorganismos. (Shimada, 2003)

CONDICIONES AL INTERIOR DEL RUMEN

Completa a continuación

El contenido ruminal, en su mayor parte [], es una mezcla de alimento y saliva, que a su vez cuenta con tres diferentes estratos: [], líquido y [], siendo éste último el más superficial y el sólo el más profundo.

Hay movimientos ruminales, con la frecuencia de [] movimientos cada []; éstos tienen la función de [] el alimento y promover la interacción de [] con el alimento.

La producción de gas, y los movimientos ruminales originan el [], al mismo tiempo algunos ácidos grasos volátiles son [] por la mucosa ruminal.

El microambiente ruminal cuenta con ausencia de oxígeno, es decir, [] pH que va de [] y una temperatura entre [] a []; éstos factores, junto con el alimento son propicios para el [] de microorganismos.

17°C	absorbidos	25°C	5.5 a 7	gaseoso	microorganismos	acuoso	1	eructo
mezclar	2-3	38°C	40°C	2 minutos	parásitos	anaerobiosis	crecimiento	disgregar
4 minutos	sólido	eliminados						

Figura 20. Ejercicio de completar texto y arrastrar palabras condiciones internas del rumen.

4.1.13.3 Fermentación y metabolismo ruminales: substratos y productos

Los siguientes cuatro temas se encuentran reforzados por 10 ejercicios, 1 de arrastrar texto, 1 de completar texto, 2 de relación de columnas, 3 de opción múltiple y 3 de escribir respuesta corta. (Figura 21).

La fermentación en el rumen ocurre gracias a los microorganismos que lo colonizan, destacan dos tipos: protozoarios, en su mayoría ciliados, pueden haber de 20 a 200 mil por gramo de contenido ruminal y usan como sustrato azúcares simples: almidón, celulosa y hemicelulosa. Bacterias, se encuentran de 1 a 10 mil millones por gramo de contenido ruminal y como sustratos usan proteínas, lípidos, glúcidos estructurales y no estructurales.

A su paso por el rumen y como resultado de la fermentación microbiana se obtienen diferentes productos a partir de los nutrimentos: por parte de los glúcidos se

obtienen ácidos grasos volátiles y ácidos orgánicos, después de la digestión abomasal e intestinal resultan en glucosa, fructuosa y galactosa. Los lípidos resultan en ácidos grasos saturados y posteriormente en el intestino delgado se degradan a monoglicéridos, ácidos grasos libres y colesterol. A partir de las proteínas se pueden obtener ácidos grasos volátiles y nitrógeno amoniacal (NH_3), a su vez éstos son degradados a aminoácidos, dipéptidos, tripéptidos y bases nitrogenadas.

Cada uno de los productos, resultado de la fermentación ruminal y la digestión abomasal, cuentan con distintos sitios de absorción: en el rumen se absorben ácidos grasos volátiles y NH_3 . En retículo y omaso se absorben únicamente ácidos grasos volátiles. En el intestino delgado se absorben aminoácidos, fosfolípidos, glicerol, glucosa, fructuosa y galactosa. (Caballero, 2010)

4.1.13.4 Rumia

La rumia es el proceso mediante el cual el alimento consumido regresa del rumen a la boca para volver a ser masticado y mejorar así su digestibilidad. Tiene como finalidad reducir el tamaño de las partículas de alimento, para que los microorganismos ruminales tengan una mayor superficie de contacto a las partículas de alimento. También es importante para la eliminación de gas producto de la digestión microbiana. La rumia comprende cuatro pasos o fases: 1) regurgitación: el alimento semidigerido retorna del rumen a la cavidad bucal. 2) remasticación: consiste en reducir el tamaño de partícula de alimento, para mejorar su digestión por los microorganismos ruminales. 3) reinsalivación: el alimento se recubre de saliva, la cual funciona como lubricante y amortiguador de pH, también hay eliminación de gas. 4) redeglución: el alimento es deglutido nuevamente para continuar la digestión. (Caballero, 2010) (Gutiérrez, 2015)

4.1.13.5 Contracciones ruminales

En el rumen se presentan contracciones y se pueden clasificar en dos tipos: contracciones primarias que se inician en dirección de retículo a rumen, se encargan

del mezclado de alimento, promueven el contacto del mismo con las paredes ruminales y los microorganismos. También estimulan la locomoción por el resto de compartimentos. En contraste, las contracciones secundarias se originan en diferentes porciones del rumen y estimulan el eructo. Hay mayor cantidad de contracciones durante periodos de descanso que en periodos de actividad.

4.1.13.6 Importancia de fibra en la dieta de rumiantes

El cambio de cantidad de fibra en la dieta, produce cambios en la población y fermentación microbianas. Éstas pueden originar diferentes trastornos en el aparato digestivo, de igual manera pueden producir diversos beneficios a la digestión en general, por ejemplo estimula la motilidad ruminal y de igual manera el mezclado de alimento con microorganismos, promueve la rumia, es decir la regurgitación, remasticación, reinsalivación y redeglición, además mantiene constante el porcentaje de grasa en la producción de leche, gracias a que hay una mayor obtención de ácidos grasos volátiles a partir de la fermentación microbiana de fibra en el rumen. (Caballero, 2010) (Gutiérrez, 2015)

DIGESTIÓN EN RUMIANTES

Responde a continuación:

Éstas moléculas se absorben en un lugar diferente al cual fueron producidas

Nitrógeno amoniacal, ácidos grasos volátiles y saturados, son:

Celulosa, proteínas y triglicéridos son ejemplos de:

Son las moléculas absorbidas en el mismo lugar donde se originan

Las bases nitrogenadas, galactosa y colesterol son ejemplos de:

Las moléculas complejas son transformadas en moléculas más sencillas a partir de:

Figura 21. Ejercicio de relación de columnas digestión en rumiantes.

4.1.13.7 Desarrollo de rumen en neonatos

La alimentación de un rumiante neonato, al ser un mamífero, consiste en leche, la digestión de ésta comienza directamente en el abomaso. El esófago y el abomaso se encuentran comunicados directamente a través de la gotera esofágica (también llamada como surco reticular) estructura que dejará de ser utilizada al aumentar el consumo de alimento sólido por parte del animal. En neonatos el retículo, rumen y omaso se encuentran poco desarrollados, no tienen actividad y carecen de microbiota. El desarrollo de los compartimentos ruminales se encuentra mediado por la producción y diversificación de enzimas, de igual manera, la digestión de alimentos fibrosos es un factor imprescindible para dicho desarrollo. (Caballero, 2010)

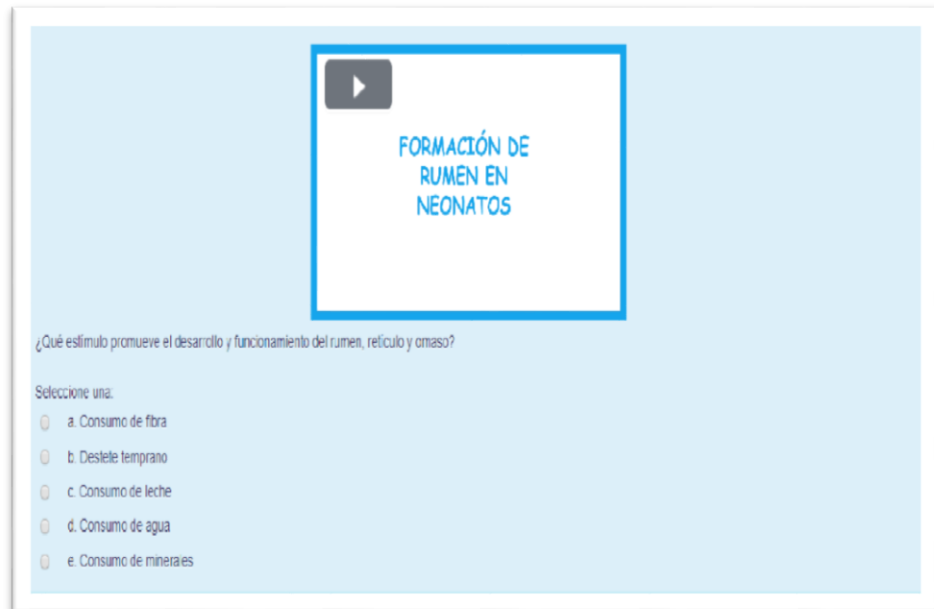


Figura 22. Ejercicio de opción múltiple formación de rumen en neonatos.

4.1.14 Ciclo de urea-amonio

El tema siguiente se encuentra reforzado por 2 ejercicios, 1 de relación de columnas y 1 de respuesta corta. (Figura 23).

El ciclo comienza en el hígado, donde se sintetiza urea a partir de amonio y amoniaco. La urea se transporta vía sanguínea a los riñones para su eliminación y a las glándulas salivales para que interaccione con el alimento consumido.

El alimento mezclado con la urea de la saliva llega al rumen, donde la urea es aprovechada como sustrato por los microorganismos, generando así amonio, aminoácidos libres y proteínas. Las proteínas no digeridas son excretadas del organismo, los aminoácidos libres y amonio son transportados por la vena porta al hígado, donde se reinicia el ciclo. (Cunningham, 2009) (Caballero, 2010)

CICLO DE LA UREA - AMONIO

El ciclo comienza en el , donde se sintetiza urea a partir de amonio y .

La urea se transporta vía a los riñones para su y a las para que interaccione con el alimento consumido.

El alimento mezclado con la urea de la llega al rumen, donde la urea es aprovechada como sustrato por los , generando así amonio, y proteínas.

Las no digeridas son excretadas del organismo, los aminoácidos libres y amonio son transportados por la al hígado, donde se el ciclo.

eliminación amoniaco vena porta orina reinicia finaliza proteínas sanguínea

hígado vena gástrica rumen aminoácidos libres microorganismos parásitos glándulas salivales grasas

saliva

Figura 23. Ejercicio de completar texto y arrastrar palabras ciclo de la urea-amonio.

4.1.15 Bibliografía de capítulo

- Caballero, S.C. y Villa-Godoy, A. (2010) “Fisiología digestiva”, en *Fisiología veterinaria e introducción a la fisiología de los procesos productivos*. Ciudad de México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia - Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 561- 607.
- Cunningham, J.G. y B.G. Klein, (2009) “Fisiología y metabolismo gastrointestinal”, en *Fisiología veterinaria*. 5 ed. Barcelona: Elsevier, pp. 300-407.
- Shimada, A., (2003) *Nutrición animal*. México, D.F.: Trillas.
- D’Mello, J., (2000) *Farm animal metabolism and nutrition*. Edinburgh: Cabi publishing.
- Osorio, J.H. y J. Vinazco, (2010) “El metabolismo lipídico bovino y su relación con la dieta, condición corporal, estado productivo y patologías asociadas”, *Biosalud*, 9(2), pp. 56-66.
- Gutiérrez B.O., (2015) “La fisiología digestiva del rumiante, objeto de investigación en el Instituto de Ciencia Animal durante cincuenta años”, *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 49(2), pp.178-188.
- Llinas Cervantes, X. (2017) *Determinación de la cinética ruminal, potencial inmunomodulador y antioxidante de Sargassum spp. (Fucales; Phaeophyta) en ganado caprino de baja california sur*. Tesis de doctorado. Universidad Autónoma de Baja California Sur, Área de Conocimiento de Ciencias del Mar y de la Tierra, Departamento Académico de Ciencias Marinas y Costeras.

