



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



Caracterización de los métodos de alimentación y sus consecuencias nutricionales en los caballos del centro turístico “La Marquesa”.

TESIS

Que para obtener el título de:

Médico Veterinario y Zootecnista

PRESENTA

Judith Marina Flores Pérez:

Asesores:

M. en C. José Pablo Medina Navarro.

Dr. Manuel González Ronquillo.

Dr. en BCA. Jorge Osorio Avalos.

Toluca de Lerdo, México. Marzo de 2023

Índice:

Introducción.....	8
1. Evolución del equino.....	10
2. Comportamiento alimentario del caballo.....	12
3. Anatomía digestiva del equino.....	14
3.1 Cavidad bucal.....	14
3.2 El aparato masticatorio.....	14
3.3 La faringe.....	15
3.4 El esófago.....	15
3.5 El estómago.....	15
3.6 El intestino delgado.....	16
3.7 Ciego.....	16
3.8 El colon.....	16
3.9 Recto y ano.....	16
3.10 Hígado.....	17
3.11 El páncreas.....	17
4. Fisiología digestiva del equino.....	19
4.1 Inervación del tracto gastrointestinal.....	19
4.2 Boca y faringe.....	21
4.3 El estómago.....	21
4.3.1 Secreciones.....	21
4.3.2 Protectores de la mucosa gástrica.....	22
4.3.3 Motilidad y vaciado gástrico.....	22
4.4 Intestino delgado.....	23
4.4.1 Secreción.....	23
4.4.2 Absorción.....	23
4.4.3 Microbiota intestinal.....	24
4.5 Intestino grueso.....	24
4.5.1 Motilidad del ciego y colon.....	24
4.5.2 Actividad microbiana.....	25
4.5.3 Absorción.....	25
4.6 Páncreas.....	26
4.7. Hígado.....	26

5. Requerimientos nutricionales de los equinos en mantenimiento.....	27
5.1 Energía.....	27
5.2 Proteína.	29
5.3 Grasas y ácidos grasos.....	31
5.4 Macrominerales.	33
5.4.1 Calcio.	33
5.4.2 Fósforo.	34
5.4.3 Magnesio.....	34
5.4.4 Potasio.....	35
5.4.5 Sodio.	35
5.4.6 Cloro.....	36
5.4.7 Azufre.....	36
5.5 Microminerales.	36
5.5.1 Cobalto.	36
5.5.2 Cobre.....	37
5.5.3 Yodo.	37
5.5.4 Hierro.	37
5.5.5 Manganeso.	37
5.5.6 Selenio.....	37
5.5.7 Zinc.....	37
5.6 Vitaminas.....	38
5.6.1 Vitamina A y B-carotenos.	38
5.6.2 Vitamina D.	38
5.6.3 Vitamina E.....	38
5.6.4 Vitamina K.	38
5.6.5 Complejo B.....	38
5.6.6 Vitamina C.	39
6. Agua como nutriente esencial en el equino	40
7. Justificación.	42
8. Hipótesis.....	43
9. Objetivo.....	44
9.1. Objetivos específicos.	44
10. Materiales.....	45

11. Métodos:	47
12. Zona de Estudio.	50
13. Límite de tiempo:	51
14. Resultados.	52
14.1. Analisis multivariante.....	52
14.1.1 Componentes principales:	52
14.1.2 Análisis de clúster:	52
14.1.2.1 Conformación de clúster:	53
14.1.2.2 Características socioeconómicas de los propietarios.	56
14.1.2.3 Instalaciones:	56
14.1.2.4 Cuidado y manejo del equino:	57
14.1.2.5 Comercialización de los equinos.	58
14.1.2.6 Criterios de elección de un caballo de paseo:	58
14.1.2.7 Características de la población equina:	59
14.1.2.8 Actividad zootécnica del equino:	60
14.1.3 Alimentos y alimentación de los equinos de la región la Marquesa:	60
14.1.3.1 Alimentos y raciones proporcionados a los equinos de la región la Marquesa.	61
15. Discusión:	62
16. Conclusión:	65
17. Bibliografía.	66
18. Anexos:	76
Anexo 1: Encuesta.	76
Anexo 2: Cálculo de edad en los equinos.	79
Anexo 4. Análisis de la calidad alimentaria de los equinos con condición corporal (6-7) ideal:	82

Índice de tablas.

Tabla 1. Niveles propuestos de ingesta de energía digestible (ED, kcal/kg PV) para el mantenimiento de caballos adultos, (NRC, 2007).	28
Tabla 2. Niveles propuestos de ingesta de energía digerible (ED) en caballos en sus diferentes etapas fisiológicas.	28
Tabla 3. Requerimiento de PC en caballos en mantenimiento.	29
Tabla 4. Niveles propuestos de ingesta de proteína cruda en caballos en diferentes estados fisiológicos.	30
Tabla 5. Niveles propuestos de ingesta de agua en caballos.	41
Tabla 6. Inventario de caballos ubicados en la región de la Marquesa, Estado de México.	47
Tabla 7. Análisis de componentes principales correspondiente a las variables ambientales empleadas para el agrupamiento (clúster) de las cuadras de la región la Marquesa.	52
Tabla 8. características socioeconómicas de los propietarios de la región la Marquesa.	56
Tabla 9. Actividades zootécnicas de las cuadras en la Región la Marquesa.	57
Tabla 10. Comercialización de los equinos.	58
Tabla 11. criterios de elección.	59
Tabla 12. población equina.	59
Tabla 13. Condición corporal de los equinos, en base a la escala 1 a 9.	60
Tabla 14. Erupción de los dientes deciduos.	79
Tabla 15. La aparición del surco inglés o signo de Galvayne (KÖnig, Sautet y Liebich, 2011).	79
Tabla 16. Escala Henneke, 1983.	80
Tabla 17. alimentos por día de caballos en desarrollo.	82
Tabla 18. resultados del aporte nutricional de las dietas implementadas en caballos en crecimiento.	83
Tabla 19. alimentos por día en caballos adultos.	83
Tabla 20. resultados del aporte nutricional de las dietas implementadas en caballos adultos.	83
Tabla 21. Alimentos por día en yeguas.	84
Tabla 22. resultados del aporte nutricional de las dietas implementadas en yeguas.	84
Tabla 23. Alimentos por día en yegua gestante.	85
Tabla 24. resultados del aporte nutricional de las dietas implementadas en yegua gestante.	85
Tabla 25. alimentos por día en yegua lactante.	85
Tabla 26. resultados del aporte nutricional de la dieta implementada en yegua lactante.	85
Tabla 27. Alimentos por día en garañones.	86
Tabla 28. resultados del aporte nutricional de las dietas implementadas garañones.	86
Tabla 29. alimentos por día en caballos en desarrollo.	87
Tabla 30. resultados del aporte nutricional de las dietas implementadas en caballos en crecimiento.	87

Tabla 31. alimentos por día en caballos adultos.....	87
<i>Tabla 32. resultados del aporte nutricional de las dietas implementadas en caballos adultos.....</i>	<i>88</i>
Tabla 33. alimentos por día de caballos > 16 años.....	88
Tabla 34. resultados del aporte nutricional de las dietas implementadas en >16 años.....	88
Tabla 35. alimentos por día en potros en desarrollo.....	89
Tabla 36. resultados del aporte nutricional de las dietas implementadas en potros en crecimiento.....	89
Tabla 37. alimentos por día en garañones.....	89
Tabla 38. resultados del aporte nutricional de las dietas implementadas en potros adultos.....	89
Tabla 39. alimentos por día en yeguas en crecimiento.	90
Tabla 40. resultados del aporte nutricional de las dietas implementadas en yeguas en crecimiento.....	90

Índice de imágenes.

Imagen 1. Anatomía del TGI del equino.....	17
Imagen 2. conformación de los clústeres.	53
Imagen 3. instalaciones de las cuadras.....	57
Imagen 4. ponis jóvenes.....	58

Índice de Graficas.

Gráfica 1. comparación de los nutrientes requeridos y los nutrientes aportados por la dieta en fase de crecimiento.	83
Gráfica 2. comparación de los nutrientes requeridos y los nutrientes aportados por la dieta en caballos adultos.	84
Gráfica 3. comparación de los nutrientes requeridos y los nutrientes aportados por la dieta en yeguas.....	84
Gráfica 4. comparación de los nutrientes requeridos y los nutrientes aportados por la dieta en yegua gestante.	85
Gráfica 5. comparación de los nutrientes requeridos y los nutrientes aportados por la dieta de yegua lactante.....	86
Gráfica 6. comparación de los nutrientes requeridos y los nutrientes aportados por la dieta en garañones.	86
Gráfica 7. comparación de los nutrientes requeridos y los nutrientes aportados por la dieta de caballos en crecimiento.	87
Gráfica 8. comparación de los requerimientos nutricionales.....	88
Gráfica 9. comparación de los nutrientes requeridos, los nutrientes aportados por la dieta en >16 años.....	88
Gráfica 10. comparación de los nutrientes requeridos y los nutrientes aportados por la dieta en potros en desarrollo.....	89

Gráfica 11. comparación de los nutrientes requeridos y los nutrientes aportados por la dieta en garañones.	90
Gráfica 12. comparación de los nutrientes requeridos y los nutrientes aportados por la dieta en yeguas en crecimiento.....	90

Introducción.

México cuenta con un inventario de 6, 383, 145 de caballos (valor imputado), siendo el tercer país a nivel mundial con mayor cantidad de población equina, según la FAOSTAT, 2019; en la actualidad están destinados a diversas actividades favorables al hombre entre ellas labores de tipo agrícola, ganadera, deportivas, tracción, transporte y de esparcimiento, entre otras (Duran, 2019).

Numerosos estudios e investigaciones han surgido sobre los distintos factores, entre ellos los genéticos, sanitarios, de manejo y nutricionales (Cortés, 2011), que afectan a la producción equina y al adecuado o mal desempeño de los equinos en sus actividades diarias. La alimentación es una de las más importantes, pudiendo ocupar entre el 70% y 80% de los costos del mantenimiento general del animal. Los equinos según sus características anatómicas y fisiológicas, junto con el nivel de entrenamiento en el que se hallen difieren en sus requerimientos nutricionales, es importante considerar que algunos alimentos son utilizados con mayor eficiencia que otros; por lo tanto, no se aprovechan de manera correcta sus nutrientes (Sansot, 2014).

Sansot (2014) menciona que, en la actualidad se tiene acceso a diferentes fuentes de información sobre la alimentación básica del equino, como son las tablas de requerimientos nutricionales del equino proporcionadas por el Consejo Nacional de investigación (NRC), los aportes nutricionales de cada alimento e incluso manejo y cuidado general de los equinos, de los cuales la mayoría aún no han sido estudiados en nuestras regiones e incluso algunas fuentes manejan información empírica; además (Arias *et al.*, 2006; Cortés, 2011) mencionan que, cada caballo deberá tener una dieta con los nutrientes necesarios para compensar sus pérdidas energéticas y calóricas durante el desempeño de sus actividades diarias, considerando la gran diferencia existente entre la alimentación de equinos en estabulación y vida libre.

Por lo tanto, debemos reconocer que la alimentación y nutrición de cada equino será irrepetible, por lo cual se debe considerar el diseño de una dieta con base en las características propias del equino, su actividad zootécnica, calidad nutricional de los ingredientes que conforman la dieta del equino, manejo y cuidado del mismo, entre

otros; es por ello que uno de los objetivos del presente trabajo es conocer las dietas implementadas en caballos de paseo, en la región turística Parque Nacional Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla conocido popularmente como “La Marquesa”, ubicada en el municipio de Ocoyoacac, Estado de México.

Es importante comprobar si las dietas ofrecidas a los equinos de “La Marquesa”, cumplen con los requerimientos nutricionales recomendados en Requerimientos de nutrientes de los caballos del NRC 2007; considerando que en la actualidad se acostumbra una alimentación racionada (2 raciones por día), basado principalmente de heno de avena, zacate, salvado de trigo y alimento comercial.

1. Evolución del equino.

La historia evolutiva de los equinos comienza aproximadamente hace 55 millones de años, a principios de la época del Eoceno, según Christopher Scotese, en los bosques de Norteamérica y Eurasia surgieron los ancestros de los caballos. Se trataba de pequeños mamíferos, conocidos como *Hyracotherium*, perteneciente a la subfamilia Hyracotheriinae, median aproximadamente 60 cm de largo y 20 cm de altura, tenían cuatro dedos en miembros anteriores y tres dedos en miembros posteriores (Janis, 2007), de dientes pequeños y planos, los cuales sugieren que su dieta consistía en hojas suaves. El *Mesohippus* de la subfamilia Anchitheriinae así como la tribu Hipparionini, permanecerían tridáctiles hasta su extinción que ocurrió hace 1 millón de años (Janis y Bernor, 2019), mientras que la monodactilia surgiría hace 16 millones de años en los caballos de la tribu Equini de la subfamilia Equinae (Janis, 2007). Su transición primitiva hacia el caballo moderno son un gran ejemplo de macroevolución entre especies (McFadden, 2005; Janis 2007).

Gran parte de la evolución del equino se origina en Norteamérica, alcanzando su pico de diversidad en el Mioceno tardío hace unos 10 millones de años, el cual se caracterizaba por grandes sabanas, donde habitaban grandes variedades de camélidos, berrendos y caballos. En estos pastizales evolucionan nuevas especies de caballos que poseen dientes de gran tamaño y que erupcionan con el paso del tiempo (hypsodontos) adaptados a los extensos pastizales, algunas especies pacedoras se volvieron comedores mixtos con dietas a base de hierbas y hojas foliosas (MacFadden, 2005).

El cambio climático a finales del Eoceno y principios del Plioceno hace unos 5 millones de años, afectó las grandes sabanas y con ella la extinción del linaje de los caballos; algunas especies lograron invadir Sudamérica, que se extinguieron al poco tiempo. Mientras que los sobrevivientes de Norteamérica lograron sobrevivir hasta finales del Pleistoceno, hace unos 11 mil años. El grupo que invadió Eurasia, experimentó la última gran radiación evolutiva hace unos 3 millones de años, dando origen al caballo moderno y varias especies silvestres pleistocénicas y otra que incluye cebras y asnos silvestres.

Se evidencia que los primeros habitantes humanos norteamericanos conocieron al caballo en la época del Plioceno y existe la teoría que parte de su extinción fue a causa de la cacería y no solo el cambio climático de ese tiempo. En Eurasia el caballo fue conocido por los seres humanos, hace 30 mil años y a pesar de su cercanía e interacción, no existe evidencia de intentos de domesticación del caballo en el Paleolítico, hace 11 mil años, sino hasta 5 o 4 mil años en el centro de Asia. Aunque esto es cuestionable, debido a que distintas investigaciones basadas en la biología molecular y características morfológicas; los caballos actuales descienden de varias líneas diferentes, lo que sugiere que la domesticación de los équidos sucedió en diferentes ocasiones y lugares del viejo mundo (García, 2020).

Para 1492, Cristóbal Colón en su segundo viaje al continente americano lleva consigo mismo, 16 caballos (Ariata, 2010), los cuales serían la base para esparcir por toda América el caballo moderno al nuevo mundo. Durante la época de conquista el caballo reflejaba el estatus social más alto; hasta los finales del siglo XVIII y XIX se logró que cualquier persona, podría adquirir ejemplares sin restricción oficial alguna, siendo uno de los principales factores para que la población equina se expandiera por todo el país, además de ser utilizado como medio de transporte y de combate, nacen las primeras actividades charras que servían para establecer control sobre el ganado, con el paso del tiempo y en la actualidad, el caballo ha sido vinculado al servicio del hombre (Duran, 2019).

2. Comportamiento alimentario del caballo.

El caballo es un herbívoro, posee un estómago pequeño en comparación con su cuerpo y está diseñado para una ingesta continua de alimentos ricos en fibra (forraje), de manera natural, los caballos pastan alrededor de 10 a 15 horas al día, en diferentes periodos. Esta especie es altamente selectiva, prefiere alimentos con sabores dulces, forrajes tiernos (Hawkes *et al.*, 1985), además, gracias a su olfato, el caballo evita pastar en áreas que han sido contaminadas.

Los caballos prefieren comer del piso que, en comederos a la altura de su pecho, debido a que es una estrategia anti-depredadora, ya que al tener la cabeza cerca del piso, puede ver en todas direcciones entre sus patas (Orihuela, 2004). Se mantienen constantemente activos, recorriendo grandes distancias para consumir diferentes tipos de plantas y lograr cubrir sus requerimientos diarios.

Los caballos poseen dientes con coronas altas, que erupcionan de manera constante, están diseñados para soportar alimentos abrasivos, a pesar de ello los caballos prefieren consumir plantas tiernas y solamente la fracción superior de esta, los caballos utilizan los labios para sujetar las plantas y posteriormente retraen la cabeza arrancando las plantas desde la raíz y con los incisivos cortan la fracción de planta seleccionada, de manera natural, el consumo de tierra, raíces, ramas e incluso cortezas de árboles es común en épocas de sequía debido a la deficiencia de nutrientes, en el caso de los caballos estabulados, este comportamiento es continuo debido a que su alimentación es monótona.

En el caso de los potrillos, la yegua se coloca en una posición que le permite a la cría encontrar fácilmente el pezón de la ubre, durante las primeras semanas de vida los potrillos maman en promedio cuatro a siete veces por hora, reduciendo la frecuencia con el paso del tiempo (Carson y Wood, 1983; Crowell, 1985), el destete y separación de la madre, cuando lo realiza el hombre es muy estresante para los potrillos, el cual puede ocasionar problemas fisiológicos como la susceptibilidad de patologías (Kilby, 1981; Malinowski *et al.*, 1990; Hoffman *et al.*, 1995) y disminución de la tasa de crecimiento (Apter y Householderf, 1996). El consumo de alimentos se puede ver modificado por varias razones, y con ello la presencia de diversas

alteraciones de comportamiento y que comprometen la salud del equino, por ejemplo, la ingesta de madera y aerofagia, se presentan en caballos confinados, dietas pobres en fibra, y ricas en grano o alimentos muy palatables (Gillham, 1994), por lo tanto, es recomendable brindar al caballo dietas basadas en forraje, ser alimentados por lo menos 3 veces al día.

3. Anatomía digestiva del equino.

El aparato digestivo comprende los órganos encargados de la recepción, reducción mecánica, digestión química y absorción de los alimentos, así como la eliminación de residuos no absorbidos (Dyce *et al.*, 2012). Las partes del tubo digestivo en orden anatomofuncional son cavidad bucal, faringe, esófago, estómago, intestino delgado e intestino grueso, ano y ciertas glándulas accesorias (Dyce *et al.*, 2012).

3.1 Cavidad bucal.

Mejor conocida como boca, tiene funciones de prehensión, masticación e insalivación de los alimentos. La cavidad bucal lo conforman labios móviles y sensibles para la prehensión de los alimentos; mejillas o carrillos espaciosas. Un paladar duro con rugosidades prominentes y epitelio queratinizado; el paladar blando se continúa caudalmente con el paladar duro, es notablemente largo, y cuelga rostral a la epiglotis, creando un sello hermético al aire el cuál cierra la bucofaringe, asegurando así que la respiración sea solo por la nariz, impidiendo la regurgitación (Dyce *et al.*, 2012).

La lengua ocupa la mayor parte de la cavidad bucal, se extiende dentro de la bucofaringe, posee raíz fija, cuerpo y ápice libre, es un órgano compuesto de músculos para manipular la comida dentro de la boca, la mucosa es dura y está bien adherida en lugares donde hay contacto repetitivo con alimentos abrasivos, la superficie de la lengua está cubierta por papilas gustativas (foliadas, fungiformes, circunvaladas) y papilas mecánicas (filiformes y cónicas) (Dyce *et al.*, 2012). En la cavidad bucal desemboca los ductos de las glándulas salivales parótida, mandibular y sublingual.

3.2 El aparato masticatorio.

Lo comprenden los dientes, encías, articulaciones temporomandibular y sinfisial de las mandíbulas y los músculos masticatorios (König *et al.*, 2008; Dyce *et al.*, 2012). Los dientes están compuestos por la corona, cuello y raíz, de los cuales los primeros dos componentes están expuestos, las piezas dentarias están compuestas por incisivos, caninos, molares y premolares. Los caballos poseen dientes de coronas altas (König *et al.*, 2008; Dyce *et al.*, 2012), pero existe discusión de que los caninos no tienen erupción continua, evidenciado en caballos geriatras que poseen largas coronas de reserva (Dixon y Toit, 2011) pero Caldwell (2006) afirma según su

experiencia, que los dientes caninos si continúan su erupción en un pequeño grado en caballos jóvenes o de mediana edad. Mientras tanto los incisivos, premolares y molares si poseen coronas altas y erupcionan de manera continua.

Los músculos masticatorios están muy desarrollados, y están conformados por el músculo masetero, el músculo temporal, los músculos pterigoideo medial y lateral, el digástrico y el occipito-mandibular. Un grueso disco intraarticular se interpone entre las caras externas y bastante planas del cóndilo mandibular y del tubérculo articular del hueso temporal. Los movimientos de bisagra ocurren a nivel ventral, los movimientos laterales y ligeramente protrusivos se presentan a nivel dorsal, en donde la cavidad de la articulación es más amplia, toda la articulación esta sostenida por un ligamento lateral fibroso y otro caudal elástico (Dyce *et al.*, 2012).

3.3 La faringe.

Está ubicada totalmente ventral a la cavidad craneana, a la que se adosa directamente al tercio rostral de su techo. El resto del techo y las paredes laterales están envueltos por dos divertículos de la mucosa faríngea que se conforman por una hendidura de las tubas auditivas mejor conocidas como bolsas guturales (Dyce *et al.*, 2012).

3.4 El esófago.

Se inicia dorsal a la tráquea, pero se desplaza hacia la izquierda en la porción tercio medio del cuello, deslizándose caudalmente hacia una posición mediana, aunque a menudo es ventral a la tráquea, justo antes de entrar al tórax (Dyce *et al.*, 2012).

3.5 El estómago.

Es pequeño en relación con el tamaño del equino, su capacidad es de 5 a 15 litros, en caballos de talla mediana; se encuentra localizado dentro de la mitad izquierda del abdomen. Un borde plegado mejor conocido como *marcus plicatus*, divide el interior del estómago en una zona no glandular similar a la mucosa del esófago, y una zona glandular blanda, consta de las porciones glandulares cardiaca, gástrica propia y pilórica. El esfínter cardiaco (cardias) está bien desarrollado, junto con la entrada oblicua de esófago (König *et al.*, 2008; Dyce *et al.*, 2012).

3.6 El intestino delgado.

Puede medir 25 metros en caballos de talla mediana, el duodeno es relativamente corto, en su primer tercio desembocan el ducto biliar y los ductos pancreáticos, el duodeno se continua como yeyuno; el íleon es muy corto, se distingue debido a que su pared es muy gruesa y de consistencia firme, se conecta al ciego (Dyce *et al.*, 2012).

