



Facultad de Veterinaria
Universidad Zaragoza



Trabajo Fin de

Autor/es

Director/es

Facultad de Veterinaria

ÍNDICE

Agradecimientos	3
Resumen.....	3
1. Introducción.....	5
2. Justificación y objetivos	5
3. Definiciones de los tipos de caballos según su estado fisiológico	6
4. Metodología	8
5. Resultados y discusión	11
6. Conclusiones	33
7. Valoración personal.....	34
8. Bibliografía.....	35

AGRADECIMIENTOS:

Quiero agradecer, en primer lugar, al profesor Antonio de Vega por su dedicación, profesionalidad, apoyo e involucración en nuestro trabajo. Es evidente que sin sus conocimientos, ganas y entusiasmo no hubiera sido posible lograr nuestro objetivo.

Agradezco también al profesor Paco Vázquez por participar indirectamente en la realización de este trabajo, y aceptar gratuitamente todas las reuniones que han sido necesarias para darme su punto de vista y valiosos conocimientos que me han resuelto dudas.

A Sandra le agradezco el soporte incondicional que muestra a diario, su paciencia por escuchar una y otra vez la lectura de este trabajo, y por mostrarme sus ideas u otros puntos de vista que han sido muy útiles para elaborar la guía.

Y por último, pero no lo menos importante, a mi familia, en especial a mi madre, por ser el pilar de mi vida, por inculcarme los valores que me hacen ser como soy a diario, y por el gran esfuerzo que hace para darme una educación y permitirme cursar unos estudios.

RESUMEN:

Todo propietario de un caballo conoce la palabra “cólico”, y probablemente sepa también que es una patología derivada, mayoritariamente, de una alimentación inadecuada.

Para asegurar un estado de bienestar y salud de nuestro caballo es fundamental conocer bien cómo alimentarlo, y muchas veces ésta información no está al alcance de todos, ya sea por ser escasa, difícil de acceder a ella o bien demasiado técnica para ser comprendida por personas que no se dedican a la nutrición de caballos.

En este documento se intenta facilitar dicha información de forma que sea sencilla, accesible y comprensible para el gran público.

Para llevar a cabo esta labor, inicialmente se calcularon las necesidades nutricionales diarias para los seis distintos estados fisiológicos a los cuales se destina la guía: mantenimiento, sementales en servicio, caballos en trabajo, yeguas en gestación y lactación, y caballos en crecimiento.

Una vez estimadas las necesidades se estableció el nivel de cobertura de las mismas proporcionado por un heno de gramíneas o un heno de alfalfa como ración única, proponiéndose las acciones correctoras necesarias en función de las deficiencias observadas.

A partir de los resultados obtenidos se han elaborado unas recomendaciones con vocación de accesibilidad para el gran público, que puedan ser utilizadas libremente, y que sean claras, sencillas, entretenidas y fáciles de seguir para proporcionar una alimentación adecuada a un caballo.

SUMMARY:

Every owner of a horse knows the word "colic", and probably he also knows that it is a derived, mainly, from inadequate diet pathology.

To ensure a state of well-being and health of our horse is essential to know well how to feed it, and often this information is not available to everyone, either for being scarce, difficult to access it or too technical to be understood by persons that do not engage in horse nutrition.

This paper attempts to provide such information in a way that is simple, accessible and understandable to the general public.

To perform this task, initially daily nutritional needs were calculated for the six different physiological states: maintenance, stallions in service, horses in work, mares in gestation and lactation, and growing horses.

Once the nutritional needs were estimated, the coverage level was established for the same provided for grass hay or alfalfa hay as the sole ration, proposing corrective actions based on the observed deficiencies.

From the results obtained we have made some recommendations with the vocation to be accessible for the general public, which can be used freely, and that are clear, simple, entertaining and easy to follow to provide an adequate feeding to a horse.

1. INTRODUCCIÓN:

Encontrar información accesible y fiable sobre la alimentación de los caballos no es tarea fácil, ya que a menudo procede de marcas comerciales sujetas a intereses económicos, o es excesivamente técnica y poco accesible para el público en general. Como consecuencia, en muchas ocasiones los caballos son mal alimentados por sus propietarios, derivando esta situación en patologías tales como cólicos, úlceras gástricas, laminitis, etc.

Por ello, el presente trabajo se ha planteado con el objetivo de ofrecer recomendaciones para una correcta alimentación de los caballos que eviten, o al menos minimicen, la aparición de las patologías mencionadas. Es preciso insistir en que la información suministrada tiene vocación de accesibilidad, sencillez y comprensibilidad por parte de neófitos en la nutrición de los caballos.

2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS:

Justificación:

La correcta alimentación de los caballos es fundamental tanto para asegurar un estado de bienestar óptimo como para conseguir un rendimiento deportivo y eficacia reproductiva, o evitar patologías derivadas de la malnutrición.

Por ello, es esencial que los propietarios de los caballos posean los conocimientos necesarios para conseguir una correcta nutrición de sus animales. La propia experiencia indica que una información tan esencial como es la de cómo alimentar a un caballo no siempre es accesible, fácil y comprensible para personas con poco conocimiento de la materia. La mayoría de la bibliografía consultada es muy técnica y enfocada a un público con un perfil más experto y especializado. Por otro lado, existe información elaborada bajo marcas comerciales, con el fin de vender sus productos, que utilizan los propietarios de caballos sin saber siquiera la composición de los piensos o las necesidades de su caballo.

Todas estas consideraciones nos han llevado a la idea de elaborar una guía nutricional de uso fácil y accesible, que con una simple lectura permita a personas inexperimentadas saber qué, cuánto y cómo debe alimentar a su caballo, elaborada de manera independiente de las marcas comerciales, y sin ánimo lucrativo.

Objetivos:

1. Elaborar una guía de uso fácil y rápido que permita a los propietarios de caballos, sobre todo a los neófitos, la correcta alimentación de sus animales.
2. Elaborar varias raciones con distintas materias primas para cada uno de los estados fisiológicos.
3. Como objetivo final del trabajo, proporcionar al propietario del caballo un pequeño manual con el que pueda reconocer de una forma muy sencilla y clara qué tipo de caballo tiene según su estado fisiológico, conocer su peso vivo, y ofrecerle varias raciones que incluyan las materias primas de las que se dispone en cada zona y/o época del año. Dicho manual también dará a conocer el cómo hidratar a un caballo, controlar la adaptación a una nueva dieta mediante la categorización de la condición corporal, y facilitará el contacto veterinario para una atención más personalizada.
4. Como objetivo personal, conocer al detalle la nutrición equina, cómo realizar la formulación de un pienso y comprobar que el manual creado es útil, difundido y exitoso para los propietarios y veterinarios de caballos.

3. DEFINICIONES DE LOS TIPOS DE CABALLOS SEGÚN SU ESTADO FISIOLÓGICO (NRC, 2007)¹:

1. **Mantenimiento:** caballos que no están en fase de gestación, lactación, crecimiento o realizando trabajo. Se definen tres tipos de caballos en mantenimiento según sus necesidades: Bajo: animales con una vida muy sedentaria, ya sea debido al confinamiento o a un temperamento dócil y no muy activo. Los caballos incluidos en este grupo son animales mayores que viven en establos o pequeños corrales con espacio limitado o caballos que permanecen en un nivel de actividad limitado incluso estando en grandes *paddocks* o pastos. Medio: caballos adultos con temperamento alerta y una actividad voluntaria moderada. Los caballos en este grupo probablemente saldrán varias horas por día, pero puede incluir caballos estabulados que son activos en sus establos como por ejemplo yeguas de cría (*broodmares*) y caballos de competición parados. Alto: caballos adultos con temperamento nerviosos y elevados niveles de actividad voluntaria como por ejemplo sementales o caballos jóvenes adultos que son bastante nerviosos en sus establos o durante periodos de descanso (NRC, 2007)¹.
2. **Semental:** caballo (macho) destinado a la reproducción, utilizado para la monta natural o artificial.

3. Trabajo: caballo que realiza un mínimo ejercicio a la semana.

En el siguiente cuadro se ofrecen ejemplos de trabajos semanales en caballos de trabajo ligero, moderado, pesado y muy pesado (NRC, 2007)¹:

Categoría de trabajo	Descripción	Tipo de evento
Ligero	1-3 horas/semana: 40% paso, 50% trote y 10% medio galope	Monta recreativa Inicio de programas de entrenamiento Exposición equina (ocasional)
Moderado	3-5 horas/semana: 30% paso, 55% trote, 10% medio galope y 5% salto bajo, "cutting" u otro tipo de trabajo	Caballos de escuela Monta recreativa Inicio de entrenamiento/ "breaking" Caballos de exposición (frecuente) Polo Trabajo ranchero
Pesado	4-5 horas/semana: 20% paso, 50% trote, 15% medio galope, 15% galope, salto u otro tipo de trabajo	Trabajo ranchero Polo Caballos de exposición (frecuente, eventos extenuantes) Bajo-medio nivel concurso completo Entrenamiento de carrera (etapas medias)
Muy pesado	Varios: rangos desde 1 hora/semana de trabajo de velocidad a 6-12 horas/semana de trabajo lento	Carreras (Quarter horse, Thoroughbred, Standardbred, Endurance) Elite 3 días de concurso

*Estas descripciones son generales, están basadas en trabajos semanales totales, y no incluyen todas las combinaciones de trabajo en cuanto a intensidad y duración. Las horas de trabajo por semana en cualquier categoría pueden ser mucho mayores que las estimadas si la intensidad de trabajo es menor. Por ejemplo; caballos en la categoría de trabajo ligero pueden trabajar más de tres horas por semana si la intensidad de trabajo es menor, y los caballos en categoría moderada pueden trabajar más de cinco horas por semana si la intensidad es menor.

4. Gestación: yeguas con un diagnóstico positivo de gestación realizado y controlado por un veterinario. El periodo de gestación de la yegua normalmente comprende 335-345 días pero puede alargarse hasta a 1 año dependiendo de cuando haya sido cubierta (NRC, 2007)¹.

5. **Lactación:** Incluye desde que se produce el parto hasta el sexto mes.
6. **Crecimiento:** potros entre los 7 y 26 meses de edad.

4. **METODOLOGÍA:**

Dado que la presente guía va destinada a personas no familiarizadas con la nutrición de los caballos, se han incluido todos los estados fisiológicos de los animales (mantenimiento, sementales, animales en trabajo, yeguas en gestación y, lactación, y caballos en crecimiento), y en los rangos de peso más habituales para cada uno de ellos.

Los grupos de animales elegidos han sido los siguientes:

1. Caballos en mantenimiento bajo, medio y alto, comprendidos entre 100 y 1000 kilogramos de peso vivo (PV) adulto.

2. Sementales en servicio comprendidos entre 200 y 700 kilogramos de PV. Se ha seleccionado este rango ya que entendemos que un caballo de una raza de tamaño medio con un peso vivo adulto inferior a 200 kilogramos no debería ser fértil², y el manejo de un semental con un PV superior a 700 kilogramos es difícil, delicado y peligroso para una persona sin experiencia en este campo. No se ha contemplado destinar un apartado para sementales que no cubren (sin servicio) ya que se considerarán dentro del grupo de mantenimiento.

Heather (2004)² menciona que un semental no alcanza la madurez sexual completa hasta los 2 años de edad, y aún a esa edad no es capaz de cruzarse con muchas yeguas. El autor recomienda usar el joven semental en unos términos muy limitados hasta que cumpla por lo menos 3 ó 4 años. Por ello, un semental de una raza de tamaño medio considerado sexualmente maduro pesará, como mínimo, 200 kg a los 3 -4 años.

3. Caballos que trabajan, y que están entre 100 y 1000 kilogramos de PV. Se han considerado cuatro tipos de trabajo: trabajo ligero, moderado, pesado y muy pesado.

4. Yeguas gestantes, a partir de los 300 kg de PV y hasta los 1000 kg. Se ha considerado que con un peso inferior a 300 kg, una yegua de una raza de tamaño medio no es fértil³.