4.2 Fisiología de la piel y pelo y de la producción de lana

El presente capítulo se enfoca en explicar la conformación de la piel, pelo y lana, así como las funciones que desempeñan en el organismo tales como protección del organismo a diversos factores externos como cambios de temperatura, humedad, radiación ultravioleta de los rayos solares, daños físicos, colonización de bacterias, además de producción de vitamina D por parte de la piel, mecanismo de defensa y de atracción de pareja para el apareamiento por parte del pelo y lana. Del mismo modo se expone el tipo de folículos que originan el pelo, las estructuras que los componen, su ciclo de crecimiento, los factores que originan su coloración y elementos que benefician o afectan su crecimiento. Finalmente se revisan las características y componentes de la lana, las diferencias presentes en lana producida por diferentes razas de borregos y agentes involucrados en la producción de lana.

Una vez concluido el estudio de esta unidad, el alumno será capaz de describir las funciones de la piel de los animales y sus diferentes anexos cutáneos que se ven implicados en la producción de pelo o lana, de igual manera los variados factores que comprometen sus características, crecimiento y calidad. También integrará cada uno de los temas comprendidos, encaminados a mantener o mejorar, según sea el caso, la producción de pelo y lana.

4.2.1 Funciones generales de la piel, el pelo y la lana

El siguiente tema se encuentra reforzado por 4 ejercicios, 1 de arrastrar texto, 1 de relación de columnas y 2 de opción múltiple. (*Figura 24*).

La piel sirve como barrera para proteger al organismo de diversos factores climáticos, tales como: variaciones de temperatura, humedad, radiación solar, contacto con factores químicos y biológicos. Ayuda a moderar la temperatura corporal mediante la sudoración y su posterior evaporación. Éste órgano también interviene en la síntesis de vitamina D.

El pelo y la lana se encargan del aislamiento térmico del organismo, protección de la piel, repelencia al agua, método de cortejo y de defensa en algunas especies. (Caballero, 2010)

PIEL

- Ocupa el 15% del peso corporal y es el órgano más grande del cuerpo.
- Cuenta con una cubierta constituida de células y tejido, lo que permite la piel renovar y la protege contra infecciones.
- Protege al organismo contra diversos factores físico-químicos: frías, calientes, frío, temperatura, diversas sustancias.

se encarga del aislamiento térmico, absorción de agua y protección de la piel.

La síntesis de vitamina D, regulación de temperatura por medio de la sudoración y protección del organismo de factores medioambientales son funciones de .

es útil para el cortejo sexual en varias especies y ayuda a mantener la temperatura corporal.

la lana la piel el pelo

Figura 24. Ejercicio de completar texto y arrastrar palabras funciones de la piel, pelo y lana.

4.2.2 Estructura de la piel

Los siguientes dos temas se encuentran reforzados por 14 ejercicios, de los cuales 8 son de opción múltiple, 3 de arrastrar marcador, 2 de escribir respuesta corta y 1 de relación de columnas. (Figura 25).

La piel está constituida por tres porciones: epidermis, dermis e hipodermis, las cuales se ordenan de superficial a profundo. La dermis es un epitelio estratificado queratinizado y se encuentra formada por cuatro capas o estratos: córneo, granuloso, espinoso y basal. A su vez, los estratos se pueden agrupar en tres zonas de acuerdo a sus funciones: zona proliferativa, es el estrato basal, donde ocurre la proliferación de células. Zona de diferenciación, incluye los estratos granuloso y espinoso, en ellos ocurre la maduración y diferenciación celular. Zona funcional, equivale al estrato córneo y cuenta con células queratinizadas.

La dermis es la porción intermedia de la piel, se conforma por tejido conectivo y se pueden delimitar dos zonas con distintas estructuras: estrato papilar que cuenta con múltiples capilares sanguíneos y el estrato reticular que tiene gran cantidad de fibras de colágeno, vasos linfáticos, vasos sanguíneos, folículos capilares, músculos piloerectores, glándulas sebáceas y glándulas sudoríparas.

La hipodermis posee tejido conjuntivo laxo y adiposo, el cual mantiene en contacto a la piel con las fascias de los músculos y huesos. (Navarrete, 2003) (Cunningham, 2009)

4.2.3 Glándulas apócrinas: sebáceas y Glándulas écrinas: sudoríparas

Ambas glándulas se originan en la dermis. Las glándulas apócrinas se encuentran asociadas a folículos pilosos y producen sebo, el cual es liberado hacia el folículo piloso mediante conductos. Las glándulas écrinas no se encuentran asociadas a folículos pilosos y producen sudor, mismo que es liberado a la superficie de la piel. (Ackerman, 2008)

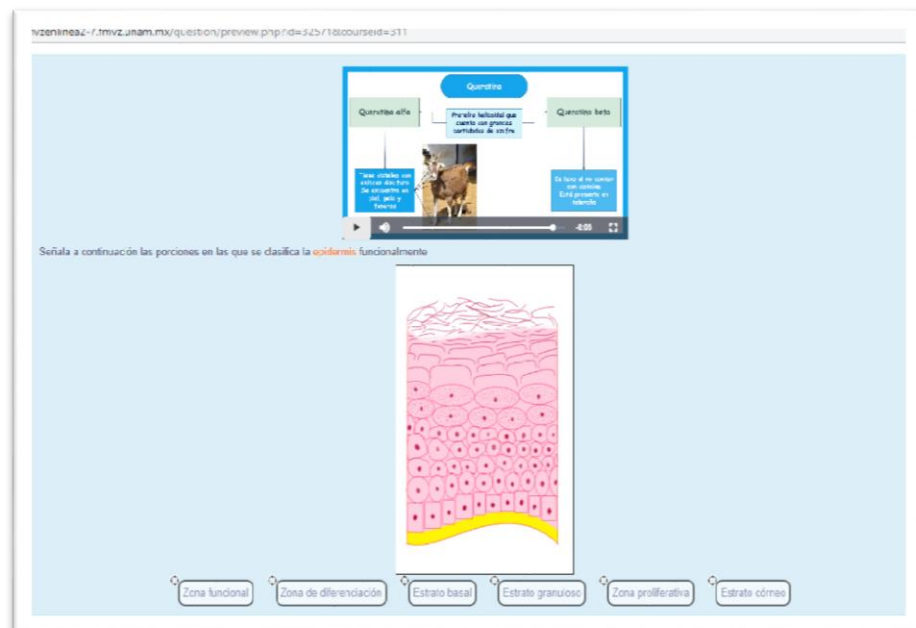


Figura 25. Ejercicio de arrastrar marcador epidermis.

4.2.4 Participación de la piel en la síntesis de la vitamina D

El siguiente tema se encuentra reforzado por 4 ejercicios, de los cuales 3 son de opción múltiple y 1 de arrastrar texto. (Figura 26).

Los rayos ultravioletas convierten el precursor 7-dehidrocolesterol situado en la epidermis y dermis, en colecalciferol. Éste llega al hígado por vía sanguínea, donde es convertido en 25-dihidroxitamina D₃ (también conocida como calcidiol), debido a la hidroxilación en el carbono 25. La 25-dihidroxitamina D₃ es transportada por la proteína de unión a vitamina D (DBP) al riñón para ser transformada, en el túbulo contorneado proximal, a su forma hormonalmente activa 1,25 dihidroxitamina D₃, debido a una segunda hidroxilación en el carbono 1 del anillo A. (Zuluaga, 2011)

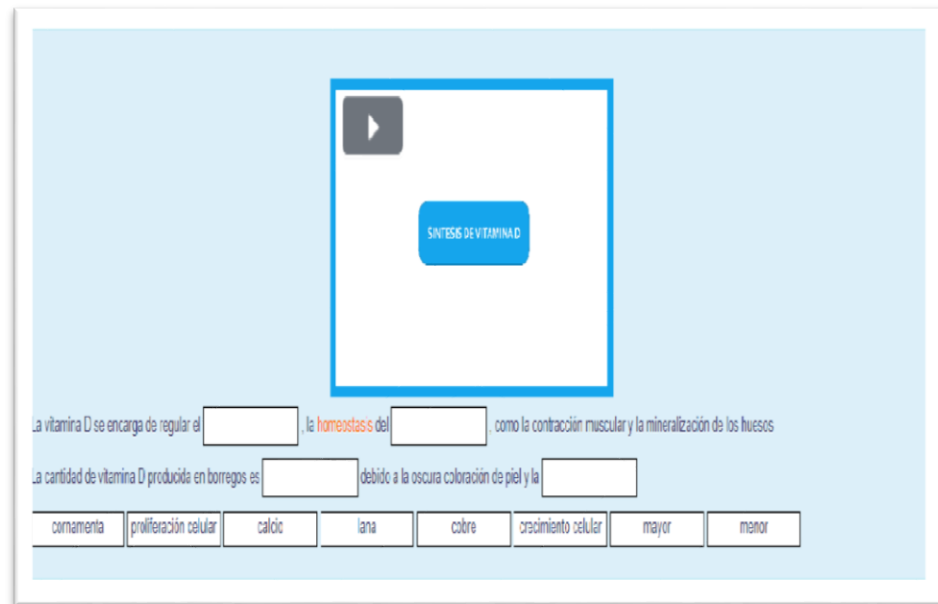


Figura 26. Ejercicio de completar texto y arrastrar palabras síntesis de vitamina D.

4.2.5 Folículos pilosos

Los siguientes 5 temas se encuentran reforzados por 21 ejercicios, de los cuales 10 son de opción múltiple, 7 de escribir respuesta corta, 2 de completar texto, 1 de relación de columnas y 1 de arrastrar texto. (Figura 27).

En los folículos pilosos se originan los pelos, los cuales, están formados por células epiteliales queratinizadas. Un pelo tiene dos porciones: tallo y raíz. La raíz se subdivide en papila, la cual contiene numerosos vasos sanguíneos que nutren a las células, y en matriz, que se encuentra rodeando a la papila y es donde ocurre la queratinización de las células que forman el pelo.