3.7 Ciego.

Se caracteriza por su gran tamaño y su forma saculada, estas son resultado del acortamiento de las tenías (König *et al.*, 2008; Dyce *et al.*, 2012). En el caballo, el ciego es relativamente grande con una capacidad de 30 litros en caballos de talla mediana, ocupando la totalidad del flanco derecho, consta de base, cuerpo y vértice (König *et al.*, 2008). La transición del ciego hacia el colon ascendente constituye el orificio cecocólico.

3.8 El colon.

En el caballo el colon se subdivide en colon ascendente y descendente, el primero tiene una forma de doble herradura, también es denominado ``colon mayor`` mientras que el colon descendente recibe el nombre de ``colon menor``. La primera parte del colon ascendente comienza en el orificio cecocólico y discurre como colon ventral derecho, flexura esternal, colon ventral izquierdo, flexura pélvica, colon dorsal izquierdo, flexura diafragmática y colon dorsal derecho (König *et al.*, 2008).

3.9 Recto y ano.

El recto sigue su curso con la continuación del colon descendente desde craneal a la entrada de la cavidad pélvica, la parte terminal del recto carece de saculaciones y forma una amplia expansión en forma de botella, formando así la ampolla rectal, antes de unirse al canal anal; este último se encuentra cerrado por la aposición e interdigitación de los pliegues longitudinales de la mucosa y por la contracción de esfínteres anales interno y externo (Dyce *et al.*, 2012).

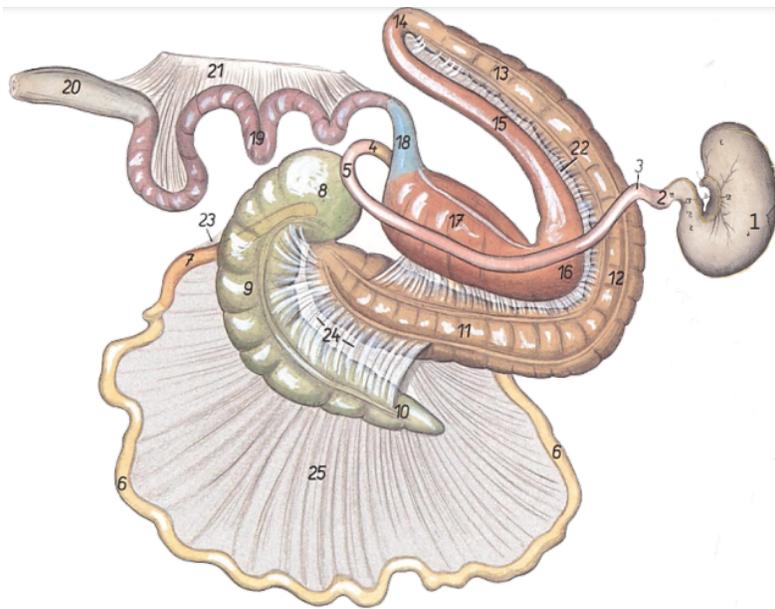


Imagen 1. Anatomía del aparato digestivo del equino (Popesko 1998).

1. Estómago
2. Asa sigmoidea.
3. Flexura duodenal craneal.
4. Flexura duodenoyuyenal.
5. Duodeno
6. Yeyuno
7. Íleon.
8. Base del ciego.
9. Cuerpo del ciego.
10. vértice del ciego.
11. Colon ventral derecho.
12. Flexura esternal.
13. Colon ventral izquierdo.
14. Flexura pélvica.
15. Colon dorsal izquierdo.
16. Flexura diafragmática.
17. Colon dorsal derecho.
18. Colon transverso.
19. Colon menor.
20. Recto.
21. Mesocolon descendente.
22. Mesocolon ascendente.
23. Pliegue ileocecal.
24. Pliegue cecocólico.
25. Mesoyeyuno.

Imagen 1. Anatomía del TGI del equino.

3.10 Hígado.

Es muy variable en forma y tamaño, pesa en promedio 5 kg en caballos de talla mediana, está situado en la porción más craneal del abdomen directamente con el diafragma, dos tercios se ubican a la derecha del plano mediano. La cara parietal del hígado está unida al diafragma por ligamentos, la cara visceral se ubica contra el estómago, duodeno, flexura diafragmática dorsal del colon y base del ciego. El borde dorsal es fijo, se extiende entre los ligamentos triangulares derecho e izquierdo. La nomenclatura actual reconoce los lóbulos izquierdo, cuadrado, derecho y caudado. (Dyce *et al.*, 2012). Además, hay que considerar que el caballo carece de vesícula biliar.

3.11 El páncreas.

Se sitúa en mayor parte hacia la derecha, y esta presionado contra el techo abdominal y órganos sub-lumbares (Dyce *et al.*, 2012). El páncreas del caballo posee un conducto pancreático relativamente grande, este desemboca, junto con el colédoco en la papila mayor del duodeno en la porción inicial de este órgano; también posee un conducto pancreático accesorio pequeño, que desemboca en la papila menor del duodeno, que esta opuesta a la papila mayor. Es una de las glándulas accesorias del tubo digestivo, posee funciones endocrinas, mediante la

liberación de hormonas como la insulina y glucagón que ayudan a la metabolización de los carbohidratos y la regulación de glucosa en sangre (König *et al.*, 2008).

4. Fisiología digestiva del equino.

Los équidos se caracterizan por ser herbívoros, pacedores, es decir, prefieren fracciones vegetales que requieren fuerzas de masticación menores, son recolectores, seleccionan diferentes plantas para cubrir sus requerimientos y es un fermentador de fibra.

4.1 Inervación del tracto gastrointestinal.

Todas las funciones del aparato digestivo están constantemente controladas y modificadas por el sistema nervioso entérico (SNE), que actúa sobre la entrada moduladora del sistema nervioso central a través del nervio vago (parasimpático); junto con la acetilcolina, quien desempeña un papel predominante en la comunicación intraneural. La mayor parte de la entrada simpática procede directamente de los ganglios simpáticos y está mediada en la unión neuromuscular por la norepinefrina. La acetilcolina (ACh) promueve el peristaltismo, siendo modulado por una pequeña fracción del sistema nervioso simpático (SNS), a través de su mediador que es la norepinefrina, que actúa en los receptores alfa 1 (Scheibner *et al.*, 2002), todos estos son un componente del sistema nervioso autónomo (SNA).

Anatómicamente el SNE consta de dos plexos ganglionares, el plexo submucoso (o de Meissner) y plexo mientérico (o de Auerbach); esos se comunican entre sí a través de interneuronas y con el SNC (sistema nervioso central) mediante los nervios vago, pélvico y esplácnico (Klein, 2014). El plexo Meissner está localizado debajo de la capa de la submucosa y entre la capa interna de la capa muscular circular del intestino delgado y colon, su función principal es la absorción a nivel de la mucosa y de los vasos sanguíneos de acuerdo con la estimulación producida por los nutrientes (Romero *et al.*, 2012). El plexo de Auerbach se sitúa en la capa muscular interna circular y la externa longitudinal a lo largo de todo el tubo digestivo, su función principal es la coordinación de la actividad de las capas musculares, el SNE lo conforman diferentes tipos de neuronas: Neuronas aferentes intrínsecas primarias (NAIP): son colinérgicas y no son sensoriales, pero responden a estímulos mecánicos y químicos, que regulan las funciones fisiológicas del tubo digestivo, transmitiendo la información a otras neuronas; se encuentran en ambos plexos

nerviosos (Navarro, 2002; Mazzone *et al.*, 2007). Neuronas motoras: Estas inervan las capas musculares del tubo digestivo, vasos sanguíneos y las glándulas. Los cuerpos celulares se encuentran en los ganglios mientéricos, estimulan la contracción muscular pueden expresar, además de ACh, la sustancia P (SP) o el péptido motilina en la unión neuromuscular. Las neuronas del SNE que inhiben la contracción pueden expresar diversos neurotransmisores, como el óxido nítrico (ON), el péptido intestinal vasoactivo (PIV) o el trifosfato de adenosina (ATP), el ácido gamma-aminobutírico (GABA) y monóxido de carbono (Navarro, 2002; Mazzone *et al.*, 2007); los primeros tres neurotransmisores, junto con la SP, constituyen el componente no adrenérgico y no colinérgico del SNE (Goyal y Hirano 1996; Kunze y Furness, 1999; Burnstock, 2009). Hay un subgrupo de estas neuronas encargadas de regular la secreción de agua y electrolitos (neuronas secretomotoras) y del flujo sanguíneo conocidas como vasomotoras (Navarro, 2002; Mazzone *et al.*, 2007).

Las Interneuronas: Son las encargadas de integrar la información generada por las NAIP y de enviar la información a las neuronas motoras, se clasifican en ascendentes principalmente colinérgicas, se proyectan a otras neuronas mientéricas. Las descendentes tienen mayor complejidad neuroquímica; también inervan el plexo submucoso (Navarro, 2002; Mazzone *et al.*, 2007). Las Neuronas intestinofugas: Sus cuerpos celulares se hallan en el plexo mientérico; envían prolongaciones fuera del tubo digestivo y forma sinapsis con los ganglios mesentérico superior e inferior y con el ganglio celiaco, formando el ganglio prevertebral. Conducen señales eferentes y funcionan como mecanorreceptores que detectan cambios en el volumen intestinal. Algunas de estas neuronas transmiten señales directamente al ganglio prevertebral sin sinapsis intermedias (Navarro, 2002; Mazzone *et al.*, 2007). Las células intersticiales de Cajal funcionan como marcapasos y como reguladoras de la actividad eléctrica, ya que causan despolarizaciones regulares que se conocen como ondas lentas; éstas son transmitidas de forma pasiva al músculo liso, la actividad de estas células está dada por las neuronas motoras (Navarro, 2002; Mazzone *et al.*, 2007; Klein, 2014).

La transmisión sináptica, la señalización paracrina y la señalización hormonal son formas de transferencia de información química dentro del SNE. Varios receptores de la mucosa del intestino grueso que controlan constantemente las características fisicoquímicas de la digestión evocan respuestas estimulantes o inhibitorias a través de las neuronas aferentes intrínsecas del SNE; los mediadores que predominan en el equino son los subtipos derivados de la serotonina (5-TH) y el CGRP (Cooke, 1986; Holzer *et al.*, 2001; Lundgren 2004, Braun *et al.*, 2007; Schemann y Mazzuoli, 2010).

4.2 Boca y faringe.

Los equinos adultos pueden secretar de 35 a 40 litros de saliva por día con un pH de 8.6-9.1, posee mayor cantidad de calcio y cloruro, en menor cantidad bicarbonato y sodio. Su secreción esta estimulada por la ingesta y masticación de alimentos, posee bajas concentraciones de enzimas digestivas por lo tanto su única función son lubricación del bolo alimenticio, amortiguación de pH, el cual actúa como el primer protector de la mucosa gástrica y promueve la actividad bacteriana fermentativa intragástrica (Varloud, 2006).

4.3 El estómago.

El estómago representa el 8% del tracto gastrointestinal del equino, la mitad proximal del estómago está revestida por un epitelio escamoso estratificado modificado similar al del esófago, y no contiene glándulas secretoras (König *et al.*, 2008).

4.3.1 Secreciones.

La porción glandular está delimitada por el marco plicatus; la mucosa glandular está dividida en tres regiones, la región cardiaca, libera una pequeña porción de productos, la región fúndica compuesta por células parietales que secretan ácido clorhídrico, células zimógenas que secretan pepsina y lipasa, y células que secretan histamina en respuesta a la gastrina y a la estimulación vagal mientras que la región pilórica es el sitio de las células G que sintetizan la gastrina. Las células D, sintetizan somatostatina, se encuentran tanto en la mucosa fúndica como en la pilórica (Hersey y Sachs, 1995; Vuyyuru *et al.*, 1995; Modlin y Tang, 1996; Schubert y Peura 2008). La secreción de ácido clorhídrico en los caballos es estimulada por la ACh

(Campbell-Thompson, 1994), la histamina (Kitchen et al., 1998) y la gastrina (Campbell-Thompson, 1994) e inhibida por la somatostatina.

Las dos enzimas digestivas más importantes secretadas por el estómago equino son la pepsina y la lipasa, (Gonchar et al., 1984, Khittoo et al., 1991, Sayegh et al., 1999). Por último, todas las regiones de la mucosa gástrica glandular secretan moco y bicarbonato, que permanecen cerca de las respectivas superficies de la mucosa y son un componente muy importante en la protección de estas superficies de la destrucción por el ácido gástrico (Holzer, 1998; Flemström e Isenberg, 2001).

4.3.2 Protectores de la mucosa gástrica.

El pH del medio adyacente a la superficie de la mucosa glandular es biológicamente neutro; Peretich 2009, ha descrito un aumento de la expresión del ARNm de la adenosin-trifosfatasa de sodio y potasio (NAKA) en la mucosa no glandular que ha sido expuesta al ácido clorhídrico (HCL) y ácidos grasos volátiles (AGV). La NAKA ayuda al mantenimiento de la homeostasis intracelular del Na-k y, por tanto, podría desempeñar un papel importante en la protección de la mucosa no glandular.

Uno de los inductores más importantes del mecanismo dirigido a proteger la mucosa glandular es la prostaglandina E2, existen otros mediadores de protección, como el péptido relacionado con el gen de la calcitonina y el óxido nítrico sintasa constitutiva, que aumentan el flujo sanguíneo de la mucosa para mejorar la secreción de moco y bicarbonato (Holzer, 1998; Peskar, 2001a). Otro efecto protector de la mucosa de la PGE2 es la inhibición directa de la secreción de ácido por parte de la célula parietal (Peskar y Maricic, 1998; Peskar, 2001b).

4.3.3 Motilidad y vaciado gástrico.

La contracción muscular lisa está regida por actividad mioeléctrica local y el control neutro a través del vago. La frecuencia máxima que puede contraer el estómago es de alrededor de 3/min en el caballo (Kelly et al., 1969; Ruckebusch y Bueno, 1976; Malbert y Ruckebusch, 1989; Merritt et al., 1989; Minami y McCallum, 1984). El contenido más grueso se expulsa principalmente mediante contracciones peristálticas que se inician a nivel fúndico medio y se mueven a través de la región pilórica con velocidad y fuerza crecientes para forzar el contenido hacia el duodeno

superior. Los contenidos más finos y líquidos se acumulan en la región pilórica y son forzados a entrar en el duodeno superior por una combinación de aumento del tono gástrico proximal y sístole antral (Hinder y Kelly, 1977; Camilleri et al., 1985; Treacy et al., 1990; Tack 2000; Kwiatek et al., 2009). En general, los líquidos ingeridos se vacían significativamente más rápido que los sólidos; el tiempo medio de vaciado de una comida líquida en los caballos es de ± 30 minutos, y el de una comida sólida de ± 90 minutos (Ringger et al., 1996; Lohmann et al., 2000; Sutton et al., 2003).

4.4 Intestino delgado.

El intestino delgado está revestido por microvellosidades, en el tercio superior de cada vello, se producen las enzimas hidrolíticas, llevando a cabo la digestión química de los carbohidratos, proteínas y ácidos grasos (Cunningham y Klein, 2009), provenientes de granos y cereales.

4.4.1 Secreción.

Los enterocitos son permeables al agua y a muchas sustancias de bajo peso molecular (por ejemplo, la biotina y ácido ascórbico) (Madara y Treir 1994). Gracias a las enzimas segregadas, se lleva a cabo la hidrólisis de los carbohidratos no estructurales y proteínas; aunque el propio intestino libera enzimas, el principal productor es el páncreas.

4.4.2 Absorción.

Los diferentes productos finales de la digestión de los carbohidratos, las grasas y las proteínas que se absorben en el intestino delgado satisfacen algunas de las necesidades energéticas y nitrogenadas basales del caballo, pero no todas (Argenzio y Hintz, 1972; Roberts, 1975). En los caballos alimentados con forraje, el principal lugar de absorción de la glucosa es el intestino proximal (Dyer et al., 2002).

La absorción de otros productos como el nitrógeno, calcio (Stadermann et al., 1992), fósforo inorgánico y magnesio (Kapusniak et al., 1988, NRC 2007), es pre-cecal, principalmente en yeyuno e íleon. Se ha sugerido que la urea se absorbe por sí misma en el intestino delgado y se elimina en gran medida a través de la orina, por lo que no llega a la microbiota del intestino grueso en cantidades suficientes para

incorporarse a las proteínas y ser utilizada posteriormente por el animal (Hintz et al., 1971; Glade, 1983; Gibbs et al., 1988).

4.4.3 Microbiota intestinal.

Es importante aclarar que el microbiota del intestino delgado está conformado principalmente por bacterias celulolíticas, los lactobacilos, los estreptococos y los bacilos utilizadores de lactato; están implicados en la descomposición del almidón, así como de otros carbohidratos altamente fermentables (Mackie y Wilkins, 1988), realmente la población de bacterias amilolíticas deberían ser mínimas, pero estas incrementan en base a las cantidades de granos y/o cereales que se le brindan a los equinos. En caballos salvajes, la presencia de esta microbiota del intestino delgado no tiene relevancia, debido a que su alimentación se basa en forrajes.

4.5 Intestino grueso.

Los équidos pertenecen a un grupo de herbívoros denominados "fermentadores del intestino posterior". La digestión de la celulosa y de otros materiales fibrosos vegetales es esencial en la nutrición del caballo, las bacterias degradadoras de la fibra desempeñan un papel importante (Kern et al., 1973; Julliard et al., 2001; Medina et al., 2002). Las concentraciones de bacterias glucolíticas y amilolíticas varían, así como las de estreptococos, lactobacilos y enterococos (Nicpon, 2000).

4.5.1 Motilidad del ciego y colon.

La ingesta después de que han permanecido en el estómago e intestino delgado, llega al ciego, la motilidad cecal realiza un mezclado, manteniendo así una mezcla homogénea, las contracciones musculares cecales se llevan a cabo cada 3 o 4 minutos, obligando al material pase a través del orificio cecocólico hacia el colon ventral derecho y posteriormente este pasará hacia el colon ventral izquierdo, en ambos existe un patrón de motilidad llamado segmentación austral que actúa mezclando, ayudando a que se realice la fermentación y la exposición de AGV, para que sean absorbidos, también se lleva a cabo la motilidad peristáltica de propulsión y retropropulsión, que tienen como finalidad, la retención de la materia para que se produzca la digestión microbiana y evita la eliminación de estos. En el caso del colon dorsal, se crea una resistencia al flujo de la ingesta, llevando así otro ciclo de digestión fermentativa (Cunningham y Klein, 2009).

4.5.2 Actividad microbiana.

La actividad fibrolítica se lleva a cabo mediante enzimas excretadas por las bacterias y los hongos adheridos a las partículas y, en menor medida, por las bacterias libres. Los azúcares monoméricos producidos se hidrolizan en las células bacterianas, y conducen a la formación de piruvato y, posteriormente, a los demás AGV y gases (Stewart y Bryant, 1988). Cuando los caballos reciben raciones altas de concentrado, aumenta la producción de lactato, disminuye el pH del intestino y disminuye la concentración y la actividad de los microorganismos que degradan la fibra (Julliant et al., 2001; Milinovich et al., 2008); el ácido láctico puede entrar en la célula, lo que provoca una acidificación intracelular, afectando la expresión de los genes que controlan la apoptosis de las células epiteliales del colon, afectando así a la homeostasis (Shirazi, 2008) del tejido colónico, modificando la absorción de sal, agua y nutrientes. La actividad lipolítica se atribuye a los protozoos y a las bacterias, y se ha demostrado que los protozoos ciliados contribuyen activamente a la hidrólisis de los triglicéridos (Bonhomme-Florentin, 1976). Con respecto a la digestión aparente de nitrógeno en todo el tracto, el 40-70% parece ocurrir en los compartimentos post-ileales (Reitnour y Salsbury, 1972; Gibbs et al., 1988), pocas bacterias pueden utilizar la urea, es por ello que, los caballos a diferencia de los rumiantes, no se les proporciona urea, debido a que no puede ser utilizada como fuente de alimentación de nitrógeno no proteico (Baruc et al., 1983); junto con los AGV se produce la absorción de sodio, cloruro y agua desde el lumen a la sangre.

4.5.3 Absorción.

En el transcurso de la digestión, la producción de AGV inicia rápidamente y continua hasta el colon mayor, durante este tiempo existe una gran cantidad de agua en las mucosas cecales y cólicas, la cual contiene grandes cantidades de sodio, bicarbonato e iones de cloro, procedentes de la mucosa colónica, creando un efecto buffer en el intestino, el movimiento de agua hacia la luz intestinal es favorecido por la mucosa intestinal, la absorción de estos últimos junto con el sodio provoca la absorción de agua por osmosis (Cunningham y Klein, 2009). La función del colon menor es recuperar el agua, los electrolitos y los AGV que no se han absorbido en el colon mayor.

4.6 Páncreas.

El pH del jugo pancreático equino es alcalino (pH 8.0) debido a su contenido de bicarbonato y es una fuente importante de amortiguación contra el ácido gástrico que entra en el duodeno (Alexander y Hickson, 1970; Kitchen et al., 2000). Las enzimas actúan sobre el borde de cepillo de las vellosidades intestinales, hidrolizando los carbohidratos no estructurales y las proteínas de la dieta, así como junto con las sales biliares, las grasas de la dieta. La α -amilasa pancreática normalmente es baja, pero aumenta respuesta al aumento de la ingesta de carbohidratos en la dieta (Tester et al., 2004). La lipasa desempeña un papel esencial en la solubilización de los productos de la lipólisis.

4.7. Hígado.

Todos los nutrientes que han sido absorbidos por el intestino delgado llegan al hígado a través de la sangre, por medio de la circulación hepático-portal, el hígado tiene como función modificar la composición de los nutrientes antes de ser distribuida a otros tejidos (Cunningham y Klein, 2009). La glucosa es transformada en glucógeno, el cual es la única manera directa de almacenar glucosa en el organismo; las proteínas serán transformadas en aminoácidos y su almacén se dará en el músculo-esquelético, los ácidos grasos se almacenarán en el tejido adiposo, en forma de triglicéridos y son una forma ideal de almacenamiento de energía para los animales.

5. Requerimientos nutricionales de los equinos en mantenimiento.

Han sido numerosos los estudios que se han realizado, para calcular los requerimientos energéticos de mantenimiento, de acuerdo con el NRC (2007), todos los animales que poseen un estado fisiológico de mantenimiento son aquellos que no se encuentran en estado de gestación, lactancia, crecimiento o que realizan algún trabajo.

Los caballos tienen necesidades nutritivas que corresponden a sus gastos fisiológicos, las necesidades de conservación están vinculadas a los gastos de la vida de los animales en las condiciones normales de cría, sin variación de peso, aunque sus necesidades aumentan con el peso del animal (Rosset, 1990).

La cantidad de energía alimentaria necesaria para evitar un cambio en la energía total contenida en el cuerpo de estos animales puede considerarse como requerimiento de mantenimiento (NRC, 2007), para realizar el cálculo del requerimiento energético en animales en mantenimiento, se utilizan variables métodos, incluidos la calorimetría indirecta, pruebas del balance metabólico o ensayos sencillos de alimentación (NRC, 2007).

