



**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y  
PECUARIAS ESCUELA DE CIENCIAS  
VETERINARIAS

**EVALUACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD DE LA COSETA  
SECA DE REMOLACHA EN EQUINOS**

**Valentina Elena Sancho Barra**

Memoria para optar al  
Título Profesional de  
Médico Veterinario  
Departamento de Fomento  
de la Producción Animal

NOTA FINAL .....

PROFESOR GUÍA: JUAN IGNACIO EGAÑA M. ....

PROFESOR CORRECTOR: MARIA SOL MORALES S. ....

PROFESOR CORRECTOR: MARIO ACUÑA BRAVO. ....

SANTIAGO, CHILE

2015

## **AGRADECIMIENTOS**

Esta etapa no hubiese sido posible sin el apoyo y confianza de un sinnúmero de personas, a las cuales creo merecen un reconocimiento. Agradezco a mi familia por su apoyo incondicional durante toda mi vida para poder cumplir este gran objetivo.

Al profesor Juan Ignacio Egaña por su guía en la realización de esta Memoria de Título.

A la profesora María Sol Morales por su gran ayuda y disposición en la redacción de esta Memoria de Título.

A Carabineros de Chile por su disposición y colaboración en la realización de la etapa experimental.

A Norma San Martín y al equipo de laboratorio de Nutricional Animal, Gemita Saavedra y Verónica Peña por su colaboración con el trabajo.

## ÍNDICE DE CAPÍTULOS

CAPÍTULO	PÁGINA
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	2
3. OBJETIVOS.....	7
3. MATERIAL Y MÉTODOS.....	8
4. RESULTADOS.....	12
5. DISCUSIÓN.....	16
6. CONCLUSIONES.....	20
7. BIBLIOGRAFÍA.....	21
8. ANEXOS.....	24

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA	PÁGINA
<b>Tabla N° 1.</b> Ensayo N° 1. Composición porcentual de las dietas (% base fresca).....	9
<b>Tabla N° 2.</b> Análisis químico proximal y análisis de paredes celulares de heno de alfalfa y coseta de remolacha expresados en promedio y desviación estándar de cada fracción, en base seca (%) .....	12
<b>Tabla N° 3.</b> Cantidad ofrecida y consumos por grupo de heno de Alfalfa y de Coseta de Remolacha durante periodo recolección (kg).....	13
<b>Tabla N° 4.</b> Digestibilidades aparentes de las diferentes fracciones nutritivas en las dietas con inclusión creciente de coseta seca de remolacha ( $X \pm D.E.$ ).....	13
<b>Tabla N° 5.</b> Cantidad ofrecida y consumos por grupo de heno de Alfalfa y de coseta de Remolacha durante periodo recolección (kg).....	14
<b>Tabla N° 6.</b> Digestibilidades aparentes de las diferentes fracciones nutritivas en las dietas del Heno de Alfalfa y Coseta Seca de remolacha (%) ( $X \pm D.E.$ ).....	15
<b>Tabla N° 7.</b> Comparación de composición nutricional de coseta seca de remolacha, base seca (%).....	16

## **RESUMEN**

Se evaluó nutricionalmente la coseta seca de remolacha en equinos, mediante la metodología de sustitución creciente de cubos de heno de alfalfa por coseta seca de remolacha en porcentajes de 0; 15, 30 y 45% y se determinó la digestibilidad aparente de la materia seca, energía bruta, proteína cruda, extracto no nitrogenado y fibra cruda en las dietas.

La digestibilidad de la materia seca, proteína cruda, fibra cruda y extracto no nitrogenado no presentaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre las cuatro dietas evaluadas, a excepción del extracto etéreo que presentó diferencia entre dos de las dietas, 85/15 y 55/45 de inclusión, siendo menor en la dieta 55/45. El análisis de regresión lineal mostro valores constantes de digestibilidad para cada fracción.