Estructuralmente, el pelo cuenta con tres capas: médula, se localiza al centro, corteza, la cual cubre a la médula y cutícula, es la capa externa.

Los folículos pilosos se clasifican en primarios y secundarios. Los primarios tienen asociadas diferentes estructuras: una glándula sudorípara, una glándula sebácea y un músculo piloerector, el cual se origina en el tejido conectivo de la dermis y es responsable de la piloerección. Los folículos pilosos secundarios solo se encuentran asociados a una glándula sebácea.

El pelo cuenta con un ciclo de crecimiento y tiene las siguientes fases: anagen, en la cual se genera un pelo nuevo. Catagen, se detiene el desarrollo del pelo y posteriormente éste se cae. Telogen, que se caracteriza por la regeneración del folículo para iniciar una vez más el ciclo. (Caballero, 2010) (Steen, 2001)

4.2.6 Producción de lana

La lana es una fibra de queratina que crece en la piel de los borregos y se produce en los folículos secundarios. Las fibras de lana se clasifican de acuerdo a su grosor: fibras de lana verdadera, son muy rizadas, finas y por lo general carecen de médula. Fibras de lana jarrosa, son poco rizadas, duras y cuentan con mucha médula. Las fibras de pelo, son intermedias entre las fibras de lana verdadera y jarrosa.

En los folículos primarios se producen las fibras de pelo y de lana jarrosa, mientras que las fibras de lana verdadera se producen en los folículos secundarios, que son más numerosos, se agrupan varios folículos con un canal común hacia la superficie de la piel y tienen una glándula sebácea asociada, la cual secreta una sustancia grasa llamada suarda o jubre.

La actividad productora de los folículos se encuentra influida por varios factores, el principal es una nutrición adecuada, el consumo de proteína y energía es fundamental para aumentar la producción de lana. Es importante destacar que en las hembras gestantes o lactantes se presenta una disminución de producción de lana debido a la demanda energética de éstos estados fisiológicos. En los machos, la lana producida es más gruesa, larga y áspera. La edad también interviene en la producción de lana, de 3 a 5 años de edad, los borregos producen lana en mayor cantidad. (Caballero, 2010) (Flores, 2012)

FACTORES QUE INFLUYEN LA PRODUCCIÓN DE LANA

A la edad de meses los ovinos producen lana de mejor calidad

Durante la **gestación** y lactación la producción de lana

La producción de lana se ve aumentada durante el

La falta de origina lana de diámetro menor y la falta de cobre produce lana

rígida	aumenta	flácida	disminuye	3 a 6 meses
hierro	invierno	verano	zinc	2 a 4 años

Figura 27. Ejercicio de completar texto y arrastrar palabras producción de lana.

4.2.7 Bibliografía de capítulo

- Caballero, S.C. y Villa-Godoy, A. (2010) “Fisiología de la piel, pelo y lana”, en *Fisiología veterinaria e introducción a la fisiología de los procesos productivos*. Ciudad de México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia - Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 685-702.
- Stenn, K.S. y Paus, R. (2001) “Controls of Hair Follicle Cycling”, *Physiological reviews*, 81(1), pp. 449-493.
- González, R., Iwan, L.G. y Barrera, E. (1998) “Efecto de la esquila pre-parto sobre la cantidad y calidad de la lana de ovejas Merino Australiano en la Patagonia”, *Revista Argentina de Producción Animal*, 8, pp. 137-141.
- Palomino, M., (2001) “Fisiología de la piel”, *Revista peruana de dermatología*, 11(2).
Disponibile en:
http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/dermatologia/v11_n2/fisio_piel.htm
- Flores, C., Yáñez, E., Carlino, M. y Bangher, G., (2012) “Morfología de la piel y producción de lana en cruzamiento absorbente con Merino multipropósito”, *International Journal of Morphology*, 30(4), pp. 1434-1441.
- Ackerman, L. (2008) “La piel en condiciones normales y patológicas”, en *Atlas de Dermatología en Pequeños Animales*. 1ª ed. Buenos Aires: Inter-médica, pp. 1-5.
- Zuluaga, N., Alfaro, J., Balthazar, V., Jiménez, K. y Campuzano, G., (2011) “Vitamina D: nuevos paradigmas”, *Medicina & Laboratorio: Programa de Educación Médica Continua Certificada*, 17(5 y 6), pp. 211-246.
- Navarrete, G, (2003) “Histología de la piel”, *Revista Facultad de Medicina UNAM*, 46(4), pp. 130-133.

4.3 Fisiología de la producción de huevo y muda en aves

En la siguiente unidad se abordan temas relacionados a la producción de huevo, los sistemas de producción involucrados, la importancia de este alimento en la producción pecuaria nacional, las estructuras presentes en el aparato reproductor de las gallinas y su formación, los procesos metabólicos ocurridos durante la formación y postura del huevo, las fases y características que comprenden el ciclo de postura, así como los mecanismos neuroendocrinos involucrados en la ovulación de las gallinas y su ciclo reproductivo. De igual manera se exponen los tipos de plumas, sus estructuras y funciones, los efectos del fotoperiodo en el ciclo reproductivo, el cual determina el inicio de la muda, ya sea natural o forzada, además de los diferentes protocolos de muda forzada más utilizados y los efectos que conlleva el uso de la misma.

Los objetivos de la unidad consisten en que el alumno describa los diferentes mecanismos neuroendocrinos, fisiológicos y cambios metabólicos que tienen lugar en el organismo y en cada estructura del aparato reproductor de la gallina, los cuales permiten una apropiada formación del huevo. Igualmente, comprenda la repercusión de los cambios fisiológicos, así como de los factores que se involucran y determinan la muda en las aves.

4.3.1 Importancia de la producción avícola nacional y mundial

El siguiente tema se encuentra reforzado por 8 ejercicios, de los cuales 4 son de opción múltiple, 3 de escribir respuesta corta y 1 de relación de columnas. (*Figura 28*).

En la producción mundial de huevo (expresada en millones de cajas al año), China se encuentra en el primer puesto con 1090, seguido por Estados Unidos con 243, India con 215 y México representando el cuarto lugar como productor de huevo con 125.

El consumo *per capita* de huevo en México es de 22.96 Kg por persona, por lo tanto, se ubica como el mayor consumidor de huevo a nivel mundial, seguido por China, Singapur, Japón y Estados Unidos.

La industria avícola representa el 63.8% en la producción pecuaria nacional y a su vez el 29.4% está representado por la producción de huevo. (Unión nacional de avicultores, 2018)

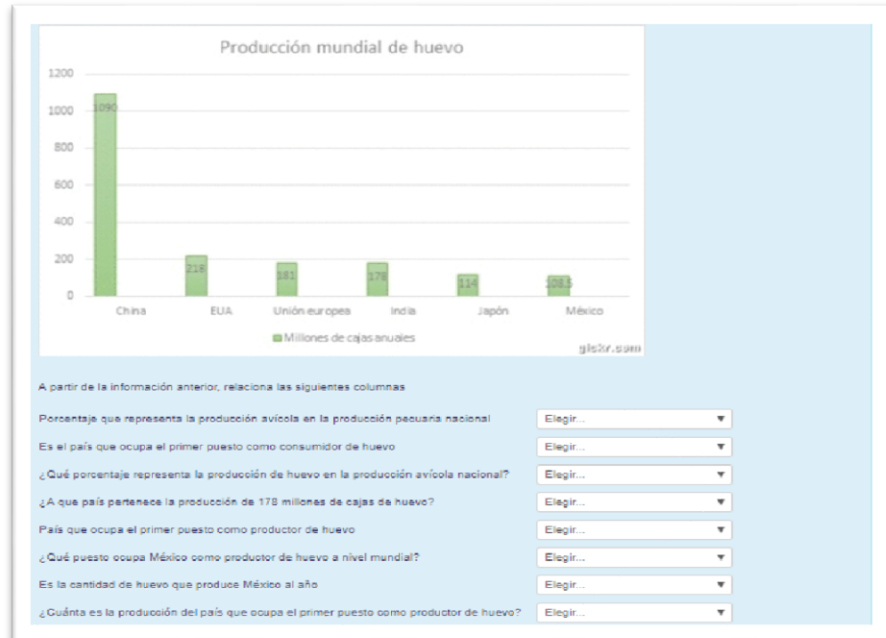


Figura 28. Ejercicio de relación de columnas producción avícola.

4.3.2 Estructura del sistema de producción avícola

Los siguientes cuatro temas se encuentran reforzados por 7 ejercicios, de los cuales 4 son de opción múltiple, 1 de escribir respuesta corta, 1 de relación de columnas y 1 de completar texto. (Figura 29).

El sistema de producción se clasifica en: producción de huevo, producción de carne, aves deportivas y aves de ornato. A su vez en la producción de huevo, se agrupan de acuerdo a diferentes líneas de producción: primer nivel o bisabuelas, son pie de cría, en éste nivel se realiza mejoramiento genético de estirpes. Segundo nivel o

abuelas, son aves progenitoras. Tercer nivel o reproductoras, se encuentran las gallinas que ponen huevos fecundados produciendo aves del siguiente nivel. Cuarto nivel o aves comerciales, son aves que producen huevo para plato.

4.3.2.1 Ciclo de postura

El ciclo de postura dura de 55 a 60 semanas, las gallinas comienzan a producir huevo después de la semana 20 de edad, de este modo, una gallina ponedora se mantiene en producción hasta la edad de 75 a 80 semanas.

4.3.2.2 Curva de producción

Cuenta con 3 fases: 1) ascendente: comprende del inicio de la postura al pico de postura, tiene una duración aproximadamente de 6 a 10 semanas. 2) Meseta: fase donde la producción de huevo llega a su pico y comienza a descender, tiene una duración de 55 a 60 semanas. 3) Descendente: en esta fase disminuye significativamente la producción, las gallinas que se encuentran en ésta fase tienen una edad mayor a las 70 semanas.