5.1 Energía.

Son diversos los estudios que se han realizado para calcular la cantidad de energía digestible de mantenimiento para los equinos, existe una variación debido a que existen diversos factores fisiológicos y ambientales que influyen en la alimentación diaria del equino; siendo así 30.3 kcal de energía digestible (ED)/kg de peso vivo (PV); esto representa la necesidad mínima media de los caballos en régimen de mantenimiento. Este requerimiento mínimo promedio de mantenimiento puede ser apropiado para los caballos que tienen un estilo de vida muy sedentario, ya sea debido al confinamiento, un temperamento dócil y no reactivo. Los caballos de este grupo pueden ser animales de edad avanzada que viven en establos o corrales pequeños con un número limitado de salidas, o caballos que realizan una actividad voluntaria limitada incluso cuando se mantienen en potreros o pastos más grandes (NRC, 2007). En el caso de caballos con actividad voluntaria media se refiere a 33,3 kcal ED/kg PV (16,7 Mcal/500 kg PV/d) representa las necesidades de los caballos adultos con temperamento alerta y una actividad voluntaria moderada. Los caballos

de este grupo probablemente salgan durante varias horas al día, pero podrían incluir caballos estabulados que estén activos en sus establos, en este grupo podrían ser las yeguas de cría en pastoreo y algunos caballos de rendimiento que están descansando.

Una tercera estimación de la ED_m se derivó de los caballos adultos con temperamentos nerviosos o altos niveles de actividad voluntaria, se puede incluir sementales o caballos adultos jóvenes que son notablemente activos en sus establos o durante los periodos de descanso. Se estimó un requisito de mantenimiento diario elevado de 36.3 Mcal ED/kg de peso corporal.

Tabla 1. Niveles propuestos de ingesta de energía digestible (ED, kcal/kg PV) para el mantenimiento de caballos adultos, (NRC, 2007).				
PV (Kg)	Mínimo (30.3 Kcal/Kg PV)	Media (33.3 Kcal/Kg PV)	Elevado (36.3 Kcal/Kg PV)	NRC (1989)
200	6.1	6.7	7.3	7.4
400	12.1	13.3	14.5	13.3
500	15.2	16.7	18.2	16.4
600	18.2	20	21.8	19.4
800	24.2	26.6	29	22.9

La energía puede modificarse en diferentes etapas fisiológicas del equino, como se muestra en la siguiente tabla 2.

Tabla 2. Niveles propuestos de ingesta de energía digerible (ED) en caballos en sus diferentes etapas fisiológicas.

Estado fisiológico	NRC, 1989	Observación
Crecimiento	ED (Mcal/d) = $(1.4+0.03 \times P.V) + (4.81+1.17X-0.023X^2) \times GMKg$	X: edad (meses). P.V: peso vivo (Kg). En caballos con un P.V adulto de 200 Kg se estima un requerimiento de 37 Kcal/ Kg P.V. En caballos con P.V adulto de 500 Kg se estima un requerimiento de 32.8 Kcal/ Kg P.V. GM: ganancia promedio de peso en Kg.
Sementales	36.3 Kcal/ Kg P.V es el requerimiento de sementales en reposo.	Aumenta un 20% su requerimiento de mantenimiento en sementales activos
Gestantes	36.3 Kcal/ Kg P.V es el requerimiento de mantenimiento.	La ED de mantenimiento incrementa en un 11, 13 y 20% en el 9, 10 y 11 mes de gestación.
Lactación	36.3 Kcal/ Kg P.V es el requerimiento de mantenimiento.	Ponis incrementa un 15% de ED en base a su P.V. Yeguas de 200 Kg incrementan un 12.9 Mcal/d. Yeguas de 400 Kg es de 38,31 Mcal/ d.
Trabajo ligero	ED (Mcal/d) = $(0.0333 \times P.V) 1.20$	La ED de mantenimiento incrementa en un 20%.

5.2 Proteína.

Los estudios de balance de nitrógeno en caballos y ponis adultos han concluido que son necesarios entre 400 y 800 mg de proteína cruda (PC)/ Kg de peso corporal/d para lograr el balance de nitrógeno en el caballo sedentario. El requerimiento de PC del NRC, (1989), para el mantenimiento (656 g PC/d, para un caballo de 500 Kg) asume una digestibilidad del 46% y una dieta totalmente forrajera. Cuando se evalúan las necesidades de proteínas, la ingesta de energía debe ser adecuada, si existe una deficiencia de PC se presentará una pérdida de peso, incluso cuando la ingesta de energía sea adecuada.

El NRC (1989) menciona 3 ecuaciones para el cálculo de proteína cruda, para un equino de mantenimiento en un requerimiento mínimo, moderado y elevado:

Tabla 3. Requerimiento de PC en caballos en mantenimiento.	Ecuación NRC (1989)	observación:
Mínimo.	$P.V \times 1.08 \text{ g PC/Kg P.V/d}$	P. V= peso vivo en Kg. g PC=gramos de proteína cruda d= día
Moderado.	$P.V \times 1.26 \text{ g PC/Kg P.V/d}$	
Elevado.	$P.V \times 1.44 \text{ g PC/Kg P.V/d}$	

El requerimiento de lisina para el mantenimiento se ha basado, en el contenido medio de lisina en la mayoría de las fuentes de proteína alimentadas a los caballos. Para calcular el mínimo requerimiento de lisina en una dieta de mantenimiento se utiliza la siguiente ecuación: **$P.V \times 0.36 \text{ g/Kg P.V/ d}$** , mientras que, para obtener un óptimo requerimiento de lisina, se calcula con la siguiente ecuación: **$P.V \times 0.054 \text{ g/Kg P.V/d}$** . obteniendo con estas ecuaciones un requerimiento mínimo de 19 gramos de lisina por día y un óptimo de 27 g de lisina por día para un equino de 500 Kg.

Con un requerimiento de PC de 630 g para un caballo de 500 kg, el requerimiento de lisina es de 27 g equivale al 4,3% del requerimiento de PC, por lo tanto, para calcular el requerimiento de lisina en caballos de mantenimiento, se puede calcular de la siguiente manera:

$$\text{Lisina (g/d)} = \text{PC requerida} \times 4.3\%$$

La proteína ideal (Tabla. 3) se define como una proteína que incluye la cantidad mínima de cada aminoácido esencial compatible con la máxima utilización de la proteína en su conjunto.

Tabla 4. Niveles propuestos de ingesta de proteína cruda en caballos en diferentes estados fisiológicos.

Estado fisiológico	Ecuación, NRC.	Observación
Crecimiento	$PC = (P.V \times 1.44 \text{ g PC/ Kg P.V}) ((ADG.0.20) E)/0.79$ Lisina: PC requerida x 4.3%	P.V peso vivo E: eficiencia de la proteína 50% en potros de 4-6 meses 45% de 7-8 meses 40% 9 a 10 meses 35% 11 a 12 meses 30% en > 12 meses
Sementales	Requerimiento de mantenimiento	Aumenta un 20% su requerimiento de mantenimiento en sementales activos.
Gestantes	$< 4 \text{ meses} = P.V \times 1.26 \text{ g PC/Kg P.V/d}$ Lisina: PC requerida x 4.3% $>5 \text{ meses hasta el parto: } P.V \times 1.26 \text{ g PC/Kg P.V/d (peso del feto en Kg/0.5) /0.79}$	0.5 representa factor de eficiencia 0.79 digestibilidad de la proteína.
Lactación	$PC = P.V \times 1.44 \text{ g PC/Kg P.V/d}$ Producción de leche (Kg/d) x 50 g PC/ Kg leche	Lisina= producción de leche (Kg/d) x 3.3 Esto se les adiciona a los requerimientos de mantenimiento.
Trabajo ligero	$PC = P.V \times 0.089 \text{ g CP/Kg P.V/d}$	La PC de mantenimiento incrementa en un 20%. Lisina= PC total x 4.3

5.3 Grasas y ácidos grasos.

Las grasas o aceites generalmente son utilizados en las dietas de los equinos para aumentar la densidad energética y/o sustituir los carbohidratos hidrolizables y rápidamente fermentables en forma de granos de cereales. Sin embargo, la suplementación de grasa tiene beneficios potenciales, incluyendo la mejora de la eficiencia energética (Kronfeld, 1996), la mejora de la condición corporal, la disminución de la excitabilidad (Holland et al., 1996) y las adaptaciones metabólicas que aumentan la oxidación de la grasa durante el ejercicio (Dunnet et al., 2002). Las grasas alimentarias también sirven como portadoras de vitaminas liposolubles (A, D, E y K) y suministran los ácidos grasos esenciales (AGE), que no son sintetizados por el cuerpo, aunque no se ha determinado un requisito de AGE para los caballos, todos los ácidos grasos cumplen funciones estructurales, y varios de los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) son precursores de las prostaglandinas y otros eicosanoides, que son importantes para una serie de funciones celulares.

En general, la digestibilidad de las grasas aumenta cuando se añaden grasas o aceites a los forrajes o a los cereales. Las estimaciones medias de la digestibilidad aparente de las grasas en los caballos y ponis son del 42-49% para los forrajes (Fonnesbeck *et al.*, 1967; Browman et al., 1979; Sturgeon *et al.*, 2000), del 55-76% para los cereales (Hintz and Schryver, 1989) y del 88-94% para los aceites o grasas añadidos (Kane *et al.*, 1979; McCann *et al.*, 1987).

La encapsulación de las grasas en los granos de cereales o en las semillas oleaginosas puede disminuir la disponibilidad de estas grasas para su digestión en el intestino delgado. Además, se ha demostrado que se mantiene la digestibilidad de calcio, fósforo y magnesio en caballos alimentados con grasas.

En general, la suplementación con grasa animal o vegetal en un 8% o más de la materia seca (MS) total, se ha asociado con la mitigación de los descensos asociados al ejercicio en las concentraciones de glucosa en plasma y el aumento de triglicéridos y ácidos grasos libres durante el ejercicio prolongado y de baja intensidad (Slade *et al.*, 1975; Hintz *et al.*, 1978; Hambleton *et al.*, 1980; Hintz *et al.*, 1982; Duren *et al.*, 1987). Davison et al., 1991, adiciono 5% de grasa animal en el

concentrado de yeguas cuarto de milla en gestación y lactación, teniendo como resultado una disminución en el consumo de alimento, mientras que la tasa de crecimiento de sus potros fue mayor en comparación a las yeguas que no se les suplemento grasas. El mantenimiento de concentraciones de glucosa en plasma más elevadas se ha considerado una prueba del efecto ahorrador de glucosa de la suplementación con grasas (Pagan *et al.*, 2002).

Diversos estudios sugieren que después de una suplementación con aceite, se disminuye el uso de carbohidratos y un incremento en la utilización de grasas, durante un ejercicio de baja intensidad a moderada (Dunnett *et al.*, 2002; Pagan *et al.*, 2002). Algunos nutricionistas mencionan que el periodo de adaptación metabólica ante los aceites requiere un mínimo de 10 a 12 semanas, aunque se ha observado desde las 3 a 5 semanas después de comenzar con la suplementación de aceites (Pagan *et al.*, 2002; Orme *et al.*, 1997), para una completa adaptación se requiere un periodo de 2 a 3 meses.

5.4 Macrominerales.

5.4.1 Calcio.

El Ca juega un papel muy importante en diferentes funciones del organismo como en la contracción muscular, coagulación de la sangre, regulación de enzimas. Se utiliza una eficiencia de absorción del 70% para todas las edades de los caballos los caballos jóvenes, pero parece disminuir hasta el 50% a medida que el caballo madura (Hintz, 2000), aunque su nivel de absorción se ve modificada por diversos factores, los oxalatos, fitatos, el fósforo y las mismas concentraciones de calcio disminuyen la absorción de estos minerales, así como la alteración en concentraciones de la hormona paratiroidea, esta última, en respuesta a la disminución de las concentraciones de calcio sérico ionizado, se estimula la secreción de PTH para restablecer las concentraciones normales mediante la estimulación de la resorción ósea y la reabsorción tubular renal de calcio (Bushinsky and Monk, 1998).

En cuanto a la vitamina D, Breidenbach *et al.* (1998) sugiere que esta vitamina, no es un punto clave en la homeostasis del calcio y del fosfato inorgánico, a diferencia de otras especies.

Las deficiencias de calcio tienen un gran impacto en el deterioro del esqueleto, la inadecuada ración de calcio puede resultar en el debilitamiento de los huesos y claudicaciones insidiosas por desplazamiento (Krook and Lowe, 1964). Cuando la concentración del calcio sérico es menor a 6 mg/dl se considera que el equino tiene hipocalcemia (Toribio *et al.*, 2001). Krook y Maylin (1988), proponen que la osteocondrosis está asociada a una dieta excesiva de calcio, produciendo hipercalcitoninismo; por lo tanto, la concentración máxima tolerable de calcio en la alimentación de los caballos se ha dado en un 2% de la dieta (NRC, 2005). Se ha demostrado que el calcio influye en la secreción de gastrina (Cheng *et al.*, 1999; Dufner *et al.*, 2005), lo que indica que un alto nivel de calcio en la dieta puede estar implicado en las úlceras gástricas y debe evitarse.

Diversos estudios han demostrado los requerimientos de calcio, el NRC, 1989, propone que el requerimiento de calcio para un caballo de 500 kg de P.V es de 20 g (500 Kg x 20 mg/0.5), suponiendo que su absorción tiene una eficiencia del 50%,

de calcio en la dieta (0.04 g de Ca/ Kg P.V) o bien 1.22 g Ca/ Mcal ED/ d para el mantenimiento.

5.4.2 Fósforo.

Constituye el 14 al 17 % del esqueleto (El Shorafa *et al.*, 1979), influye en diferentes transferencias de energía asociadas al ADP y ATP, para la síntesis de fosfolípidos, ácidos nucleicos y fosfoproteínas. Su absorción es de 30 a 55%, las dietas elevadas en calcio disminuyen la absorción del fósforo; mientras que el aumento del cloruro de sodio en la dieta del 1% al 5% aumentó la absorción de fósforo del 28 al 40% (Schryver *et al.*, 1987), las dietas altas en oxalatos disminuyen la retención del fósforo (Blaney *et al.*, 1981; McKenzie *et al.*, 1981)

Una dieta inadecuada de F producirá, al igual que el calcio y la vitamina D, cambios raquíuticos en los caballos en crecimiento y cambios osteomalácicos en los caballos maduros. El exceso de F reduce la tasa de absorción de Ca y conduce a una deficiencia crónica de calcio y a un hiperparatiroidismo secundario nutricional que se caracteriza por una cojera progresiva y, en casos avanzados, por el agrandamiento de los maxilares y la cresta facial.

Se estima que un equino maduro necesita 10 mg/ Kg de P.V/d de fósforo, esto relacionado con una eficiencia de absorción del 35%, el NRC 1989 estima que, para un equino maduro de 500 kg en mantenimiento, requiere 14.3 g (0.028 g/Kg P.V). En los potros, el depósito de fósforo es de 8g/Kg de P.V ganado (Schryver *et al.*, 1974), el NRC 1989 sugiere que en un caballo en desarrollo requiere 17.8 g (8g/0.45% eficiencia) por cada kilo de ganancia, además de las necesidades de mantenimiento.

5.4.3 Magnesio.

El magnesio constituye aproximadamente el 0.05% de la masa corporal, funciona como activador de enzimas, participa en la contracción muscular, su absorción es de 40-60 %, hasta un 70% en los potros, las excesivas cantidades de fósforo disminuyen la absorción de magnesio, la deficiencia de magnesio incluye nerviosismo, tremor muscular y ataxia, con el potencial de producir un colapso, hiperpnea y muerte. Meyer y Ahlswede (1977), cuando el magnesio sérico es menor

de 1,6 mg/dl, se presenta hipomagnesemia, esta induce la mineralización en la aorta (deposición focal de calcio y fósforo). Sin embargo, aunque es poco común, la tetania en caballos transportados se ha atribuido a la hipocalcemia y potencialmente a la hipomagnesemia (Merck Veterinary Manual, 2005). Diversos estudios se realizaron para evaluar la toxicidad del magnesio, teniendo como resultado la concentración máxima tolerable de 0,8% (NRC, 2005), desde el 0.3% en el NRC (1980). El requerimiento de magnesio para un equino de 500 kg con una dieta de mantenimiento es de 7.5 g de Mg/d o 15 mg/Kg de P.V

5.4.4 Potasio.

Es el principal catión intracelular, está relacionado con el mantenimiento del balance acido-base y presión osmótica, es el ion cuantitativamente más importante relacionado con la excitabilidad neuromuscular (Kronfeld, 2001). La ingesta de este mineral, supera ampliamente las necesidades debido a las altas concentraciones de potasio en la mayoría de los tipos de forraje (Coenen, 2005), además su digestibilidad es del 61-65%, puede llegar hasta el 99.8% (Reynolds et al., 1988), a pesar de ello, el riñón del equino es particularmente eficiente en la excreción de potasio extra, pero el caballo puede no ser eficiente en la conservación de potasio, por lo tanto, la excreción vía urinaria se incrementa primero, seguido de un aumento en la excreción fecal además puede ser eliminado por el sudor, logrando así el balance .

De acuerdo con el NRC (2005), la concentración máxima tolerable en los equinos es de 1%. Drepper *et al.* (1982), estima que el requerimiento de potasio por día para un equino de 600 kg con una dieta de mantenimiento requiere 22 g de potasio (0.037g/Kg de PV), el NRC (2005) considera un 50% de absorción de este mineral. Los caballos con el síndrome de parálisis periódica hipercalémica, son muy sensibles a dietas con elevadas concentraciones de potasio.

5.4.5 Sodio.

Su papel es importante en las funciones del sistema nervioso central, tiene una acción potencial en la excitabilidad de los tejidos, transporte de sustancias como la glucosa (Jhonson, 1995). Es el principal catión extracelular y el principal electrolito involucrado en la manutención del balance acido base y la regulación osmótica de

los fluidos del cuerpo. Schryver *et al.*, (1987), menciona que 75-94% del sodio ingerido es absorbido.

La deficiencia crónica de sodio provoca una disminución de la turgencia de la piel, una tendencia de los caballos a lamer objetos contaminados por el sudor, una disminución del ritmo de alimentación, una reducción de la ingesta de agua y, finalmente, el cese de la alimentación (Meyer *et al.*, 1984). En caso de deficiencia aguda de sodio, las contracciones musculares y la masticación son descoordinadas y los caballos con marcha inestable; las concentraciones séricas de sodio y cloruro disminuyen notablemente, mientras que el potasio sérico aumenta. Los requerimientos de sodio en caballos de mantenimiento son de 25g NaCl/d.

5.4.6 Cloro.

El cloro (Cl) es un importante anión extracelular que interviene en el equilibrio ácido-base y en la regulación osmótica; es importante en la formación de ácido clorhídrico. Es improbable que se produzca una deficiencia de Cl sin una deficiencia de sodio, aunque podría ocurrir si a los caballos se les administrara bicarbonato de sodio, su deficiencia esta correlacionada con alcalosis metabólica. Las elevadas concentraciones de sal en la dieta se asociaron con marcados aumentos en la ingesta de agua. Se sugiere 14 mg/Kg de P.V/d para un requerimiento mínimo total de mantenimiento (Coenen, 1999).

5.4.7 Azufre.

Se encuentra en forma de aminoácidos, vitamina B, heparina, insulina, etc. Los caballos deben satisfacer sus necesidades de azufre a partir de formas orgánicas como la cistina y la metionina, presentes en los aminoácidos de la planta. La recomendación es el 15% de azufre en una base de DM (NRC, 1989).

5.5 Microminerales.

5.5.1 Cobalto.

La microbiota del ciego y colon utiliza el cobalto de la dieta en la síntesis de la vitamina B, se sugiere como mínimo 0.1mg de cobalto/ Kg MD (materia digerible) (NRC, 2005).

5.5.2 Cobre.

Es esencial para varias enzimas dependientes, que participan en la síntesis y el mantenimiento del tejido conectivo elástico, la movilización de las reservas de hierro, la síntesis de melanina, desintoxicación de superóxidos; la osteocondrosis y osteocondritis están asociados a la deficiencia de este mineral; se sugiere 0.2 mg/ Kg de cobalto/ Kg P.V/ d.

5.5.3 Yodo.

Es necesario para la síntesis de T4 y T3, cuando es deficiente, se refleja como hipotiroidismo; se recomienda de 0.1 a 0.6 mg de yodo/Kg DM.

5.5.4 Hierro.

Está contenido en la hemoglobina, la mioglobina, los citocromos y muchas enzimas, su deficiencia se refleja como anemia microcítica, hipercrómica; es altamente toxica en animales jóvenes. Se recomienda 40mg/ Kg DM en caballos adultos.

5.5.5 Manganeso.

Es esencial en el metabolismo de lípidos y carbohidratos y para la síntesis de sulfato de osteocondroitina, para la formación de cartílago. Su deficiencia desencadena un desarrollo anormal del cartílago, se recomienda 40 mg Mn/Kg DM (Rojas et al., 1965; NRC, 1989).

5.5.6 Selenio.

Es un componente esencial del glutatión peroxidasa, que actúa en la desintoxicación del lipo e hidrógeno peróxidos, que son tóxicos para las membranas celulares (Rotruck *et al.*, 1973) se recomienda .0.1 g/Kg DM/d, su deficiencia está asociada a miopatías.

5.5.7 Zinc.

Está relacionado con más de 100 enzimas del organismo, su deficiencia está relacionado con inapetencia, retraso de crecimiento, paraqueratosis, alopecia. Se sugiere 40 mg Zn/Kg DM (NRC, 2007).

5.6 Vitaminas.

5.6.1 Vitamina A y B-carotenos.

Juegan un papel importante en la visión, ayudan a regular la diferenciación celular, la regeneración de tejidos, en el desarrollo de los embriones, se sugiere de 17 a 22 UI de vitamina A/Kg P.V en caballos de mantenimiento (NRC, 1989). Aunque el rango de administración de vitamina A oscila entre los 30 a 60 UI/ Kg P.V. en caballos que permanecen en pastoreo constante y acceden a forrajes frescos no parecen necesitar complementar su dieta independientemente de su condición fisiológica (NRC 1989; KER, 2009)

5.6.2 Vitamina D.

Existe en dos formas vitamina D2 y D3, posee un rol importante en la homeostasis del calcio, su requerimiento en caballos de mantenimiento es de 30 UI/ Kg P.V. su deficiencia realmente es nula, debido que se obtiene con la ayuda de la exposición al sol, para sintetizarla por el propio organismo.

5.6.3 Vitamina E.

Su principal función es como antioxidante, es el lípido antioxidante más importante para mantener la integridad biológica de las membranas celulares (Combs *et al.*, 1996), se sugiere como dosis mínima 5 mg de vitamina E/ Kg P.V

5.6.4 Vitamina K.

Sus funciones son diversas entre ellas metabolismo óseo, actúa como cofactor, precursor de proteínas y efectos vasculares, su deficiencia puede impedir la coagulación de la sangre, aun no se sabe el requerimiento de esta vitamina, pero, se estima la administración de 2.73 mg Filoquinona/ Kg DM (NRC, 2007).

