

Digestibilidad del grano de avena entero en equinos medida por sustitución parcial en la dieta

IVÁN NÚÑEZ P.¹, M.V., VALERIA ROJAS E.¹, M.V., MARÍA SOL MORALES S.¹, S.M., PhD.
y JUAN EGAÑA M.¹, M.V., M.Sc.

¹ Universidad de Chile, Facultad Ciencias Veterinarias y Pecuarias.

ABSTRACT

DIGESTIBILITY OF WHOLE OAT GRAIN IN THE HORSE MEASURED BY PARTIAL SUBSTITUTION IN THE DIET

Digestibility of whole oat was determined in 12 adult horses using the increasing substitution method. Dry matter, gross energy, crude protein, nitrogen-free extract, crude fiber and cell wall digestibility were quantified. Starting from a basal diet of alfalfa hay (control), increasing substitutions were prepared to reach a final mix of 15, 30 and 45% of whole oat. Digestibility of dry matter, nitrogen-free extract and energy, increased with the increment of whole oat in the diet. By contrast, crude fiber, cell wall and crude protein digestibility did not showed significant variations ($p > 0,05$) in all diets analyzed. To estimate theoretical digestibility of a diet 100% whole oat, regression analysis were performed resulting in digestibility of 88,2% for dry matter, 86,2% for crude protein, 94,7% for nitrogen-free extract, 89,5% for energy, 74,1% for crude fiber and 69,8% for cell walls.

Key words: Horse, nutrition, oats.

RESUMEN

En 12 equinos adultos mediante el método de sustitución creciente se determinó la digestibilidad de la materia seca, energía bruta, proteína cruda, extracto no nitrogenado, fibra cruda y paredes celulares del grano de avena. A una dieta basal de heno de alfalfa, (control) se le hicieron sustituciones crecientes del 15; 30 y 45% del heno por grano de avena entero. La digestibilidad de la materia seca, extracto no nitrogenado y de la energía, se incrementaron al aumentar el porcentaje de inclusión del grano de avena en la dieta. A diferencia, la digestibilidad de la proteína cruda, fibra cruda y paredes celulares, no presentó variaciones significativas entre las cuatro dietas evaluadas. El análisis de regresión mostró que la digestibilidad de la materia seca; proteína cruda; extracto no nitrogenado, energía; paredes celulares y fibra cruda, del grano de avena alcanzaron al: 88,2; 86,2; 94,7; 89,5 ; 74,1 y 69,8%, respectivamente.

Palabras clave: Caballo, nutrición, avena.

INTRODUCCIÓN

El nutriente habitualmente considerado como el más limitante en la formulación de las dietas para equinos, es el contenido energético, debido a que es el nutriente que presenta la mayor variación, dependiendo del estado fisiológico productivo del ejemplar, como son su tasa de crecimiento o la intensidad del trabajo que realiza.

El NRC, (2007), recomienda la inclusión de concentrados energéticos en la ración diaria en porcentajes entre el 10 y 40% para las yeguas, potrillos y caballos adultos con actividades de ejercicio diario entre liviano a intermedio. A diferencia, para potrillos Fina Sangre Inglés y para equinos adultos mantenidos en ejercicio intenso, la proporción de concentrados energéticos puede variar entre el 50 y el 70% del total de la dieta.

El concentrado energético mayoritariamente utilizado en Chile en la alimentación del equino, es el grano de avena, siendo habitual su uso en la alimentación del equino estabulado. Sin embargo, la inclusión de una alta cantidad de grano de avena o de otro concentrado energético en la dieta, puede ocasionar algunos desórdenes digestivos, tales como acidosis, cólicos, úlceras gástrica, laminitis y otras alteraciones metabólicas, debido a la producción rápida o excesiva de ácidos orgánicos en el tracto digestivo (Geor y Harris, 2007), los que tienden a disminuir cuando el grano es suministrado con diferentes tipos de procesamiento. (Bailoni et al., 2006).