Consultando la fuente de Caballopedia (<http://www.caballopedia.com/articulos-caballopedia/>) se ha deducido la afirmación anterior: "Las potrancas ya son sexualmente maduras a los 18 meses de edad, y pueden reproducirse a los 2 años; sin embargo, a esta edad todavía están creciendo, y la gestación puede dificultar su crecimiento. Idealmente, no se debe comenzar a criar hasta que la yegua tenga 4 años de edad, de modo que el parto ocurra a los 5 años"³.

5. Yeguas en lactación, hasta el 6º mes, y con un rango de PV entre 100 y 1000 kilogramos.

6. Caballos en estado de crecimiento, sin trabajo o con trabajo ligero, desde los 7 meses hasta los 26 meses de edad, con un rango de PV entre 100 y 1000 Kg. No se ha contemplado incluir en esta guía a los caballos en crecimiento que realizan programas de trabajo moderados, pesados o muy pesados, ya que no se considera esta práctica adecuada para un animal que está en pleno desarrollo⁴. La decisión de trabajar con un rango a partir de los 7 meses es debido a que la lactación comprende los 6 primeros meses de la edad del potro, y considerando que la madre del potro está bien alimentada asumimos que el potro hasta los 6 meses estará bien alimentado. Se ha considerado hasta los 26 meses de crecimiento debido a que el programa NRC (2007)¹ trabaja hasta estos meses en la fase de crecimiento.

Funnell (2005)⁴ explica que, aunque la edad de inicio de trabajos más exigentes depende mucho de la disciplina en la cual se quiere entrenar al caballo, se empiezan a trabajar montados normalmente a los 3 años, pero muy suavemente como toma de contacto.

El modo de actuación ha sido, en todos los casos, el mismo:

1.- Determinación de las necesidades de los animales. Para ello se ha utilizado el sistema NRC (2007)¹, que proporciona un programa gratuito en el enlace (<http://nrc88.nas.edu/nrh/>). Aunque existen otros sistemas para caballos, el NRC (2007)¹ es, sin duda, el de más amplia difusión.

2.- Estimación de la capacidad de ingestión de los animales, de acuerdo con el NRC (2007)¹ y Murray⁵ (curso on-line de Coursera.org). Para realizar este paso se han consultado los porcentajes de ingestión que recomienda Murray: 2% para los estados fisiológicos de mantenimiento, trabajo ligero, gestación temprana, 5º, 6º, 7º y 8º mes de gestación, lactación en el 1º, 5º y 6º mes y crecimiento, un 2,25% para trabajo moderado y muy pesado, un 2,5% para sementales en servicio, trabajo pesado y lactación en el 2º, 3º y 4º mes, y finalmente un 1,75% en el 9º, 10º y 11º mes de gestación.

3.- Estimación del porcentaje de cobertura de las necesidades de los animales cuando la dieta está constituida, exclusivamente, por forrajes. Para ello se han considerado dos situaciones:

- Animales que consumen heno de gramíneas (*Ejemplos: ray-grass, festuca, dátilo, poa, etc.*)
- Animales que consumen heno de alfalfa

Estos dos forrajes han sido elegidos por ser los más cultivados y utilizados para alimentar a los caballos en España. Su composición y valor nutritivo se han tomado de las tablas del NRC (2007)¹ ya que la Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA) no ofrece valores de concentración energética para caballos. Por esta razón, los valores de composición química de los henos también se obtuvieron de las tablas del NRC (2007)¹.

4.- Racionamiento de los caballos, en caso de que los forrajes por sí solos no alcancen a cubrir las necesidades de los animales. En este punto se dieron dos situaciones:

- Los forrajes solo fueron deficitarios en uno de los nutrientes, generalmente el sodio, por lo que solo se consideró necesario suplementar con pequeñas cantidades de bicarbonato sódico.
- Los forrajes fueron deficientes en más de un nutriente, por lo que fue necesario formular una ración completa, utilizando el programa WinFeed, en la que se consideró que el forraje debía constituir, al menos, el 50 % de la materia seca de la misma ⁶. En este caso, los valores nutricionales de los componentes del concentrado se tomaron de las tablas de FEDNA (<http://www.fundacionfedna.org/ingredientes-para-piensos>)⁷, así como los límites máximos de incorporación (se consideraron las recomendaciones para vacuno de carne, al no haberlas para caballos).

Pilliner (1998)⁶ menciona la fundamental regla de la buena alimentación de los caballos que dice que la proporción de alimentos fibrosos en la ración no debe caer por debajo del 50 %.

5.- Establecimiento del número mínimo de raciones para cada fase fisiológica. Una vez obtenidas las diferentes raciones para cada PV, mes de gestación o semana de lactación, por ejemplo, se intentó agrupar las mismas con el siguiente criterio: se obtuvo el valor medio de los diferentes nutrientes (por ejemplo para los distintos meses de crecimiento) y el coeficiente de variación (CV) correspondiente. Si este último no superaba el 5% se formuló una ración única con los valores medios, excepto en el caso de la lactación y el crecimiento, fases durante las cuales se permitió un CV de hasta el 15% (28% en el caso del fósforo durante la lactación) asumiendo que los déficits en el pico serán compensados en los siguientes meses. En el caso de los minerales, se permitió un coeficiente de variación de hasta el 15% (30% en el caso de la lactación).

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

En las Figuras 1 a 11 se muestran las necesidades en energía digestible (ED), proteína bruta (PB), lisina (Lis), calcio (Ca), fósforo (P), sodio (Na), cloro (Cl) y potasio (K) de caballos en mantenimiento (Figura 1), sementales en servicio (Figura 2), caballos en trabajo ligero (Figura 3), moderado (Figura 4), pesado (Figura 5) o muy pesado (Figura 6), yeguas hasta el octavo mes de gestación (Figura 7), yeguas entre el noveno y el decimoprimer mes de gestación (Figura 8), yeguas en el primero, quinto y sexto mes de lactación (Figura 9), yeguas en el segundo, tercero y cuarto mes de lactación (Figura 10), y caballos en crecimiento (Figura 11), y el nivel de cobertura de las necesidades cuando se administra como ración única un heno de gramíneas o de alfalfa.

Como se puede observar, en la mayoría de los casos las necesidades quedaron cubiertas por los forrajes como ración exclusiva, excepto en el caso de las de Na, sobre todo cuando se utilizó el heno de gramíneas. La solución adoptada en estos casos fue la administración, junto con el forraje, de las cantidades de bicarbonato sódico especificadas en la Tabla 1.

El bicarbonato sódico (NaHCO_3) se obtiene mediante un proceso químico industrial a partir de cloruro sódico y carbonato cálcico, y además de ser fuente de Na se utiliza para reducir la incidencia de acidosis por su capacidad tampón (FEDNA). La administración de este producto permite cubrir las deficiencias en Na sin incrementar los aportes de Cl que, como se puede apreciar en las Figuras 1 a 11, excedieron a las necesidades en todos los casos. Las cantidades a administrar se han calculado teniendo en cuenta que el contenido en Na en el bicarbonato sódico es del 27,1%, y las recomendaciones que se pueden dar a partir de los resultados de la Tabla 1 son las siguientes:

- 1.- Caballos en mantenimiento (bajo, medio o alto): Heno de alfalfa *ad libitum* o heno de gramíneas *ad libitum* más 1,5 gramos de bicarbonato sódico por cada 100 Kg de peso vivo al día.
- 2.- Sementales en servicio: Heno de alfalfa *ad libitum* + 1,03 gramos de bicarbonato sódico por cada 100 kilogramos de peso vivo al día, o heno de gramíneas *ad libitum* + 2,88 gramos de bicarbonato sódico por cada 100 kilogramos de peso vivo al día.
- 3.- Caballos en trabajo ligero: Heno de alfalfa *ad libitum* más 2,9 gramos de bicarbonato sódico por cada 100 kilogramos de peso vivo al día, o heno de gramíneas *ad libitum* más 4,4 gramos de bicarbonato sódico por cada 100 kilogramos de peso vivo al día.

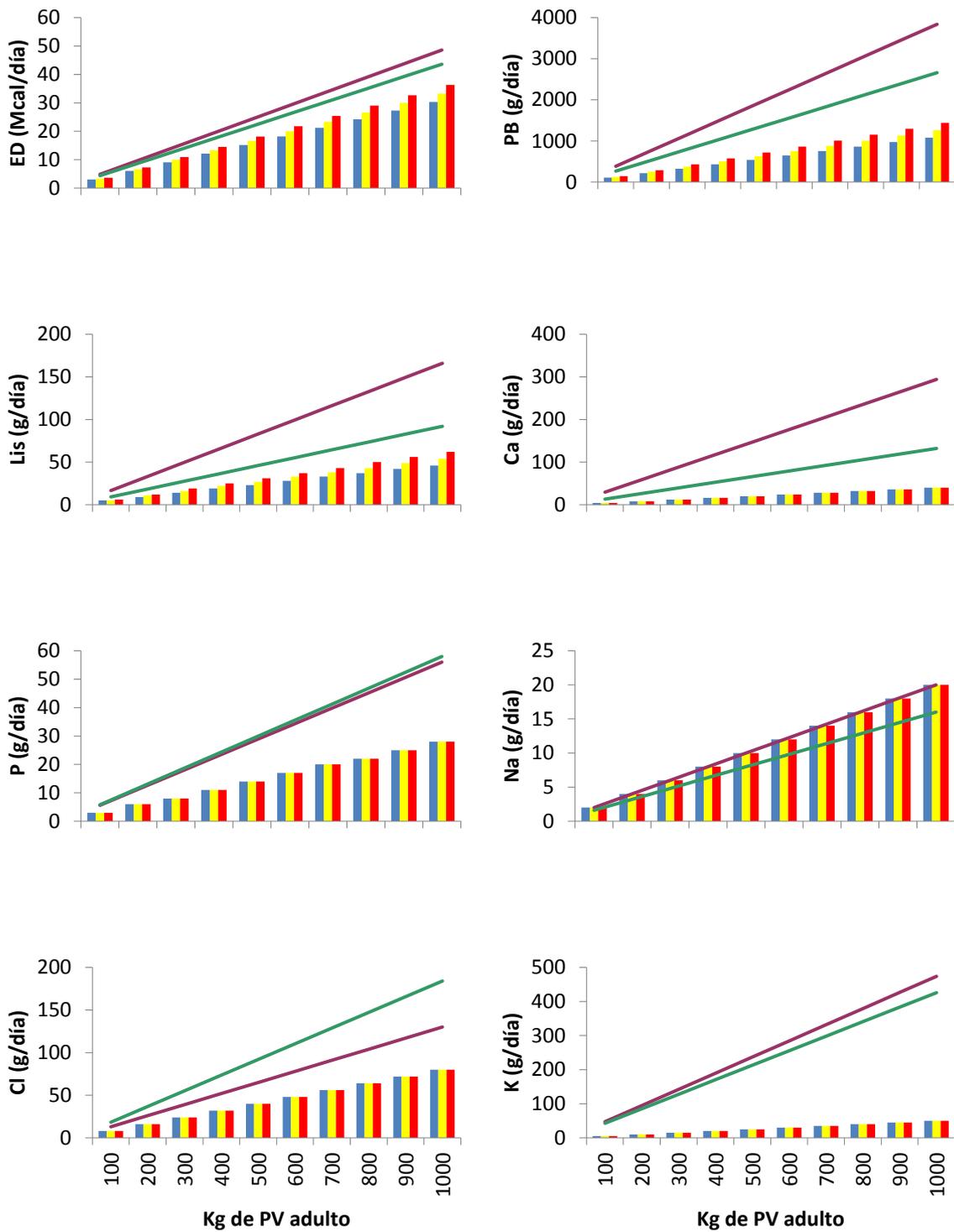


Figura 1: Necesidades en energía digestible (ED), proteína bruta (PB), lisina (Lis), calcio (Ca), fósforo (P), sodio (Na), cloro (Cl) y potasio (K) de caballos en mantenimiento bajo (■), medio (■) y alto (■), y nivel de cobertura de las necesidades cuando se administra como ración única un heno de gramíneas (—) o de alfalfa (—).