5.6.5 Complejo B.

Tiamina (B1), está relacionada con el metabolismo de carbohidratos la síntesis de ATP y funciones de sistema nervioso, su deficiencia está asociada a la anorexia, mayor irritabilidad, bradicardia y convulsiones. El NRC, 1989, sugiere 3 mg/Kg DM.

Riboflavina (B2): es precursor de FAD y FMN, ambos están incluidos en la fase REDOX de la síntesis de ATP, funciona como antioxidante, participa en el metabolismo de lípidos. Su requerimiento en caballos en mantenimiento deberá ser menor a 2mg de B2/Kg DM (NRC,2007).

Niacina: es esencial para las coenzimas de NAD y NADP, tiene un papel importante en las reacciones REDOX, diferenciación celular movilización de calcio celular, aunque no se ha establecido el requerimiento nutricional de niacina en el caballo, se han hecho estudios con dosis de 3 mg de ácido nicotínico/Kg DM (Carrol *et al.*, 1949).

Biotina y folato: Ambas tienen funciones a nivel genético; están relacionados con la proliferación celular, en ambas vitaminas aún no se establece el requerimiento nutricional en el equino (NRC, 2007), debido a que la mayor parte de estas vitaminas se encuentran de forma natural en la mayoría de los alimentos que se les ofrecen a los caballos, sin embargo, la mayor cantidad de biotina se obtiene de la fermentación de los forrajes gracias a la actividad microbiana intestinal (KER. 2003).

5.6.6 Vitamina C.

Es un antioxidante, está relacionado con la síntesis de colágeno, carnitina y norepinefrina (Johnston, 2001). Aun no se describe su requerimiento en el equino, debido a que el hígado del caballo es altamente eficiente para producir la enzima L-gulonolactona oxidasa quien es la encargada de la conversión de glucosa en vitamina C, por lo tanto, complementar la dieta de un equino con vitamina C no tiene sentido en caballos sanos (KER, 2013).

6. Agua como nutriente esencial en el equino

La cantidad de agua de bebida varía en sentido inverso a la cantidad de agua aportada por los alimentos, para aquellos animales que su dieta consiste en forrajes frescos, el agua de bebida es un complemento. En cambio, en aquellos alimentos pobres en agua (heno, concentrados, etc) es preferible aportar grandes cantidades de agua, en base a su peso corporal, tipo de trabajo y estado fisiológico (Rosset, 1990).

La necesidad estimada de agua de mantenimiento de los caballos de 500 kg mantenidos a temperaturas termoneutrales alimentados con heno a 1,5 kg/100 kg de peso vivo oscila entre 21 y 29 L/d (NRC, 2007). Aunque las necesidades diarias de agua de mantenimiento se estiman en 50 ml/kg de peso vivo, los caballos de peso similar alimentados con dietas similares pueden beber cantidades de agua muy diferentes (Groenendyk *et al.*, 1988).

Cymbaluk (1990), menciona que el clima frío reduce la ingesta de agua entre un 6 y un 14%, en un estudio que realizó, con una temperatura -8° C- 17°C, los potros destetados bebieron 2,3 y 2,1 L de agua/ 100 kg de peso vivo, mientras que en temperaturas de 8 ° C, ingirieron 2.4 L de agua/ 100 Kg de peso vivo, en temperaturas de 20°C la ingesta fue de 5.15 L/ 100 Kg de peso vivo.

Debemos considerar que la sed se inhibe con temperaturas bajas y que a pesar de ello, las pérdidas de agua son elevadas, para mantener la termorregulación del cuerpo, se incrementa la tasa metabólica, por lo tanto homeostasis del equino se encuentra modificado, entonces, puedo decir que a menor temperatura ambiental, menor consumo de agua, pero mayor porcentaje de gasto energético y agua, dando como resultado un riesgo elevado de deshidratación, el cual puede pasar a desapercibida por el propietario, desencadenando un desbalance en el organismo del equino, produciendo el origen y/o predisposición de diversas patologías. Por lo tanto, debemos proporcionar a nuestros equinos agua a libre acceso.

Estado fisiológico	NRC, 2007.
Mantenimiento	5 a 5.5 L/100 Kg P. V
Crecimiento	En el primer mes pueden llegar a consumir hasta 4 L de agua, independientemente al porcentaje de leche consumida, e incrementa sin afectar el nivel de consumo de leche. Por lo tanto, es ideal mantener agua a libre acceso.
Gestantes	4.5 a 6.9 L/ 100 Kg P. V
Lactación	Incrementan de 1.8 a 2.5 veces más su consumo de agua que la consumida en mantenimiento.
Trabajo ligero	7. 2 -18.5 L/ 100 Kg P.V Dependiendo de las condiciones en el que se desarrolla el ejercicio

Tabla 5. Niveles propuestos de ingesta de agua en caballos.

7. Justificación.

No existe un estudio preliminar en la región turística de la Marquesa, Estado de México, para identificar el estado actual en que se encuentra la alimentación equina, siendo una actividad relevante y de vital importancia en esta zona turística. Actualmente, el caballo sigue teniendo un fuerte impacto en la vida humana, debido a su versatilidad para ejercer actividades multidisciplinarias como las deportivas y de recreo, por ejemplo, los caballos de paseo en centros turísticos.

Para que los equinos puedan desarrollar sus actividades zootécnicas es necesario cubrir con diferentes requerimientos nutricionales. Las cantidades de elementos nutritivos aportados por la ración de alimento, deben cubrir, exactamente las necesidades nutritivas de los animales en base a su estado fisiológico, pero esto no se logra por diferentes razones (Rosset, 1990), una de ellas es la facilidad que tienen los dueños para acceder a información referente a la alimentación del equino que se encuentra en páginas web (no especializadas), así como las sugerencias que ofrecen otros propietarios debido a la “experiencia” que han tenido en el transcurso de los años, los cuales no tienen respaldo profesional o científico, por lo anterior, una de las funciones como médico veterinario zootecnista es implementar de forma constante temas asociados a la alimentación y nutrición equina, que al hacerlo correctamente, tendrá un impacto en la salud del animal y puede utilizarse como una herramienta de prevención, control y tratamiento de diversas patologías.

8. Hipótesis.

Mejorar las condiciones de alimentación y nutrición de los equinos en la región turística de la Marquesa, Estado de México permitirá que desempeñen mejor su trabajo zootécnico y disminuir los problemas de salud.

9. Objetivo.

Identificar los puntos críticos de la alimentación de los equinos de la región de la Marquesa a través de la aplicación de una encuesta, para establecer una base alimenticia que permita mejorar su bienestar animal, desempeño en el trabajo y su salud.

9.1. Objetivos específicos.

- Dar a conocer los resultados del estudio a los propietarios de la región la marquesa, cuya finalidad es proporcionar información, para sensibilizarlos y darles a conocer otras alternativas para mejorar la calidad nutricional de los equinos.
- Evaluar la alimentación, la calidad y cantidad de los alimentos que conforman la dieta de los equinos de la región de la Marquesa
- Determinar alternativas (protocolos de alimentación y nutrición) para complementar y/o mejorar la calidad alimentaria de los equinos de la Marquesa.

10. Materiales.

Se llevo a cabo un censo poblacional de propietarios y un inventario de equinos, que trabajan en el centro turístico la Marquesa, obteniendo con un aproximado de 209 propietarios y 650 caballos, durante junio de 2021.

Se llevó a cabo el diseño de una encuesta (Anexo 1) y fue aplicada al 30% de la población de propietarios de manera aleatoria en la región de la Marquesa.

La encuesta está conformada por diferentes secciones, de las cuales se analizaron los siguientes datos: características socioeconómicas de los propietarios, instalaciones, cuidado y manejo del equino, criterios para la elección de un caballo de paseo, alimentación de los equinos y el análisis de la población equina; en este último se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

Ejemplares: Se realizó el registro de equinos, de los cuales se clasificaron en base a su estado fisiológico, edad y peso corporal (Kg). A los ejemplares, se les calculo la edad, peso promedio con cinta zoométrica, condición corporal de acuerdo con la escala de Henneke et al. 1983.

Alimentos: Se consideraron los alimentos principales que son proporcionados a los equinos de la región la Marquesa, los cuales se les considerará su aporte nutricional en base a tablas establecidas por el NRC (2007) y otras fuentes como INRA Y FEDNA.

Necesidades nutritivas: Se llevó a cabo una evaluación de las dietas de los equinos con una condición corporal 5-7 para identificar el tipo de alimentación que se les proporciona, esto mediante el programa electrónico "The Nutrient Requirements of Horses" (NRC, 2007).

Material de oficina:

- Papelería para levantar las encuestas.
- Laptop para realizar el vaciado en una hoja electrónica de Excel de los resultados obtenidos de las encuestas.

11. Métodos:

Diseño Experimental:

Se realizó una encuesta de manera presencial a 62 propietarios de equinos de trabajo recreativo, la encuesta está conformada por 73 preguntas (ver anexo 1) que permitieron realizar el análisis estadístico multivariante de agrupamiento (clúster) de las cuadras, de acuerdo con sus semejanzas que abarcan características de los propietarios, socioeconómicas, conformaciones de cuadras, manejo zootécnico, entre otras, además se llevó a cabo el registro de cada caballo con sus características propias como se muestra en la siguiente tabla 6. Con la finalidad de conocer la situación actual de los recursos alimenticios y analizar el estatus nutricional de los equinos.

Tabla 6. Inventario de caballos ubicados en la región de la Marquesa, Estado de México.

Ejemplar	Sexo		Edo. Fisiológico	Edad	CC	P.V Kg	Ingrediente de la dieta	Kg/ día	Temporada	Raciones

Procedimiento:

Se llevaron a cabo el registro de los siguientes datos:

1. El cálculo de edad de los ejemplares:

Se estimó la edad de los equinos en base al cambio de los dientes y su desgaste (véase anexo 2).

2. Cálculo de la condición corporal en base a la escala de Henneke (1983).

Para llevar a cabo este proceso, se retiraron monturas, camisas y cualquier otro accesorio que cubriera el cuerpo del animal; el cálculo de la condición corporal se evaluará en tercios, el primer tercio abarca la parte craneal del equino (cabeza, cuello y miembros torácicos), el segundo tercio conjugado por cavidad torácica y cavidad abdominal y el último tercio, los miembros pélvicos y cola.

En cada tercio se le calculará un puntaje del 1 al 9 de la escala Henneke, 1983 (véase anexo 3); considerando algunas características morfológicas del equino,

posteriormente se obtuvo un promedio de los tres tercios, el cual se asignó como condición corporal (CC) del equino.

2. El pesaje de los equinos.

Se realizó una estimación del peso vivo (Kg) de los equinos, con ayuda de una cinta zoométrica especial para equinos, haciendo medición de la circunferencia torácica a nivel de la cinchera.

3. Registro de los alimentos.

Se registraron el tipo y cantidad (Kg/ día) de alimentos proporcionados a cada equino, así como las raciones y las temporadas del año en que son proporcionados cada alimento, con la ayuda de una báscula digital con una capacidad máxima de 40 kg. En esta sección se realizó el pesaje de 1 a 2 pacas de avena, de forma aleatoria en diferentes cuerdas, obteniendo un pesaje promedio y con ello estimar la cantidad de forraje disponible a los equinos.

3. Base de datos.

La encuesta aplicada que contenía de inicio 73 preguntas, fueron formuladas a los 62 propietarios de equinos, de la Marquesa, finalmente se consideraron 60 variables totales, las cuales fueron utilizadas para aplicar el análisis multivariante. Las otras seis variables correspondían a preguntas particulares no asociadas al trabajo de investigación. Estas variables fueron analizadas por el método de componentes principales (Proc Princomp, SAS), que es un método estadístico de simplificación o reducción de la dimensión de variables con datos cuantitativos (Pérez, 2011).

Se llevó a cabo la edición de datos y análisis estadístico de la información. Primero se realizó la integración y edición de la base de datos en una hoja de cálculo de Excel de las unidades de producción que finalmente integraron el estudio, posteriormente se llevó a cabo el análisis de agrupamiento de las unidades de producción con ambientes semejantes (niveles ambientales), se realizó a través de la metodología proc clúster, (Weigel y Rekaya, 2000). Para el análisis de los datos se utilizó el software estadístico, The Statistical JMP 8.0 from SAS.

Además, realice un agrupamiento de la población equina de la siguiente manera.

- Equinos <200 Kg de P.V.
 - Yeguas en desarrollo (vacías) 1 a 5 años
 - Yeguas adultas (jóvenes vacías) 6 a 15 años
 - Yeguas lactantes.
 - Yeguas gestantes.
 - Machos en desarrollo 1 a 5 años.
 - Garañón > 6 a 15 años.

Caballos talla mediana a grande:

- Yeguas en desarrollo (vacías) 1 a 5 años.
- Machos en desarrollo 1 a 5 años
- Garañón > 6 a 15 años.
- Garañón de >16 años.
- Caballos castrados en desarrollo de 1 a 5 años.
- Caballos >6 a 16 años
- Caballos > 16 años.

Finalmente, con los datos obtenidos, se evaluó la calidad nutricional de la alimentación de los equinos en base a la correlación existente entre la cantidad forraje: concentrado proporcionado a los equinos, aporte nutricional de los mismos, los requerimientos nutricionales de los equinos considerando su edad, nivel de trabajo y estado fisiológico. Obteniendo así promedios de los valores registrados, y compararlos con los requerimientos nutricionales establecidos en base a su condición de corporal "The Nutrient Requirements of Horses" (NRC, 2007). Utilizando el software electrónico, del NRC, (2007).

12. Zona de Estudio.

El estudio se realizó en los meses de octubre a diciembre del 2021, en El Parque Nacional Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla conocido popularmente como “La Marquesa” ubicada en el municipio de Ocoyoacac, Estado de México.

La Marquesa abarca un total de 1,760 hectáreas, el cual se caracteriza como un lugar de esparcimiento para los turistas. El parque se encuentra a unos 2,800 m sobre el nivel del mar en sus partes más bajas y unos 3,000 m sobre el nivel del mar en sus cimas más elevadas, su clima es semifrío-subhúmedo por lo que es común que se presenten nevadas los meses de diciembre, enero y febrero. Con lluvias en verano y temperaturas extremas de 25 °C a -2 °C, durante todo el año y una media de 12 °C (cdtravel, 2022).

Se realizó un censo poblacional en los territorios pertenecientes a la comunidad de San Jerónimo Acazulco, Estado de México, el cual se estima un total de 1100 hectáreas pertenecientes a esta población, de los cuales se estima que existe un total de 209 propietarios y 649 equinos, los cuales están destinados a caballos de paseo.

13. Límite de tiempo:

Este trabajo se realizó en los periodos de junio de 2021 a noviembre de 2022, en estos meses se llevaron a cabo diversas actividades:

Fase 1: Censo poblacional de propietarios y equinos en la región La Marquesa. Junio-agosto 2021.

Fase 2: Diseño de la encuesta (piloto) y obtención de datos. Agosto-septiembre 2021.

Fase 3: edición de la primera encuesta. Octubre 2021

Fase 4: aplicación de la encuesta a 62 propietarios. Noviembre de 2021 a febrero de 2022.

Fase 5: Integración y edición de la base de datos. Marzo-junio de 2022.

Fase 6. Prueba piloto del análisis de la base de datos. Julio-agosto 2022

Fase 7. Edición y análisis de base de datos. Septiembre de 2022.

Fase 8. Análisis e interpretación de datos. Octubre-noviembre de 2022.

14. Resultados.

14.1. Analisis multivariante.

14.1.1 Componentes principales:

Los componentes principales (CP) identificados en el presente estudio fueron aquellos que se obtenga un valor igual o mayor a 1 de los autovalores (Pérez 2005). En el análisis se conformaron 20 componentes principales que explicaron el 81.2% de las diferencias entre las unidades de producción (Tabla 7).

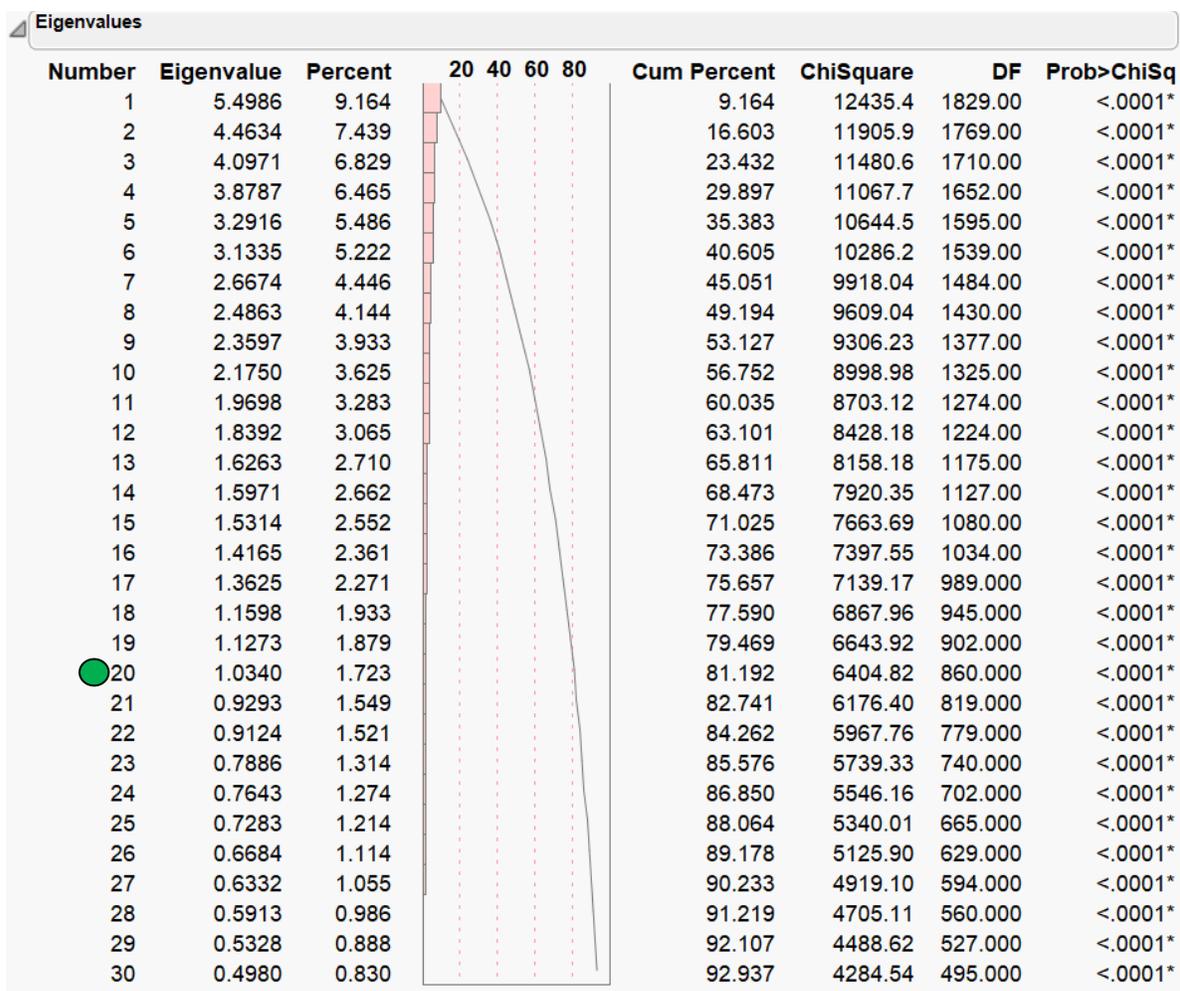


Tabla 7. Análisis de componentes principales correspondiente a las variables ambientales empleadas para el agrupamiento (clúster) de las cuadras de la región la Marquesa.

14.1.2 Análisis de clúster:

De acuerdo con el análisis de clúster (Proc clúster) aplicado a las variables anteriormente citadas, se observa el desarrollo del denograma jerárquico, que muestra claramente la conformación de 5 clúster (agrupamientos) de las unidades de producción con ambientes semejantes.

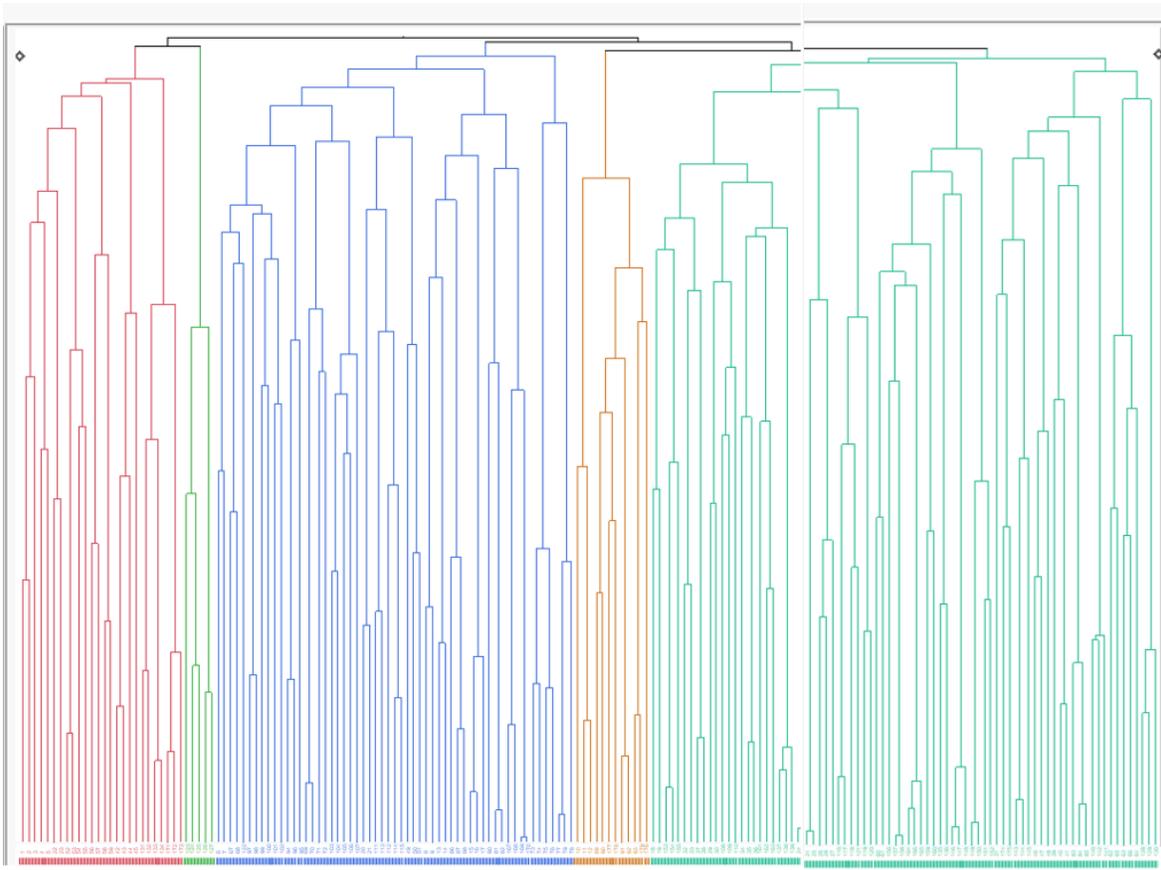


Imagen 2. conformación de los clústeres.