Está descrito, que el procesamiento de los granos reduce el riesgo de los problemas digestivos que ocasionan en el equino, cuando son ingeridos en altas cantidades, como son los cuadros de acidosis, causados por la intensa fermentación cecal de los carbohidratos no estructurales que no fueron digeridos y absorbidos en el intestino delgado (Hill, 2007). Por otra parte, se ha descrito que en el equino, el almidón presente en el grano de avena tiene una mayor digestibilidad que el proveniente de otros cereales, como son el maíz y la cebada (Meyer et al., 1993), lo que es debido a las diferencias presentes en la morfología del gránulo de almidón como también a la alta actividad α -amilasa, dextrinasa y glucoamilasa presente en el yeyuno del equino (Svihus et al., 2005).

El almidón es el nutriente mayoritario de los cereales, y en el grano de avena de buena calidad,

oscila alrededor del 46-47%; aumentando en el grano de avena descascarada al 48-63% (Särkijärvi et al., 2006).

El objetivo de este trabajo fue determinar en equinos adultos, la digestibilidad de las principales fracciones nutritivas presentes en el grano de avena entero.

Debido a la limitación fisiológica de utilizar a la avena como único componente de la dieta equina, se determinó la digestibilidad de sus nutrientes por la metodología de sustitución creciente del heno de alfalfa de la ración basal, por grano de avena entero y extrapolando su digestibilidad al 100% mediante el empleo de regresión lineal, empleando la técnica de recolección total de heces (Van Soest, 1994 y Rymer, 2000).

MATERIAL Y MÉTODOS

Animales

Se utilizaron 12 caballos mestizos adultos (entre 6 y 20 años) con un peso promedio de 496 ± 32 kg. Previo al inicio del período experimental, los animales, fueron desparasitados (Ivermectina al 1%) y vacunados contra influenza equina subtipos A/Equi/1 y A/Equi/2.

Durante el ensayo los equinos permanecieron en pesebreras individuales de dimensiones de 3 x 3 m, con acceso libre a agua de bebida y diariamente fueron ejercitados en caminador durante dos horas, una en la mañana y otra en la tarde.

Durante los 15 días previos al inicio del ensayo, los equinos, fueron alimentados exclusivamente con heno de alfalfa, y posteriormente fueron asignados al azar en cuatro grupos de 3 ejemplares cada uno y alimentados durante un período de 10 días con una de las cuatro dietas en evaluación.

El período experimental del ensayo de digestibilidad consideró los cuatro primeros días como adaptación a la dieta, seguido por seis días en los que se realizó la recolección completa de las fecas.

Dietas

Se utilizaron cuatro dietas experimentales, una de las cuales consistió exclusivamente de heno de alfalfa (control) y las tres restantes, contenían 15; 30 y 45% de grano de avena entero, en sustitución de igual porcentaje de heno

de alfalfa, respectivamente.

La ración diaria fue suministrada individualmente en cantidades equivalente al 2% del peso vivo de cada animal (B.M.S.) y fue fraccionada en tres porciones diarias, las que fueron ofrecidas a las 07:00, 12:00 y 17:00 hrs. No se entregaron suplementos nutricionales adicionales.

Las dietas fueron confeccionadas el día previo a su entrega y en aquellas dietas que incluían grano de avena, la cantidad total diaria fue fraccionada en dos mitades, siendo una entregada con la comida de la mañana y el restante en la porción ofrecida en la tarde. El heno de alfalfa se entregó en proporciones del 25% del total diario en la mañana y al mediodía; y el restante 50% se entregó en la comida de la tarde. Para la dieta control, el heno de alfalfa se entregó en partes iguales en las tres comidas diarias.

Para la determinación de la digestibilidad de las diferentes fracciones nutritivas de las dietas, cada grupo fue alimentado con la dieta en evaluación por un período de 10 días, siendo considerados los 4 días iniciales como período de adaptación a su consumo a los que siguieron un periodo de 6 días de recolección completa de fecas. La digestibilidad de las principales fracciones nutricionales (DN) presentes en las diferentes dietas, se obtuvo mediante la siguiente fórmula (Maynard et al., 1981):

$$\text{DN (\%)} = \frac{(\text{M.S. ingerida} \times \% \text{ Nutriente ingerido}) - (\text{M.S. excretada} \times \% \text{ Nutriente excretado})}{(\text{M.S. ingerida} \times \% \text{ Nutriente ingerido})} \times 100$$