4.3.2.3 Diferencias con el ciclo anual en aves migratorias

El ciclo anual de la aves silvestres comprende: la migración prenupcial, reproducción, muda, migración postnupcial, invernada y se reinicia con la migración prenupcial. Su inicio, la migración prenupcial, ocurre al aumentar el fotoperiodo, es decir en los días largos. En aves domésticas se puede realizar de forma natural o artificial manipulando el fotoperiodo, la disponibilidad de recursos y el clima de la nave, con la finalidad de preparar el sistema nervioso para llevar a cabo un nuevo ciclo de postura con una eficiencia mayor en cuanto a la conversión alimenticia, una mayor calidad en el cascarón y reducir costos de producción. (Unión nacional de avicultores, 2018) (Caballero, 2010)

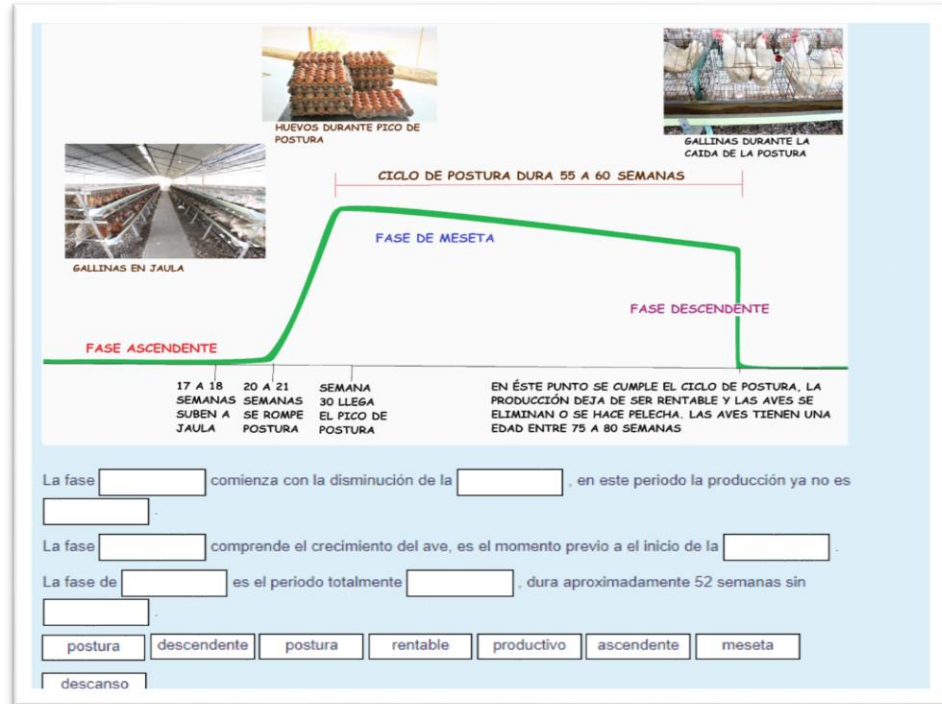


Figura 29. Ejercicio de completar texto y arrastrar palabras curva de producción avícola.

4.3.3 Formación del aparato reproductor en aves

Los siguientes dos temas se encuentran reforzados por 7 ejercicios, de los cuales 4 son de opción múltiple, 1 de escribir respuesta corta, 1 de relación de columnas y 1 de arrastrar texto. (Figura 30).

A las 18 horas de incubación, se forman las células germinales o del blastodisco y después de 40 horas se presenta la circulación sanguínea. Las células germinales migran y colonizan las gónadas embrionarias, dicha colonización ocurre aproximadamente a las 72 horas de incubación. (Caballero, 2010)

4.3.3.1 Regresión del lado derecho del aparato reproductor: estradiol, HIM (hormona inhibidora de los conductos de Müller), receptores a estradiol

La diferenciación sexual es cromosoma dependiente, es decir, varía según la suma de dosis cromosómica. Los cromosomas en aves son denominados como Z y W; las hembras son heterogaméticas (tienen cromosomas ZW), mientras los machos son homogaméticos (tienen cromosomas ZZ). En el cromosoma W se encuentra el gen de determinación sexual femenino, éste se encarga de la producción de aromatasa, hormona que convierte andrógenos en estrógenos y promueve la feminización del hipotálamo.

En el aparato reproductor de la hembra ocurren diversos cambios: después de 5 días de incubación, se produce hormona antimulleriana (AMH), a los 6 días comienza la producción de estradiol, entre los días 7 y 10 se presentan receptores para estradiol en el ovario y conducto izquierdos, por lo tanto, el estradiol los protege de la acción de AMH. A partir del día 8 hay regresión del ovario y conducto derecho, al día 13 hay feminización del hipotálamo por acción de estradiol. (Caballero, 2010)

FORMACIÓN DEL APARATO REPRODUCTOR

El efecto de [] es la regresión del ovario y oviducto [] . Por otra parte el efecto del [] es la protección y desarrollo del ovario y oviducto []

estradiol derechos izquierdos progesterona AMH

Figura 30. Ejercicio de completar texto y arrastrar palabras formación de aparato reproductor.

4.3.4 Desarrollo folicular en el ovario de las gallinas: etapa lenta, moderada y acelerada

Los siguientes dos temas se encuentran reforzados por 12 ejercicios, de los cuales 7 son de opción múltiple, 2 de escribir respuesta corta, 1 de relación de columnas, 1 de completar texto y 1 de arrastrar texto. (Figura 31).

Diálogo de video: El desarrollo folicular se lleva a cabo partir de acumulación de ácidos grasos, está controlado por la hormona folículo estimulante (FSH) y tiene un orden jerárquico. Después del reclutamiento, los folículos maduros producen cantidades menores de estrógeno y adquieren la capacidad de producir progesterona.

Las fases del crecimiento folicular incluyen: Etapa 1 o lenta, hay depósito de lípidos neutros, folículos miden menos de 2 mm de diámetro, esta fase llega a durar meses. Etapa 2 o moderada, se deposita vitelo blanco y muy poco amarillo, los folículos miden entre 2 y 8mm de diámetro, la fase puede durar días a meses, hay atresia de folículos menores a 6 mm de diámetro, el reclutamiento folicular es llevado a cabo por acción de FSH y hormona luteinizante (LH). Etapa 3 o acelerada, hay un gran depósito de yema, los folículos miden de 6 a 8mm de diámetro, tiene una duración de 7 a 9 días.

Los folículos pre-jerárquicos, son pequeños folículos blancos menores a 2 mm de diámetro y los grandes folículos blancos que van de 2 a 4 mm de diámetro. Los pequeños folículos amarillos miden de 4 a 10mm, pueden ser pre-jerárquicos o jerárquicos, dependiendo de su diámetro. Los folículos jerárquicos, son los grandes folículos amarillos, estos folículos resultan en la ovulación. (Caballero, 2010) (Rangel, 2007)

4.3.4.1 Características de los folículos jerárquicos y prejerárquicos

Los folículos cuentan con diferentes características según su desarrollo: Folículo primordial, tiene membrana vitelina, una capa plana de células de la granulosa y

mide más de 80 micras de diámetro. Folículo primario, cuenta con células de la teca, multicapa de células de la granulosa y mide 1 mm de diámetro. Folículo pre-jerárquico, tiene acúmulo de lipoproteínas, multicapa de células de la granulosa, células de la teca interna y externa, proliferación vascular y mide 2 a 8 mm de diámetro. Folículo jerárquico, presenta acúmulo de yema, capa plana de células de la granulosa, formación del estigma y su diámetro va de 10 a 40 mm. (Caballero, 2010) (Rangel, 2007)



Figura 31. Ejercicio de completar texto desarrollo folicular.

4.3.5 Estructura del eje H-H-G en aves

Los siguientes dos temas se encuentran reforzados por 10 ejercicios, de los cuales 9 son de opción múltiple y 1 de relación de columnas. (Figura 32).

Diálogo de video: El eje hipotálamo-hipófisis-gonadal comienza con la luz que viaja por el nervio óptico a la glándula pineal, en función de la cantidad de horas luz recibidas, se producen melatonina y dopamina. Estas actúan en el hipotálamo, donde se libera hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) hacia la hipófisis. En la hipófisis se lleva a cabo la producción de FSH y LH, que van a estimular los

folículos pre-jerárquicos y jerárquicos en el ovario. Los folículos producen progesterona, estradiol y testosterona; esta última tiene la función de estimular al propio folículo para más liberación de progesterona. Por otro lado, progesterona y estradiol viajan al hipotálamo para continuar la liberación de GnRH.

4.3.5.1 Esteroidogénesis en folículos prejerárquicos y jerárquicos: estradiol, testosterona y progesterona

Diálogo de video: Funciones de hormona folículo estimulante (FSH): desarrollo folicular y esteroidogénesis de folículos pequeños, es decir pre-jerárquicos. De igual manera se encarga de la jerarquización folicular. Funciones de hormona luteinizante (LH): esteroidogénesis de folículos medianos y grandes, jerárquicos. También produce maduración folicular y la posterior ovulación.

Esteroidogénesis de folículo pre-jerárquico: cuenta con células de la granulosa pero estas no son capaces de producir progesterona. En él actúa FSH para el desarrollo folicular, entrada a la jerarquización y comenzar la producción de estrógenos.

Esteroidogénesis de folículo jerárquico: las células de la teca interna producen testosterona, la cual estimula a las células de la granulosa; estas a su vez producen progesterona. Las células de la teca externa tienen menor actividad en la producción de estradiol. LH actúa sobre este folículo para la maduración folicular y la ovulación. (Caballero, 2010) (Rangel, 2007)



Figura 32. Ejercicio de relación de columnas eje hipotálamo-hipófisis-gonadal.

4.3.6 Ciclo ovulatorio de las aves

El tema siguiente se encuentra reforzado por 10 ejercicios, de los cuales 1 es de relación de columnas, 5 de opción múltiple y 4 de respuesta corta. (Figura 33).

Un ciclo ovulatorio comprende la postura de 3 a 10 huevos, las líneas comerciales son capaces de ovular durante varios meses sin descanso alguno. La ovulación ocurre de 4 a 6 horas posteriores al pico de LH y coincide con el incremento de progesterona.

La primera ovulación ocurre al presentarse un aumento en el fotoperiodo, la ovulación subsecuente comienza en 15 a 60 minutos posteriores a la ovoposición.

El periodo abierto o de descanso se comprende como la cantidad de tiempo que ocurre entre una ovoposición y la siguiente, este tiempo es aproximadamente de 24 a 27 horas. Dicho periodo se encuentra controlado por la proteína de regulación rápida a esteroidogénesis (StAR), ya que ésta proteína manipula la liberación pre-ovulatoria de progesterona y LH.

El aumento de horas luz produce mayor liberación de GnRH en el hipotálamo, GnRH viaja a la hipófisis y estimula liberación de LH, esta llega a los folículos y promueve la liberación de estradiol, testosterona y progesterona. La testosterona retroalimenta positivamente al folículo para liberar más progesterona. Tanto progesterona y estradiol estimulan al hipotálamo para una mayor liberación de GnRH. Como resultado final ocurre la ovulación.

Responde a continuación

Es una hormona que realiza una retroalimentación positiva en el mismo folículo que es producida

Es el principal factor que controla el ciclo ovulatorio

24 a 27 horas

15 y 60 minutos

LH y progesterona son las hormonas responsables de

4 a 6 horas es la duración de

Figura 33. Ejercicio de relación de columnas ovulación de aves.