En el segundo ensayo de digestibilidad se compararon dietas exclusivas de heno de alfalfa y coseta seca de remolacha, comprobando que la materia seca, fibra cruda y extracto no nitrogenado mostraron una menor digestibilidad en la coseta seca de remolacha; en cambio, la proteína cruda y extracto etéreo no mostraron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre dietas.

**Palabras clave: equinos, nutrición, digestibilidad, coseta seca de remolacha.**

## **ABSTRACT**

Nutritional evaluation of dried sugar beet pulp in horses, using the method of increasing substitution apparent digestibility of dry matter, crude energy, crude protein, nitrogen-free extract and crude fiber were quantified. Beginning from a control diet of alfalfa hay, increasing substitutions were prepared to reach a final mix of 15, 30 and 45% of dry sugar beet pulp.

The digestibility of dry matter, crude protein, crude fiber and nitrogen-free extract were not significantly different ( $p > 0.05$ ) among diets, except for ether extract that present difference between two diets, 85/15 and 55/45 of inclusion. The analysis of linear regression showed constant values of digestibility for each fraction.

In the second trial of digestibility, with exclusive diet of alfalfa hay and dried sugar beet pulp was compared dry matter, crude fiber and extract nitrogen performed a lower digestibility in the diet of dried sugar beet pulp; instead of crude protein and ether extract they showed no significant differences ( $p > 0.05$ ) between diets.

**Keywords: horse, nutrition, digestibility, dried sugar beet pulp.**

## 1 INTRODUCCIÓN

Al igual que la genética, sanidad y manejo reproductivo, la nutrición es uno de los pilares fundamentales de la producción animal, todos los que constituyen eslabones de gran importancia para el logro de eficiencia productiva.

La producción equina busca obtener en el caso de las hembras reproductoras, una cría por año o bien, en los equinos de deporte, su mejor desempeño. El logro de estos objetivos dependerá directamente de la alimentación que reciban.

En las condiciones actuales de manejo, los equinos están sometidos a un régimen de confinamiento y su alimentación está condicionada por la cantidad ofrecida y la calidad del mismo. Por lo tanto, la estabulación, conlleva la consecuente disminución del tiempo y frecuencia de alimentación y consecuentemente un aumento del volumen de alimento consumido en cada comida.

Debido a la actividad física que desarrollan los equinos en trabajo deportivo, sus requerimientos nutricionales son elevados, sumado con el limitado tiempo de pastoreo requiere de la suplementación de sus dietas con alimentos del tipo concentrados energéticos, como son los granos de cereales, los que suministrados en pequeñas cantidades un gran aporte nutricional.

El concentrado energético más comúnmente utilizado en equinos estabulados, es la avena, alimento que posee alto contenido de almidón, compuesto de limitada digestión, que puede generar trastornos digestivos o metabólicos en los equinos.

La coseta de remolacha, que es un subproducto de la agroindustria de la remolacha azucarera (*Beta vulgaris*), constituye un valioso recurso alimenticio que cumple con características de un alimento voluminoso de alto valor como fuente energética, debido a su alto aporte en fibra dietaria digestible para la alimentación equina.

Recientemente, la coseta ha sido evaluada como recurso alimenticio para la alimentación de equinos; sin embargo, en nuestro país, aún no se dispone de suficiente información sobre su valor nutricional para su uso como alimento en esta especie animal. Por lo tanto el objetivo de este trabajo fue evaluar la composición química y digestibilidad de las principales fracciones nutritivas presentes en la coseta seca de remolacha de origen nacional.

## **2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Generalidades del equino y su sistema digestivo**

El equino (*Equus ferus caballus*), es un mamífero perisodáctilo de la familia de los équidos, clasificado como herbívoro no rumiante, ampliamente distribuido a nivel mundial (Wilson y Reeder, 2005).