14.1.2.1 Conformación de clúster:

Durante el proceso de la evaluación de los datos se obtuvieron 5 clústeres:

Clúster 1: caballos de paseo como principal fuente de ingreso económico para propietarios con educación básica (secundaria).

Está conformado por 9 cuadras (14.51% de la población de los propietarios), edad promedio de los propietarios es de 47 años, predominan las personas con grado educativo básico (secundaria), se estima que en promedio llevan 27 años trabajando en la Marquesa, y el 77% de estos propietarios obtienen sus ingresos económicos de los caballos de paseo.

En cuanto a manejo zootécnico, el 33.33% de los propietarios a adquirido por lo menos una vez asesoría de médicos veterinarios, el 100% de los propietarios desparasita a sus equinos por lo menos una vez al año. El 100% de propietarios refiere que ha realizado un manejo reproductivo en su cuadra.

Referente a su población equina, su compraventa es en tianguis y mercados, la causa de la eliminación d ellos equinos es por su edad (vejez), su criterio de elección es la capa/color de los equinos (66.66%), predominan caballos y yeguas, edad promedio.

En cuanto a patologías, refieren que los principales problemas que presentan sus equinos son de tipo digestivo, respiratorio y locomotor, el 100% de los propietarios refieren la presencia de cólico por lo menos una vez al año, el cual lo relacionan con el tipo de alimentación y consumo de agua.

Alimentación: la obtención de dietas proviene de otros propietarios, la dieta de estos equinos se conforma de paca de avena (100%), concentrados comerciales (96.29%), salvado de trigo (96.29%) y alfalfa (66.66%); el 66% de los equinos pastorea (5 horas promedio) el 100% de los equinos se administra algún tipo de multivitamínico. El tipo de agua de consumo proviene de manantiales o ríos.

Clúster 2: caballos de paseo con condición corporal ideal (5-6).

Lo conforma una cuadra: el propietario posee un grado educativo básico (secundaria), se caracteriza por, adquirir asesoría médica, su criterio de lección de sus equinos es por su condición corporal, desparasita 2 veces al año a sus equinos, en cuanto a patologías refiere problemas digestivos (presencia de cólico más de 3 veces al año), asociado a cambios repentinos de alimentación y patologías de tipo locomotor, nunca realiza limado de dientes. La alimentación de sus equinos se basa en paca de avena y concentrados comerciales y se mantienen totalmente en caballeriza, utiliza sal común como mineral y sueros reconstituyentes. La conformación de su cuadra es de machos enteros y castrados, estos poseen una condición corporal uniforme (5-6).

Clúster 3: caballos de paseo como principal fuente de ingreso económico para propietarios con educación media superior y superior.

El tercer clúster lo conforman 21 cuadras (33.87%) de la población de los propietarios, edad promedio de los propietarios es de 33 años, predominan las personas con grado educativo medio superior y superior, se estima que en promedio llevan 17 años trabajando en la Marquesa, y el 95.2% de estos propietarios obtienen sus ingresos económicos de los caballos de paseo.

En cuanto a manejo zootécnico, el 90.47% de los propietarios a adquirido por lo menos una vez asesoría de médicos veterinarios, el 100% de los propietarios desparasita a sus equinos 2 a 3 veces al año.

Su población equina, su compraventa es en tianguis y mercados, la causa de la eliminación de los equinos es por sustitución a otro, su criterio de elección es el comportamiento de los equinos (80.95%), predominan caballos (36.84%) y garañones (19.29%).

En cuanto a patologías, refieren que los principales problemas que presentan sus equinos son de tipo digestivo, locomotor y respiratorio, la mayoría de los propietarios mencionan que rara vez presentan casos de cólico al año.

Alimentación: la obtención de dietas proviene de otros propietarios, la dieta de estos equinos se conforma de paca de avena (91.22%), concentrados comerciales (98.24%) y salvado de trigo (71.42 %); el 85% de los equinos pastorea (3 horas promedio). El 52.38% de los equinos se administra algún tipo de multivitamínico. El tipo de agua de consumo proviene de manantiales o ríos.

Clúster 4. caballos de paseo como segunda fuente de ingreso económico para propietarios con educación básica (secundaria) y media superior.

El cuarto clúster lo conforma 4 cuadras (6.45%) de propietarios, (14.51% de la población de los propietarios), edad promedio de los propietarios es de 38 años, predominan las personas con grado educativo básico (secundaria) y media superior, se estima que en promedio llevan 18 años trabajando en la Marquesa, y el 100% de estos propietarios obtienen sus ingresos económicos secundarios de los caballos de paseo.

En cuanto a manejo zootécnico, el 75% % de los propietarios a adquirido por lo menos una vez asesoría de médicos veterinarios, el 100% de los propietarios desparasita a sus equinos dos veces al año.

Su población equina, su compraventa es en tianguis y mercados, la causa de la eliminación de los equinos es por sustitución, su criterio de elección es el comportamiento (100%), predominan caballos (50%).

En cuanto a patologías, refieren que los principales problemas que presentan sus equinos son de tipo locomotor, rara vez presentan cólicos.

Alimentación: la obtención de dietas proviene de otros propietarios, la dieta de estos equinos se conforma de paca de avena (75%), concentrados comerciales (75%), salvado de trigo (75%); el 100% de los equinos se administra sueros reconstituyentes como multivitamínico y mineral. El tipo de agua de consumo proviene de manantiales o ríos.

Clúster 5: caballos de paseo como principal fuente de ingreso económico para propietarios con educación básica (secundaria) y media superior.

Está conformado por 27 cuadras (43.54% de la población de los propietarios), edad promedio de los propietarios es de 35 años, predominan las personas con grado educativo básico (secundaria) y media superior, se estima que en promedio llevan 16 años trabajando en la Marquesa, y el 74% de estos propietarios obtienen sus ingresos económicos de los caballos de paseo.

En cuanto a manejo zootécnico, el 62.96% de los propietarios a adquirido por lo menos una vez asesoría de médicos veterinarios, el 100% de los propietarios desparasita a sus equinos de dos a tres veces al año.

En cuanto a la población equina, su compraventa es en tianguis y mercados, la causa de la eliminación d ellos equinos es por sustitución, su criterio de elección es

comportamiento (51.85%) y la capa/color (33.33%) predominan caballos (67%) y yeguas (21.51%).

En cuanto a patologías, refieren que los principales problemas que presentan sus equinos son de tipo locomotor y respiratorio, rara vez presentan problemas de cólico.

Alimentación: la obtención de dietas proviene de otros propietarios, la dieta de estos equinos se conforma de paca de avena (98.73%) y concentrados comerciales (89.87%). El tipo de agua de consumo proviene de manantiales o ríos.

Se evaluaron de manera general los clústeres obteniendo los siguientes resultados:

14.1.2.2 Características socioeconómicas de los propietarios.

La edad promedio de los propietarios es de 35 años, en términos educación, predominan los propietarios con escolaridad básica (secundaria), medio superior y superior. El ingreso económico, generalmente proviene de equinos, ya que se estima que del 74 al 95% de la población, trabaja con caballos de paseo y se ha convertido en su fuente primaria de ingresos.

Clúster	Propietarios	Población (%)	% Escolaridad					Edad			Ingreso económico (%)	
			Ninguna	Primaria	Secundaria	Media superior	Superior	Min-max	Promedio	Experiencia (años promedio)	Primario	Secundario
1	9	14.51	0	33.33	55.55	11.11	0	35-65	47	23	77.77	22.23
2	1	1.61	0	0	100	0	0	25	25	10	0	100
3	21	33.87	4.7	4.7	42.85	38	9.52	25-65	33.5	17	95.2	4.8
4	4	6.45	0	0	50	50	0	35-45	38	18	0	100
5	27	43.54	7.4	11.11	33.33	33.33	14.81	25-65	35	16	74	26
Total	62	99.98	2.42	9.828	56.346	26.488	4.866	25-65	35.7	16.8		

Se muestran en color verde los clústeres con mayor cantidad de propietarios; en color rojo se muestran los valores con mayor representación, de los cuales observamos que más del 50% de la población, obtiene ingresos económicos principalmente de caballos de paseo.

Tabla 8. características socioeconómicas de los propietarios de la región la Marquesa.

14.1.2.3 Instalaciones:

Las instalaciones que predominan son establos hechos a base de madera, pisos de tierra, con pesebre y sin bebederos, carecen de graneros o almacenes de alimentos, teniendo contacto con suelos y fauna (ratas, ardillas, perros, otros). Las zonas donde se encuentran las instalaciones carecen de servicios públicos como agua potable, luz eléctrica y drenaje.

Se muestra un equino en caballeriza con pesebrera y forraje principal rastrojo de maíz.



Imagen 3. instalaciones de las cuadras.

14.1.2.4 Cuidado y manejo del equino:

En esta región, más del 70% de los propietarios obtienen ingresos económicos a través de los equinos, en promedio solo el 37.24% de los propietarios recurren a la asesoría de un Médico veterinario, pero a pesar de ello, llevan a cabo actividades de prevención y control; en promedio el 99.25% de los propietarios administran desparasitantes a sus equinos; solo el 19% de los propietarios administra vacunas, las cuales no son identificadas o registradas. La profilaxis dentaria no es relevante ya que solo el 7.7% de propietarios ha realizado limado de dientes.

En la región la Marquesa, la reproducción es una actividad de bajo impacto, debido a que no existe control y cuidado de los reproductores, la reproducción es por monta natural con resultados regulares.

Tabla 9. Actividades zootécnicas de las cuadras en la Región la Marquesa.

clúster	Profilaxis				Vitaminas	mineral	Reproducción			
	Asistencia veterinaria	Desparasitación	Vacunas	limado de dientes			manejo	Monta	otro	resultados
1	33.33	100	22.22	11.11	100	33.33	100	100	0	regulares
2	100	100	0	0	100	100	100	100	0	regulares
3	38.09	100	61.9	23.8	76.19	61.9	9.52	100	0	regulares
4	0	100	0	0	100	0	0	0	0	0
5	14.81	96.29	11.11	3.7	62.96	29.62	1.4	100	0	regulares
Promedio	37.246	99.258	19.046	7.722	87.83	44.97	42.184	80	0	regulares



Equinos de ornato menores de dos años, con alimentación basada en forrajes.

Imagen 4. ponis jóvenes.

14.1.2.5 Comercialización de los equinos.

La mayoría de los propietarios adquiere equinos en tianguis o mercados, así mismo los propietarios sustituyen o cambian sus equinos con personas que se dedican a la crianza y comercialización de caballos (compradores).

La eliminación o venta de un caballo se da principalmente por la sustitución de otro ejemplar, debido a diferentes razones como la vejez, patologías, color, tamaño y comportamiento de los equinos.

Clúster	Compra		Venta		Eliminación		
	Mercados	Compradores	Compradores	Carniceros	vejez	sustitución	otro
1	77.77	22.22	88.88	11.11	66.66	22.22	11.11
2	100	0	100	0	0	100	0
3	66.66	33.33	47.61	52.38	47.61	19.04	33.33
4	0	100	100	0	0	50	50
5	88.88	11.11	74.07	25.92	14.81	70.37	14.81

Tabla 10. Comercialización de los equinos.

14.1.2.6 Criterios de elección de un caballo de paseo:

El 64.51% de los propietarios consideran que el principal criterio de elección para que un caballo de paseo sea útil, es el comportamiento, está asociado a la edad, debido a que su comportamiento es más reservado y en su mayoría han sido totalmente arrendados. El 55% de los propietarios considera una edad ideal de los equinos de 5 a 10 años, el 31% de los propietarios considera a equinos de 10 a 15

años como animales para trabajo. Por lo tanto, las edades ideales que debe tener un equino son de un adulto joven de 5 a 10 años y adultos maduros de 10 a 15 años. Mientras que el 22.58% considera que el color del equino es importante, debido a la percepción que posee el turismo ante los colores claros. Dejando en menor importancia la condición corporal con apenas el 9.67% de la población y solo el 3.22% considera el estado de salud como factor importante.

clúster	Tabla 11. criterios de elección.			
	Comportamiento	Capa/color	CC	Salud
1	5	3	1	0
2	0	0	1	0
3	17	2	2	0
4	4	0	0	0
5	14	9	2	2
Total	40	14	6	2
%	64.51	22.58	9.67	3.22

14.1.2.7 Características de la población equina:

Se registraron 179 equinos, de los cuales se observó que los machos (enteros y castrados) predominan en un 75.41%, los caballos abarcan el 60.33% de la población total, siendo el clúster 1 y 5, los que poseen una mayor cantidad de yeguas.

Tabla 12. población equina.				
Clúster	población equina	Yeguas	Garañones	Caballos
1	26	12	3	11
2	5	0	3	2
3	57	10	11	36
4	12	5	1	6
5	79	17	9	53
Total	179	44	27	108

La edad promedio de los equinos de la región la Marquesa, tiene 9 años, predominan los caballos de talla mediana a grande en un 79% y solo el 21% de la población son ponis, cruza de estos con peso menor a 200 Kg.

Condición corporal:

La evaluación de condición corporal de los equinos se llevó a cabo en base a la escala Henneke et al. 1983, se consideró como condición corporal ideal aquellos caballos con puntaje 5 a 7, la mayoría de la población equina se encuentra en una condición corporal 3-4, es decir son equinos de condición corporal delgada. En cuanto a las agrupaciones, el clúster 2 muestra a sus equinos con una condición corporal uniforme (5-6).

Tabla 13. Condición corporal de los equinos, en base a la escala 1 a 9.

CC/clúster	Machos					Hembras					Total	% de la población.
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	1.68
2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	3	1.68
3	7	0	9	1	15	3	0	1	1	1	38	21.23
4	4	0	11	5	20	7	0	5	4	4	60	33.52
5	0	2	3	0	5	0	0	2	0	3	15	8.38
6	0	3	17	0	11	0	0	1	0	1	33	18.44
7	2	0	4	1	4	0	0	1	0	2	14	7.82
8	0	0	2	0	4	2	0	0	0	4	12	6.70
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.56

14.1.2.8 Actividad zootécnica del equino:

Las jornadas laborales de estos equinos duran de 6 a 8 horas por día, les brindan en promedio un periodo de descanso de 2 a 3 días por semana, a pesar de ello, permanecen en ayuno de 5 a 10 horas, derivado que su alimentación es racionada (2 veces al día). La intensidad de trabajo varía en cuanto a la demanda de recorridos o paseos a caballo durante todo el transcurso del día, donde pueden caminar, trotar y galopar, por tiempos indeterminados ya que un recorrido en promedio dura 30 minutos. La distancia que recorren equinos de talla pequeña, mediana y grande, es la misma, debido a que en cada sección de la marquesa cuenta con una ruta, para un recorrido, aunque es importante identificar que algunos equinos se desplazan grandes distancias para llegar a su área de trabajo y regresar a sus caballerizas.

14.1.3 Alimentos y alimentación de los equinos de la región la Marquesa:

La dieta de los equinos está constituida por forraje, predomina la paca de avena, concentrados de uso comercial y salvado de trigo; pueden ser mezclados con zacate molido, maíz quebrado y alfalfa.

El uso de aditivos o complementos alimenticios son pocos, en el caso de las vitaminas, se utilizan sueros reconstituyentes como primera elección en el 73% de las cuadras. El uso de minerales solo el 36% de los propietarios utiliza por lo menos una vez al año sal común como mineral para los equinos y solo el 6% de la población ha utilizado minerales comerciales.

El 42% de los equinos permanecen estabulados totalmente, mientras que el 58% de los equinos pastorea en promedio de 2 a 4 horas al día, se les proporciona una alimentación racionada, una ración en las mañanas antes de sus actividades diarias y una ración por la tarde-noche, después de terminar su jornada laboral.

A pesar de que el 87.6% de los propietarios encuestados poseen un nivel de educación de secundaria, media superior y superior, siguen alimentando a sus equinos de manera empírica, aproximadamente el 37.24% de propietarios ha obtenido alguna asesoría por parte de un médico veterinario, el 62.76% de los propietarios ha seguido alimentando a sus equinos en base a las sugerencias de familiares, otros propietarios, amigos, entre otros.

14.1.3.1 Alimentos y raciones proporcionados a los equinos de la región la Marquesa

Se llevo a cabo el registro y pesaje de los alimentos proporcionados a los equinos, en base a su talla y peso actual (vease anexo 4), posteriormente se llevó a cabo la evaluación de las dietas de los caballos con una condición corporal buena (5-7 de acuerdo con la escala de Henneke et al. 1983) esto con ayuda del programa electrónico del NRC 2007.

14.1.3.1.1 Categoría: Ponis y equinos con peso menor a 200 Kg.

En la región de la Marquesa se estima que el 21% de la población equina pertenecen a la categoría poni o caballos con peso menor a 200 Kg, obteniendo así un promedio de 136 ponis, pero, solo el 25.8% de esta población posee una condición corporal ideal (5-7), de acuerdo con la escala de Henneke et al. 1983.

En los datos mostrados en el anexo 4, evalúe en tres etapas los requerimientos nutricionales de los equinos; en la primera fase los aportes nutricionales sugeridos por el NRC, 2007, de acuerdo a la etapa fisiológica y tipo de trabajo de los equinos,

la segunda etapa, se mostraron los requerimientos nutricionales aportados por la dieta cotidiana de los equinos y la última fase el desbalance existente entre los requerimientos sugeridos y los aportados, de esta manera se logro identificar el tipo de alimentación que tienen los equinos., este mismo procedimiento se utilizó para caballos de talla mediana a grande.

Los aportes nutricionales que tuvieron mayor impacto fueron la proteína, potasio y cloro, esto se debe a que las tablas de aporte nutricional de los alimentos proporcionados por el NRC, 2007 son elevados o de alta calidad. En base a la relación de materia seca proporcionada, está dentro de los rangos que sugiere el NRC.

14.1.3.1.2 Categorías de caballos de talla mediana a grande.

El 79% de los equinos de la región la marquesa son caballos de silla de talla mediana a grande, de esta población solo el 6.2% de los equinos poseen una condición corporal adecuada. De las 6 categorías, observamos que aquellas que poseen un desbalance mayor de proteínas, debido a los niveles de concentrados proporcionados, aunque debemos recalcar, que la deficiencia del aminoácido esencial (lisina) sigue siendo deficiente en la alimentación de los equinos.

15.Discusión:

De acuerdo con Acero, 2009, las explotaciones equinas se clasifican en 5 tipos, de los cuales podemos clasificar a los equinos de la región la Marquesa en las explotaciones relacionadas con el ocio y turismo, el cual menciona una subclasificación turismo rural a caballo esta consiste en rutas por la naturaleza a caballo, cuya finalidad es generar ingresos económicos como es el caso de los centros de turismo, su sistema de manejo es totalmente estabulado o semi-estabulado.

En el análisis de los datos, por medio del agrupamiento (clústeres) de cuadras similares (actividad zootécnica y sistema de producción) se reflejaron diversos factores que pueden contribuir en la nutrición del equino, por ejemplo: el nivel educativo de las personas no tiene correlación con el tipo de cuidado del equino, ninguna actividad zootécnica esta supervisada por profesionales, en cuanto a

criterios de elección, tiene mayor importancia una capa o color que el estado de salud del equino, los caballos están sometidos ayunos prolongados, su alimentación se basa en forrajes de baja calidad, no existe balance de alimentos concentrados, entre otros. El NRC 1989 advierte que los caballos deben ser alimentados como individuos y que, a la hora de aplicar las recomendaciones, deben tenerse en cuenta factores como: las diferencias digestivas y metabólicas entre caballos, la variación en las capacidades de producción y rendimiento del animal, las expectativas del propietario, el estado de salud del animal, las variaciones en la disponibilidad de nutrientes en los ingredientes que conforman la dieta, las interrelaciones entre nutrientes, el estado nutricional previo del caballo y las condiciones climáticas ambientales, todos los anteriores participan de forma directa o indirecta en el aprovechamiento de los nutrientes, sin embargo el NRC, no ofrece recomendaciones (cálculos) para tener en cuenta ninguno de estos factores, y aunque existieran, es necesario tomar en cuenta que en México tenemos diversidad desde ambiental, cultural, genética de los equinos, por lo tanto debemos diferenciar entre requerimientos de nutrientes y recomendaciones al evaluar la adecuación de nutrientes de una ración equina específica.

Kentucky Equine Research (KER), 2009, también ha realizado las observaciones anteriores, es por ello que ha creado un conjunto de recomendaciones que abarcan diversas variables que afectan a la nutrición equina pero es necesario considerar que el NRC 1989 y su última versión (2007), es una fuente básica y confiable para comenzar a realizar mejoras en la alimentación y dietas de los equinos de regiones en estado de desarrollo como es el caso de la región la Marquesa, ya que considera 8 nutrientes (ED, PC, lisina, Ca, P, Mg, K y vitamina A) utilizando datos propios del equino como la edad, peso vivo, peso esperado, estado fisiológico (gestante, lactante, crecimiento, semental), tipo de trabajo, con ello tenemos un gran avance en las mejoras de la alimentación de los equinos, y reflejando que cada ejemplar tendrá una dieta particular a pesar de que se encuentren dentro de la misma cuadra o región.

En el programa de electrónico y la última edición del NRC, 2007, presenta una estimación de los requerimientos diarios de otros nutrientes (Mg, S, Co, Cu, I, Fe, Mn, Zn, Se, Vitaminas ADE, tiamina y riboflavina), si bien puede que el NRC a diferencia de KER, se encuentre menos detallado y considere pocos factores que influyan en una alimentación más exacta y adecuada para cada equino, podremos tomar como referencia la condición corporal en la que se encuentre nuestro equino de acuerdo a la escala Henneke et al. 1983, su rendimiento físico, índice de morbilidad, índice de mortalidad y natalidad (reproducción) de esta población, pueden ser otros factores importantes que reflejen la mejora de nuestros equinos.

En el estudio se mostró que más del 50% de la población equina tiene una condición corporal delgada o pobre, son múltiples factores los que influyen en el deterioro de estos animales como es el caso de la información no especializada, existente sobre la alimentación del equino, además de la estandarización de los aportes nutricionales de diversos alimentos debido a la falta de estudios bromatológicos en diferentes regiones, estos son la clave para lograr un mejor equilibrio en los aportes nutricionales del equino proporcionados y aquellos sugeridos por el NRC, KER, INRA, otros y con ello mejorar las relaciones de forraje: concentrado de nuestros equinos; así como la mejora de actividades de cuidado y manejo del equino, la conservación de la calidad de los alimentos, por lo tanto, cada dieta proporcionada deberá ser exclusiva para cada equino.