4.3.6.1 Factores endocrinos que regulan el mecanismo ovulatorio: Testosterona, estradiol, progesterona y LH

El siguiente tema se encuentre reforzado por 3 ejercicios, de los cuales 1 es de completar texto, 1 de relación de columnas y 1 de opción múltiple. (Figura 34).

Estradiol, llega a su máxima concentración entre 4 a 6 horas previas a la ovulación, en sus funciones se enumeran: desarrollo de oviducto, formación de cascarón, huesos, formación de albuminas y lisozima en el mágnium.

Testosterona, es un precursor del estradiol, interviene en el crecimiento de cresta, desarrollo de caracteres sexuales secundarios y osificación de los huesos.

Progesterona, potencia el pico pre-ovulatorio de LH, favorece la ovoposición y contracción del miometrio, interviene en la síntesis de cascarón y avidina.

Hormona luteinizante (LH): es responsable de la ovulación, participa en el desarrollo del ovario y estimula la síntesis de testosterona y progesterona. (Caballero, 2010) (Hernández, 2009)

The image shows a quiz interface with the following content:

- FACTORES ENDÓCRINOS QUE REGULAN LA OVULACIÓN**
- ESTRADIOL.**
 - Llega a su máxima concentración entre 4 y 6 horas previas a la ovulación.
- A graph showing two curves: a solid line for 'Estradiol' and a dashed line for 'Ovulación'. The x-axis is labeled with -8, -6, -4, -2, 0.
- Text completion questions:
 - Funciones de estradiol: desarrollo del , formación de cascarón y huesos, formación de albúminas y lisozima en el .
 - Funciones de testosterona: precursor de , crecimiento de , desarrollo de caracteres sexuales secundarios y osificación.
 - Funciones de progesterona: potencia el pico de , favorece la ovoposición por del miometrio, síntesis de cascarón y avidina.
 - Funciones de LH: es responsable de la , desarrollo del ovario y síntesis de .

Figura 34. Ejercicio de completar texto factores endocrinos que regulan la ovulación.

4.3.7 Estacionalidad reproductiva

Las aves son animales estacionales de días largos, es decir, su actividad reproductiva es durante primavera y verano. Como estímulo, requieren de 14 a 18 horas luz para comenzar la reproducción. Los siguientes dos temas se encuentran reforzados por 14 ejercicios, de los cuales 9 son de opción múltiple, 3 de escribir respuesta corta y 2 de arrastrar texto. (Figura 35 y 36).

4.3.7.1 Respuesta al fotoperiodo

La luz es captada por fotorreceptores en la retina y en la glándula pineal, a mayor cantidad de horas luz, las neuronas liberadoras de dopamina y melatonina liberan mayor cantidad de dopamina, la cual estimula la liberación de GnRH por parte del hipotálamo, ésta a su vez, estimula liberación de LH en la hipófisis y finalmente se genera la ovulación.

A menor cantidad de horas luz las neuronas liberadoras de dopamina y melatonina liberan mayor cantidad de melatonina, ésta suprime liberación de GnRH del hipotálamo, por lo tanto, no hay posterior liberación de LH y se suprime la ovulación.

La dopamina es producida en el día, señala el amanecer y por su secreción mide el fotoperiodo. La melatonina es producida en horas de oscuridad, es decir, durante las noches, es la señal del atardecer y marca la estacionalidad.



Figura 35. Ejercicio de opción múltiple estacionalidad reproductiva.

4.3.7.2 Fotorrefractoriedad y fotosensibilidad

La fotosensibilidad se comprende como la respuesta inmediata al fotoperiodo y se encarga de dar inicio al ciclo reproductivo. La fotorrefractoriedad es la carencia de respuesta inmediata al fotoperiodo y marca el final de un ciclo reproductivo. Ésta también se asocia a la muda ya que, por falta de una respuesta efectiva e inmediata al fotoperiodo, las concentraciones de GnRH no se pueden mantener, por lo tanto, ocurre una regresión gonadal.

Existen dos tipos de fotorrefractoriedad: absoluta, cuenta con una disminución total de GnRH de origen hipotalámico que resulta en un estado similar a un pre-púber y marca el fin de un ciclo reproductivo. Relativa, inicia con una regresión gonadal, hay secreción de GnRH, pero ésta es proporcional al fotoperiodo y se relaciona con la muda. (Caballero, 2010)



FOTOSENSIBILIDAD Y FOTORREFRACTARIEDAD

La fotorrefractoriedad consiste en que al pasar el tiempo el mecanismo de traducción del estímulo luminoso comienza a , las concentraciones de no se pueden mantener y ocurre una regresión gonadal

Se pueden considerar dos tipos: fotorrefractoriedad marca el final del ciclo reproductivo, mientras la fotorrefractoriedad se relaciona con la muda

muda relativa GnRH sobre actuar absoluta fallar

Figura 36. Ejercicio de completar texto y arrastrar palabras fotosensibilidad y fotorrefractoriedad.

4.3.8 Formación del huevo

El oviducto cuenta con diferentes estructuras que intervienen en la formación del huevo, estas son: ovario y folículos, infundíbulo, mágnium, istmo, útero o glándula de la cáscara, vagina y cloaca. Los siguientes dos temas se encuentran reforzados por 16 ejercicios, de los cuales 12 son de opción múltiple, 2 de completar texto, 1 de relación de columnas y 1 de arrastrar imagen. (*Figura 37*).

4.3.8.1 Regulación endocrina y función de cada uno de los órganos del aparato reproductor, en la síntesis de los componentes del huevo

Ovario y folículos: se deposita yema en el folículo la cual contiene fosfolípidos y proteínas vitelinas de origen hepático. El óvulo sale hacia el oviducto cuando ocurre la ovulación gracias al pico de LH.

Infundíbulo: es el lugar donde se lleva a cabo la fertilización si es que hay espermatozoides, se forma la capa perivitelina y se forman las charlazas, estructuras que mantienen la estabilidad de la yema dentro del huevo.

Mágnium: cuenta con glándulas tubulares y células caliciformes, ambas secretan las proteínas presentes en la albumina.

Istmo: en él se lleva a cabo la formación de las membranas fálfaras a partir del colágeno tipo X. Dichas membranas otorgan contención, filtro contra microorganismos y forman la cámara de aire. También se depositan los cuerpos mamilares que son la estructura base para el cascarón.

Útero o glándula de la cáscara: comienza el depósito de cristales de carbonato de calcio sobre los cuerpos mamilares, forman la capa en empalizada. El cascarón también sirve como reserva de calcio para el embrión.

Vagina: se deposita la cutícula, la cual se encuentra compuesta de glicoproteínas, es resistente al agua y posee propiedades antibacterianas. Igualmente, sirve para lubricar el canal de salida del huevo y protegerlo de la entrada de diversos gérmenes.

Cloaca: es un órgano común a los sistemas digestivo (coprodeo), urinario (urodeo) y reproductor (proctodeo). (Caballero, 2010) (Troncoso, 2014)

4.3.8.2 Componentes del huevo

El huevo se encuentra forado por tres componentes: yema, clara y cascarón, a su vez cada uno de ellos cuenta con diferentes elementos y características.

Yema: está producida principalmente por elementos de origen hepático (fosfolípidos y proteínas vitelinas), representa el 30% del peso total de huevo y se encuentra cubierta por la membrana vitelina. El 65.8% de su composición es grasa, (lipoproteínas y colesterol), 31% son proteínas y el resto se encuentran pigmentos lipofílicos. Consta de dos fases: dispersa, la cual contiene proteínas globulares y lipoproteínas de baja densidad (LDL). Continua, tiene proteínas globulares y lipoproteínas de alta densidad (HDL).

Clara: también es llamada albúmina, su producción es proteica y se lleva a cabo en el oviducto. El 88% de su totalidad es agua, 11% son proteínas, ovoalbúmina, lisozima, (producidas en glándulas tubulares), avidina, ovomucina y globulinas (producidas en células caliciformes), 1% son glúcidos y 0.5% son minerales. Tiene tres capas, una acuosa y dos densas, las cuales contienen a las proteínas, glúcidos y minerales. En la clara también se localizan las charlazas.

Cascarón: también llamado cáscara, se forma a partir del calcio proveniente del alimento y de los huesos, dicho proceso está controlado por estrógenos, vitamina D y paratohormona. El 94% de su totalidad es carbonato de calcio, el resto es carbonato de magnesio y fosfato de calcio. Es la primera barrera de defensa, cuenta con cutícula y poros, los pigmentos que pueden llegar a poseer son originados por porfirinas. (Caballero, 2010) (Valdés, 2011)

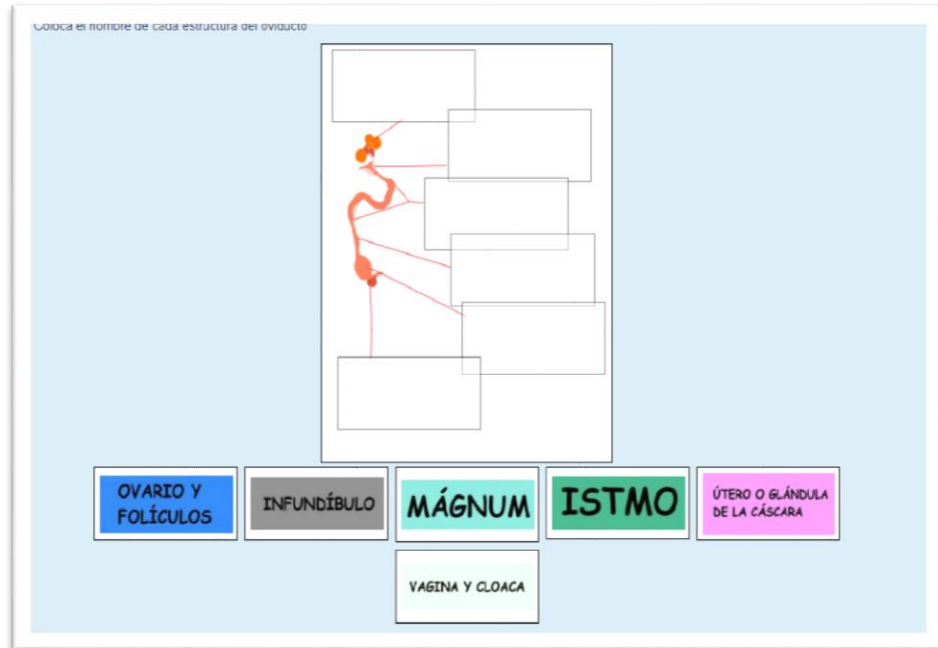


Figura 37. Ejercicio de arrastrar imágenes formación del huevo.