Su sistema digestivo es muy lábil debido a las características anatómicas propias de la especie, como son las variaciones del diámetro intestinal, además de poseer, órganos de gran volumen y porciones libres en la cavidad abdominal (Harris, 2007). Precisamente estas particularidades anatómico-fisiológicas, lo predisponen al padecimiento de trastornos digestivos y metabólicos más o menos graves, tales como síndrome cólico, diarrea, laminitis, úlceras gástricas, enfermedades ortopédicas del desarrollo y algunas formas de rhabdomiólisis (Hoffman, 2003), las que aumentan de manera significativa cuando su alimentación no es principalmente a base de pradera y por pastoreo directo, y se limita el consumo de forraje en equinos de elevada demanda nutricional, como son los que están en actividad deportiva, lo que hace necesaria la utilización en su alimentación de abundantes alimentos concentrados (Harris, 2007).

El proceso digestivo de los equinos corresponde al de un herbívoro no rumiante, pero con ciertas particularidades, como son una digestión enzimática limitada y abundante fermentación cecal (Wilson y Reeder, 2005). La digestión enzimática comienza en el estómago y continúa en intestino delgado, donde se da el proceso de absorción de los primeros productos de la digestión como son los aminoácidos, ácidos grasos y glucosa. Posteriormente, en el ciego, el contenido intestinal que no fue digerido y absorbido en el intestino delgado, es fermentado por la flora microbiana, favorecido por el tránsito lento, mantención del pH y remoción continua de los productos de la fermentación, originando como producto final, los ácidos grasos volátiles, que son absorbidos y/o metabolizados por la pared intestinal. Mediante este proceso de fermentación se logra degradar parcialmente la celulosa y otros carbohidratos estructurales, como hemicelulosas y pectinas, además de las proteínas no digeridas en el intestino delgado y la fermentación de algunos homopolisacáridos, como el almidón (Cunningham, 2003).

Los requerimientos nutricionales de los equinos están determinados por su estado fisiológico (crecimiento, gestación, lactación, reproducción, mantención) y la actividad física (leve, moderada o intensa) y capacidad de consumo de alimento expresado como porcentaje de su peso vivo (p/v). Por lo tanto, al formular una ración para equinos se deben considerar los requerimientos nutricionales, capacidad de consumo del animal, además de la composición química, disponibilidad y costos de los alimentos (NRC, 1989).

## **2.2 Manejo alimenticio**

En las condiciones actuales, los equinos están sometidos a un régimen de confinamiento y su alimentación está condicionada por la cantidad ofrecida y su calidad nutritiva. Como consecuencia de este manejo, su conducta alimenticia está alterada, ya que en libertad estos pastorean gran parte del día. Por lo tanto, la estabulación implica una disminución del tiempo y frecuencia de alimentación y consecuentemente un aumento del volumen de alimento consumido en cada ración (Martínez, 2007).

Debido a los elevados requerimientos nutricionales y a la limitada disponibilidad de forraje, son necesarias dietas con alimentos con alto contenido energético como los concentrados energéticos, los que suministrados en cantidades moderadas, realizan un gran aporte nutricional.

El concentrado energético mayormente utilizado en la alimentación de los equinos, en Chile, es la avena. Especialmente en equinos de alto rendimiento, de las razas Fina Sangre Inglés Pura Sangre Chileno, Cuarto de Milla, entre otros, los que son mantenidos en estabulación (Nuñez *et al.*, 2008).

El elevado contenido de almidón presente en el grano de Avena, es digerido parcialmente en el intestino delgado, debido principalmente a su limitada secreción de la enzima  $\alpha$ -amilasa, por lo que una fracción importante del almidón puede llegar a ciego, donde es fermentada rápidamente (Kienzle *et al.*, 1994); lo que puede ocasionar una serie de trastornos que afectan la salud y bienestar del animal.

Con el fin de aumentar la digestibilidad intestinal del almidón presente en la avena, se le ha sometida a distintos procesamientos, entre ellos, procesos mecánicos (trituration y molienda), térmicos (tostado o micronización) y termomecánicos (roleado, laminado al vapor, extrusión y

expandido). Sin embargo, no describe diferencias significativas entre la digestibilidad de la avena entera y la sometida a los diferentes tratamientos (Vervuert *et al.*, 2001).