16. Conclusión:

En base a los estudios realizados en la región La Marquesa y de acuerdo con los resultados obtenidos del programa de formulación de dietas del NRC, 2007; obtuvimos que solo el 25.8% de la población de ponis se les proporciona una dieta de trabajo ligero a trabajo moderado; al igual que solo el 6.4% de los equinos de talla mediana a grande.

Por lo tanto, he concluido que más del 50% de la población equina permanente en la zona la marquesa, no se le proporciona una dieta mínima de mantenimiento, dando respuesta a que en promedio la condición corporal de los equinos es de 3-4.

Existen múltiples factores que influyen en el incumplimiento de los requerimientos nutricionales del equino; los más relevantes en esta región son la baja calidad de los alimentos debido a su mala conservación, con ella la pérdida de MS y nutrientes, incrementando las mermas y con ella un aumento en los costes de la alimentación. Por lo que es necesario implementar diversas actividades que nos ayuden a conservar los alimentos, balancear y formular dietas accesibles y redituables a los propietarios de la región de la marquesa, para lograr satisfacer las necesidades nutricionales de los equinos de esta región. Como médicos veterinarios tenemos un fuerte compromiso para con la sociedad, es importante que sensibilicemos a los propietarios con información veraz y oportuna a manera de que puedan interpretar la información y lograr una mejora en los cuidados de los equinos.

17. Bibliografía.

Acero AP. (2009): Planificación y manejo de la explotación equina. Consejería de Agricultura y Ganadería. España. 23-30.

Alexander F, Hickson JCD. (1970): The salivary and pancreatic secretions of the horse. In: Physiology of digestion and metabolism in the ruminant. Edit for Phillipson, A. T, 375-389. Oriel Press, Newcastle upon Tyne

Apter RC, Householder DD. (1996): Weaning and weaning management of foals: a review and some recommendations. Journal Equine Veterinary Science. 16: 428-235.

Argenzio RA, Hintz HF (1972): Effect of diet on glucose entry and oxidation rates in ponies. Journal of nutrition 102: 879-892

Arias MP, Sánchez HE, Duque EC, Maya LA y Becerra JZ (2006): Estimación de la intensidad de trabajo en un grupo de caballos criollos colombianos de diferentes andares, Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia, 1(2):18-32.

Ariata Héctor (2010): El regreso del caballo: lo macro y lo micro en la evolución, Redalyc ciencias 97: 46-55 <https://www.redalyc.org/pdf/644/64415000008.pdf> (21 de junio de 2022).

Baruc C, Dawson K, Baker IP (1983): The characterization and nitrogen metabolism of equine cecal bacteria. Proceedings 8th Equine nutrition and physiology society Meeting, Lexington KY.

Blaney BJ, Gartner RJW and McKenzie RA. (1981): The inability of horses to absorb calcium oxalate. J. Agr. Sci. Camb. 97:639-641.

Bonhomme-Florentin A. (1976): Activité lipolytique des ciliés et des bactéries du caecum des équidés. Compte Rendu de l' Academie du science Paris 282: 1605-1608.

Braun T, Voland P, Kunz L, Printz C, Gratzl M. (2007): Enterochromaffin cells of the human gut: sensors for spices and odorants. Gastroenterology 132: 1890-1901.

Breidenbach A, Schlumbohm C and Harmeyer J. (1998): Peculiarities of vitamin D and of the calcium and phosphate homeostatic system in horses. Vet. Res. 29:215-221.

Burnstock G. (2009): Purinergic cotransmission. Experimental physiology 94:20-24.

Bushinsky DA and Monk RD. (1998): Calcium. Lancet 352 (9124):306-311.

Caldwell, L. A. (2006): Canine teeth in the equine patient; the guide to eruption, extraction, reduction and other things you need to know: International Veterinary Information Service – IVIS. (26 de noviembre de 2022)

Carson K, Wood-Gush DGM. (1983): Behaviour of Tariatoroughbred foals during nursing. *Equine Veterinary Journal*, 15:257-262.

Camilleri M, Malagelada JR, Brown ML, Becker, Zinsmeister AR. (1985): Relation between antral motility and gastric emptying of solids and liquids in humans. *American journal of physiology* 249: G580-G585.

Campbell-Thompson, ML. (1994): Secretagogue-induced [^{14}C]aminopyrine uptake in isolated equine parietal cells. *American Journal of Veterinary research* 55:132-137

Cdtravel: <http://www.cdtravel.net/turismo/avent/marque.html> (12 de mayo de 2022)

Cheng I, Qureshi I, Chattopadhyay N, Qureshi A, Butters RR, Hall AE, Cima RR, Rogers KV, Herbert SC, Geibel JP, Brown EM and Soybel DI. (1999): Expression of an extracellular calcium-sensing receptor in rat stomach. *Gastroenterology* 116:118-126.

Coenen M. (1999): Basics for chloride metabolism and requirement. In proc. 16th Equine Nutr. Physiol. Soc. Symp., 353-354. Raleigh, NC

Coenen M. (2005): Exercise and stress: impact on adaptive processes involving water and electrolytes. *Livest. Prod. Sci.* 92:131-145

Combs GF. (1996): Nutritional interrelationship of vitamin E and selenium. In *Vitamin E in Animal Nutrition and Management*, 2nd rev. ed. Coelho MB, Mount Olive. 37, NJ: BASF.

Cooke HJ. (1986): Neurobiology of the intestinal mucosa, *Gastroenterology* 90:1057-1081

Cortés PDR (2011): características de los caballos en México. Tesis de licenciatura, FIAZ, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila, Saltillo, México.

Crowell DSL. (1985): Nursing behavior and maternal aggression among Welsh ponies (*Equus caballus*). *Applied Animal Behavior Science*, 14:11-25.

Cunningham JG y Klein BG. (2009): Digestión: procesos fermentativos. En: *fisiología veterinaria*. 4^a ed. 364-387. ELSEVIER SANUNDERS. México.

Cymbaluk NF. (1990): Cold housing effects on growth and nutrient demand of young horses, *J. Anim. Sci.* 68:3152-3162.

Dantzer R, Mormeda P. (1983): Stress in farm animals. A need for reevaluation. *Journal of Animal Science*. 57:6-18.

Davison KE, Potter GD, Greene LW, Evans JW and MacMullan WC. (1991): Lactation and reproductive performance of mares fed added dietary fat during late gestation and early lactation. *J. Equine Vet. Sci.* 11:111-115.

Dixon, P.M., Toit, N. (2011): Dental anatomy: Equine dentistry. St Louis, USA, Saunders, 3° Edición, pp. 51 – 77.

Drepper K, Gutte JO, Meyer H, Schwarz FJ. (1982): Energie-und Nahrstoffbedarf landwirtschaftlicher nutztiere, Nr 2 Empfehlungen zur energie- und Nahrstoffversorgung der pferde. Frankfurt am Main. Germany: DLG Verlag.

Dufner MM, Kirchhoft P, Remy C, Hafner P, Muller MK, Cheng SX, Tang L-Q, Herbert SC, Geibel J.P and Wagner CA. (2005): the calcium-sensing receptor acts as a modulator of gastric acid secretion in freshly isolated human gastric glands. Am. J. Physiol. Gastrointest. Liver. Physiol. 289: G1084-G1090.

Dunnett CE, Marlin DJ and Harris RC. (2002): Effect of dietary lipid on response to exercise: relationship to metabolic adaptation. Equine Vet. J. Suppl. 34:75-80.

Duran PVA (2019): características, historia y evolución de los equinos en México, monografía de licenciatura, Ingeniería Agrónomo zootecnista, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México.

Duren SE, Jackson SG, Baker JP, and Aaron DK. (1987): Effect of dietary fat on blood parameters in exercised Thoroughbred horses. in Equine Exercise Physiology 2, Gillespie and Robinson, eds. Davis, 674-685 CA: ECEEP Publications.

Dyce KM, Sack WO, Wensing CJG. (2012): Caballos. En: Anatomía Veterinaria. 4a Ed. 501-585, editorial manual moderno. Colombia.

Dyer J, Fernandez CME., Salmon KSH, Proudman CJ, Edwards GB, Shirazi BSP. (2002): Molecular Characterisation of carbohydrate digestion and absorption in equine small intestine. Equine Veterinary Journal 32: 349-358.

El Shorafa WM, Feaster JP and Ott. EA (1979): Horse metacarpal bone: age, ash content, cortical area, and failure-stress interrelationships. J. Anim. Sci. 49:979-982.

FAOSTAT (2019): Cultivos y productos de ganadería. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL> (26 de noviembre de 2022)

Flemström G, Isenberg JI. (2001): Gastroduodenal mucosal alkaline secretion and mucosal protection. News in physiological sciences 16:23-28.

Fonnesbeck PV, Lydman RK, Vander GW and Symons LD. (1967): Digestibility of the proximate nutrients of forage by horses. J. Anim. Sci. 26:1039-1045.

García L. (2020): La historia del caballo esclarece la evolución. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C, pp. 80-87 https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde_Herbario/2020/2020-04-30-Sergio-Garcia-La-historia-del-caballo.pdf (22 de junio 2022)

Gibbs PG, Potter GD, Schelling GT, Kreider JL , Boyd CL. (1988): Digestion of hay protein in different segments of the equine digestive tract. *Journal of animal science* 66:400-406.

Gillham SB, Dodman NG, Shuster L, Kream R, Rand W. (1994): The effect of diet on cribbing behavior and plasma b-endorphin in horses. *Applied Animal Behavior Science*. 41:147-153.

Glade MJ (1983): Nitrogen partitioning along the equine digestive tract. *Journal of animal science* 54:943-953.

Groenendyk S, English PB, and Abetz I. (1988): External balance of water and electrolytes in the horse. *Equine Vet. J.* 20:189-193.

Gonchar MV, Lavrenova GI, Rudenskaya GN, Gařda AV , Stepánov VM. (1984). Multiple forms of equine pepsin. *Biokhimiya* 49: 1026-1037.

Goyal RK, Hirano I. (1996): Mechanisms of disease- The enteric nervous system. *New England Journal of medicine* 334: 1106-1115.

Hambleton PL, Slade LM, Hamar DW, Kienholz EW and Lewis LD. (1980): Dietary fat and exercise conditioning effect on metabolic parameters in the horse. *J. Anim. Sci.* 51:1330-1339.

Hawkes J, Hedges M, Daniluk P, Hintz HF, Scryver H. (1985): Feed preferences ponies. *Equine Veterinary Journal.* 17:20-22.

Hersey SJ, Sachs G. (1995): Gastric acid secretion. *Physiological Reviews* 75:155-189.

Hinder RA, Kelly KA. (1977): Canine gastric emptying of solids and liquids. *American Journal of Physiology* 233: E335-E340

Hintz HF. (2000): Macrominerals-calcium, phosphorus and magnesium. *Adv. Equine Nutr. Proc. 2000 Equine Nutr. Conf. Feed Manuf.*121-131.

Hintz HF and Schryver FF. (1989): Digestibility of various sources of fat by horses. Pp. 44-48 in *Cornell Nutr. Conf. for Feed Manuf.*, Syracuse, NY.

Hintz HF, Hogue DE, Walker, EF, Lowe JE , Schryver HF. (1971): Apparent digestion in various segments of the digestive tract of ponies fed diets with varying roughage grain ratios. *Journal of Animal Science* 32: 245-248.

Hintz HF, Lowe JE, White KK, Short CE, and Ross M. (1982): Nutritional value of fat for exercising horses. Unpublished data, Cornell University.

Hintz HF, Ross MW, Lesser FR, Leids PF, White KK, Lowe JE, Short CE and Schryver. (1978): The value of dietary fat for working horses. 1. Biochemical and hematological evaluations. *J. Equine Med. Surg.* 2:483.

Hoffman RM, Kronfeld DS, Holland JL, Greiwe-Crandell KM. (1995): Prewearing diet and stall weaning method influences on stress response in foals. *Journal of Animal Science*. 9:316.

Holland JL, Kronfeld DS and Meacham TN. (1996): Behavior of horses is affected by soy lecithin and corn oil in the diet. *J. Anim. Sci.* 74:1252-1255.

Holzer P. (1998): Neural emergency system in the stomach. *Gastroenterology* 114:823-839.

Holzer P, Michi T, Danzer M, Jovic M, Schico R, Lippe. (2001): Surveillance of the gastrointestinal mucosa by sensory neurons, *Journal of Physiology and Pharmacology* 52: 505-521.

Institut National de la Recherche Agronomique. (1990). Alimentación de los caballos. Ed. W. Martin-Rosset. INRA, Paris

Janis CM. (2007): Horse Series. In: Regal B. Ed. *Icons of Evolution*, pp. 251–280. Green Wood Press, West Westport. USA.

Janis C.M. y Bernorj R.L. (2019): The Evolution of Equid Monodactyl: A Review Including a New Hypothesis. *Frontiers in Ecology and Evolution* 7:1– 19.

Johnston CS. (2001): Vitamin C. P. 175 in *Present Knowledge in Nutrition*, Bowman B.A and Russel RM, eds, Washington, DC: ILSI Press.

Julliard V, de Fombelle A, Drogoul C, Jacotot E. (2001): Feeding and microbial disorders in horses: 3-effects on three hays: grain ratios on microbial profile and activities. *Journal of Equine Veterinary Science* 21: 543-546.

Kane EJ, Baker JP, and Bull LS. (1979): Utilization of a corn oil supplemented diet by the pony. *J. Anim. Sci.* 48:1379-1383.

Kapusniak LJ, Greene LW, Potter GD. (1988). Calcium, magnesium and phosphorus absorption from the small and large intestine of ponies fed elevated amounts of aluminum. *Equine Veterinary Science* 8: 305-309.

Kelly KA, Code CF, Elveback LR. (1969): Patterns of canine gastric electrical activity. *American Journal of Physiology* 217: 461-470.

KER (2003/11/04): Conceptos básicos de biotina. *Equine News Nutrition and Health Daily*. Recuperado de: <https://ker.com/equine-news/biotin-basics/>

KER (2009): *Advances in Equine Nutrition IV*. Ed Joe D. Pagan Ph.D. Nottingham University Press.

KER (2013/12/24): Vitamina C en las dietas de los caballos. *Equine News Nutrition and Health Daily*. Recuperado de: <https://ker.com/equine-news/vitamin-c-horse-diets/>

Kern DL, Slyter LL, Weaver JM, Leffel CE, Samuelson. (1973): Pony cecum vs. steer rumen: the effect of oats and hay on the microbial ecosystem. *Journal of animal science* 37:463-469.

Khittoo G, Vermette L, Nappert G, Lariviere N. (1991): Isolation of a major form of pepsinogen from gastric mucosa of horses. *American Journal of Veterinary Research* 52:713-717.

Kilby E. (1981): Stress blues. *Equus*. 43:22-26.

Kitchen DL, Burrow JA, Hartless CS, Merrit S. (2000): Effect of pyloric blockade and infusion of histamine or pentagastrin on gastric secretion in horses. *American Journal of Veterinary Research* 61:1133-1139.

Kitchen DL, Merrit AM, Burrow JA. (1998): Histamine-induced gastric acid secretion in horses. *American Journal of Veterinary Research* 59:1303-1306.

Klein B.G (2014): *Cunningham fisiología veterinaria*. 5a edición. Elsevier Saunders, España.

König HE y Liebich HG. (2008): Aparato digestivo. En: anatomía de los animales domésticos: órganos, sistema circulatorio y sistema nervioso. Tomo II. 2ª ed. Editado por König HE, Sautet J y Liebich HG 15-80. Editorial medica panamericana. México.

Kronfeld DS. (1996): Dietary fat affects heat production and other variables of equine performance under hot and humid conditions. *Equine Vet. J. Suppl.* 22:24-34.

Kronfeld DS. (2001): Body fluids and exercise: replacement strategies. *J. Equine Vet. Sci.* 21:368-375.

Krook J and Lowe. (1964): nutritional secondary hyperparathyroidism in the horse. *Pathol. Vet. (suppl)*98:3-133.

Krook J and Maylin GA. (1988): Fractures in Thoroughbred race horses. *Cornell Vet* 78 (suppl 11):1-70

Kunze WAA, Furness JB. (1999): The enteric nervous system and regulation of intestinal motility. *Annual review of physiology* 62:117-142.

Kwiatk MA, Menne D, Steingoetter A, Goetze O, Forras-Kaufman Z, Kaufmann E, Fruehauf H, Boesiger P, Frito M, Schwizer W, Zorro M. (2009): Effect of meal volume and calorie load on postprandial gastric function and emptying studies under physiological conditions by combined fiber-optic pressure measurement and MRI. *American Journal of physiology* 297: G894-G901.

Lohmann K, Roussel AJ, Cohen ND, Boothe DM, Rakstraw PC, Caminante MA. (2000): Comparison of nuclear scintigraphy and aceomenophen absorption as

a means of studying gastric emptying in horses. *American Journal of Veterinary Research* 61: 310-315.

Lundgren O. (2004): Interface between the intestinal environment and the nervous system. *Gut* 53 (Suppl II), ii16-ii18.

Madara JL, Trier JS. (1994): The functional morphology of the mucosa of the small intestine. In: *Physiology of the gastrointestinal tract*, Raven Press Johnson, LR (Ed), New York, 1577.

MacFadden B. (2005): Fossil Horses Evidence for Evolution. *Science* 307: 1728–1730.

Mackie RI, Wilkins CA. (1988): Enumeration of anaerobic bacterial microflora of the equine gastrointestinal tract. *Applied Environmental Microbiology* 54: 2155-2160.

Malbert C, Ruckebusch HY. (1989): Vagal influences on the phasic and tonic components of the motility of the ovine stomach and gastroduodenal area. *Gastrointestinal motility* 1:15-20

Malinowski D, Hallquist NA, Helyar L, Sherman AR, Scanes CH. (1990): Effect of different separation protocols between mares and foals on plasma cortisol and cell-mediated immune response. *Journal of Equine Veterinary Science*. 10:363-368.

Mazzone A, Farrugia G. (2007): Evolving Concepts in the Cellular Control of Gastrointestinal Motility *Neurogastroenterology and Enteric Sciences*. *Gastroenterol Clin N Am*; 36:499–513.

Medina B, Girard ID, Jacotot E, Julilandia V. (2002): Effect of a preparation of *saccharomyces cerevisiae* on microbial profiles and fermentation patterns in the large intestine of horses fed a high fiber or a high starch diet. *Journal of Animal Science* 80: 2600-2609.

Mench JA, van Tienhoven A. (1986): Farm animal welfare. *American Scientist*. 74: 598-603.

Merrit AM, Campell-Thompson ML, Lowrey S. (1989): Effect of xylazine treatment on equine gastrointestinal tract myoelectrical activity. *American Journal of Veterinary Research* 50: 945-949.

Meyer H and Ahlswede L. (1977): Untersuchungen zum Mg- Stoffwechsel des pferdes. *Zentrabl. Veterinärmed*. 24:128-139.

Meyer H, Schmidt M, Lindner A and Pferdekamp. (1984): Beiträge zur Verdauungsphysiologie des Pferdes. 9. Einfluss einer marginalen Na-Versorgung auf Na-Bilanz, Na-Gehalt im Schweiß sowie klinische Symptome. *Z. Tierphysiol, Tierernähr. Futtermittelkd*. 51:182-196

McKenzie EC, Blaney BJ and Gartner RJW. (1981): The effect of dietary oxalate on calcium, phosphorus and magnesium balances in horses. *J. Agr. Sci. Camb.* 97:69-74.

Milnovich GJ, Burrell PC, Pollitt CC, Klieve VA, Blackall LL, Ouwerkerk D, Woodland E, Trott DJ. (2008): Microbial ecology of the equine hindgut during oligofructose-induced laminitis. *ISME Journal* 11: 1089-1100.

Minami H, McCallum RW, (1984): The physiology and pathophysiology of gastric emptying in humans. *Gastroenterology* 86: 1592-1610.

Modlin IM, Tang LH. (1996): The gastric enterochromaffin-like cell: An enigmatic cellular link. *Gastroenterology* 111: 783-810.

Navarro X. Fisiología del Sistema Nervioso Autónomo. *Rev Neurol* 2002;35(6):553-62.

Nicpon J, Czerw P, Zawadzki W. (2000): Research of pathomechanism and therapy of colitis. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Veterinary Medicine, Volume 3, issue 2.*

NRC. (1980): Mineral tolerance of domestic animals. National Academy Press. Washington, DC.

NRC. (1989): Nutrient Requirements of Horses, 5th rev ed. National Academy Press. Washington, DC.

NRC. (2005): Mineral tolerance of domestic animals, 2nd rev. ed. National Academy Press. Washington, DC.

NRC. (2007): Nutrient Requirements of horses. 6th ed. National Academy of Sciences, Washington

Orihuela TA (2004): Etología aplicada en los equinos. En *Etología aplicada*. Editores Galindo MFA y Orihuela TA., 161-176. Grupo Editorial Graphics.

Orme CE, Harris RC, Marlin DJ, and Hurley J. (1997): Metabolic adaptation to a fat-supplemented diet by the Thoroughbred horse. *Br. J. Nutr.* 78:443-458.

Pagan JD, Geor RJ, Harris PA, Hoekstra K, Gardner S, Hudson C, Prince and A. (2002): Effects of fat adaptation on glucose kinetics and substrate oxidation during

Peretich AL, Abbot LL, Andrews FM, Madhu S Dhar. (2009): Age-dependent regulation of sodium-potassium adenosinetriphosphatase and sodium hydrogen exchanger mRNAs in equine nonglandular mucosa. *American Journal of Veterinary Research* 70:1124-1128.

Peskar, BM. (2001a): Neutral aspects of prostaglandin involvement in gastric mucosal defense. *Journal of Physiology and pharmacology* 52:555-568.

Peskar BM. (2001b): Role of cyclooxygenase isoforms in gastric mucosal defense. *Journal of Physiology Paris* 95: 3-9.

Peskar BM, Maricic N. (1998): Role of prostaglandins in gastroprotection *Digestive Diseases and Sciences* 43: 23S-29S.

Reitnour CM, Salsbury RL. (1972): Digestion and utilization of cecally infused protein by the equine. *Journal of Animal Science* 35: 1190-1193.

Reynolds JA, Potter GD, Greebe LW, Carter GK, Martin MT, Peterson TV, , Murray-Gerzik M, Moss G and Erkert RS. (1988): Genetic-diet interactions in the Hyperkalemic preiodic paralysis syndrome in Quarter horses fed varying amounts of potassium: I. potassium and sodium balance, packed cell volume and plasma potassium and sodium concentrations. *J. Equine. Vet. Sci.* 18:591-600.

Ringger NC, Lester GD, Neuwirth L, Merritt AM , Vetro t , Harrison J. (1996): Effect of bethanechol of erythromycin on gastric emptying in horses, *American Journal of Veterinary Research* 57: 1771-1775.

Roberts MC. (1975): Carbohydrate digestion and absorption in the equine small intestine. *Journal of the South African Veterinary Association* 46: 19-27.