4.3.9 Regulación neuroendocrina de la ovoposición

La regulación neuroendocrina de la ovoposición se encuentra mediada por distintos factores, tales como hormonas, neurotransmisores y contracciones musculares. El mecanismo se explica a continuación y se encuentran reforzado por 5 ejercicios, de los cuales 3 son de escribir respuesta corta, 1 de completar texto y 1 de arrastrar texto. (Figura 38).

4.3.9.1 Progesterona, prostaglandina, arginina vasoactiva y control muscular de la ovoposición

La ovoposición se inicia con un aumento de progesterona y LH, también hay aumento de prostaglandinas F y E, arginina vasoactiva y oxitocina. Estas actúan en glándulas de la cáscara, músculos vaginales y abdominales, como resultado, se originan contracciones en músculos abdominales y relajación de músculos vaginales.

En la ovoposición intervienen las hormonas esteroideas y desempeñan diversas funciones importantes: estradiol, estimulación hepática para la secreción de yema y remoción de calcio; testosterona, remoción de calcio óseo, desarrollo muscular y glandular del oviducto; progesterona, estimula la secreción glandular en el oviducto y el inicio de la ovoposición. (Caballero, 2010)



The image shows a video player interface with a dark blue play button in the center. Below the video player is a text completion exercise. The text is as follows:

La ovoposición comienza con el aumento de

Se produce un aumento en las , también arginina vasoactiva y . Éstas actúan en glándulas de la cáscara, músculos vaginales y abdominales; originan en músculos y de músculos .

Figura 38. Ejercicio de completar texto ovoposición.

4.3.10 Muda prenupcial y postnupcial

El tema siguiente se encuentra reforzado por 3 ejercicios, 1 de respuesta corta, 1 de relación de columnas y 1 de completar texto. (Figura 39).

La muda es el proceso en donde las aves reemplazan total o parcialmente su plumaje y puede depender de varios factores como: fotoperiodo, raza, clima y disponibilidad de alimento. Durante el año, se presentan dos mudas: 1) muda prenupcial la cual ocurre a finales del invierno e inicio de la primavera y antes de comenzar la reproducción. 2) la muda postnupcial que ocurre a principio del verano y después de la reproducción. (Caballero, 2010) (Hernández, 2009)

MUDA O PELECHA COMO PARTE DEL CICLO ANUAL DE LAS AVES

Es el proceso mediante el cual las aves reemplazan total o parcialmente su plumaje. Depende del , raza, .

Hay dos mudas durante el año:

-Muda : a la época de reproducción y al finalizar el . Coincide con del fotoperiodo

-Muda : después de la época de reproducción y durante el verano. Coincide con del fotoperiodo

Figura 39. Ejercicio de completar texto muda y ciclo anual de las aves.

4.3.11 Estructura y tipo de plumas

El siguiente tema se encuentra reforzado por 4 ejercicios, 2 de arrastrar imagen y 2 de soltar marcador. (Figura 40).

Las plumas en las aves cuentan con diferentes características y funciones dependiendo de su localización. Las plumas coberteras se encuentran en todo el cuerpo se subdividen en plumones y filoplumas, son pequeñas y suaves, sirven como aislante térmico y para repeler agua. Las plumas remeras se encuentran en las alas, las plumas timoneras se localizan en la cola, ambas plumas son alargadas y firmes, sirven al ave para el vuelo y dirección durante el mismo. A su vez, las plumas del ala se dividen según su localización en: coberteras primarias y secundarias, y remeras primarias y secundarias. Las coberteras primarias y secundarias, se sitúan en la porción dorsal y craneal de las alas. Las plumas remeras primarias y secundarias se encuentran en la porción ventral y caudal del ala. La álula se encuentra formada por plumas que se ubican en la porción de los

dedos atrofiados (se presume son vestigios del dedo índice o pulgar) y sirven para controlar el vuelo en bajas velocidades, por ejemplo, aterrizar o emprender el vuelo. La estructura general de las plumas se encuentra formada por: 1) Cálamo, es el fragmento proximal el cual se encuentra en contacto con la piel. 2) Raquis, que es la porción distal del cálamo. 3) Vexilo, la cual se encuentra a ambos lados del raquis y cuentan con una estructura de aspecto laminar. 4) Barbas, son ramificaciones paralelas que forman al vexilo. 5) Barbillas o bárbulas, son ramificaciones de las barbas que se entrecruzan perpendicularmente e igualmente están ramificadas en ganchillos. (Caballero, 2010)

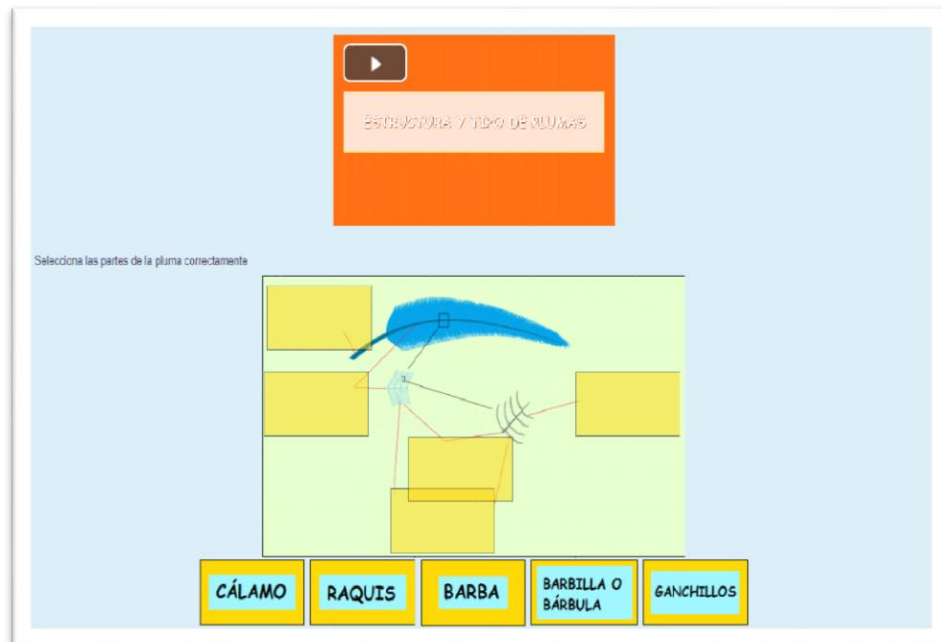


Figura 40. Ejercicio de arrastrar imágenes estructura y tipos de plumas.

4.3.12 Cambios fisiológicos y neuroendocrinos que determinan el inicio de la muda

El siguiente tema se encuentra reforzado por 5 ejercicios, de los cuales 3 son de opción múltiple, 1 de escribir respuesta corta y 1 de arrastrar texto. (Figura 41).

La muda puede comenzar con la disminución en la respuesta del organismo a los estímulos luminosos (fotorrefractoriedad). El hipotálamo disminuye la liberación de GnRH para la estimulación de la hipófisis, la cual promueve disminución en la liberación de FSH y LH, a su vez hay disminución en la producción de estradiol, progesterona y testosterona. En contraste, se produce aumento de prolactina la cual inhibe la liberación de GnRH en el hipotálamo y no existe una retroalimentación positiva al hipotálamo por las hormonas esteroideas para más liberación de GnRH. Como resultado se obtiene un cese gradual de la ovoposición e inicia la muda de plumas en orden craneal a caudal.

CAMBIOS NEUROEDÓCRINOS QUE CONTROLAN EL INICIO DE LA MUDA

La fotorrefractoriedad causa una menor estimulación del hipotálamo para la liberación de a la hipófisis, al no existir estímulo para ésta, no hay liberación de , las cuales no llegan a los folículos.

En el ovario no hay producción de estrógenos, andrógenos y progestágenos, no se produce la retroalimentación para liberación de GnRH en el , pero hay retroalimentación por parte de .

La disminuye gradualmente y comienza la muda de plumas en dirección .

Positiva Hipotálamo FSH y LH Negativa Ovoposición Craneal a caudal
 Prolactina GnRH

Figura 41. Ejercicio de completar texto y arrastrar palabras cambios endocrinos que controlan la muda.

4.3.13 Mecanismos endocrinos que intervienen en la muda

A continuación, se exponen los diversos mecanismos que participan durante la muda y que en su mayoría son hormonas y se encuentran reforzados por 6

ejercicios, los cuales 4 son de opción múltiple, 1 de relación de columnas y 1 de arrastrar texto. (Figura 42).

La disminución de horas luz produce menor estimulación en el hipotálamo para liberación de GnRH, por lo tanto, no hay estimulación en la hipófisis para secreción de FSH y LH. En el ovario no se produce la selección de folículos y no hay liberación de estradiol, testosterona y progesterona. La estimulación para mayor liberación de GnRH no se lleva a cabo y por ende no hay ovopostura.

La prolactina induce el comportamiento de cloquez y disminuye la ovoposición, coincide con el periodo de cuidado de las crías. Produce retroalimentación negativa en el hipotálamo para la producción de GnRH, por lo tanto, no existe estímulo en la gónada para producción de hormonas esteroideas.

Los estrógenos producen crecimiento del oviducto, síntesis de proteínas y lípidos en el hígado para la formación de yema y promueve el transporte sanguíneo de lipoproteínas y calcio.

Las hormonas tiroideas son responsables de caída y reposición de las plumas, tiroxina (T4) se encarga del inicio de la muda, triyodotironina (T3) restablece el metabolismo cuando reinicia el consumo de alimento al concluir la muda.

Los glucocorticoides provocan movilización de reservas energéticas: gluconeogénesis hepática, degradación proteica, liberación de aminoácidos y degradación de grasas. Además, causa retroalimentación negativa en el hipotálamo, lo cual produce: atrofia gonadal e inhibición en la secreción de GnRH e igualmente de FSH y LH. (Caballero, 2010) (Causey, 2000)

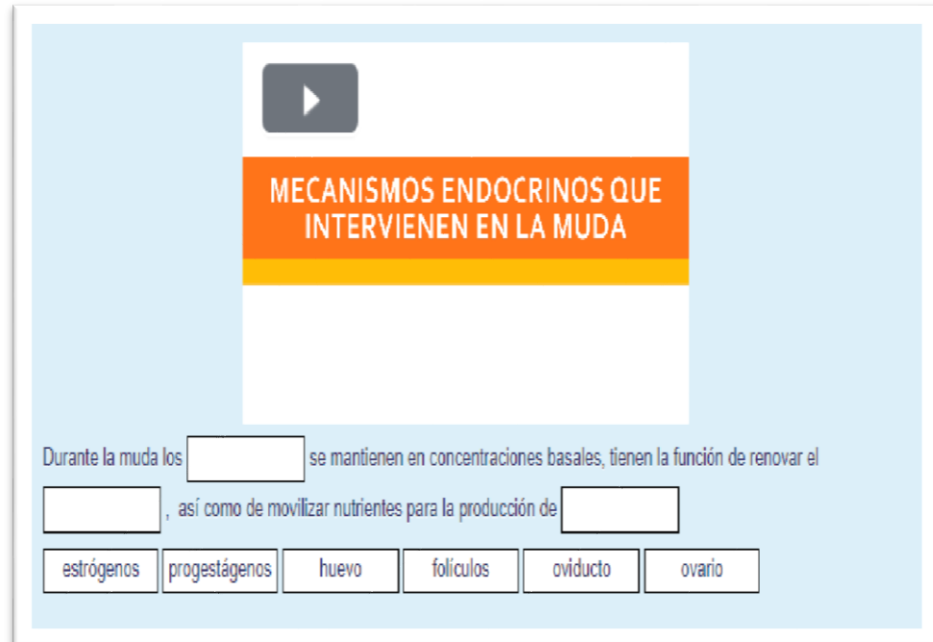


Figura 42. Ejercicio de completar texto y arrastrar palabras factores endocrinos que intervienen en la muda.