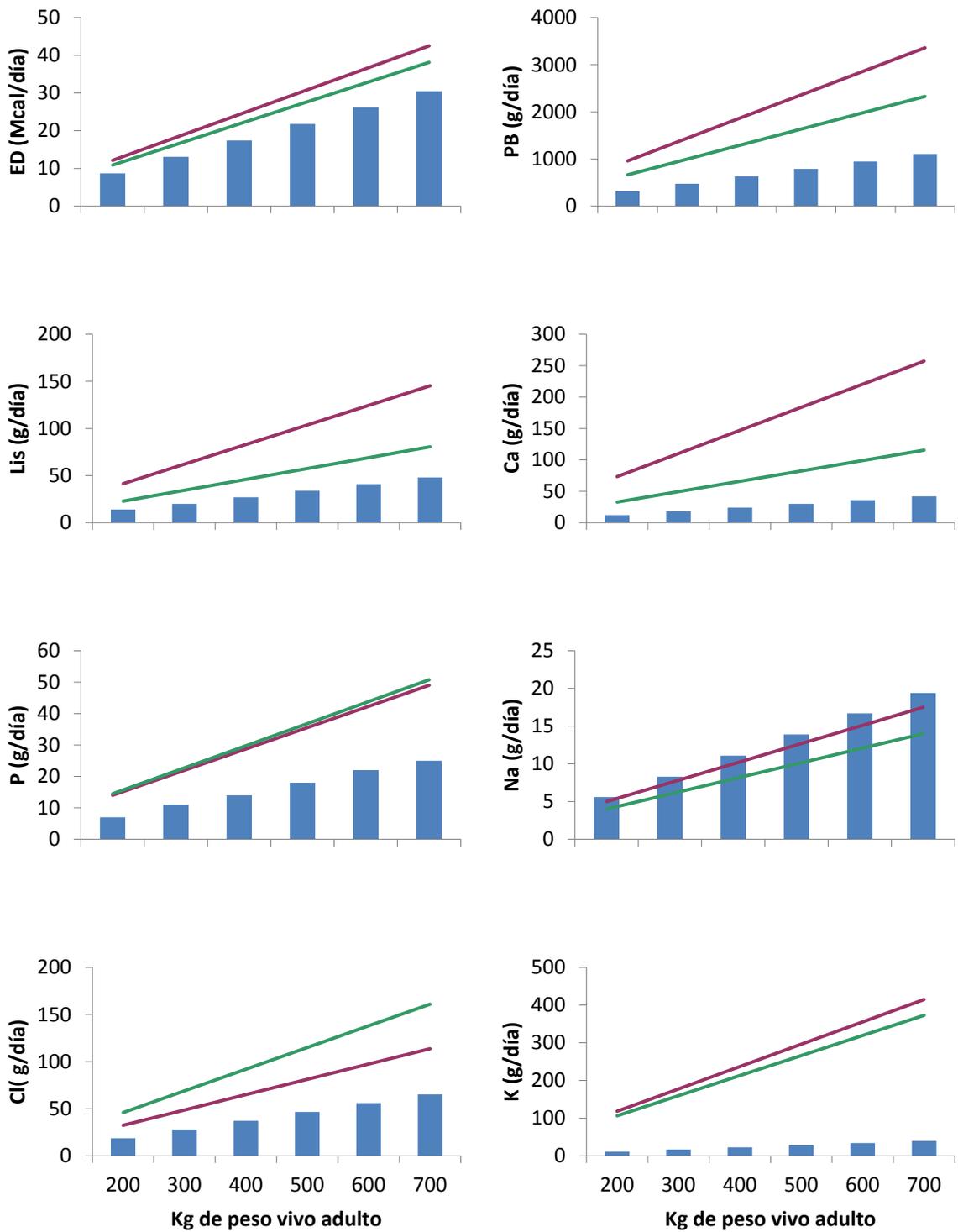


Figura 2: Necesidades en energía digestible (ED), proteína bruta (PB), lisina (Lis), calcio (Ca), fósforo (P), sodio (Na), cloro (Cl) y potasio (K) de sementales en servicio, y nivel de cobertura de las necesidades cuando se administra como ración única un heno de gramíneas (—) o de alfalfa (—).

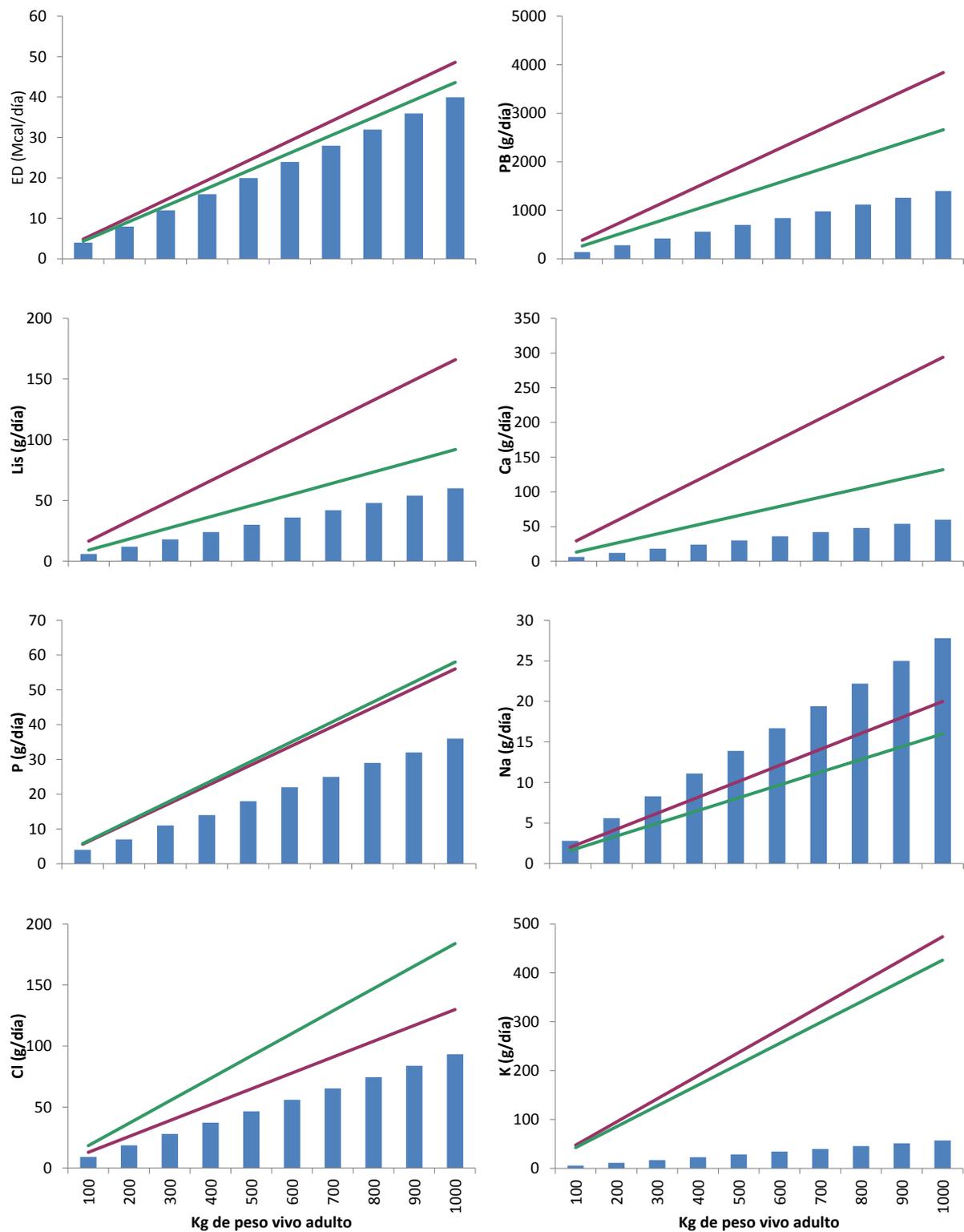


Figura 3: Necesidades en energía digestible (ED), proteína bruta (PB), lisina (Lis), calcio (Ca), fósforo (P), sodio (Na), cloro (Cl) y potasio (K) de caballos en trabajo ligero, y nivel de cobertura de las necesidades cuando se administra como ración única un heno de gramíneas (—) o de alfalfa (—).

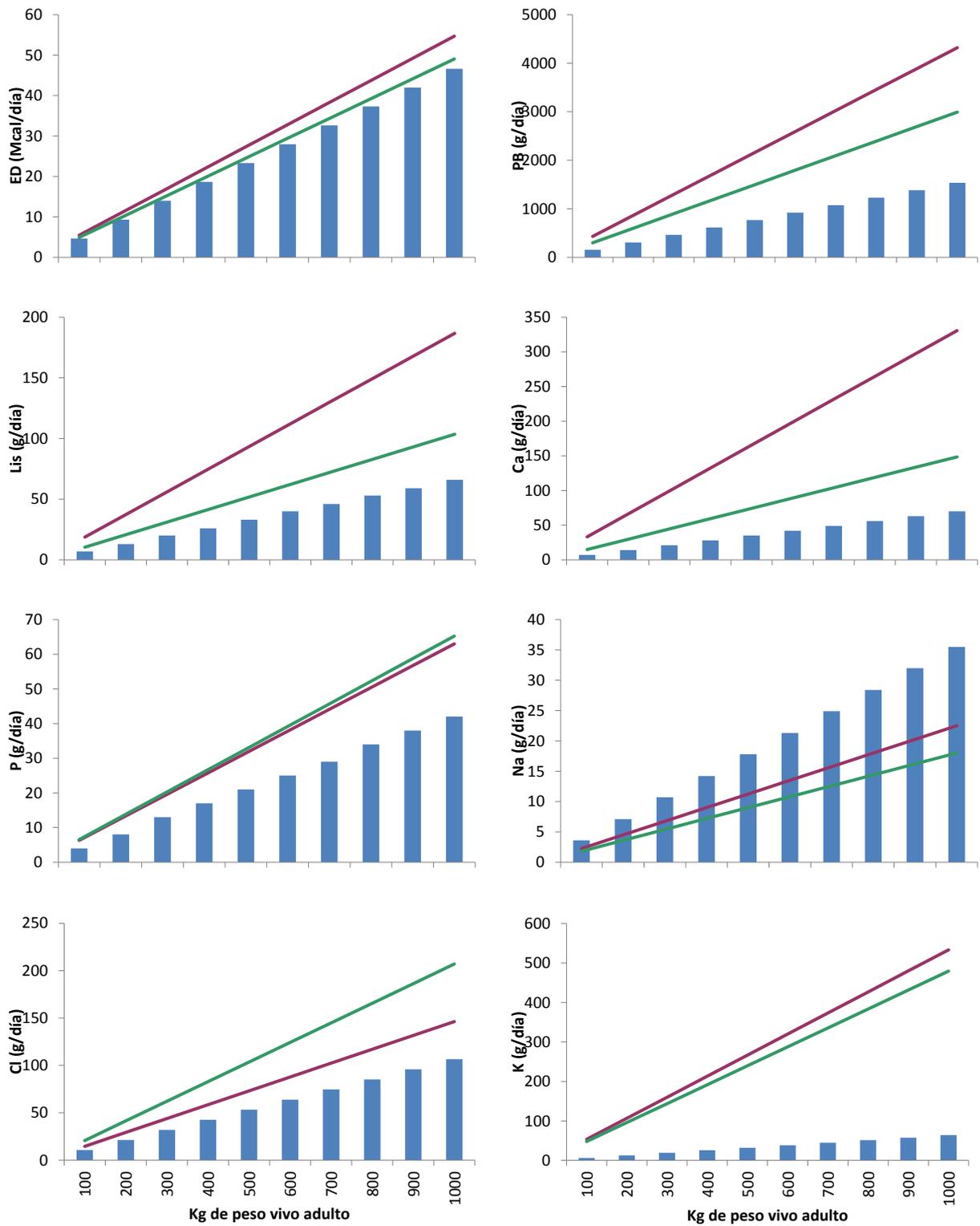


Figura 4: Necesidades en energía digestible (ED), proteína bruta (PB), lisina (Lis), calcio (Ca), fósforo (P), sodio (Na), cloro (Cl) y potasio (K) de caballos en trabajo moderado, y nivel de cobertura de las necesidades cuando se administra como ración única un heno de gramíneas (—) o de alfalfa (—).