Es así que, la sustitución de granos ricos en almidón por alimentos ricos en fibra fermentecible o ácidos grasos en la dieta de equino, sean una alternativa interesante de evaluar para disminuir los problemas antes descritos. Entre los insumos se encuentra la coseta seca de remolacha o el aceite vegetal, respectivamente.

### **2.3 Características de la coseta de remolacha**

La coseta de remolacha o pulpa de remolacha es el subproducto que obtenido luego de la extracción del azúcar, y constituye el principal subproducto de este proceso industrial. Su alto volumen de producción y su valor como recurso alimenticio, hacen de este subproducto una valioso recurso alimenticio, especialmente para su uso como voluminoso de uso invernal o bien para la incorporación de la coseta seca en concentrados energéticos (IANSÁ, 2006). Se caracteriza por presentar una fibra dietaria del tipo soluble, de alto valor energético, pero con bajo aporte proteico. Su contenido mineral es alto en calcio, pero de reducida absorción debido a su asociación a ácido oxálico. Además, es deficitaria en sodio, cloro y magnesio y sobre todo en fósforo (FEDNA, 2012).

A nivel nacional, (Anrique *et al.*, 2014) la composición nutricional descrita para la coseta seca de remolacha por es de: 88,4 % de materia seca; 8,1% proteína cruda; 6,2% cenizas totales; 20,6% fibra cruda; 23,0% fibra ácido detergente; 40,0% fibra neutro detergente; 0,9% extracto etéreo; 0,7% calcio; 0,1% fósforo y 3,1 Mcal/kg de E. Metb. para rumiantes.

Existen diferentes presentaciones de la coseta de remolacha, ente los que destacan: coseta húmeda (15,8% M.S.), coseta seca (88,4% M.S), peletizada y coseta seca melazeada (88,6% M.S). Sus características químicas y composición nutricional variarán según la adición de otros ingredientes y/o por el tratamiento que estas reciban para cada una de sus presentaciones. La coseta, es utilizado preferentemente en la alimentación de rumiantes o herbívoros no rumiantes, como son el ganado bovino lechero y de carne, además del ganado ovino y ocasionalmente de equinos (Kelly, 1983).

En el país se dispone de numerosos estudios respecto a la evaluación del valor nutritivo de la coseta de remolacha en alimentación de ganado lechero, en todos los que se demostró la necesidad de su suplementación proteica cuando es utilizado como único alimento (Jahn *et al.*, 1980).

Kelly (1983) describió el uso de la coseta seca de remolacha melazeada en la alimentación equina estableciendo que su valor nutritivo es relativamente similar al grano de avena. Este autor recomienda una ingesta diaria de 1,4 kg dependiendo del tamaño del animal, además de su previo remojo, que ocasiona un aumento del volumen al hidratarse, y de esa manera reducir el riesgo de obstrucción esofágica y de cólico por dilatación gástrica.

En ensayos posteriores, se utilizó la coseta de remolacha melazada en remplazo parcial y/o total del grano de avena, evaluando su ingesta; digestibilidad de diferentes fracciones nutritivas y algunos parámetros fisiológicos de los equinos; tales como glicemia, insulina y concentración de lactato muscular durante el ejercicio, demostrando que no existen diferencias significativas en el consumo de materia seca, ni en su aporte energético entre dietas. La digestibilidad de extracto etéreo fue levemente menor en la coseta de remolacha melazeada respecto de la avena ( $p \geq 0,05$ ), mientras que las restantes fracciones nutritivas, no presentaron diferencias significativas ( $p \geq 0,05$ ) en su digestibilidad. La glicemia e insulina postprandial de la dieta con pulpa de remolacha fue inferior, pero durante el ejercicio se comportaron de forma similar en ambas dietas (Palmgren *et al.*, 2002).