4.3.14 Cambios conductuales, anatómicos, inmunológicos durante las distintas fases de la muda

El siguiente tema se encuentra reforzado por 5 ejercicios, de los cuales 4 de opción múltiple y 1 de arrastrar texto. (Figura 43).

Por acción de prolactina se produce disminución en el consumo de alimento, ésta conducta también ocurre de forma natural y coincide con la incubación y cuidado de las crías, en consecuencia, las aves pierden el 20% de su peso corporal. Se produce cese en la ovopostura e involución del ovario y oviducto.

Gracias a la disminución de gonadotropinas se genera atresia folicular e involución ovárica. También se produce regresión del oviducto, disminución en el tamaño de sus células, apoptosis y remoción del epitelio glandular.

La actividad del timo incrementa, aumenta la producción de linfocitos T citotóxicos CD8 y disminuye producción de linfocitos T colaboradores CD4. Hay disminución

en la producción de linfocitos B de la médula espinal, en consecuencia, las concentraciones de anticuerpos disminuyen significativamente. Debido a que las aves no son capaces de responder efectivamente ante agentes infecciosos, no es recomendable vacunar a los animales durante este periodo. (Caballero, 2010) (Hernández, 2009)

CAMBIOS OCURRIDOS DURANTE LA MUDA

Al disminuir el consumo de alimento, por acción de la , dando lugar a la incubación y cuidado de las crías, se detiene la postura y se genera del ovario y oviducto.

No hay secreción de , lo que provoca e involución del ovario; por otra parte el oviducto presenta apoptosis y remoción en .

La respuesta inmune se ve puesto a la disminución en la producción de y aumento en la producción de .

Linfocitos B Epitelio glandular Comprometida Involución Atresia folicular
 Gonadotropinas Prolactina Linfocitos citotóxicos

Figura 43. Ejercicio de completar texto y arrastrar palabras cambios durante la muda.

4.3.15 Procedimientos para aplicar la muda forzada

Los siguientes temas se encuentran reforzados por 8 ejercicios, de los cuales 3 son de opción múltiple, 3 de arrastrar texto y 2 de relación de columnas. (Figura 44).

Antes de aplicar la muda forzada, se deben realizar una serie de manejos: desparasitación, tiene como finalidad disminuir la carga competitiva por nutrientes. Pesaje inicial, para reproductoras pesadas de 3.8 a 4.2Kg, la pérdida de peso debe ser menor al 25% de peso corporal. Despique, evita desperdicio de alimento y reduce el canibalismo. La muda forzada se puede realizar por medio de diferentes

modos: fotoperiodo, disminución de horas luz por día. Ayuno, retirar alimento parcial, total o gradualmente. Reducción o privación total de agua.

Como paso final se clasifican las aves dependiendo de su peso y comportamiento de producción en el ciclo anterior.

4.3.15.1 Método inglés para pelecha forzada en gallinas productoras de huevo ligeras

Día 1, retirar alimento agua y luz. Día 2, libre consumo de alimento y agua, dos horas de luz al día. Día 3, libre consumo de alimento y agua, seis horas de luz al día. Día 4, libre consumo de alimento y agua, aumento gradual de horas luz hasta periodos normales.

4.3.15.2 Muda rápida, postura a 6 semanas

Día 1, restringir luz a ocho horas por día. Día 2 a 10, restringir luz a ocho horas por día, no otorgar alimento y agua, carbonato de calcio a voluntad. Día 11 en adelante, incrementar luz hasta periodos normales, alimento y agua a libre acceso.

4.3.15.3 Muda normal, postura a 8 semanas

Día 1, ocho horas luz por día. Día 2 a 10, ocho horas luz por día, alimento, agua y carbonato de calcio a voluntad. Día 11 a 25/32 ocho horas luz por día, no otorgar alimento, grano quebrado y agua a voluntad. Después del día 32, incrementar luz hasta periodos normales, alimento y agua a voluntad.

4.3.15.4 Muda lenta, postura a 9 o más semanas

Día 1, ocho horas de luz al día. Día 2 a 10, ocho horas de luz al día, no alimento y agua a voluntad. Día 11 a 39, aumento rápido de horas luz hasta periodos normales, alimentar con grano quebrado y pienso para ponedoras.

4.3.15.5 Método moderno

Día 0 a 7, alimentar con cereales en grano. Día 8 a 35, alimentar con pienso para desarrollo, con 13-14% de proteína. Día 36 en adelante, alimentar con pienso para ponedoras.

4.3.15.6 Muda forzada en reproductoras pesadas

Día -10, desparasitar todas las aves. Día -3, incrementar luz a diecinueve horas luz por día. Día 1, restringir alimento y agua, usar únicamente luz natural. Día 2 a 12, no alimento, agua a voluntad, carbonato de calcio durante 4 ó 5 días y pesaje cada 4 días hasta que el peso de las aves disminuya de 25 a 30%. Día 13, harina de maíz 20g por ave. Día 14, harina de maíz 40g por ave. Día 15, harina de maíz 60g por ave. Día 16 a 20, ofrecer alimento de acuerdo a la demanda del ave, incrementar horas luz hasta periodos de diecisiete horas por día, vacunación contra Newcastle y bronquitis infecciosa cuando las aves logren recuperar más del 50% de peso corporal. (Caballero, 2010) (Hernández, 2009)

El método de muda se usa para postura de semanas.

Tiene una duración de , se usa fotoperiodo a razón de luz al día.

Se retira el alimento del día y el consumo de agua es a

Del día se ofrece y pienso como alimento.

11 a 39 9 o más Lenta 2 al 10 Maíz quebrado 39 días Libre acceso

8 horas

Figura 44. Ejercicio de completar texto y arrastrar palabras procedimientos de muda forzada.

4.3.16 Conveniencia de la aplicación de la muda forzada en la producción avícola

A continuación se enumeran las repercusiones de la aplicación de la muda forzada, éste tema se encuentra reforzado por 2 ejercicios de opción múltiple. (Figura 45).

Desventajas: se corre riesgo de una elevada mortalidad y hay un mayor consumo de alimento.

Ventajas: permite incrementar la vida productiva de las gallinas, mejora el peso del huevo al inicio de la producción siguiente, se incrementa la calidad interna y externa del huevo, se reduce el costo de una gallina de reemplazo y se obtiene una calidad superior del cascarón.



Figura 45. Ejercicio de opción múltiple conveniencia de aplicar una muda forzada.

4.3.17 Bibliografía de capítulo

- Caballero, S.C. y Villa-Godoy, A. (2010) "Atlas de fisiología de la formación del huevo", en *Fisiología veterinaria e introducción a la fisiología de los procesos productivos*. Ciudad de México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia - Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 677-684.
- Hernández, H. (2009) *Zootecnia avícola*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Troncoso, H. y Rodríguez, D. (2014) "Síntesis del huevo y formación del cascarón", *Los avicultores y su entorno*, 74, pp. 1-4. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/100-Sintesis_Huevo.pdf
- Valdés, V.M., Cuca, M., Pro, A., González, M. y Suárez, M.E. (2011) "Producción de huevo, calidad del cascarón y rentabilidad en gallinas de primer ciclo con niveles de calcio y fósforo disponible", *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 2(1), pp. 69-83.
- Causey, G. (2000) *Sturkie's Avian Physiology*. 5a ed. New York: Physiological reviews.
- Rangel, P.L., Rodríguez, A. y Gutierrez, C.G. (2007) "Testosterone directly induces progesterone production and interacts with physiological concentrations of LH to increase granulosa cell progesterone production in laying hens (*Gallus domesticus*)", *Animal reproduction science*, 102(1-2), pp. 56-65.
- Rodríguez, J. y Cruz, A.I. (2017) "Factores que afectan la incubabilidad de huevo fértil en aves de corral", *Nutrición Animal Tropical*, 11(1), pp. 16-37.
- Fernández Soria, Á.P. (2018) *Sistema electrónico para el control de calidad de huevos de gallina mediante procesamiento de imágenes*. Tesis de Licenciatura,

Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería en Sistemas,
Electrónica e Industrial, Carrera Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones.

Unión nacional de avicultores. (2018) Compendio de indicadores económicos del
sector avícola.

4.4 Evaluación del material de apoyo

Como parte de la evaluación de los materiales de apoyo, estos se ofrecieron a un conjunto de alumnos que posteriormente realizaron un examen colegiado. Una vez que los alumnos finalizaron el examen colegiado respondieron una encuesta de tres preguntas, las cuales fueron: 1) ¿Consideras que es de utilidad este material como apoyo de estudio? 2) Consideras que el contenido es: (pueden ser más de una opción) a) claro, b) conciso, c) didáctico, d) insuficiente. 3) ¿Cuál es tu opinión acerca del contenido del material de estudio? (Figura 46).