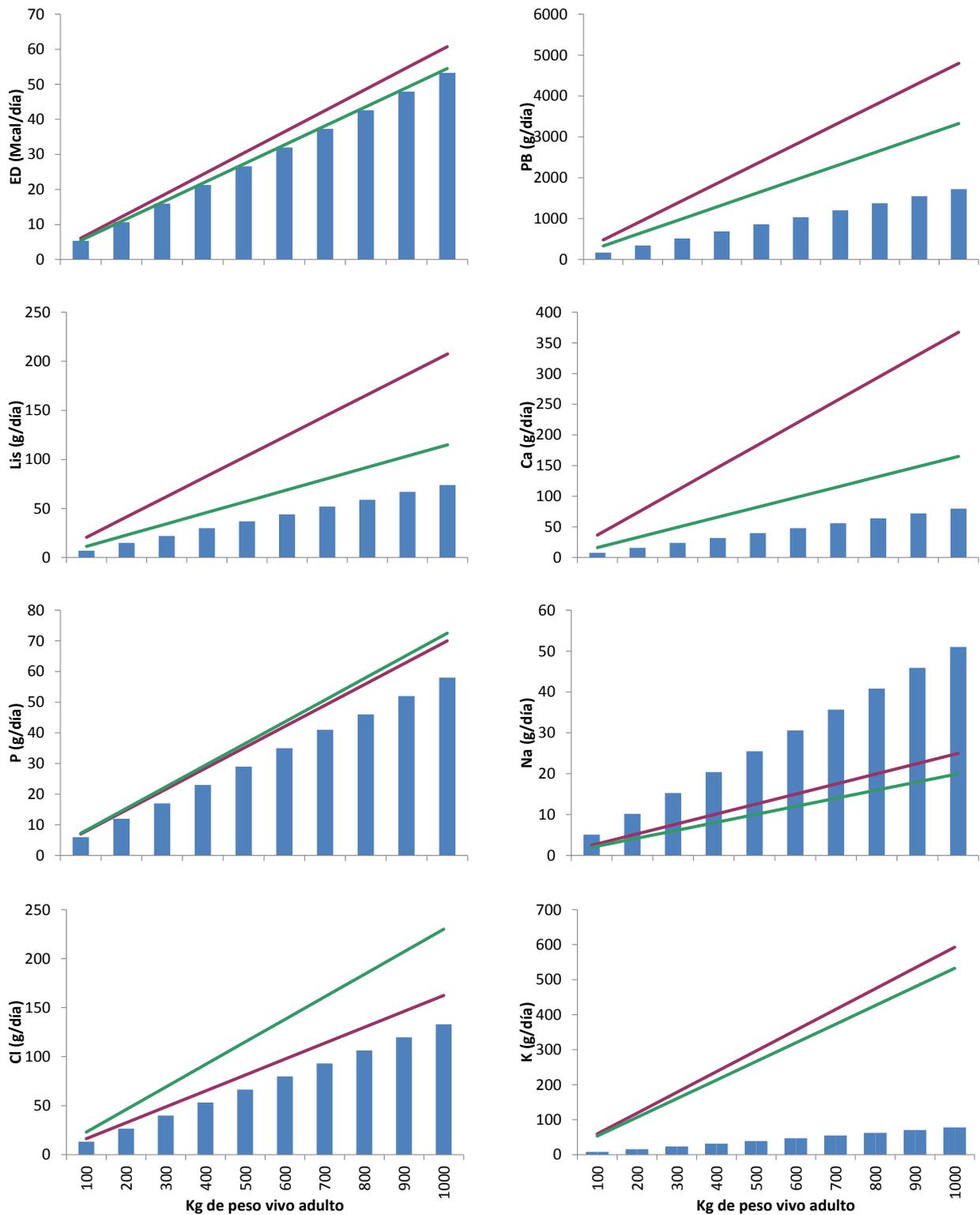


Figura 5: Necesidades en energía digestible (ED), proteína bruta (PB), lisina (Lis), calcio (Ca), fósforo (P), sodio (Na), cloro (Cl) y potasio (K) de caballos en trabajo pesado, y nivel de cobertura de las necesidades cuando se administra como ración única un heno de gramíneas (—) o de alfalfa (—).

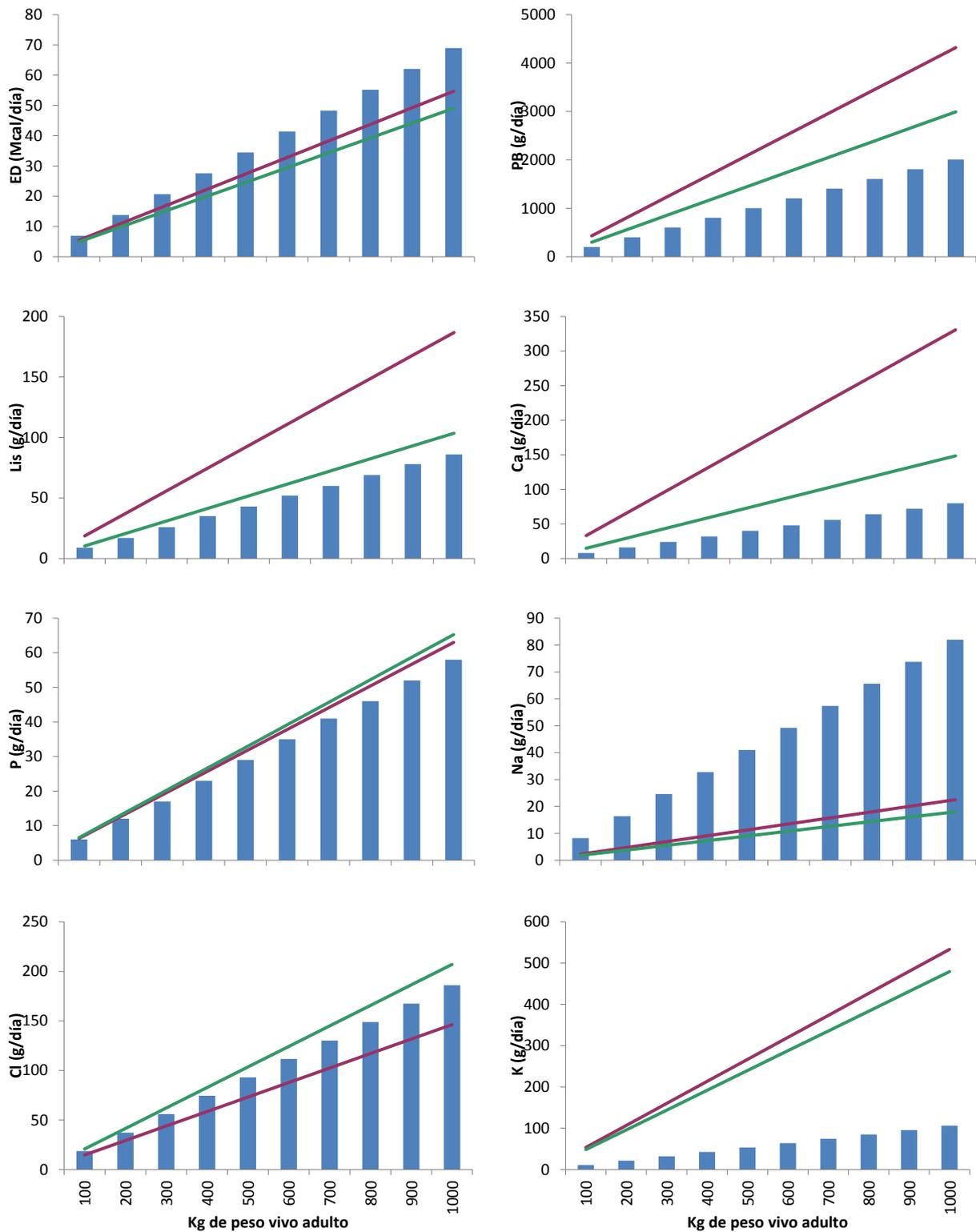


Figura 6: Necesidades en energía digestible (ED), proteína bruta (PB), lisina (Lis), calcio (Ca), fósforo (P), sodio (Na), cloro (Cl) y potasio (K) de caballos en trabajo muy pesado, y nivel de cobertura de las necesidades cuando se administra como ración única un heno de gramíneas (—) o de alfalfa (—).

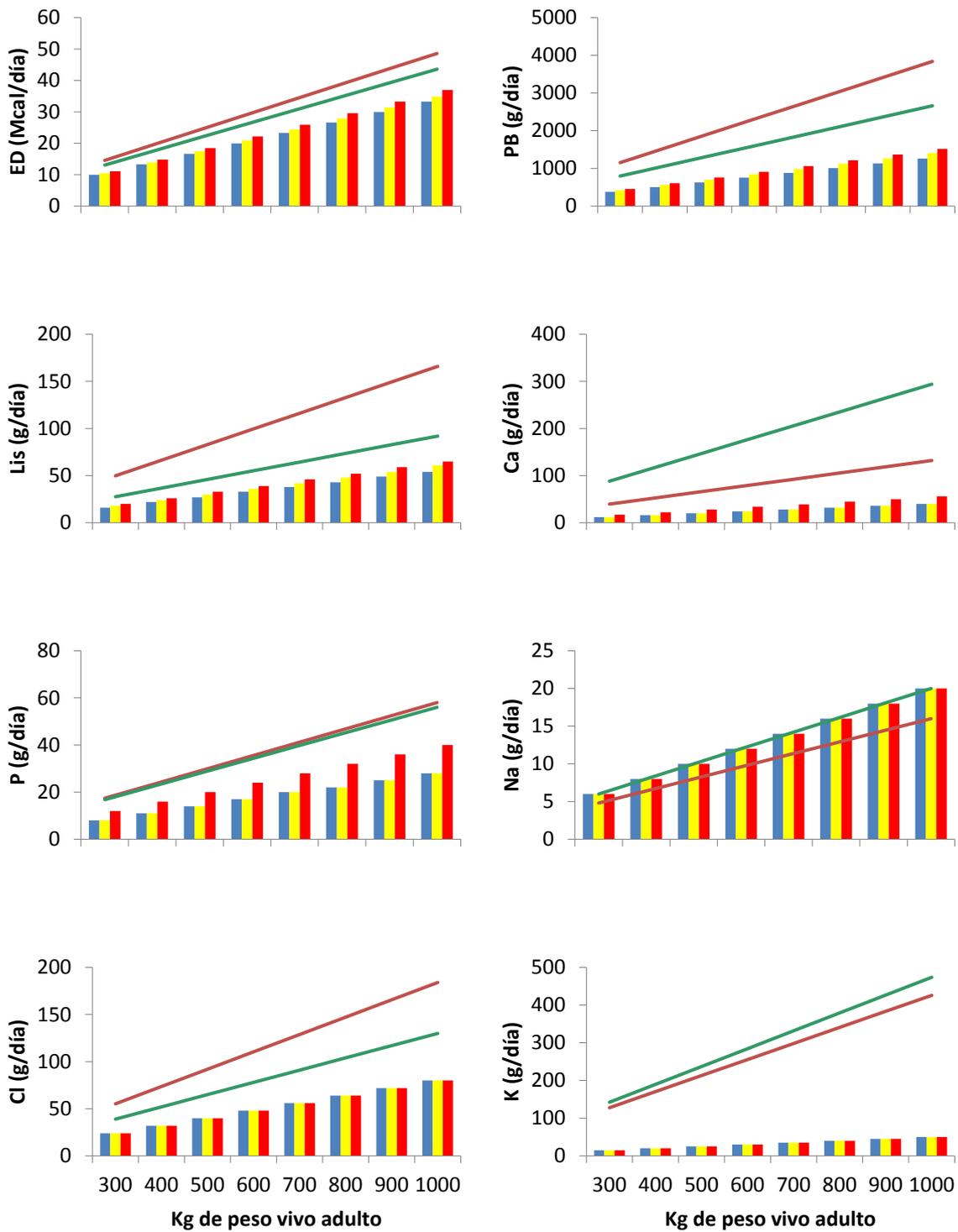


Figura 7: Necesidades en energía digestible (ED), proteína bruta (PB), lisina (Lis), calcio (Ca), fósforo (P), sodio (Na), cloro (Cl) y potasio (K) de yeguas en gestación temprana (■), 7º (■) y 8º (■)mes de gestación, y nivel de cobertura de las necesidades cuando se administra como ración única un heno de gramíneas (—) o de alfalfa (—).