Análisis químico

El heno de alfalfa y el grano de avena, fueron analizados en cuadruplicado, para determinar su composición química proximal: materia seca, proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda, cenizas y extracto no nitrogenado, (AOAC, 1995) además del contenido de paredes celulares y lignocelulosa, utilizando los procedimientos analíticos de Fibra Neutro detergente (FND) y Fibra Ácido Detergente (FAD). La lignina fue analizada por permanganato de potasio y la celulosa se determinó por incineración de la muestra deslignificada (Van Soest, 1994). Adicionalmente, se determinó el contenido de energía bruta mediante una bomba calorimétrica (Marca IKA; modelo C-2000).

Las fecas fueron recolectadas individualmente cuatro veces al día en la pesebrera de cada animal como también durante la caminata, pesadas y homogenizadas manualmente, para posteriormente tomar una muestra del 10% del total, la que fue refrigerada y transportada al laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile, donde fueron congeladas a -18°C hasta su posterior análisis en duplicado.

Posterior a su descongelación a temperatura ambiente, las muestras diarias de cada animal fueron pesadas y secadas en una estufa de aire forzado a 60°C durante 72 hrs, para posteriormente ser analizadas.

Las muestras diarias fecales de cada caballo fueron molidas y posteriormente se confeccionó un pool fecal de cada caballo, del que se tomó una muestra representativa la que fue sometida a Análisis Químico Proximal, empleando para ello las técnicas analíticas establecidas por el AOAC (1995), para la determinación de Materia Seca, Proteína Total (N x 0,25), Fibra Cruda, Extracto Etéreo, Extracto no nitrogenado, Cenizas, Energía Bruta, fraccionamiento de las paredes celulares y estimación de la concentración de Nutrientes Digestibles Totales. Estos parámetros fueron estimados de acuerdo a los procedimientos descritos por Van Soest et al. (1994).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La información recolectada, fue ingresada a planilla de cálculo empleando el programa Excel 2007. Los resultados fueron descritos mediante promedios y desviación estándar y analizados con el programa estadístico Infostat 2007.

Los resultados obtenidos se analizaron mediante regresión lineal, correspondiendo a la variable independiente el nivel de inclusión de avena en la ración y la variable dependiente el coeficiente de digestibilidad de los diferentes nutrientes. De esta manera fue posible extrapolar la información obtenida al 100% de inclusión de avena en la dieta. Posteriormente los coeficientes obtenidos fueron comparados mediante análisis

de varianza. La diferencia entre medias fue establecida mediante la prueba de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición química de los alimentos

Los análisis químicos realizados en ambos ingredientes, estuvieron dentro de los rangos descritos en la literatura (Rymer, 2000, Särkijärvi y Saastamoinen, 2006) y se entregan en la Tabla 1.

La composición química de las diferentes dietas, según concentración de incorporación de la avena, se entrega en la Tabla 2.

Composición química de las fecas

El contenido de los principales nutrientes presentes en las heces de los caballares alimentados con las diferentes dietas, se entrega en la Tabla 3.

La digestibilidad promedio de los nutrientes obtenida para cada dieta con diferentes porcentajes de inclusión de avena, se entregan en la Tabla 4.

La digestibilidad de Materia Seca, Extracto No Nitrogenado, Energía Bruta y Nutrientes Digestibles Totales aumentó en forma significativa en la medida que se incrementó el nivel de incorporación del grano de avena en la dieta ($p \leq 0,05$).

La digestibilidad de la Proteína Total presen-

tó una tendencia a disminuir en la medida que aumentó la incorporación del grano de avena en la dieta, sin embargo esta tendencia no es estadísticamente significativa en las concentraciones de avena evaluadas ($p > 0,05$).

La digestibilidad del Extracto Etéreo aumentó al incorporar avena con respecto a la dieta sin grano en la dieta, pero tendió a mantenerse relativamente estable a medida en que se aumentó el nivel de incorporación ($p \leq 0,05$).