## **2.4 Beneficios en salud animal**

La pulpa de remolacha es recomendada como alimento base en la dieta de equinos con obstrucción recurrente de las vías aéreas (ORVA), ya que debido a su presentación peletizada contiene muy poco material particulado libre, que predispone la presentación del ORVA, que se puede controlar aun mas con su remojo previo (Aguilera *et al.*, 2009). En el caso de equinos con insuficiencia hepática, se recomienda una alimentación en base a coseta de remolacha, debido a su alto contenido de fibra dietaria y azúcares solubles, además de contenido proteico inferior al 10% y un tenor de calcio disponible menor al 0,08 % en base seca. Estas características nutritivas son ideales para la mantención de estos animales, debido a la disminución de capacidad de metabolización de proteínas a nivel hepático (Ralston, 2005). También, la pulpa de remolacha sin melazar es recomendada para la alimentación de equinos que padecen de síndrome metabólico o también

conocido como resistencia a la insulina, debido a que es fermentada en intestino grueso entregando como productos finales a los ácidos grasos volátiles, que en conjunto con su bajo aporte de azúcares soluble (luego de remojo y enjuague del alimento) y almidón, aseguran un menor índice glicémico (Frank,2009).

El motivo de esta memoria de título fue evaluar la coqueta seca de remolacha como recurso energético alternativo al grano de avena en la alimentación equina.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo general**

**3.2** Evaluar el valor nutritivo de la coqueta seca de remolacha de equinos adultos. Objetivos específicos

- Determinar la composición química proximal de la coqueta seca de remolacha.
- Determinar la digestibilidad aparente de las principales fracciones nutritivas de la coqueta seca de remolacha.

## **4 MATERIAL Y MÉTODOS**

### **4.1 Ubicación del estudio**

El presente ensayo de evaluación de la coqueta seca de remolacha en la alimentación de equinos, se realizó en la Escuela de Caballería “General Oscar Cristi Gallo” perteneciente a Carabineros de Chile, ubicada en la calle Cuadro Verde s/n, paradero 4 ½ de Av. Pajaritos, comuna de Estación Central, Región Metropolitana.

### **4.2 Material de estudio**

Se utilizaron 2000 kg. de coqueta seca de remolacha la que fue aportada por IANSA (Industria Azucarera Nacional S.A.) y 4.400 kg de cubos de heno de alfalfa, los que fueron adquiridos a la empresa PACX South América S.A.

### **4.3 Análisis Químico**

Los diferentes alimentos utilizados en el ensayo, fueron evaluados mediante análisis químico proximal previo y durante el transcurso de este ensayo y se les determinó sus contenidos de: materia seca, proteína cruda, fibra cruda, extracto etéreo y cenizas totales, y el contenido de calcio mediante espectrofotometría de absorción atómica (AOAC, 1995) El contenido de energía metabolizable para la especie equina, se calculó a partir de la energía bruta de los alimentos y las fecas, mediante bomba calorimétrica modelo IKA-C2000, utilizando la formula descrita NRC (1989) para energía digerible para especie equina (anexo N°6). Adicionalmente se determinó fibra neutro detergente, (FND) fibra ácido detergente, (FAD) hemicelulosa, celulosa, lignina y cenizas insolubles, utilizando las técnicas analíticas descritas por Van Soest y Wine (1967).

### **4.4 Ensayos**

Se realizaron dos ensayos de digestibilidad in vivo consecutivos, con diferentes condiciones.

#### **Ensayo N°1**

Se determinó la de digestibilidad de cuatro dietas, las que contenían cantidades crecientes de inclusión de coqueta seca de remolacha. La primera, fue exclusivamente heno de alfalfa (dieta control) y las restantes dietas tuvieron sustituciones del heno de alfalfa por coqueta seca de remolacha en los porcentajes que se indican en la Tabla N° 1. Los equinos fueron alimentados con

una cantidad equivalente al 2% de su peso vivo que correspondió a 11 Kg de las diferentes dietas, las que se repartieron en tres comidas diarias, las que fueron entregadas a las: 8:00, 13:00 y 18:00 hrs., respectivamente

**Tabla N° 1. Ensayo N° 1. Composición porcentual de las dietas (% base fresca).**

Dieta experimental	Heno alfalfa	Coseta seca remolacha
100/0	100	0
85/15	85	15
70/30	70	30
55/45	55	45

Se emplearon 24 equinos adultos machos mestizos, castrados de entre cuatro y 10 años de edad, de entre 500 y 600 kg de peso de condición corporal definida como buena, en la escala de Naour (2003), con actividad física moderada, los que fueron previamente desparasitados contra parásitos gastrointestinales. Estos fueron ordenados según su peso y asignados al azar a uno de los cuatro tratamientos, formando cuatro grupos de seis animales cada uno.