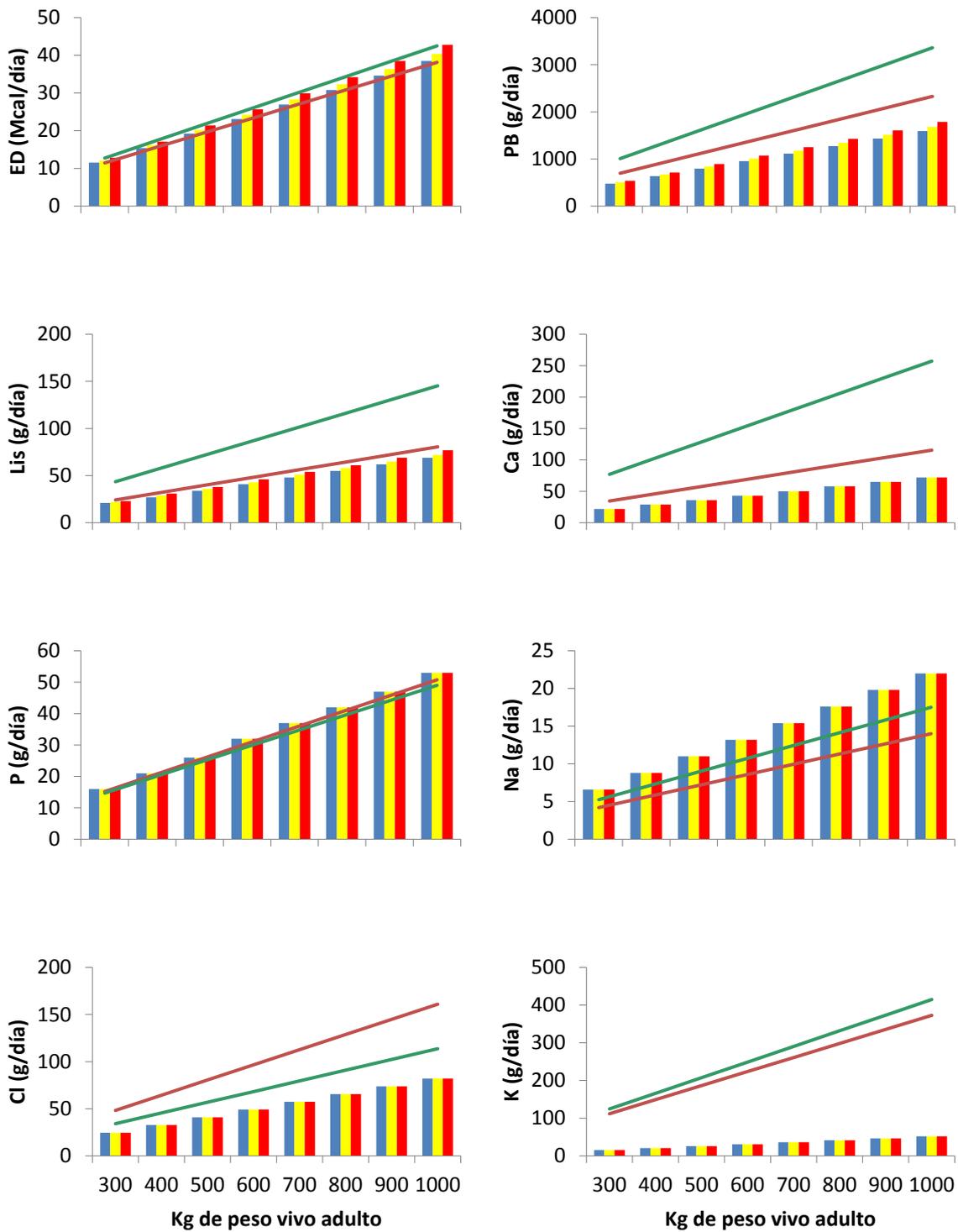


Figura 8: Necesidades en energía digestible (ED), proteína bruta (PB), lisina (Lis), calcio (Ca), fósforo (P), sodio (Na), cloro (Cl) y potasio (K) de yeguas en el 9º (■), 10º (■) y 11º (■)mes de gestación, y nivel de cobertura de las necesidades cuando se administra como ración única un heno de gramíneas (—) o de alfalfa (—).

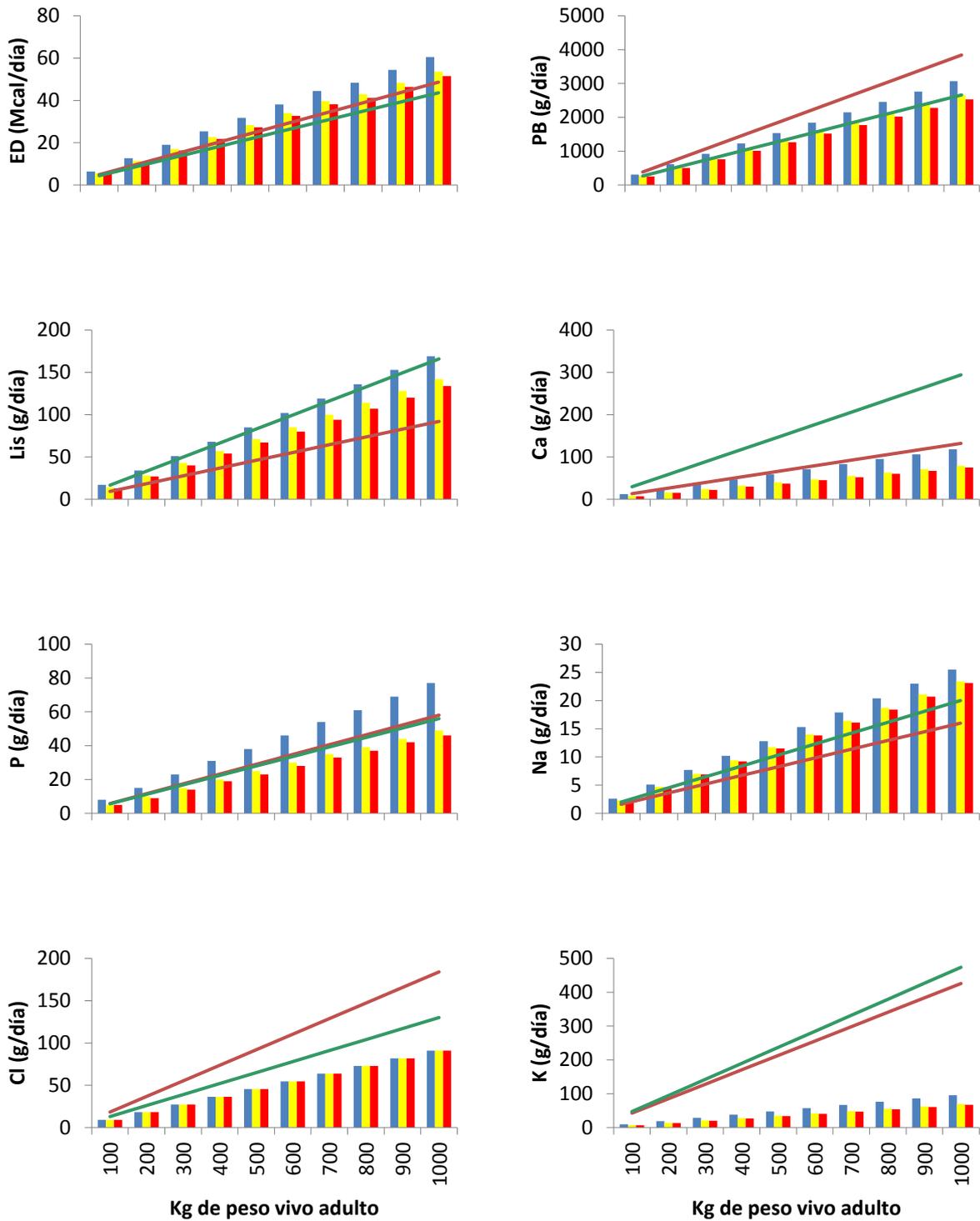


Figura 9: Necesidades en energía digestible (ED), proteína bruta (PB), lisina (Lis), calcio (Ca), fósforo (P), sodio (Na), cloro (Cl) y potasio (K) de yeguas en el primer (■), 5º (■) y 6º (■) meses de gestación, y nivel de cobertura de las necesidades cuando se administra como ración única un heno de gramíneas (—) o de alfalfa (—).

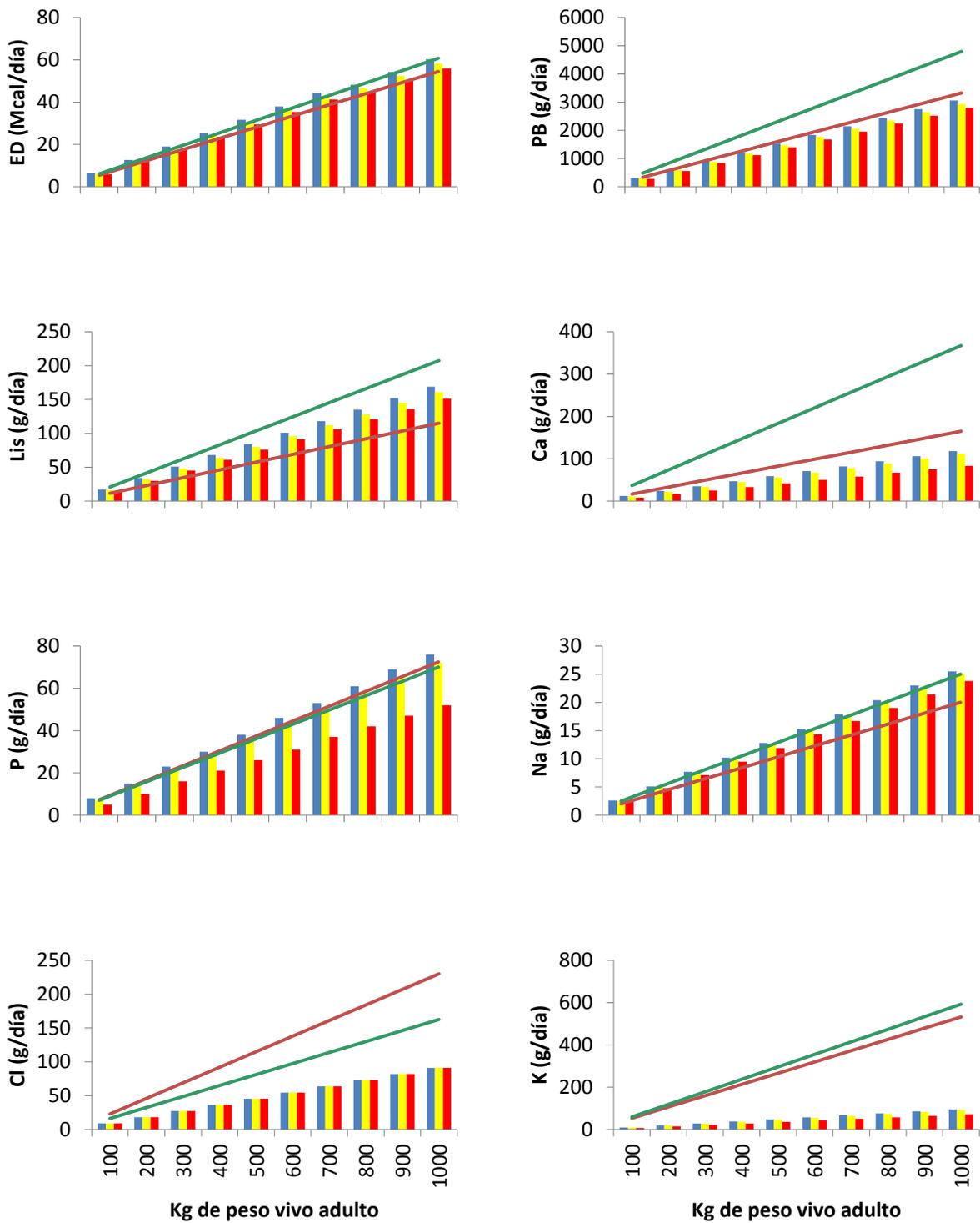


Figura 10: Necesidades en energía digestible (ED), proteína bruta (PB), lisina (Lis), calcio (Ca), fósforo (P), sodio (Na), cloro (Cl) y potasio (K) de yeguas en el 2^o (■), 3^o (■) y 4^o mes (■), mes de lactación y nivel de cobertura de las necesidades cuando se administra como ración única un heno de gramíneas (—) o de alfalfa (—).