La digestibilidad de la Fibra Cruda y de las Paredes Celulares presentó una tendencia a disminuir a medida que aumenta la concentración de avena en la dieta, tendencia que no es significativa estadísticamente en las raciones estudiadas ($p > 0,05$).

Por el contrario, la digestibilidad de las Cenizas presentó una tendencia a disminuir en la medida que aumentó el nivel de incorporación del grano de avena en la dieta, presentándose diferencias significativas estadísticamente entre las raciones estudiadas ($p \leq 0,05$).

Líneas de regresión

Con los resultados obtenidos, se establecieron las líneas regresiones de los diferentes nutrientes evaluados, (Tabla 5) estimando la digestibilidad en el equino de los principales nutrientes del grano de avena. Los resultados se presentan en las Figuras 1 y 2.

Tabla 1. Análisis químico proximal y fraccionamiento de las paredes celulares del heno de alfalfa y del grano de avena utilizados en las dietas evaluadas (g/100 g \pm D.E.). Resultados en base materia seca

Nutriente	Heno de alfalfa	Grano de avena
1.-Análisis químico proximal		
Materia seca	88,5 \pm 1,69	88,7 \pm 0,21
Proteína total	11,3 \pm 1,68	8,0 \pm 0,21
Fibra cruda	33,8 \pm 5,63	10,5 \pm 0,0
Extracto etéreo	1,4 \pm 0,17	5,2 \pm 0,07
Extracto no nitrogenado	35,5 \pm 3,65	62,8 \pm 0,28
Cenizas	6,6 \pm 2,03	2,2 \pm 0,28
2.- Fraccionamiento de las paredes celulares		
Fibra neutro detergente	42,0 \pm 9,64	31,3 \pm 0,07
Lignocelulosa	32,8 \pm 5,01	15,0 \pm 0,78
Hemicelulosas	9,2 \pm 5,20	16,3 \pm 0,85
Lignina	8,4 \pm 0,25	3,6 \pm 0,49
Celulosa	23,0 \pm 5,16	11,0 \pm 0,21
Cenizas solubles	1,2 \pm 0,55	0,2 \pm 0,28
Energía bruta (Kcal/kg)	3.907 \pm 26,54	4.107 \pm 14,14

Tabla 2. Composición Nutritiva de las dietas evaluadas en equinos (g/100 g). Resultados en base materia seca

Nutriente	Concentración de avena en la dieta			
	0%	15%	30%	45%
Materia seca	88,5	88,5	88,5	88,6
Proteína total	11,3	10,8	10,3	9,8
Fibra cruda	33,8	30,3	26,8	23,3
Extracto etéreo	1,4	2,0	2,5	3,1
Extracto nitrogenado	35,5	39,6	43,7	47,8
Cenizas	6,6	5,9	5,3	4,6
Paredes celulares	55,2	51,6	48,0	44,4
Lignocelulosa	41,1	37,1	33,2	29,3
Hemicelulosa	14,2	14,5	14,8	15,1
Lignina	8,0	7,3	6,7	6,0
Celulosa	31,8	28,7	25,5	22,4
Cenizas solubles	1,3	1,1	0,9	0,8
Energía bruta (Kcal/kg)	3866,0	3902,2	3938,3	3974,5

Tabla 3. Análisis químico proximal, fraccionamiento de las paredes celulares y contenido de energía bruta de las heces de los caballos alimentados con diferentes niveles de inclusión de avena (g/100 g). Resultados en base materia seca