### **Ensayo N° 2**

Determinación de digestibilidad de dos dietas, constituidas exclusivamente por heno de alfalfa y coseta seca de remolacha. Los equinos fueron alimentados con una cantidad equivalente al 1,8 % de su peso vivo, que correspondió a 9,7 kg de ración, la que se repartieron en tres comidas diarias, a las 8:00, 13:00 y 18:00 hrs, respectivamente.

En este segundo ensayo, se utilizaron 12 equinos adultos machos mestizos, castrados de cuatro años de edad, de condición corporal buena en la escala de Naour (2003), de entre 450 y 550 kg de peso, sin actividad física. Se desparasitaron previamente contra parásitos gastrointestinales y fueron ordenados según su peso, y luego asignados al azar en dos grupos de seis animales cada uno.

#### 4.5 Periodo Experimental

Cada uno de los dos ensayos, tuvo una duración de 16 días, de los cuales los 12 iniciales fueron considerados de adaptación a las dietas y los cuatro finales, fueron el periodo de recolección total de heces, las cuales fueron colectadas tres veces diariamente, pesadas, almacenadas y congeladas a -18° C hasta su posterior análisis.

En las dietas que contenían coqueta seca de remolacha, esta fue incorporada en forma gradual, comenzando con el 50% del total de coqueta y aumentando en 10% diariamente, hasta el sexto día en que se alcanzó el porcentaje total de inclusión en la ración.

Los componentes de las raciones diarias, como también los rechazos diarios de alimento, fueron pesados individualmente durante todo el período experimental en una balanza electrónica (HYUNDAY, modelo DY-748<sup>a</sup>) para la determinación individual del consumo diario de cada uno de los ingredientes dietarios.

Los equinos fueron pesados al inicio y al final del periodo experimental y fueron mantenidos durante todo el período experimental en pesebreras individuales de 3 x 3,5 m, techadas, con piso de tierra, el que fue cubierto por una capa de viruta de madera, que fue cambiada en el periodo de adaptación cada dos días y diariamente en cada periodo de recolección de heces. Cada pesebrera disponía de un comedero y un bebedero, que fueron llenados tres veces al día.

#### 4.6 Digestibilidad aparente

La determinación de la digestibilidad aparente de las fracciones nutritivas: materia seca, proteína cruda; fibra cruda; extracto etéreo, extracto no nitrogenado y paredes celulares: celulosa, hemicelulosa y lignina, fueron determinadas a través de la siguiente fórmula general:

$$\text{Digestibilidad Aparente} = \frac{\text{Nutriente Ingerido} - \text{Nutriente Excretado}}{\text{Nutriente Ingerido}} \times 100$$

## **4.7 Análisis Estadístico**

En primera instancia se procedió a comprobar que los resultados cumplieran con su normalidad y homogeneidad de los valores obtenidos mediante la prueba de Shapiro Wilk y el test de Lavene, respectivamente. Los resultados del primer ensayo fueron descritos a través de promedio y desviación estándar y las digestibilidades aparentes de los diferentes nutrientes evaluados en las dietas experimentales, se analizaron por ANDEVA para muestras desiguales y las diferencias entre medias, se analizaron por la prueba de Tuckey.

A partir de los valores de digestibilidad de los grupos del primer ensayo, se estimó mediante regresión lineal la digestibilidad de una dieta en base 100% de coseta seca de remolacha. Correspondiendo a la variable independiente el nivel de inclusión de coseta de remolacha en la ración y la variable dependiente el coeficiente de digestibilidad de los diferentes nutrientes.

Los resultados del segundo ensayo fueron descritos a través de promedio y desviación estándar. Las digestibilidades aparentes de los nutrientes de las dietas experimentales fueron analizadas por prueba de “t”.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 Composición química de los alimentos.