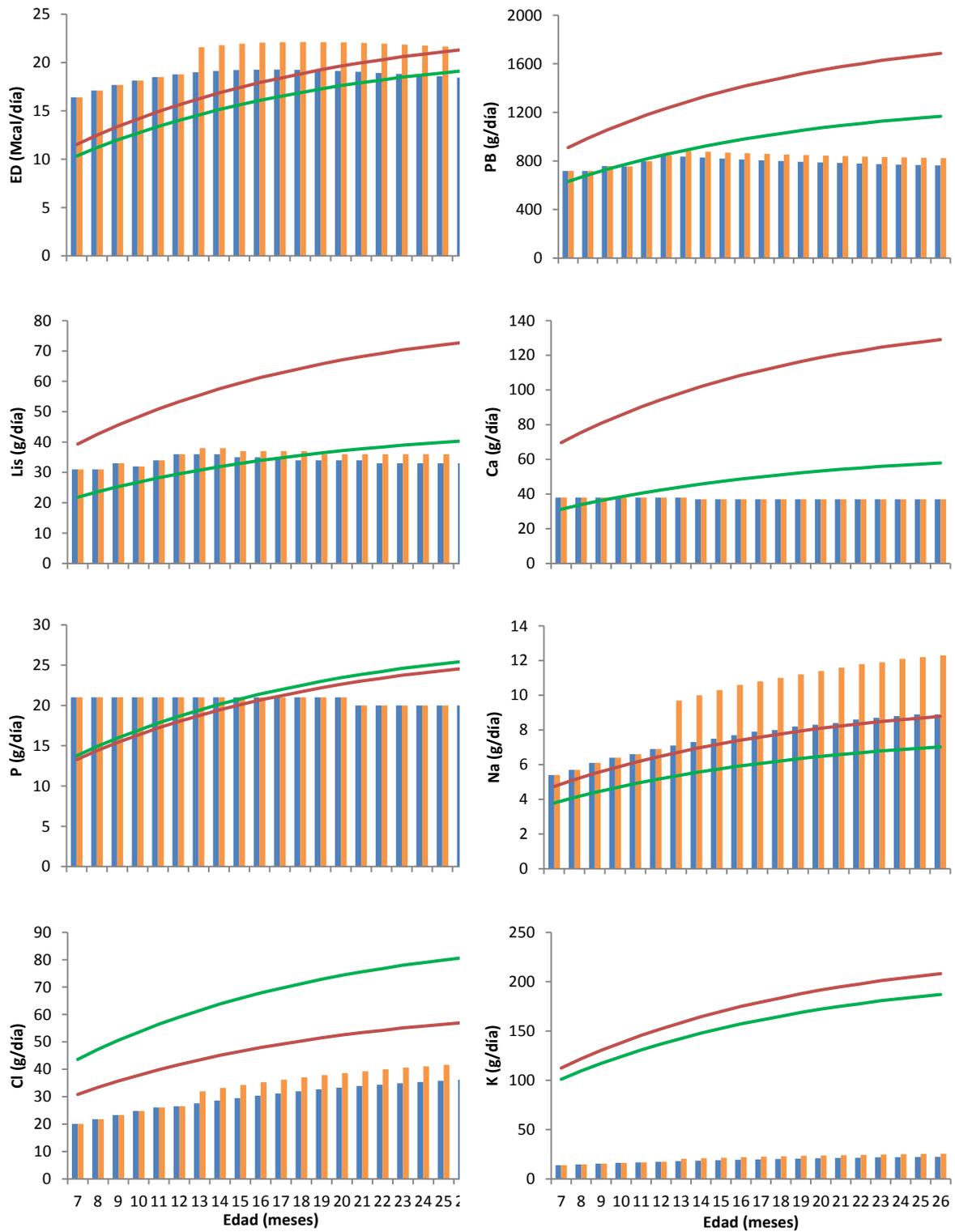


Figura 11: Necesidades en energía digestible (ED), proteína bruta (PB), lisina (Lis), calcio (Ca), fósforo (P), sodio (Na), cloro (Cl) y potasio (K) de caballos en crecimiento con un peso vivo adulto de 500 kg, sin trabajo (■) o con trabajo ligero (■), y nivel de cobertura de las necesidades cuando se administra como ración única un heno de gramíneas (—) o de alfalfa (—).

Tabla 1: Aportes recomendados de bicarbonato sódico (g/día) para cada estado fisiológico y base forrajera.

	Peso vivo adulto (Kg)									
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
<u>Mantenimiento</u>										
Heno de gramíneas	1,5	3,0	4,4	5,9	7,4	8,9	10,3	11,8	13,3	14,8
<u>Semental</u>										
Heno de gramíneas	-	5,9	8,5	11,4	14,4	17,3	19,9	-	-	-
Heno de alfalfa	-	2,2	3,0	4,1	5,2	6,3	7,0	-	-	-
<u>Trabajo ligero</u>										
Heno de gramíneas	4,4	8,9	12,9	17,3	21,8	26,2	30,3	34,7	39,1	43,5
Heno de alfalfa	3,0	5,9	8,5	11,4	14,4	17,3	19,9	22,9	25,8	28,8
<u>Trabajo moderado</u>										
Heno de gramíneas	6,6	12,9	19,6	25,8	32,5	38,7	45,4	51,7	58,3	64,6
Heno de alfalfa	5,0	9,6	14,6	19,2	24,2	28,8	33,8	38,4	43,4	48,0
<u>Trabajo pesado</u>										
Heno de gramíneas	11,4	22,9	34,3	45,8	57,2	68,6	80,1	91,5	103	114,4
Heno de alfalfa	9,6	19,2	28,8	38,4	48,0	57,6	67,2	76,8	86,3	95,9
<u>Gestación hasta 8º mes</u>										
Heno de gramíneas	-	-	8,9	11,8	14,8	17,7	20,7	23,6	26,6	29,5
Heno de alfalfa	-	-	5,0	6,6	8,3	10,0	11,6	13,3	14,9	16,6

4.- Caballos en trabajo moderado: Heno de alfalfa *ad libitum* más 4,8 gramos de bicarbonato sódico por cada 100 kilogramos de peso vivo al día, o heno de gramíneas *ad libitum* más 6,5 gramos de bicarbonato sódico por cada 100 kilogramos de peso vivo al día.

5.- Caballos en trabajo pesado: Heno de alfalfa *ad libitum* más 9,6 gramos de bicarbonato sódico por cada 100 kilogramos de peso vivo al día, o heno de gramíneas *ad libitum* más 11,4 gramos de bicarbonato sódico por cada 100 kilogramos de peso vivo al día.

6.- Yeguas hasta el 8º mes de gestación: Heno de alfalfa *ad libitum* o heno de gramíneas *ad libitum* más 1,5 gramos de bicarbonato sódico por cada 100 Kg de peso vivo al día.

Yeguas desde el noveno hasta el décimo primer mes de gestación:

En el caso de las yeguas en el último tercio de la gestación (9 a 11 meses), la Figura 8 muestra que la alimentación exclusivamente con forrajes, además de no cubrir las necesidades de Na, tampoco cubre las de energía y fósforo.

En el caso del P no se ha considerado necesario aportar una cantidad extra, ya que el nivel medio de cobertura por los forrajes, para los diferentes pesos de los animales, es del 96,3 % de las necesidades diarias de fósforo con un heno de gramíneas y del 93% con un heno de alfalfa. Según el NRC (2007)¹, un pequeño déficit de fósforo durante la gestación no tiene por qué afectar a la salud del animal.

En el caso de los déficits de energía, se consideró mucho más práctico utilizar un aceite vegetal (palma; 8 Mcal ED/kg MF; densidad a 25°C de 0,879) (<http://www.fundacionfedna.org/ingredientes-para-piensos>), para complementar los forrajes, llegándose a las siguientes recomendaciones:

- 9º mes de gestación: Heno de alfalfa *ad libitum* más 1,66 g bicarbonato sódico/ 100 kg PV, o heno de gramíneas *ad libitum* más 2,95 g bicarbonato sódico/ 100 kg PV más 4,9 ml de aceite de palma / 100 kg PV al día.
- 10º mes de gestación: Heno de alfalfa *ad libitum* más 1,66 g bicarbonato sódico/ 100 kg PV, o heno de gramíneas *ad libitum* más 2,95 g bicarbonato sódico/ 100 kg PV más 32,1 ml de aceite de palma / 100 kg PV al día.
- 11º mes de gestación: Heno de alfalfa *ad libitum* más 1,66 g bicarbonato sódico/ 100 kg PV más 3,6 ml aceite de palma / 100 kg PV, o heno de gramíneas *ad libitum* más 2,95 g bicarbonato sódico/ 100 kg PV más 65,7 ml de aceite de palma / 100 kg PV al día.

Para los animales en trabajo muy pesado, lactación y crecimiento, fue necesario elaborar diferentes raciones dado que los forrajes disponibles son deficitarios en más de un nutriente.

Los ingredientes utilizados para elaborar los piensos fueron los indicados en la Tabla 2 (FEDNA: <http://www.fundacionfedna.org/ingredientes-para-piensos>).

Para formular las diferentes raciones se tuvieron en cuenta los límites nutricionales máximos que se muestran en la Tabla 3, y para poder establecer la concentración de los diferentes nutrientes en los piensos se asumió que la ingestión de éstos iba a suponer el 50% de la ingestión total de materia seca (MS).

Tabla 2: Ingredientes utilizados en la fabricación de los piensos para caballos en trabajo muy pesado, yeguas en lactación y animales en crecimiento (FEDNA: <http://www.fundacionfedna.org/ingredientes-para-piensos>).

Ingredientes	Materia seca (%)	ED (Kcal/kg)	PB (%)	Lis (%)	Ca (%)	P (%)	Na (%)	Cl (%)	K (%)
Avena	90,0	2900	8,7	0,34	0,07	0,33	0,02	0,08	0,36
Cebada 2 carreras 9,6% PB	89,3	3300	9,6	0,35	0,06	0,32	0,02	0,12	0,40
Maíz USA	86,2	3400	7,9	0,23	0,02	0,27	0,01	0,05	0,35
Salvado de trigo	87,7	2600	15,1	0,60	0,13	0,97	0,03	0,08	1,18
Harina de soja 47	88,0	3400	47,0	2,88	0,29	0,64	0,02	0,04	2,20
Melaza de remolacha	73,5	2640	8,7	0,12	0,27	0,03	1,10	0,65	4,00
Pulpa de remolacha	89,9	2800	9,2	0,54	0,98	0,11	0,16	0,10	0,49
Aceite de palma	100,0	8000	0	0	0	0	0	0	0
Carbonato cálcico	98,0	0	0	0	38,6	0,01	0,07	0,02	0,07
Fosfato bicálcico anhídrico	99,7	0	0	0,00	27,0	20,10	0,03	0,60	0,12
Cloruro sódico terrestre	99,2	0	0	0	0	0	38	57	0
Bicarbonato sódico	99,8	0	0	0	0	0	27,1	0,02	0

Como queda reflejado en la Tabla 3, el papel que juega el agua respecto a exceder los límites máximos de cada nutriente en la dieta es de vital importancia. Por este motivo, se recomienda que todo caballo debe tener acceso libre al agua y ésta debe estar limpia, fresca, de buena calidad y fácilmente accesible por el animal.