Porcentaje Avena Nutriente	Concentración de avena en la dieta			
	0 % Prom ± D.E.	15 % Prom ± D.E.	30 % Prom ± D.E.	45 % Prom ± D.E.
Materia seca	27,6 ± 1,0	28,8 ± 0,2	28,8 ± 0,3	28,7 ± 0,9
Proteína total	8,0 ± 1,6	8,6 ± 1,5	9,2 ± 0,4	8,2 ± 2,1
Fibra cruda	49,2 ± 1,1	48,4 ± 1,4	45, ± 1,6	44,3 ± 3,4
Extracto etéreo	1,9 ± 5,7	1,4 ± 3,7	1,4 ± 1,8	1,7 ± 1,4
Extracto no nitrogenado	33,1 ± 1,6	33,0 ± 0,5	35,3 ± 0,5	38,1 ± 0,9
Cenizas	7,9 ± 0,8	8,6 ± 1,6	8,8 ± 1,2	7,7 ± 2,9
Paredes celulares	76,6 ± 1,5	75,5 ± 1,0	75,6 ± 1,1	76,0 ± 2,2
Lignocelulosa	59,5 ± 0,9	58,5 ± 1,2	57,0 ± 1,5	57,4 ± 2,5
Hemicelulosa	16,1 ± 3,1	17,0 ± 0,8	18,7 ± 0,5	18,6 ± 1,8
Lignina	17,1 ± 1,4	16,3 ± 0,9	15,5 ± 2,2	15,3 ± 3,7
Celulosa	40,4 ± 1,6	38,9 ± 0,8	38,3 ± 2,0	39,3 ± 2,5
Cenizas solubles	3,0 ± 5,2	3,2 ± 13,9	3,2 ± 3,6	2,8 ± 3,3
Energía bruta (Kcal/kg)	4219 ±	4188 ±	4127 ±	4227 ±

La digestibilidad de la Proteína Total presentó una tendencia a mantenerse estable, variando desde un 87,3% en la dieta sólo de heno de alfalfa, a 86,2% al extrapolar al 100% de incorporación de avena ($p > 0,05$). Lo mismo ocurre con la digestibilidad de las Paredes Celulares, que presentan una variación de 75,3% en el 0% de incorporación de avena a un 74,1% en el 100% ($p > 0,05$).

La digestibilidad tanto de la Fibra Cruda y de las Cenizas, disminuyó al estimar la digestibilidad con el 100% de incorporación de grano de avena, variando desde un 74,1 a 69,8 y

de 78,7 a 69,4 respectivamente ($p \leq 0,05$).

La digestibilidad de la Materia Seca, y del Extracto No Nitrogenado, presentó una tendencia a aumentar al ser extrapolada al 100% de incorporación de grano de avena en la dieta, con una variación que va desde un 82,2 al 88,2% y desde un 83,4 al 94,7% respectivamente ($p \leq 0,05$).

Los Nutrientes Digestibles Totales (TDN) tendieron a aumentar al incorporar el grano de avena en concentraciones crecientes en la dieta, desde 66,8% en la dieta en base a heno de alfalfa hasta un 74% en la dieta con 45% de

DIGESTIBILIDAD DEL GRANO DE AVENA ENTERO EN EQUINOS

Tabla 4. Digestibilidad aparente de los diferentes nutrientes dietarios en las dietas con niveles crecientes de avena grano (%) (n =3)

Porcentaje Avena Nutriente	0 % Prom ± D.E.	15 % Prom ± D.E.	30 % Prom ± D.E.	45 % Prom ± D.E.
Materia seca	82,2 ± 1,0 a	82,9 ± 0,2 a,b	83,9 ± 0,3 b,c	85,3 ± 0,9 c
Proteína total	87,3 ± 1,6 a	86,4 ± 1,5 a	85,6 ± 0,4 a	87,8 ± 2,1 a
Fibra cruda	74,1 ± 1,1 a	72,6 ± 1,4 a	72,8 ± 1,6 a	71,9 ± 3,4 a
Extracto etéreo	76,3 ± 5,7 a	87,8 ± 3,7 b	91,3 ± 1,8 b	91,9 ± 1,4 b
Paredes celulares	75,3 ± 1,5 a	74,9 ± 1,0 a	74,7 ± 1,1 a	74,8 ± 2,2 a
Extracto no nitrogenado	83,4 ± 1,6 a	85,7 ± 0,5 a,b	87,0 ± 0,5 b,c	88,3 ± 0,9 c
Cenizas	78,7 ± 0,8 b	75,1 ± 1,6 a,b	73,4 ± 1,2 a	75,3 ± 2,9 a,b
Energía bruta (Kcal/kg)	80,8 ± 1,0 a	81,8 ± 0,2 a,b	83,3 ± 0,3 b,c	84,4 ± 1,1 c
Nutrientes digestibles totales	66,8 ± 1,0 a	69,1 ± 0,1 b	71,5 ± 0,4 c	74,0 ± 0,8 d