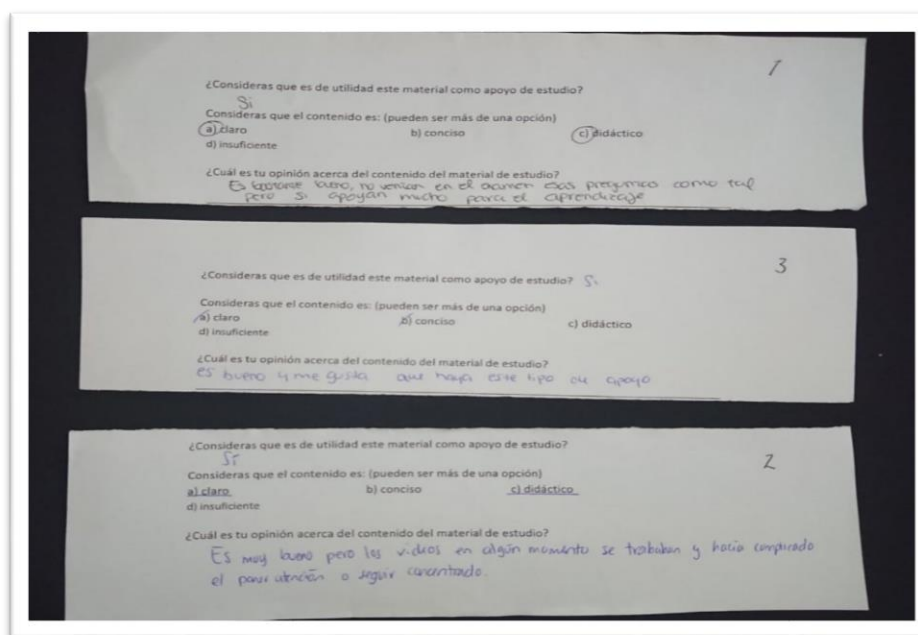


Figura 46. Ejemplos de encuestas realizadas a los alumnos.

Dichas encuestas se realizaron a 61 alumnos. Las preguntas se clasificaron del siguiente modo: Pregunta 1: ¿consideras que es de utilidad éste material como apoyo de estudio? Respuesta positiva: 1. Respuesta negativa: 0. Pregunta 2: ¿consideras que el contenido es?: (puede ser más de una opción) 2.1) Claro. 2.2) Conciso. 2.3) Didáctico. 2.4) Insuficiente. Pregunta 3: ¿cuál es tu opinión acerca del contenido del material de estudio? 3.1) Opinión positiva: 1. Opinión negativa: 0. 3.2) Observación extra.

Se puede enfatizar en los siguientes datos obtenidos: 59 alumnos consideraron útil el material de apoyo, es decir el 97% de alumnos encuestados. El 72% de alumnos, 44 alumnos encuestados, consideraron que el contenido del material es claro. El 28% ó 17 alumnos consideraron el material conciso. El 84% de los alumnos, es decir, 51 alumnos consideraron que el material es didáctico.

El 87% de los alumnos que se encuestaron (n=53), otorgaron una opinión positiva respecto al material de apoyo, algunos ejemplos por mencionar son: “Es bastante bueno, no venían en el examen esas preguntas como tal, pero si apoyan mucho para el aprendizaje”. “Es muy bueno y me gusta que haya este tipo de apoyo”. “Es bastante completo, está bien explicado. En verdad ayuda a comprender mejor el tema. Me gustaría que fuera así en todos los temas”. (Figura 47).

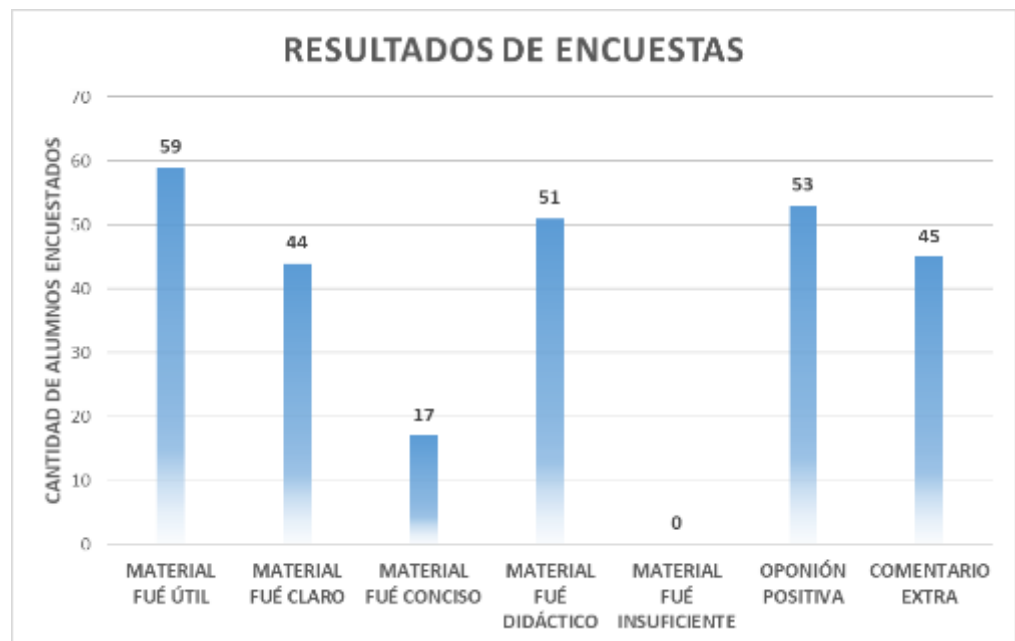


Figura 47. Gráfica que representa la cantidad de alumnos encuestados y sus opiniones del material de apoyo.

4.4.1 Análisis estadístico

Para saber si el material de apoyo otorga una ayuda significativa a los estudiantes que cursan la asignatura en cuestión, se realizó un análisis estadístico en el cual se

compararon las calificaciones obtenidas en el examen colegiado de 129 alumnos que realizaron previamente el material de apoyo y las calificaciones del mismo examen obtenidas por 129 alumnos que no realizaron el material de apoyo.

Se usó la prueba U de Mann-Whitney para contrastar las medias de ambos grupos de alumnos. El resultado obtenido de la prueba fue el valor P de 1.4683×10^{-7} ó 0.00000014683, por lo tanto, se puede inferir con un 95% de confianza o un error menor a 0.05, que el promedio de las calificaciones de los alumnos que realizaron el material de apoyo y presentaron el examen colegiado es diferente al promedio de las calificaciones de los alumnos que no realizaron el material de apoyo y presentaron el examen colegiado. (Figura 48).

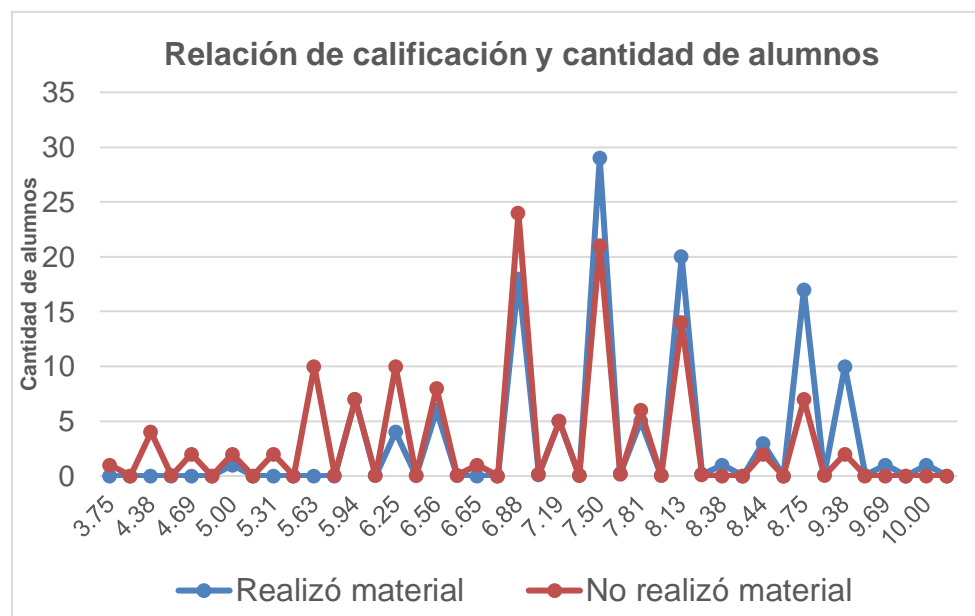


Figura 48. Gráfica que ilustra la diferencia de calificaciones entre alumnos que realizaron y alumnos que no realizaron el material de apoyo. Valor P < 0.5.

Con base en las evidencias presentadas, se puede aseverar que el material de apoyo es una herramienta útil, clara y didáctica para una cantidad importante de alumnos que se les presentó.

4.4.2 Bibliografía de capítulo

Tocas, E.R. (s.f.) “Dilema del docente universitario frente al proceso de evaluación de los aprendizajes”, *Thzoecoen*, pp. 99-118.

Ducoing, A.M. (2016) *Estadística para veterinarios y zootecnistas*. Distrito Federal: Newton.

Galindo, P. y Vicente, P. (2013) *Test no paramétricos: U de Mann-Whitney. Módulo 6*. [Video] Disponible en:

<https://www.youtube.com/watch?v=dCG3VAfa11Y> [Consultado 12 Sep. 2018].

Rivas-Ruiz, R., Moreno-Palacios, J. y Talavera, J. (2013) “Investigación clínica XVI. Diferencias de medianas con la U de Mann-Whitney”, *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 51(4), pp. 414-419. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=45774549001>

Gómez, M., Danglot, C. y Vega, L. (2003) “Sinopsis de pruebas estadísticas no paramétricas. Cuándo usarlas”, *Revista mexicana de pediatría*, 70(2), pp. 91-90.

5 Referencias

Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. (2016) Cuarto informe de labores.

Disponible en:

https://www.sagarpa.gob.mx/Transparencia/POT_2016/Informe/CuartoInformeDeLabores_SAGARPA.pdf

Carretero, M. (2009) *Constructivismo y educación*. Buenos Aires: Paidós.

Delors, J., Am, I., Amagi, I. y Carneiro, R. (1996) *La educación encierra un tesoro*, Paris: Ediciones UNESCO.

Ramírez, N. C., Saborío-García, F. y Nova-Bustos, N. (2016) "El uso de recursos didácticos de la química para estudiantes, en los colegios académicos diurnos de los circuitos 09 y 11, San José, Costa Rica", *Revista Electrónica Educare*, 20(3), pp. 1-24.

Villegas, A. (2015) "Un nuevo enfoque educativo de las TIC y las TAC y el cambio en la informática educativa", *e-historia*. Disponible en: <http://www.e-historia.cl/e-historia/un-nuevo-enfoque-educativo-de-las-tic-a-las-tac-y-el-cambio-en-la-informatica-educativa/>

Venegas, I.L. (2007) "Acercamiento al aprendizaje multimedia", *Investigación universitaria multidisciplinaria*, 6(6), pp. 7-14.

FLEXIS (2015) *Cómo saber si mis variables son normales en spss (prueba de normalidad)*. Disponible en:

<https://www.youtube.com/watch?v=4jsO9ML1EYA> (Accedido: 22 septiembre 2018).

Bioestadístico (2010) *19 - No paramétrica - U de Mann-Whitney [Curso de estadística]*. Disponible en:

<https://www.youtube.com/watch?v=UQmiVsU7AeY> (Accedido: 22 Septiembre 2018).