Rojas MA, Dyer IA, and Cassatt WA. (1965): Manganese deficient in bovine. *J. Anim. Sci.* 22:664-667

Romero TJ, Frank MN, Cervantes BR, Cadena LG, Montijo BE, Zárata MF, Monserrat CJ, Ramírez MJ. (2012): sistema nervioso entérico y motilidad gastrointestinal. *Acta Pediátrica de México* 207. 33,4: 207-214.

Rosset MW. (1990): Alimentación de los caballos. Editorial AEDOS. INRA, Paris.

Rotruck JT, Pope AL, Ganther HE, Swanson AM, Hafeman DG, and Hoekstra. (1973): selenium: biochemical role as a component of glutathione peroxidase. *Science* 179:588-590

Sansot T. (2014): Practicas de alimentación en caballos American Trotter. Tesis de licenciatura, FCA., Pontificia Universidad Católica Argentina, Argentina.

Sayegh AI, Anderson NV, Harding JW, Cerpovicz P , De Bowes RM , Ritter RC , Baker GJ , Reeck G.(1999): Purification of two equine pepsinogens by use of high-performance liquid chromatography. *American Journal of Veterinary Research* 60: 114-118.

Scheibner J, Trendelenburg AU, Hein L, (2002): Alpha 2- adrenoceptors in enteric nervous system: a study in alpha 2A-adrenoceptor-deficient mice. *British Journal of pharmacology* 135, 697-704.

Schemann M, Mazzuoli G. (2010): Multifunctional mechanosensitive neurons in the enteric nervous system. *Autonomic Neuroscience* 153:21-75.

Schryver HF, Hintz HF, Lowe JE, Hintz RL, Harper RB, and Reid JT. (1974): Mineral composition of the whole body, liver and none of young horses. *J Nutr.* 104:126-132

Schryver HF, Parker MT, Daniluk PD, Pagan KI, Williams J, Soderholm LV, and Hintz HF. (1987). Salt consumption and the effect of salt on mineral metabolism in horses. *Cornell Vet.* 77:122-131

Schubert ML, Peura DA. (2008): Control of gastric acid secretion in health and disease. *Gastroenterology* 134:1842-1860.

Shirazi BSP. (2008): Molecular insights into dietary induced colic in the horse. *Equine veterinary journal* 40:414-421.

Slade LM, Lewis LD, Quinn CR, and Chandler ML. (1975): Nutritional adaptations of horses for endurance performance. Pp. 114-128 in *Proc. 4th Equine Nutr. Physiol. Soc. Symp.* Pomona, Calif.

Stadermann B, Nehring T, Meyer H. (1992): Calcium and magnesium absorption with roughage or mixed feed. *Pferderheilkunde* 1:77-80.

Stewart CE, Bryant MP, (1988): In Hobson, P.N. (Ed.), *The rumen microbial ecosystem.* Elsevier Applied Science, London, pp. 21-75.

Sutton DC, Bahr A, Preston T, Christley RM, Amor S, Roussel AJ. (2003): Validation of the ¹³C-octanoic acid breath test for measurement of equine gastric emptying rate of solids using radioscintigraphy. *Equine Veterinary Journal* 35:27-33.

Sturgeon LS, Banker LA, Pipkin JL, Haliburton JC, and Chirase NK. (2000): The digestibility and mineral availability of matua, Bermuda grass, and alfalfa hay in mature horses. *J. Equine Vet. Sci.* 20:45-48.

Tack J. (2000): The physiology and the pathophysiology of the gastric accommodation reflex in man. *Verh K Acad-Genesek Belg* 62:183-207.

Tester RG, Karkalas J, Qi X. (2004): Starch structure and digestibility enzyme-substrate relationship. *World's Poultry Science Journal* 60: 186-195.

Treacy PJ, Jamieson GG, Dent J. (1990): Pyloric motor function during emptying of a liquid meal from the stomach in the conscious pig. *Journal of Physiology* 422:523-538.

Toribio RE, Kohn CW, Chew RA, Sams and Rosol TJ. (2001): Comparison of serum parathyroid hormone and ionized calcium and magnesium concentrations and fractional urinary clearance of calcium and phosphorus in healthy horses and horses with enterocolitis. *Am. J. Vet. Res.* 62:938-947.

Varloud M. (2006): Acticit  amylyolytique des secretions salivaires. In: Implication des microorganismes de l' estomac dans la digestion de l' amidon par le cheval. Thesis presented to the national agricultural institute of paris.Grignon, pp. 62-68

Vuyyuru L, Schubert ML, Harrington L, un arimura, Makhlouf GM (1995): Dual inhibitory pathways link antral somatostatin and histamine secretion in human, dog and rat stomach. *Gastroenterology* 109:1566-1574.

18. Anexos:

Anexo 1: Encuesta.



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

Encuesta a propietarios de equinos de la Marquesa, Edo. Méx.

Fecha: _____

Instrucciones: Lea con atención las siguientes preguntas, y marque su respuesta, así mismo le pido que conteste con la mayor veracidad posible.

I. Identificación

Nombre del propietario: _____

1. Edad (años): 1) 20-30 2) 30-40 3) 40-50 4) 50 a 60 5) >60
2. Localidad: 1) Marquesa. 2) Acapulco. 3) foráneo.
3. Escolaridad:
 - 1) Ninguna. 2) primaria. 3) secundaria. 4) medio superior. 5) superior.
4. Cuántos años lleva trabajando con equinos?
 - 1) <10 años 2) 10-20 años 3) 20-30 4) 30-40 años 5) > 40 años
6. ¿Contrata mano de obra para manejar sus caballos? 1) sí 2) no 3) a veces
5. ¿Los equinos son su principal fuente de ingreso económico? 1) sí 2) no
7. ¿Cuál es la edad ideal de un caballo de paseo?
 - 1) 1-5 años 2) 5-10 años. 3) 10-15 años 4) más de 15 años.
8. ¿Cómo identifica a sus equinos?
 - 1) Muesca. 2) Tabaque. 3) Marcaje en piel. 4) Características físicas.
9. ¿Cuál es el principal criterio de elección de un caballo de paseo?
 - 1) capalcolor 2) condición corporal 3) comportamiento 4) estado de salud
10. ¿Considera la alimentación y nutrición equina como temas de importancia para su cuadra? 1) sí. 2) no. 3) desconoce
11. ¿Le gustaría aprender temas basados en el cuidado y manejo de los equinos?
 - 1) sí. 2) no.
12. ¿Estaría dispuesto a pagar por asesorías de tipo profesional para mejorar el cuidado de su cuadra? 1) sí. 2) no
13. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar cada asesoría? 1) 250. 2) 300. 3) 400. 4) >500
14. ¿Qué tipo de asesorías le gustaría tomar?
 - 1) Pláticas virtuales 2) pláticas presenciales 3) teórica-práctica.
16. En orden de importancia (1,2,3,4), mencione los temas de interés para mejorar su cuadra.
 - ___ prevención y control de enfermedades
 - ___ primeros auxilios ante emergencia
 - ___ Alimentación y nutrición equina
 - ___ cuidado y manejo del equino en sus diferentes etapas.

II. Manejo sanitario de la cuadra.

16. ¿El manejo de la cuadra está bajo supervisión de un Médico Veterinario? 1) sí 2) no
17. Tipo de manejo o atención del Médico Veterinario:
 - 1) reproductivo 2) sanitario 3) alimenticio 4) asistencia técnica de instalaciones
18. ¿cuántas veces al año desparasita a sus caballos? 1) 0 2) 1 3) 2 4) 3 o más
19. Tipo de desparasitante utilizado. 1) granulado 2) pasta 3) inyectable
20. ¿Realiza vacunación en su cuadra? 1) sí 2) no
21. ¿contra qué vacuna? 1) vacuna 2) bacteria. 3) desconoce.
22. ¿cuál es el tipo de enfermedad que presentan más en su cuadra?
 - 1) digestivos, patas y respiratorios. 2) digestivos y patas. 3) digestivos y respiratorios
 - 4) patas y respiratorios 5) otros
23. ¿Cuál es el tipo de oído que presentan con mayor frecuencia?
 - 1) espasmódico 2) timpánico 3) impactación 4) desconocido
24. En promedio ¿cuántas veces al año presentan casos de oído en su cuadra?
 - 1) 1 vez 2) 2 veces 3) más de 3 veces 4) Rara vez

Entrevistador: Judith Marina Flores Pérez.

Página 3 de 8

26. ¿En qué época del año presentan mayor casos de cólico?
1) primavera 2) verano 3) otoño 4) invierno 5) indefinido
28. ¿Cuál es la causa principal que produce la presencia de cólico?
1) alimentación 2) deshidratación 3) cambios de hábitos 4) enfermedad 5) desconocido
27. señale el violo que con mayor frecuencia presentan sus equinos
1) tragadores de aire 2) consumo de tierra y/o madera
3) inquietud/irritabilidad. 4) ninguno
28. ¿Cuántas veces al año realiza limado de dientes?
1) nunca 2) 1 vez al año 3) 2 veces al año 4) desconoce
28. ¿Cuál es la principal causa de muerte de los equinos en la región?
1) cólico 2) hambre 3) accidente 4) edad avanzada. 5) enfermedades.

III. Comercialización.

30. ¿ En donde realiza la compra/venta de los caballos?
1) granja/criadero 2) mercado 3) ferias 4) comprador de caballos
31. ¿Quiénes compran sus equinos cuando ya no los necesitan?
1) carnicero 2) productor 3) compradores de caballos

IV. Instalaciones y equipo:

32. Tipo de instalación
1) tecnificada 2) semitecnificada 3) extensivo.

V. Alimentación.

33. ¿Cuál es la fuente principal de forraje en su cuadra?
1) paca de avena 2) pasto 3) zacate
34. ¿Cuál es su fuente de vitaminas?
1) dieta 2) suero reconstituyente 3) multivitámicos 4) complejo B 5) vitamina A,D,E.
35. ¿Cuál es su fuente de minerales? 1) ninguno 2) sal común 3) comerciales
36. ¿Cuál es el tipo de agua que consumen sus equinos?
1) manantial 2) pozo 3) laguna o río 4) bordo 5) red pública
37. ¿La dieta implementada en su cuadra varía en cuanto al estado productivo de cada caballo? 1) sí 2) no 3) no sé
38. ¿cuál es la característica principal que considera, para racionar la dieta de sus caballos? 1) peso 2) edad 3) condición corporal 4) Tipo de trabajo
5) estado de salud 6) ninguna
39. ¿Cómo obtuvo el tipo de dieta que proporciona a su cuadra?
1) MVZ 2) otros propietarios 3) familiares 4) otros
40. ¿Cuál es el tipo de dieta implementada en su cuadra, de acuerdo a su fin zootécnico? 1) desarrollo 2) mantenimiento 3) engorde
4) alto rendimiento 5) desconoce
41. ¿Cómo considera la alimentación de sus equinos?
1) deficiente 2) regular 3) buena 4) ideal. 5) desconoce
42. ¿pastorea su cuadra? sí 1) no 2)
43. ¿cuántas horas al día? 1) menos de 2 2) 2-4 3) 4-6 4) 6-8 5) más de 8
44. ¿Cuántos días a la semana descansan los equinos?
1) 1 día 2) 2-3 días 3) 4- 5 días 4) ninguno
46. ¿Cuántas horas al día trabajan los equinos? 1) menos de 6 2) 6-8 3) >8
48. ¿Cuántas horas al día permanecen en ayuno los equinos?
1) <5 2) 5-10 3) 10-15 4) >15
47. Tipo de alimentación de la cuadra 1) a libre acceso 2) racionada
48. ¿cuántas raciones/día?: 1) 1 2) 2 3) > 3
49. ¿Cuál es la causa de la eliminación de los equinos?
1) Enfermedad 2) sustitución por otro. 3) vejez. 4) otro.
50. ¿Cuenta con otras especies en su cuadra? 1) sí. 2) no
51. ¿Cuáles? 1) perros y/o gatos 2) aves 3) vacas 4) cabras o borregos

VII. Reproducción:

62. ¿Realiza algún tipo de manejo reproductivo en su cuadra? 1) sí 2) no

Página 2 de 8

Entrevistador: Judith Marina Flores Pérez

63. ¿Cómo considera los datos reproductivos de su cuadra?

1) excelentes. 2) buenos. 3) regulares. 4) deficientes.

64. tipo de reproducción 1) monta natural 2) I.A. 3) otro: _____

65. ¿Cuál es el criterio de elección en los reproductores?

1) capal/color 2) condición corporal 3) comportamiento 4) datos productivos 5) otro

VI. Conformación de la cuadra.

68. ¿Cuántos caballos tiene actualmente? 1)1 2) 2 3)3 4) 4 5)5 6) >6

Raza	Sexo	edad	CC	peso	ingrediente	Kg/día	Ración	Temporada
1)criollo 2)crusa 3)raza pum 4) poni Color:	1)potro 2)caballo 3)hembra 1)vacía 2)lactante 3)gestante							
1)criollo 2)crusa 3)raza pum 4) poni Color:	1)potro 2)caballo 3)hembra 1)vacía 2)lactante 3)gestante							
1)criollo 2)crusa 3)raza pum 4) poni Color:	1)potro 2)caballo 3)hembra 1)vacía 2)lactante 3)gestante							
1)criollo 2)crusa 3)raza pum 4) poni Color:	1)potro 2)caballo 3)hembra 1)vacía 2)lactante 3)gestante							
1)criollo 2)crusa 3)raza pum 4) poni Color:	1)potro 2)caballo 3)hembra 1)vacía 2)lactante 3)gestante							
1)criollo 2)crusa 3)raza pum 4) poni Color:	1)potro 2)caballo 3)hembra 1)vacía 2)lactante 3)gestante							

observaciones: _____

Entrevistador: Judith Marina Flores Pérez

Anexo 2: Cálculo de edad en los equinos.

Tabla 14. Erupción de los dientes deciduos.	
En los primeros 6-8 días de vida e incluso antes del nacimiento	I d 1
A las 4-6 semanas	I d 2
A los 6 a 12 meses	I d 3
Cambio de dientes (arcada superior) en años.	
Erupción a los 2.5 años y su desgaste es visible a los 3 años-	I1
Erupción a los 3.5 años y su desgaste es visible a los 4 años.	I2
erupción a los 4.5 años y su desgaste es visible a los 5 años.	I3
A los 3 años erupciona y es visible a los 5 años	Caninos
Enlaces en arcada inferior (años).	
6 años	I1
7 años	I2
8 años	I3
Enlaces arcada superior (años)	
8-9 años	I1
10 años	I2
11 años	I3

Los incisivos 3, también conocidos como cuñas (superiores) poseen diferentes características que nos ayudan al cálculo de edad de los equinos; entre los 8 a 9 años se forma la cola de golondrina, que puede aparecer a los 13 años (König, Sautet y Liebich, 2011).

Tabla 15. La aparición del surco inglés o signo de Galvayne (König, Sautet y Liebich, 2011).	
En el cuarto superior del diente	Aproximadamente después de los 10 años
En la mitad superior	Aproximadamente después de los 15 años
En toda la extensión	Aproximadamente después de los 20 años
En el cuarto inferior	Aproximadamente después de los 25 años
A la mitad inferior	Aproximadamente después de los 30 años

En animales jóvenes la superficie dentaria donde se produce el desgaste tiene un aspecto de ovalo transverso (6-12 años), posteriormente su aspecto es redondeado (12 a 17 años), cambia a triangular (18-24 años) y ovalado longitudinalmente (24 a 30 años), (König, Sautet y Liebich, 2011).

Anexo 3: cálculo de la Condición corporal en base a la escala de Henneke 1983:

Para llevar a cabo este proceso, fue necesario retirar monturas, camisas y cualquier otro accesorio que cubriera el cuerpo del animal; el cálculo de la condición corporal se dividió en tercios, el primer tercio abarcó la parte craneal del equino (cabeza, cuello y miembros torácicos), el segundo tercio conjugado el barril (cavidad torácica y cavidad abdominal) y el último tercio, los miembros pélvicos y cola. En cada tercio se calculó un puntaje del 1 al 9 (escala Henneke, 1983), considerando algunas características morfológicas del equino, posteriormente se hizo una suma de los tres tercios, obteniendo un puntaje promedio, el cual se asignó como CC del equino.

Puntaje	Condición	Descripción
1	Pobre	El animal está extremadamente demacrado, las apófisis espinosas (parte de las vértebras que se proyecta hacia arriba), las costillas, la cabeza de la cola, la tuberosidad coxal; las articulaciones de la cadera y tuberosidad isquiática; los huesos de la parte inferior de la pelvis se proyectan de forma prominente. La estructura ósea de la cruz, los hombros y el cuello es fácilmente perceptible. No se percibe tejido graso
2	Muy delgado	El animal esta demacrado, presenta una ligera cobertura de grasa sobre la base de las apófisis espinosas, las apófisis transversas (porción de las vértebras que se proyecta hacia afuera), las vértebras lumbares se sienten redondeadas. Las apófisis espinosas, la cabeza de cola de las costillas, las articulaciones de tuberosidad isquiática y cadera son prominentes. La cruz, los hombros y las estructuras del cuello son levemente discernibles.
3	Delgado	Las apófisis espinosas y las costillas están ligeramente cubiertas de grasa, pero son fácilmente visibles. las vértebras individuales no pueden identificarse visualmente. los huesos de tuberosidad isquiática, pero son fácilmente discernibles. los huesos de la cadera no se distinguen, la cruz, los hombros y el cuello están acentuados.
4	Moderadamente delgado	Pliegue de grasa a lo largo de la espalda (las apófisis espinosas de las vértebras sobresalen ligeramente por encima del tejido circundante). Se puede percibir el contorno de las costillas. Se puede palpar la grasa alrededor de la cabeza de la cola (la prominencia depende de la conformación). No se pueden distinguir los huesos del isquion. Los hombros y el cuello no son evidentes
5	Moderado	La espalda está nivelada. las costillas no pueden distinguirse visualmente, pero pueden sentirse fácilmente. la grasa alrededor de la cabeza de la cola comienza a sentirse esponjosa. La cruz parece redondeada sobre las apófisis espinosas. Los hombros y el cuello se mezclan suavemente con el cuerpo.

6	Moderadamente carnoso	La grasa sobre las costillas se siente esponjosa. La grasa alrededor de la cabeza de la cola se siente suave. La grasa comienza a depositarse a los lados de la cruz, detrás de los hombros y a lo largo del cuello.
7	Carnoso	Puede tener pliegues en la espalda. Se pueden palpar las costillas individuales, pero con un notable relleno de grasa entre ellas. La grasa alrededor de la cabeza de la cola es suave. La grasa se deposita a lo largo de la cruz, detrás de los hombros y a lo largo del cuello.
8	Gordo	Pliegue hacia abajo de la espalda. es difícil sentir las costillas. La grasa alrededor de la cabeza de la cola es muy suave. El área a lo largo de la cruz está llena de grasa. El área detrás del hombro está llena de grasa y al ras con el resto del cuerpo. Engrosamiento notable del cuello. La grasa se deposita a lo largo del interior de los muslos
9	Extremadamente gordo	Pliegue obvio en la espalda. Aparición de grasa en forma de parches sobre las costillas. Grasa abultada alrededor de la cabeza de la cola a lo largo de la cruz, detrás de los hombros y a lo largo del cuello. grasa a lo largo de la parte interna del cuerpo.

Anexo 4. Análisis de la calidad alimentaria de los equinos con condición corporal (6-7) ideal:

Se realizó el análisis de la alimentación de los equinos con una condición corporal de 5, 6 y 7, en base a los datos obtenidos en la encuesta, para realizar el cálculo, se utilizó un programa electrónico, desarrollado a partir de ecuaciones y otros datos presentados en la 6ª edición revisada de "Nutrient Requirements of Horses" (NRC, 2007), este programa requiere de información específica de los equinos como el peso corporal actual, el peso corporal esperado, el estado fisiológico, así como las categorías de mantenimiento y/o trabajo. Calculando así las necesidades de nutrientes en cantidades por día.

En este estudio se consideró una posible correlación entre los requerimientos nutricionales aportados por la dieta otorgada por los propietarios y los requerimientos sugeridos por el NRC, 2007; debido a que se muestra una ligera elevación de nutrientes aportados por la dieta proporcionada por los propietarios, en comparación a lo sugerido por el NRC; podría considerar este excedente de nutrientes como un requerimiento necesario para compensar las pérdidas energéticas causadas por múltiples factores que generan estrés en el equino, entre ellas el estrés térmico-ambiental, debido a que las temperaturas bajas son constantes durante todo el año.

Para evaluación de las aportaciones nutricionales de los equinos de la región la Marquesa, se realizó una agrupación de los equinos en base a su talla, estado fisiológico, de acuerdo con el NRC 2007, y se obtuvo el promedio de cada agrupación, como se muestra en las tablas.

Categoría: equinos con un peso <200 Kg de la región la Marquesa:

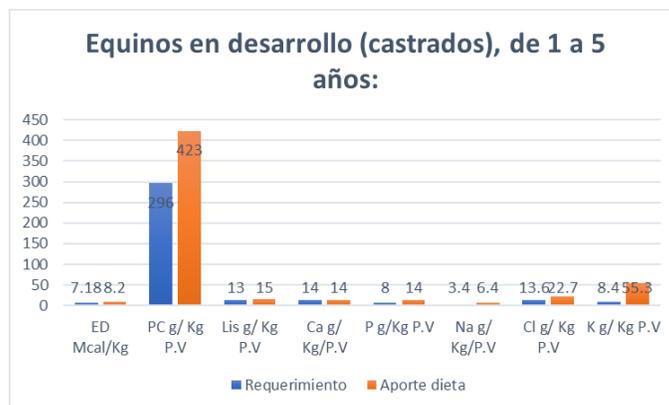
Equinos en desarrollo (castrados), de 1 a 5 años: Esta categoría se evaluó, como equinos en desarrollo, con un peso vivo (promedio) de 165 kg, una ganancia de peso de 0.06 Kg/d, llegando a un peso adulto de 188 kg promedio, con la clasificación de trabajo ligero.

CASTRADOS DE 1 A 5 AÑOS, CON CONDICIÓN CORPORAL 6-7.							
P.V (Kg)	Paca de avena	Concentrado (Kg/día)	Salvado de trigo. (Kg/día)	Alfalfa (Kg/día)	Maíz (Kg/día)	Zacate (Kg/día)	Total, Kg Ms/día
164.5	2	0.6	0.7	0.5	0	0	3.8

Tabla 17. alimentos por día de caballos en desarrollo.

Consumo MS en Kg	Nutrientes	Requerimiento	Aporte dieta	Balance
materia seca	ED Mcal/Kg	7.18	8.2	1.02
MS Min	PC g/ Kg P.V	296	423	127
	2.47 Lis g/ Kg P.V	13	15	2
MS max	Ca g/ Kg/P.V	14	14	0
	4.94 P g/Kg P.V	8	14	6
MS total	Na g/ Kg/P.V	3.4	6.4	3
	3.8 Cl g/ Kg P.V	13.6	22.7	9.1
	K g/ Kg P.V	8.4	55.3	46.9

Tabla 18. resultados del aporte nutricional de las dietas implementadas en caballos en crecimiento.