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Tabla 5. Coeficiente de las funciones de regresión para la digestibilidad de los principales nutrientes presentes en el grano de avena ($y = a+bx$). R^2 = Coeficiente de determinación

Nutriente	a	b	R^2
Materia seca	82,2	0,06	0,82
Proteína	86,68	- 4,5x10 ⁻³	0,0
Fibra	73,79	- 0,04	0,15
Paredes	75,18	- 0,01	0,02
Extracto no nitrogenado	83,69	0,11	0,82
Cenizas	77,43	- 0,08	0,3
Energía bruta	80,48	0,09	0,83
Nutrientes digestibles totales	66,77	0,16	0,96

a: Intercepto; b: Coeficiente de regresión lineal.

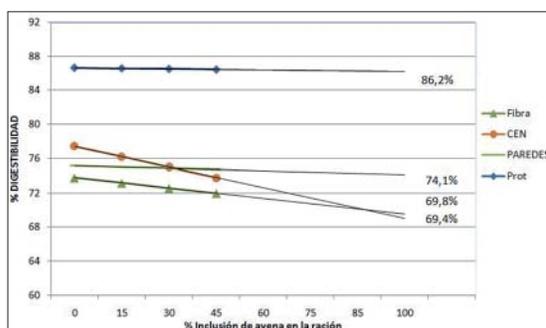


Figura 1. Curvas de regresión lineal y tendencia de la digestibilidad de la fibra cruda, cenizas, paredes celulares y proteína total presentes en dietas con niveles crecientes de grano de avena.

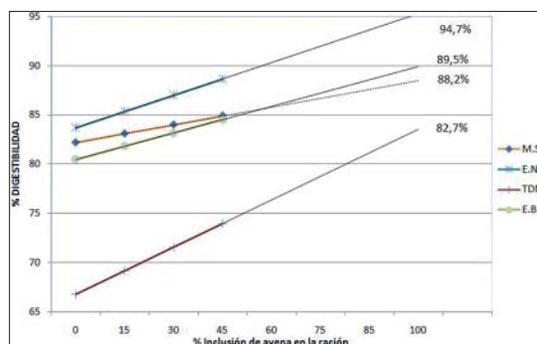


Figura 2. Curvas de regresión lineal y tendencia de la digestibilidad de la materia seca, extracto no nitrogenado, nutrientes digestibles totales y energía bruta presentes en dietas con niveles crecientes de grano de avena.

inclusión de avena. La tendencia, proyectada a la incorporación del 100% de avena en la dieta, alcanza un valor teórico del 82,7%. La digestibilidad de la Energía Bruta del grano de

avena en este estudio fue del 89,5%, superior a la descrita por Takagi et al., (2003), quien entrega una digestibilidad del 71% para la avena producida en Canadá, 67,4% para la producida

en Australia y 70,3% para la mezcla en proporción 1:1 de avenas producidas en Canadá y Hokkaido. Estas diferencias se pueden explicar probablemente a que los valores nutricionales de la avena varía según sus variedades genéticas y el país donde ha sido producida (Ishibashi, 1990).

La digestibilidad calculada de la Proteína Cruda del grano de avena coincide con los datos obtenidos por Gibbs et al., (1996) (82,8%), y por Takagi et al., 2003. (81%) quienes reportan valores del 82,8 y 81,0%, respectivamente.

CONCLUSIONES

A pesar de que se encuentra ampliamente documentado que el exceso de concentrado en las raciones de los equinos es predisponente para la presentación de cólicos abdominales y otras patologías del tracto digestivo como sistémicas, los caballos que participaron en el estudio no presentaron signos o síntomas de cólico, laminitis, acidosis metabólica u otros, pese a la inclusión del 45% de avena en las dietas experimentadas, manteniendo un buen estado de salud durante todo el transcurso del ensayo.

Este estudio demuestra que el aumento en la concentración de avena en la dieta del equino, modifica la digestibilidad de diversos nutrientes presentes en la ración, disminuyendo la digestibilidad de la Fibra Cruda y de las Cenizas, aumentando la digestibilidad de la Materia Seca, Extracto No Nitrogenado, Energía Bruta, como así mismo la concentración de los Nutrientes Digestibles Totales.