Con estas premisas se formularon los siguientes piensos, atendiendo a los criterios de variabilidad señalados en el capítulo de metodología:

Caballos en trabajo muy pesado:

- Cuando la base forrajera es un heno de gramíneas, es suficiente formular un pienso con un 97,9% de maíz USA y un 2,1% de cloruro sódico terrestre sobre materia seca (MS); 98,2% de maíz y 1,8% de NaCl en materia fresca (MF).
- Cuando la base forrajera es el heno de alfalfa, el pienso ha de estar constituido por un 70,4% de cebada de dos carreras (70,2% sobre MF), un 28% de salvado de trigo (28,4% sobre MF) y un 1,6% de NaCl terrestre (1,4% sobre MF).

Tabla 3: Límites nutricionales máximos para caballos NRC (2007)¹. NC necesidades calculadas, ^T Caballos en trabajo, ^G Yeguas en gestación, ^L Yeguas en lactación y ^C Caballos en crecimiento. En los casos en que el límite máximo no esté marcado con un superíndice nos referimos a todas las fases fisiológicas.

Nutriente	Límite máximo	Notas
Energía digestible	NC + 15%	Cuando se optimice para una ingesta variable dentro de un rango, no ocurrirá exceso de consumo de energía
Proteína	NC x 1,5	Debe reducirse el exceso en la medida de lo posible. El exceso de proteína resulta en un aumento en urea excretada por la orina, esto incrementa las pérdidas de agua corporales y que las necesidades de agua del caballo sean mayores. (Meyer, 1987).
Calcio	3 x fósforo ^C 6 x fósforo ^{T,G,L}	El consumo puede ser 5 veces superior a las necesidades si se respeta la relación Ca/P.
Fósforo	calcio/1,2	Un gran exceso de fósforo reduce el ratio de absorción de calcio pudiendo causar una deficiencia crónica de calcio e hiperparatiroidismo nutricional secundario (NSH), mayoritariamente en potros. (Krook&Lowe, 1964).
Sodio	NC +15%	Límite tentativo, el exceso de consumo no es problema si hay suficiente agua a disposición de los animales
Cloro	-	Los caballos se consideran buenos tolerantes de elevadas concentraciones de sal en la dieta si disponen de libre acceso a agua fresca. (NRC, 2007) ¹
Potasio	1%	El verdadero límite máximo es mucho mayor ya que el exceso de potasio es excretado mayoritariamente por la orina cuando hay libre disposición de agua. (NRC, 2007) ¹

A partir de estas fórmulas, las recomendaciones para caballos en trabajo muy pesado son las siguientes:

- En MF, el caballo consumirá diariamente el 0,96% de su PV en forma de pienso cuando la base forrajera es el heno de gramíneas. El consumo de heno será *ad*

libitum asumiendo que el animal va a consumir el forraje en cantidades necesarias para cubrir sus necesidades.

- En MF, el caballo consumirá diariamente el 1,26% de su PV en forma de pienso cuando la base forrajera es el heno de alfalfa. El consumo de heno será *ad libitum* asumiendo que el animal va a consumir el forraje en cantidades necesarias para cubrir sus necesidades.

Yeguas en lactación:

Dado que se elaboró un pienso para cada mes de lactación (6) y para 10 pesos diferentes de las yeguas (entre 100 y 1000 kg), el número de fórmulas obtenido fue, inicialmente, de 60 para cada una de las dos bases forrajeras.

Debido a que cada fórmula contenía distintos ingredientes, fue imposible agrupar todos los piensos en uno único, por lo que se decidió trabajar de la siguiente manera:

Se hicieron promedios por cada mes de lactación y se calculó el coeficiente de variabilidad detallado en el apartado de metodología, obteniéndose los resultados que se presentan en la Figura 12.

Como se puede apreciar, en la mayoría de los casos (ED, PB, Lis, Na y Cl), los valores para los meses 1, 5 y 6 fueron muy similares (coeficientes de variación de 8'2, 10'2, 12'8, 5'8 y 0% para cada uno de los nutrientes, respectivamente), mientras que los valores para los meses 2, 3 y 4 fueron igualmente homogéneos (coeficientes de variación de 3'7, 4'5, 5'6, 3'6 y 0%). Por ello, se tomó la decisión de elaborar dos piensos, uno para cada una de las agrupaciones temporales mencionadas y para cada forraje, resultando cuatro piensos distintos (Tabla 4).

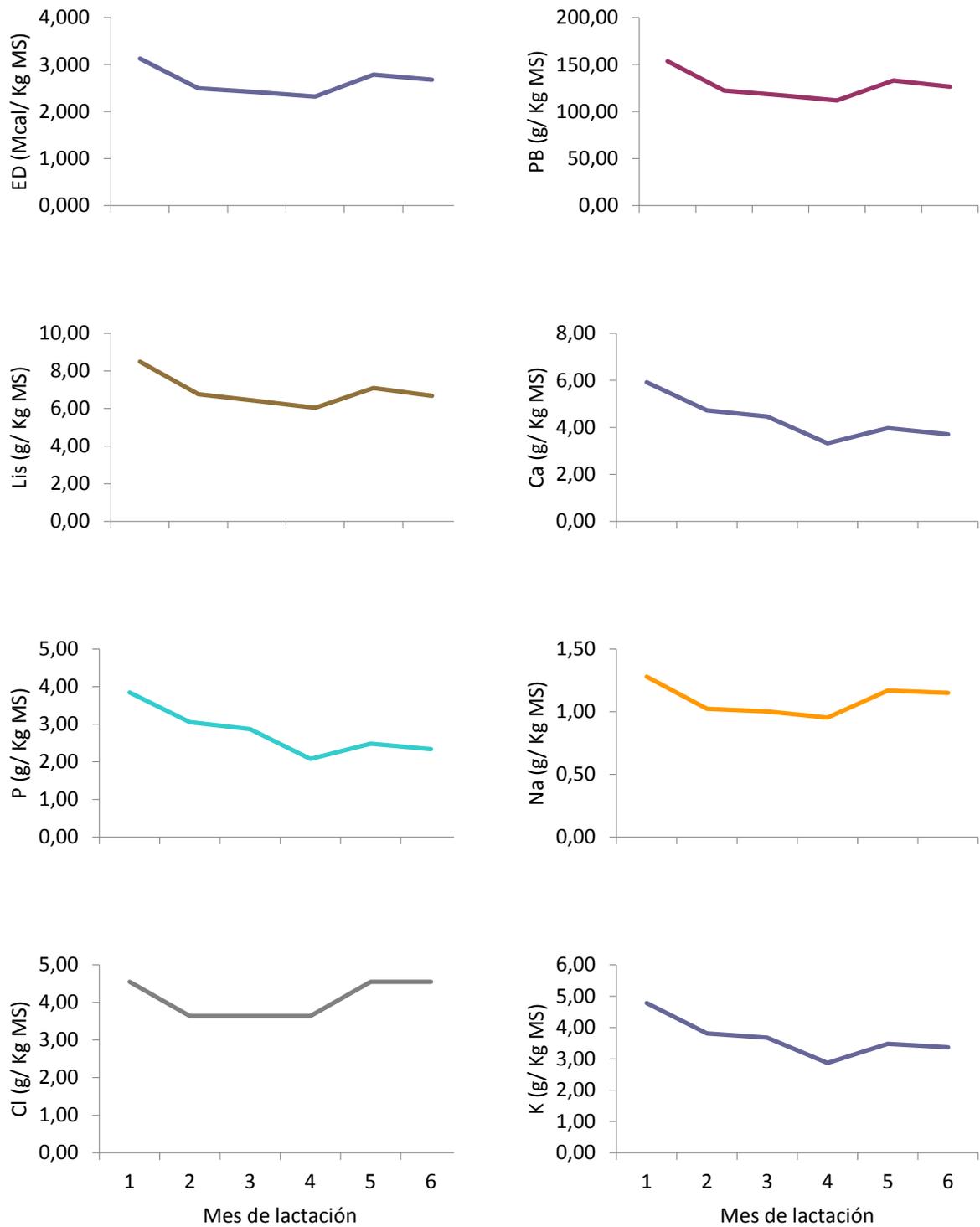


Figura 12: Evolución de la concentración necesaria de nutrientes en el pienso a lo largo de la lactación de las yeguas. Para cada mes, los valores son el promedio para animales entre 100 y 1000 kg de peso vivo. ED: energía digestible; PB: proteína bruta; Lis: lisina; Ca: calcio; P: fósforo; Na: sodio; Cl: cloro; K: potasio.

Tabla 4: Composición de los piensos elaborados para la fase de lactación (% de la materia seca), en función de la base forrajera administrada. Entre paréntesis se da la composición sobre materia fresca.

	Lactación 1º, 5º y 6º mes		Lactación 2º, 3º y 4º mes	
	1.A. Heno de gramíneas	1.B. Heno de alfalfa	2.A. Heno de gramíneas	2.B. Heno de alfalfa
Avena	-	-	-	34,4 (34,2)
Cebada 2 carreras 9,6% PB	56,5 (56,5)	39,7 (39,8)	-	-
Salvado de trigo	-	32,6 (33,3)	-	35,8 (36,6)
Harina de soja 47	28,3 (28,7)	-	81,5 (83,1)	-
Pulpa de remolacha	10,1 (10,1)	21 (20,9)	-	23 (22,9)
Carbonato cálcico	4,1 (3,8)	2,7 (2,5)	18 (16,5)	2,6 (2,3)
Fosfato bicálcico anhidrico	-	2,1 (1,9)	-	3,6 (3,2)
Cloruro sódico terrestre	1 (0,9)	1,9 (1,7)	0,5 (0,4)	0,8 (0,7)

Al igual que en los casos anteriores, a partir de los piensos formulados se pueden hacer las siguientes recomendaciones:

- En MF, la yegua en los meses de lactación 1, 5 y 6 consumirá diariamente el 0,66% de su PV en forma de pienso 1.A cuando la base forrajera es el heno de gramíneas. El consumo de heno será *ad libitum* asumiendo que el animal va a consumir el forraje en cantidades necesarias para cubrir sus necesidades.
- En MF la yegua en los meses de lactación 1, 5 y 6 consumirá diariamente el 0,96% de su PV en forma de pienso 1.B cuando la base forrajera es el heno de alfalfa. El consumo de heno será *ad libitum* asumiendo que el animal va a consumir el forraje en cantidades necesarias para cubrir sus necesidades.
- En MF, la yegua en los meses de lactación 2, 3 y 4 consumirá diariamente el 0,12% de su PV en forma de pienso 2.A cuando la base forrajera es el heno de gramíneas. El consumo de heno será *ad libitum* asumiendo que el animal va a consumir el forraje en cantidades necesarias para cubrir sus necesidades.
- En MF la yegua en los meses de lactación 2, 3 y 4 consumirá diariamente el 1,09% de su PV en forma de pienso 2.B cuando la base forrajera es el heno de alfalfa. El consumo de heno será *ad libitum* asumiendo que el animal va a consumir el forraje en cantidades necesarias para cubrir sus necesidades.

Caballos en crecimiento:

Trabajando del mismo modo que en el apartado anterior (yeguas en lactación) se obtuvieron, en este caso, un gran número de fórmulas con distintos ingredientes, por lo que fue necesario definir algún tipo de agrupamiento. A estos efectos, en la Figura 13 se puede observar la evolución de la concentración necesaria de nutrientes en el pienso a lo largo de esta fase fisiológica.

A partir de esta evolución, se tomó la decisión de trabajar con tres grupos distintos: caballos en crecimiento sin trabajo o con trabajo ligero hasta los 12 meses de edad (grupo 1); caballos en crecimiento a partir de los 13 meses de edad sin trabajo (grupo 2); y caballos en crecimiento a partir de los 13 meses de edad con trabajo ligero (grupo 3). Mediante el cálculo de los coeficientes de variación (CV) se confirmó la homogeneidad de los datos que contenía cada grupo. Así, para el grupo 1 los CV para ED, PB, Lis, Na y Cl fueron de 6, 5'8, 6, 2'1 y 1,2%; para el grupo 2 de 9'8, 11'9, 11'9, 1'4 y 0'1%; y para el grupo 3 de 8'9, 11'2, 11'2, 1 y 0'1%, respectivamente.

A partir de estos resultados se tomó la decisión de elaborar un pienso para cada grupo y para cada base forrajera, resultando en los seis que se muestran en la Tabla 5.