Gráfica 1. comparación de los nutrientes requeridos y los nutrientes aportados por la dieta en fase de crecimiento.

Equinos castrados de 6 a 16 años:

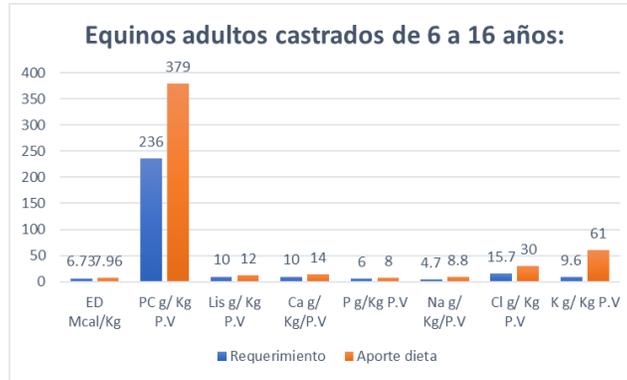
Esta categoría se evaluó, como equinos adultos, con un peso vivo 160 kg, con una dieta de trabajo ligero.

EQUINOS CASTRADOS DE 6 A 16 AÑOS. CON CONDICIÓN CORPORAL 6-7.								
P.V (Kg)	Paca de avena	Concentrado (Kg/día)	Salvado de trigo. (Kg/día)	Alfalfa (Kg/día)	Maíz (Kg/día)	Zacate (Kg/día)	Total, Kg Ms/día	%P. V MS
168.5	3	0.725	0	0.33	0	0	4	2.3

Tabla 19. alimentos por día en caballos adultos.

Consumo MS en Kg	Nutrientes	Requerimiento	Aporte dieta	Balance
materia seca	ED Mcal/Kg	6.73	7.96	1.23
MS Min	PC g/ Kg P.V	236	379	143
	2.53 Lis g/ Kg P.V	10	12	2
MS max	Ca g/ Kg/P.V	10	14	4
	5.05 P g/Kg P.V	6	8	2
MS total	Na g/ Kg/P.V	4.7	8.8	4.1
	4 Cl g/ Kg P.V	15.7	30	14.3
	K g/ Kg P.V	9.6	61	51.4

Tabla 20. resultados del aporte nutricional de las dietas implementadas en caballos adultos.



Gráfica 2. comparación de los nutrientes requeridos y los nutrientes aportados por la dieta en caballos adultos.

Categoría: yeguas (vacías) <200 Kg:

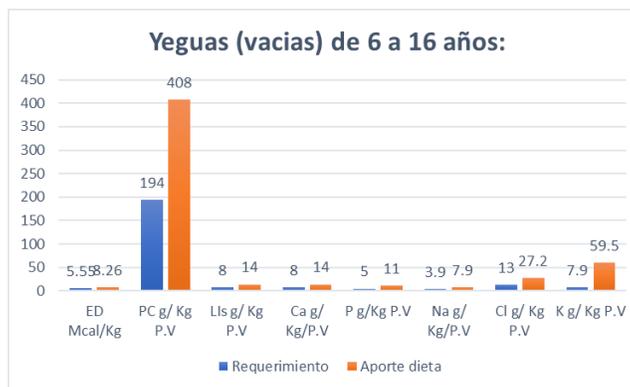
En esta categoría se consideraron hembras adultas, no gestantes. Con un peso promedio de 144 Kg. Con una dieta de trabajo ligero.

YEGUAS (VACIAS) DE 6 A 16 AÑOS, CON CONDICIÓN CORPORAL 6-7.								
P. V	Paca de avena	Concentrado	Salvado de trigo	Alfalfa	Maíz	Zacate	Total, Kg Ms	% Consumo
139	2.6	0.7	0.33	0.4	0	0	4	2.8

Tabla 21. Alimentos por día en yeguas.

Consumo MS en Kg	Nutrientes	Requerimiento	Aporte dieta	Balance
materia seca	DE Mcal/Kg	5.55	8.26	2.71
MS Min	PC g/ Kg P.V	194	408	214
2.08	Lys g/ Kg P.V	8	14	6
MS max	Ca g/ Kg/P.V	8	14	6
4.17	P g/Kg P.V	5	11	6
MS total	Na g/ Kg/P.V	3.9	7.9	4
	Cl g/ Kg P.V	13	27.2	14.2
	K g/ Kg P.V	7.9	59.5	51.6

Tabla 22. resultados del aporte nutricional de las dietas implementadas en yeguas



Gráfica 3. comparación de los nutrientes requeridos y los nutrientes aportados por la dieta en yeguas.

Categoría: hembra gestante de 7 años con 5 meses de gestación:

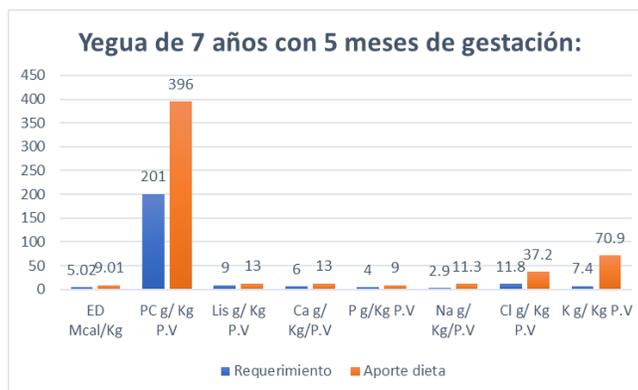
Hembra adulta de 7 años, con peso vivo de 148 kg, con dieta para gestante.

PONI HEMBRA GESTANTE DE 7 AÑOS								
P. V	Paca de avena	Concentrado	Salvado de trigo	Alfalfa	Maíz	Zacate	Total, Kg Ms	% Consumo
148	4	0.7	0	0	0	0	4.7	3.1

Tabla 23. Alimentos por día en yegua gestante.

Consumo MS en Kg	Nutrientes	Requerimiento	Aporte dieta	Balance
materia seca	ED Mcal/Kg	5.02	9.01	3.99
MS Min	PC g/ Kg P.V	201	396	195
	2.21 Lis g/ Kg P.V	9	13	4
MS max	Ca g/ Kg/P.V	6	13	7
	4.41 P g/Kg P.V	4	9	5
MS total	Na g/ Kg/P.V	2.9	11.3	8.4
	4.7 Cl g/ Kg P.V	11.8	37.2	25.4
	K g/ Kg P.V	7.4	70.9	63.5

Tabla 24. resultados del aporte nutricional de las dietas implementadas en yegua gestante.



Gráfica 4. comparación de los nutrientes requeridos y los nutrientes aportados por la dieta en yegua gestante.

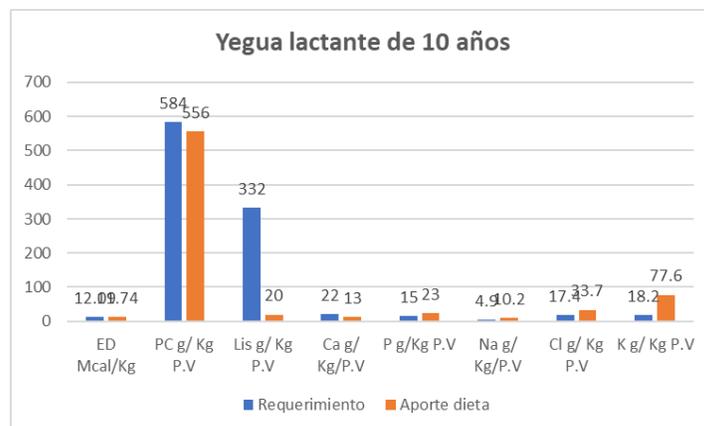
Categoría: yegua lactante de 10 años.

YEGUA LACTANTE DE 10 AÑOS								
P.V	Paca de avena	Concentrado	Salvado de trigo	Alfalfa	Maíz	Zacate	Total, kg Ms	% Consumo
191	3.4	0.5	1.5	0	0	0	5.4	2.8

Tabla 25. alimentos por día en yegua lactante.

Consumo MS en Kg	Nutrientes	Requerimiento	Aporte dieta	Balance
materia seca	ED Mcal/Kg	12.09	11.74	-0.35
MS Min	PC g/ Kg P.V	584	556	-28
	2.86 Lis g/ Kg P.V	332	20	-312
MS max	Ca g/ Kg/P.V	22	13	-9
	5.73 P g/Kg P.V	15	23	8
MS total	Na g/ Kg/P.V	4.9	10.2	5.3
	5.4 Cl g/ Kg P.V	17.4	33.7	16.3
	K g/ Kg P.V	18.2	77.6	59.4

Tabla 26. resultados del aporte nutricional de la dieta implementada en yegua lactante.



Gráfica 5. comparación de los nutrientes requeridos y los nutrientes aportados por la dieta de yegua lactante.

Categoría: Potros adultos de 6 a 15 años.

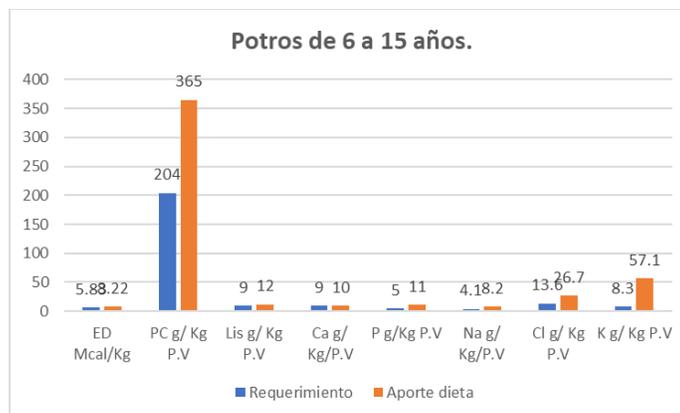
En esta clasificación se encuentran machos enteros que no se utilizan como reproductores, por lo tanto, su alimentación se basa en trabajo ligero.

POTROS DE 6 A 15 AÑOS, CON CONDICIÓN CORPORAL 6-7.								
P.V	Paca de avena	Concentrado	Salvado de trigo	Alfalfa	Maíz	Zacate	Total, kg Ms	% Consumo
146.7	2.8	0.62	0.42	0	0	0.250	4.09	2.7

Tabla 27. Alimentos por día en garañones.

Consumo MS en Kg	Nutrientes	Requerimiento	Aporte dieta	Balance
materia seca	ED Mcal/Kg	5.83	8.22	2.39
MS Min	PC g/ Kg P.V	204	365	161
	2.19 Lis g/ Kg P.V	9	12	3
MS max	Ca g/ Kg/P.V	9	10	1
	4.38 P g/Kg P.V	5	11	6
MS total	Na g/ Kg/P.V	4.1	8.2	4.1
	4 Cl g/ Kg P.V	13.6	26.7	13.1
	K g/ Kg P.V	8.3	57.1	48.8

Tabla 28. resultados del aporte nutricional de las dietas implementadas garañones.



Gráfica 6. comparación de los nutrientes requeridos y los nutrientes aportados por la dieta en garañones.

Categorías de caballos de talla mediana a grande.

Caballos castrados de 1 a 5 años.

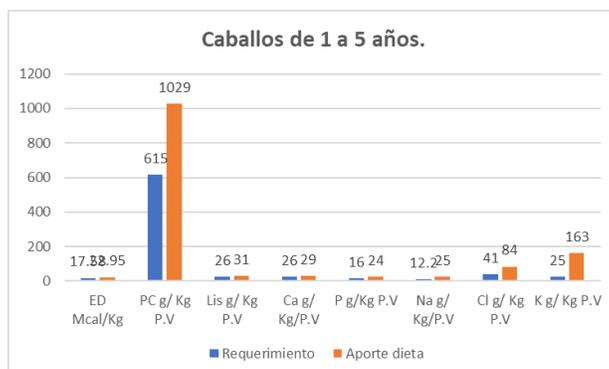
Con un peso promedio de 440.5 Kg, en etapa de desarrollo, pero con una dieta de trabajo ligero.

CABALLOS CASTRADOS DE 1 A 5 AÑOS, CON CONDICIÓN CORPORAL 6-7.								
P.V	Paca de avena	Concentrado	Salvado de trigo	Alfalfa	Maíz	zacate	Total, kg Ms	% Consumo
440.5	9.1	2.75	0	0	0	0	11.85	2.6

Tabla 29. alimentos por día en caballos en desarrollo.

Consumo MS en Kg	Nutrientes	Requerimiento	Aporte dieta	Balance
materia seca	ED Mcal/Kg	17.58	22.95	5.37
MS Min	PC g/ Kg P.V	615	1029	414
	6.6 Lis g/ Kg P.V	26	31	5
MS max	Ca g/ Kg/P.V	26	29	3
	13.2 P g/Kg P.V	16	24	8
MS total	Na g/ Kg/P.V	12.2	25	12.8
	11.85 Cl g/ Kg P.V	41	84	43
	K g/ Kg P.V	25	163	138

Tabla 30. resultados del aporte nutricional de las dietas implementadas en caballos en crecimiento.



Gráfica 7. comparación de los nutrientes requeridos y los nutrientes aportados por la dieta de caballos en crecimiento.

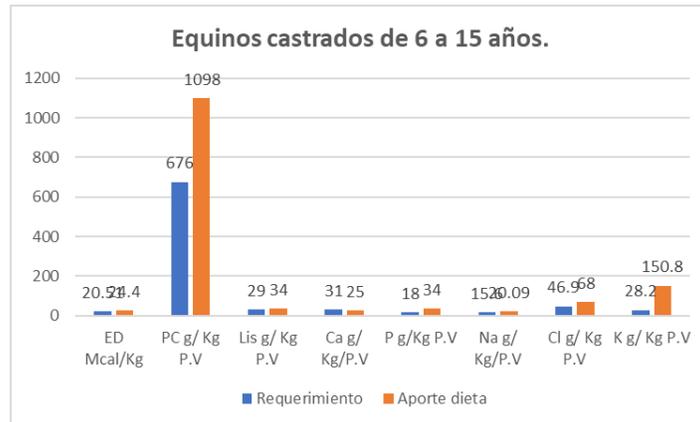
Categoría: caballos castrados adultos de 6 a 15 años:

CABALLOS CASTRADOS DE 6 A 15 AÑOS, CON CONDICIÓN CORPORAL 6-7.								
P.V	Paca de avena	Concentrado	Salvado de trigo	Alfalfa	Maíz	Zacate	Total, kg Ms	% Consumo
440	7.05	2.8	1.2	0	0.05	0.8	11.9	2.7

Tabla 31. alimentos por día en caballos adultos.

Consumo MS en Kg	Nutrientes	Requerimiento	Aporte dieta	Balance
materia seca	ED Mcal/Kg	20.51	24.4	3.89
MS Min	PC g/ Kg P.V	676	1098	422
	6.6 Lis g/ Kg P.V	29	34	5
MS max	Ca g/ Kg/P.V	31	25	-6
	13.2 P g/Kg P.V	18	34	16
MS total	Na g/ Kg/P.V	15.6	20.09	4.49
	11.9 Cl g/ Kg P.V	46.9	68	21.1
	K g/ Kg P.V	28.2	150.8	122.6

Tabla 32. resultados del aporte nutricional de las dietas implementadas en caballos adultos.



Gráfica 8. comparación de los requerimientos nutricionales.

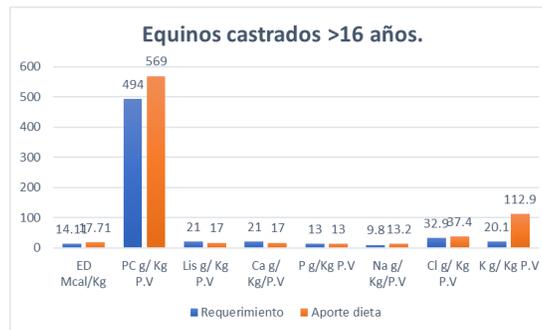
Categoría: caballos castrados >16 años

CABALLOS CASTRADOS > 16 AÑOS, CON CONDICIÓN CORPORAL 6-7.								
P. V	Paca de avena	Concentrado	Salvado de trigo	Alfalfa	Maíz	Zacate	Total, kg Ms/d	% Consumo
353	4	1	0	0	0	5	10	2.8

Tabla 33. alimentos por día de caballos > 16 años.

Consumo MS en Kg	Nutrientes	Requerimiento	Aporte dieta	Balance
materia seca	ED Mcal/Kg	14.11	17.71	3.6
MS Min	PC g/ Kg P.V	494	569	75
	5.21 Lis g/ Kg P.V	21	17	-4
MS max	Ca g/ Kg/P.V	21	17	-4
	10.59 P g/Kg P.V	13	13	0
MS total	Na g/ Kg/P.V	9.8	13.2	3.4
	10 Cl g/ Kg P.V	32.9	37.4	4.5
	K g/ Kg P.V	20.1	112.9	92.8

Tabla 34. resultados del aporte nutricional de las dietas implementadas en >16 años.



Gráfica 9. comparación de los nutrientes requeridos, los nutrientes aportados por la dieta en >16 años.

Categoría: potros de 1 a 5 años:

Equinos en desarrollo, con trabajo ligero.

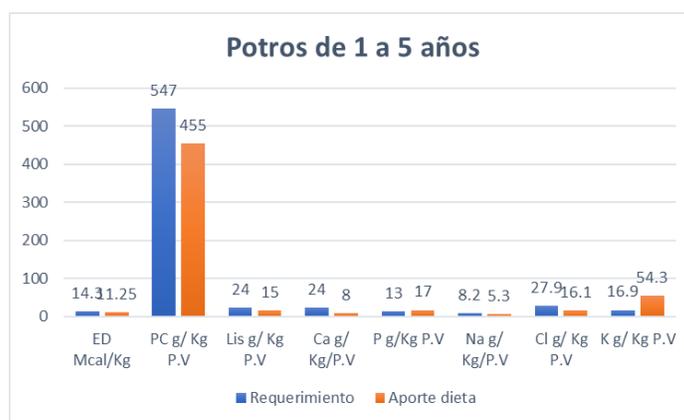
POTROS DE 1 A 5 AÑOS, CON CONDICIÓN CORPORAL 6-7.

P. V	Paca de avena	Concentrado	Salvado de trigo	Alfalfa	Maíz	Zacate	Total, kg Ms	% Consumo
291.5	1.5	1			0.25	1.5	5.2	1.7

Tabla 35. alimentos por día en potros en desarrollo.

Consumo MS en Kg	Nutrientes	Requerimiento	Aporte dieta	Balance
materia seca	ED Mcal/Kg	14.3	11.25	-3.05
MS Min	PC g/ Kg P.V	547	455	-92
	4.38 Lis g/ Kg P.V	24	15	-9
MS max	Ca g/ Kg/P.V	24	8	-16
	8.75 P g/Kg P.V	13	17	4
MS total	Na g/ Kg/P.V	8.2	5.3	-2.9
	5.2 Cl g/ Kg P.V	27.9	16.1	-11.8
	K g/ Kg P.V	16.9	54.3	37.4

Tabla 36. resultados del aporte nutricional de las dietas implementadas en potros en crecimiento.



Gráfica 10. comparación de los nutrientes requeridos y los nutrientes aportados por la dieta en potros en desarrollo.

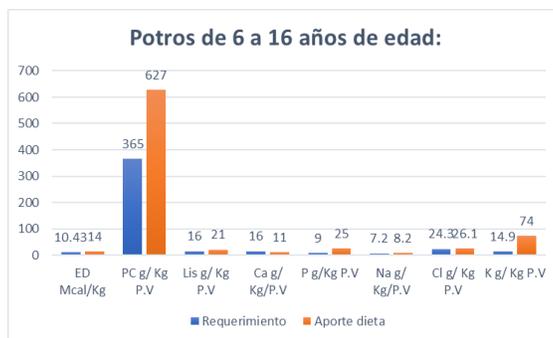
Categoría: potros adultos de 6 a 16 años:

POTROS DE 6 A 16 AÑOS, CON CONDICIÓN CORPORAL 6-7.								
P. V	Paca de avena	Concentrado	Salvado de trigo	Alfalfa	Maíz	Zacate	Total, kg Ms	% Consumo
261.5	2.5	1.35	1.5		0.1	1	6.45	2.4

Tabla 37. alimentos por día en garañones.

Consumo MS en Kg	Nutrientes	Requerimiento	Aporte dieta	Balance
materia seca	ED Mcal/Kg	10.43	14	3.57
MS Min	PC g/ Kg P.V	365	627	262
	3.92 Lis g/ Kg P.V	16	21	5
MS max	Ca g/ Kg/P.V	16	11	-5
	7.83 P g/Kg P.V	9	25	16
MS total	Na g/ Kg/P.V	7.2	8.2	1
	6.45 Cl g/ Kg P.V	24.3	26.1	1.8
	K g/ Kg P.V	14.9	74	59.1

Tabla 38. resultados del aporte nutricional de las dietas implementadas en potros adultos.



Gráfica 11. comparación de los nutrientes requeridos y los nutrientes aportados por la dieta en garañones.

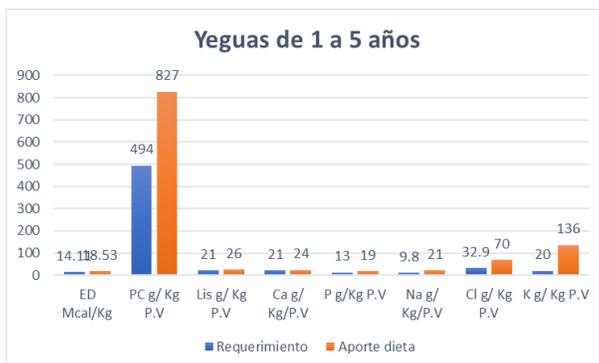
Categoría: yeguas de 1 a 5 años.

YEGUAS 1 A 5 AÑOS, CON CONDICIÓN CORPORAL 6-7.								
P.V	Paca de avena	Concentrado	Salvado de trigo	Alfalfa	Maíz	Zacate	Total, kg Ms	% Consumo
353	7.5	2	0	0	0	0	9.5	2.6

Tabla 39. alimentos por día en yeguas en crecimiento.

Consumo MS en Kg	Nutrientes	Requerimiento	Aporte dieta	Balance
materia seca	ED Mcal/Kg	14.11	18.53	4.42
MS Min	PC g/ Kg P.V	494	827	333
	5.29 Lis g/ Kg P.V	21	26	5
MS max	Ca g/ Kg/P.V	21	24	3
	10.59 P g/Kg P.V	13	19	6
MS total	Na g/ Kg/P.V	9.8	21	11.2
	9.5 Cl g/ Kg P.V	32.9	70	37.1
	K g/ Kg P.V	20	136	116

Tabla 40. resultados del aporte nutricional de las dietas implementadas en yeguas en crecimiento.



Gráfica 12. comparación de los nutrientes requeridos y los nutrientes aportados por la dieta en yeguas en crecimiento.