Tal como se esperaba, los resultados obtenidos en este estudio, para la digestibilidad de la Proteína Total, Energía Bruta y concentración de Nutrientes Digestibles Totales en el grano de avena en el equino fueron altos, lo que coincide con la literatura consultada.

Agradecimientos: El equipo de trabajo desea agradecer a Gemita Saavedra Silva y Verónica Silva Gallardo, personal técnico del laboratorio de Nutrición Animal, por su permanente colaboración, y al personal del Regimiento de Caballería Blindada N°1 Granaderos, quienes entregaran las facilidades para el establecimiento de una Unidad Metabólica para el ensayo de digestibilidad de nutrientes en el equino.

REFERENCIAS

- 1.- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis, 16th Edition. Association of Official Analytical Chemists Inc., Arlington, VA. 1298 pp.
- 2.- BAILONI L, MANTOVANI R, PAGNIN G, SCHIAVON S. 2006. Effects of physical treatments on the resistant starch content and in vitro organic matter digestibility of different cereals in horses. *Livestock Science* 100: 14-17.
- 3.- GEOR RJ, HARRIS PA. 2007. How to minimize gastrointestinal disease associated with carbohydrate nutrition in horses. In: *Proceedings of the Annual Convention of the AAEP* 2007. Vol 53. pp 178-185.
- 4.- GIBBS PG, POTTER GD, SCHELLING GT, KREIDER JL, BOYD CL. 1996. The significance of small vs large intestinal digestion of cereal grain and oilseed protein in the equine. *Journal of equine Veterinary Science* 16, 2: 60-65.
- 5.- HILL J. 2007. Impacts of nutritional technology on feeds offered to horses: A review of effects of processing on voluntary intake, digesta characteristics and feed utilization. *Animal Feed Science and Technology* 138 (2007): 92-117.
- 6.- ISHIBASHI T. 1990. Aminoacid requeriments of poultry. *Jpn. Poul. Sci.* 27: 1-15. IN: Takagi, H., Hashimoto, Y., Yonemochi, C., Hishibashi, T., Asai, Y., Watanabe, R., 2003. Digestibility of cereals, oil meals, brans and hays in thoroughbreds. *J.Equine Sci* 14; 4: 119-124.
- 7.- MAYNARD LA, LOOSLI JK, HINTZ HF, WAGNER RG. 1981. *Nutricion Animal*. 4a Ed. Español. Mc GRAW HILL. México.
- 8.- MEYER H, RADICKE S, KIENGL E, WILKE S, KLEFFKEN D. 1993. Investigations on preileal digestion of oats, corn and barley starch in relation to grain processing. In : *Proceedings of 13th Equine Nutrition and Physiology Society*, Gainesville, EPNS, FL, USA, pp. 92-97.
- 9.- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 2007. *Nutrient Requirements of Horses*. National Academy of Sciences. ISBN: 978-0-309-10212-4.
- 10.- RYMER C. 2000. The measurement of forage digestibility in vivo. In: Givens, D.I., Owen, E., Axford, R.F.E., Omed, H.M. (Eds.), *Forage Evaluation in Ruminant Nutrition*. CABI Publishing, New York, NY, pp. 113-134.
- 11.- SÄRKIJÄRVI S, SAASTAMOINEN M. 2006. Feeding value of various processed oat grains in equine diets. *Livestock Science* 100: 3-9.
- 12.- SVIHUS B, UHLEN AK, HARSTAD OM. 2005. Effect of starch granule structure, associated components and processing on nutritive value cereal starch: A review. *Animal Feed Science and Technology* 122: 303-320.
- 13.- TAKAGI H, HASHIMOTO Y, YONEMOCHI C, HISHIBASHI T, ASAI Y, WATANABE R. 2003. Digestibility of cereals, oil meals, brans and hays in thoroughbreds. *J.Equine Sci*. Vol. 14, N° 4: 119-124.
- 14.- VAN SOEST PJ. 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant* (2nd edition). Cornell University Press. 476 pp.