Las recomendaciones para los caballos en crecimiento, basadas en la composición de los piensos que muestra la Tabla 5, son las siguientes:

- En MF, un caballo en crecimiento sin trabajo o con trabajo ligero hasta 12 meses de edad consumirá diariamente el 1,15% de su PV en forma de pienso para el grupo 1 independientemente de cual sea la base forrajera. El consumo de heno será *ad libitum* asumiendo que el animal va a consumir el forraje en cantidades necesarias para cubrir sus necesidades.
- En MF, un caballo en crecimiento a partir de los 13 meses de edad sin trabajo consumirá diariamente el 0,25% de su PV en forma de pienso para el grupo 2-H. gramíneas cuando la base forrajera es el heno de gramíneas. El consumo de heno será *ad libitum* asumiendo que el animal va a consumir el forraje en cantidades necesarias para cubrir sus necesidades.

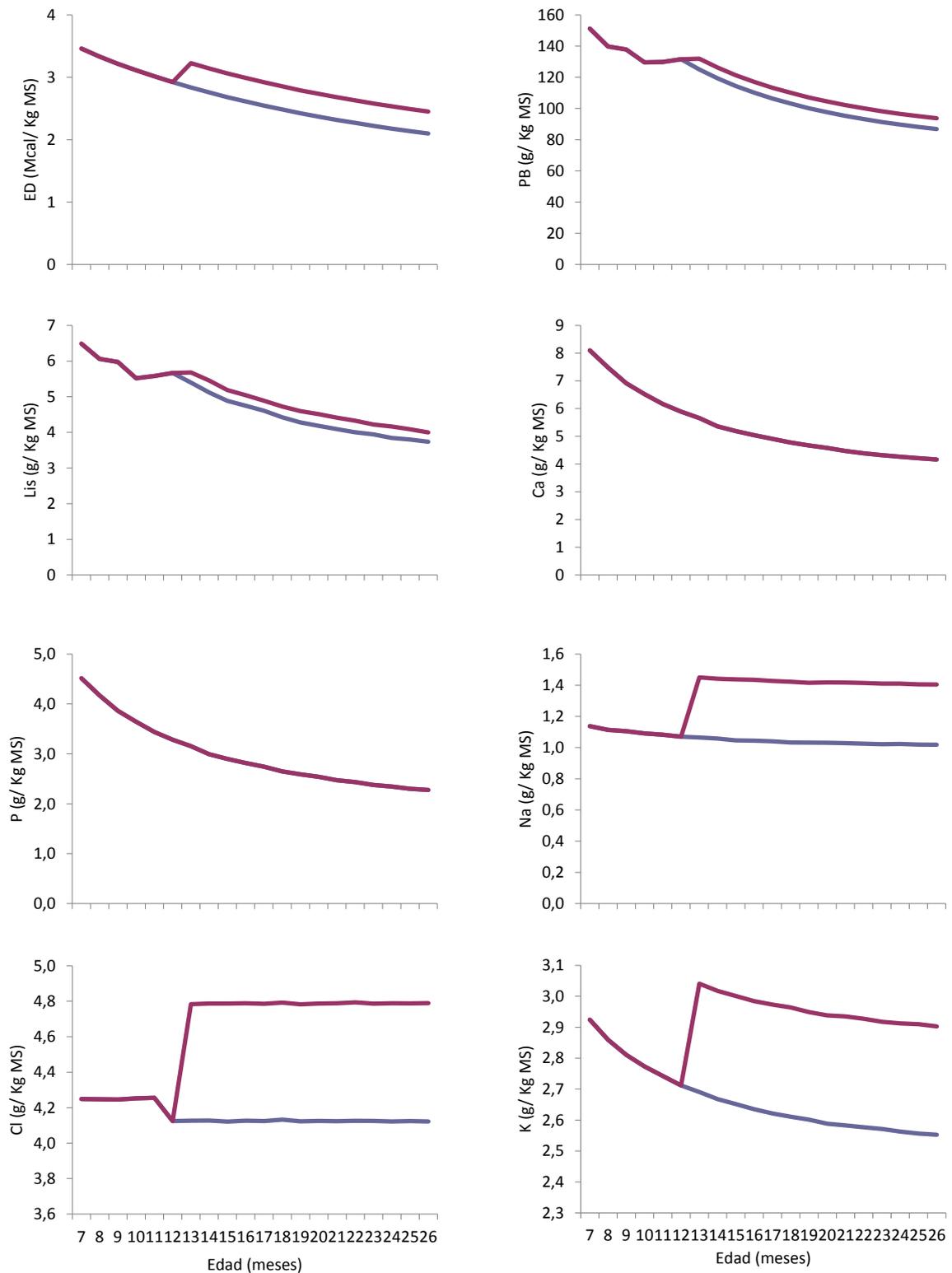


Figura 13: Evolución de la concentración necesaria de nutrientes en el pienso a lo largo de la fase de crecimiento. Para cada mes, los valores son el promedio para animales entre 300 y 700 kg de peso vivo. ED: energía digestible; PB: proteína bruta; Lis: lisina; Ca: calcio; P: fósforo; Na: sodio; Cl: cloro; K: potasio.

Tabla 5: Composición de los piensos elaborados para la fase de crecimiento (en % de la materia seca), en función de la base forrajera administrada. Entre paréntesis se da la composición sobre materia fresca. Grupo 1: caballos en crecimiento sin trabajo o trabajo ligero de hasta 12 meses de edad; Grupo 2: caballos en crecimiento a partir de los 13 meses de edad sin trabajo; Grupo 3: caballos en crecimiento a partir de los 13 meses de edad con trabajo ligero.

	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
	Heno de gramíneas	Heno de alfalfa	Heno de gramíneas	Heno de alfalfa	Heno de gramíneas	Heno de alfalfa
Avena	-	-	-	52,1 (52,2)	93,9 (94,6)	-
Cebada 2 carreras 9,6% PB	-	-	-	-	-	6,6 (6,5)
Maíz USA	75,7 (76,1)	76,6 (77,1)	84,96 (86,6)	-	-	61,8 (62,4)
Salvado de trigo	12,3 (12,2)	21,4 (21,2)	-	17,5 (18)	-	28 (27,8)
Harina de soja 47	10,4 (10,3)	-	-	-	-	-
Pulpa de remolacha	-	-	-	22,8 (22,9)	-	0,9 (0,9)
Carbonato cálcico	1,3 (1,2)	1,7 (1,5)	12,26 (11)	2,5 (2,3)	5,2 (4,6)	2,1 (1,8)
Fosfato bicálcico anhídrico	-	-	-	4,3 (3,9)	-	-
Cloruro sódico terrestre	0,3 (0,2)	0,2 (0,2)	2,79 (2,5)	0,8 (0,7)	0,9 (0,8)	0,6 (0,5)

- En MF, un caballo en crecimiento a partir de los 13 meses de edad sin trabajo consumirá diariamente el 0,87% de su PV en forma de pienso para el grupo 2-H. alfalfa cuando la base forrajera es el heno de alfalfa. El consumo de heno será *ad libitum* asumiendo que el animal va a consumir el forraje en cantidades necesarias para cubrir sus necesidades.
- En MF, un caballo en crecimiento a partir de los 13 meses de edad con trabajo ligero consumirá diariamente el 0,40% de su PV en forma de pienso para el grupo 3-H. gramíneas cuando la base forrajera es el heno de gramíneas. El consumo de heno será *ad libitum* asumiendo que el animal va a consumir el forraje en cantidades necesarias para cubrir sus necesidades.
- En MF, un caballo en crecimiento a partir de los 13 meses de edad con trabajo ligero consumirá diariamente el 1,15% de su PV en forma de pienso para el grupo

3-H. alfalfa cuando la base forrajera es el heno de alfalfa. El consumo de heno será *ad libitum* asumiendo que el animal va a consumir el forraje en cantidades necesarias para cubrir sus necesidades.

6. CONCLUSIONES:

1. El heno de gramíneas es preferible al heno de alfalfa como base forrajera para los caballos debido a su composición nutricional mucho más equilibrada y su, generalmente, menor precio.
2. Para caballos en mantenimiento, sementales en servicio, caballos realizando un trabajo ligero, moderado o pesado, y yeguas en gestación hasta el octavo mes, es suficiente suplementar el forraje de elección (heno de gramíneas o de alfalfa) con cantidades variables de bicarbonato sódico en función de la fase fisiológica y la base forrajera elegida.
3. Para yeguas en el último tercio de gestación (9-11 meses) será necesario añadir, además del bicarbonato sódico, cantidades variables de aceite de palma.
4. Para los caballos en trabajo muy pesado es suficiente con formular dos piensos, uno por cada base forrajera.
5. En el caso de las yeguas lactantes se precisan dos piensos por cada base forrajera, uno para los meses 1º, 5º y 6º, y otro para los meses 2º, 3º y 4º (cuatro en total).
6. Los caballos en crecimiento deben ser alimentados con tres piensos diferentes por cada una de las bases forrajeras elegidas (heno de gramíneas o de alfalfa: uno para caballos en crecimiento sin trabajo o trabajo ligero de hasta 12 meses de edad, un segundo para caballos en crecimiento a partir de los 13 meses de edad sin trabajo, y el tercero para caballos en crecimiento a partir de los 13 meses de edad con trabajo ligero.

CONCLUSIONS:

1. The grass hay is preferable to alfalfa hay as a forage base for horses because of their much more balanced nutritional composition and, generally, lower price.
2. For horses maintenance, service stallions, horses carrying a light, moderate or heavy work, and pregnant mares until the eighth month, is enough to supplement the forage of choice (grass hay or alfalfa) with varying amounts of bicarbonate sodium depending on the physiological stage and the forage base chosen.
3. For mares in the last third of gestation (9-11 months) will be required, in addition to sodium bicarbonate, add varying amounts of palm oil.
4. For horses in very heavy work is enough to make two feeds, one for each forage base.
5. In the case of lactating mares are required two diets for each forage base, one for the months 1st, 5th and 6th, and another for the months 2nd, 3rd and 4th (four in total).
6. The growing horses should be fed with three different feeds for each of the forage bases chosen (hay or alfalfa grass: one for growing horses without work or light work up to 12 months of age, a second for horses growing from 13 months of age without work, and the third for growing horses from 13 months of age with light work.

7. VALORACIÓN PERSONAL:

La realización de este trabajo académico me ha supuesto documentarme y conocer mucha información que ignoraba en el ámbito de la nutrición equina, entrenarme en el uso correcto del programa de formulación Winfeed, practicar un uso más técnico de la base de datos Excel, experimentar una notable mejora en la comprensión y vocabulario técnico-veterinario en la lengua inglesa, y adquirir e interiorizar información especializada sobre la alimentación de los caballos.

A nivel personal, me ha permitido conocer mejor a Antonio de Vega, y darme cuenta de que una rama de la veterinaria como es la Nutrición me despierta mucho interés y puede ser la base de mi sustento en el futuro.

Por último, y como deseo para el futuro, me gustaría tener la satisfacción de que el manual que hemos elaborado sea exitosamente utilizado por todo aquél/aquella que lo necesite.

8. BIBLIOGRAFÍA:

- ¹Comittee on Nutrient Requirements of Horses. Nutrient Requirements of Horses. Sixth Revised Edition. Washington, D.C.: The National Academies Press, 2012.
- ²Heather Smith, T. Factores de Fertilidad. The American Quarter Horse Racing Journal [Internet]. 2004 [Fecha consulta: Junio 2016]; 48-49. Disponible en:
<http://www.miagropecuaria.com/publicaciones/factoresdefertilidad.pdf>
- ³Caballopedia. [Fecha de consulta: Junio 2016]. Disponible en:
<http://www.caballopedia.com/cria-reproduccion-caballos/#>
- ⁴Funnell, P., Green, K. Training the Young Horse. Schooling for Success. United States: David & Charles Publishers; 2005.
- ⁵Murray (curso on-line de Coursera.org).
- ⁶Pilliner S. Practical Feeding of Horses and Ponies. London: Blackwell Science Ltd; 1998.
- ⁷FEDNA, [Fecha de consulta: Mayo 2016]. Disponible en:
<http://www.fundacionfedna.org/ingredientes-para-piensos>