La composición química proximal, y el contenido de calcio, energía metabolizable, y fraccionamiento de paredes celulares (paredes celulares, celulosa, hemicelulosa, lignina, lignocelulosa), de la coseta de remolacha y de los cubos de heno de alfalfa se entregan en la tabla N° 2. Los resultados de cada alimento, fueron analizados en triplicado y representados en el anexo N° 1 y N° 2 para la coseta seca de remolacha y los cubos de heno de alfalfa respectivamente.

**Tabla N° 2. Análisis químico proximal y análisis de paredes celulares de heno de alfalfa y coseta de remolacha expresados en promedio y desviación estándar de cada fracción, en base seca (%).**

FRACCIÓN	HENO ALFALFA	COSETA SECA REMOLACHA
<b>Análisis químico proximal</b>		
Materia seca	88,5 ± 0,4	89,8 ± 1,7
Proteína Total	20,8 ± 0,2	8,7 ± 0,4
Fibra cruda	27,1 ± 3,0	18,3 ± 0,8
Extracto Etéreo	2,1 ± 0,3	0,5 ± 0,1
Extracto no nitrogenado	40,1 ± 0,3	63,0 ± 4,2
Cenizas Totales	11,0 ± 1,2	6,7 ± 0,5
Calcio	-	1,32 ± 0,07
Energía Metabolizable	2295,2 ± 94,1	2429,5 ± 38,8
<b>Fraccionamiento de paredes celulares</b>		
Paredes celulares	37,7 ± 3,1	50,0 ± 3,2
Lignocelulosa	29,8 ± 2,2	24,1 ± 1,8
Hemicelulosas	8,0 ± 1,0	26,0 ± 1,4
Lignina	8,3 ± 1,3	6,5 ± 1,2
Celulosa	20,8 ± 1,4	17,3 ± 0,6
Cenizas soluble	0,7 ± 0,3	0,3 ± 0,3

## 5.2 Digestibilidad Aparente.

### 5.2.1 Ensayo N° 1

La cantidad de alimento ofrecida y el consumo total durante el periodo de recolección de las cuatro dietas evaluadas y expresados en tal como ofrecido, se entregan la tabla N° 3 además del consumo promedio por grupo y su desviación estándar.

**Tabla N° 3. Cantidad ofrecida y consumos promedios durante periodo recolección de heno de alfalfa y de coseta seca de remolacha en las cuatro dietas evaluadas (kg).**

DIETAS	CANTIDAD OFRECIDA (kg.)		CONSUMO (kg.)
	HENO ALFALFA	COSETA	$\bar{x} \pm D.E.$
100/0	44	0	44,0 $\pm$ 0
85/15	37,4	6,6	43,4 $\pm$ 1,0
70/30	30,8	13,2	42,7 $\pm$ 1,5
55/45	24,2	19,8	43,6 $\pm$ 1,1

En el ensayo N° 1 se determinó la digestibilidad aparente, de las distintas fracciones nutritivas (materia seca, proteína cruda, fibra cruda, extracto etéreo y extracto no nitrogenado) de las cuatro dietas experimentales utilizadas, las que se entregan en la tabla N° 4. La digestibilidad individual por animal de cada dieta será entregada en la tabla N° 3 de anexos.

**Tabla N° 4. Digestibilidades aparentes de las diferentes fracciones nutritivas en las dietas con inclusión creciente de coseta seca de remolacha ( $\bar{X} \pm D.E.$ ).**

DIETAS	DIGESTIBILIDAD APARENTE (%)				
	M. SECA	P. CRUDA	F. CRUDA	E. ETÉREO	E.N.N
100/0	91,7 $\pm$ 1,95 a	94,9 $\pm$ 1,28 a	85,6 $\pm$ 3,14 a	83,7 $\pm$ 3,13 ab	94,1 $\pm$ 1,06 a
85/15	93,4 $\pm$ 1,65 a	95,5 $\pm$ 1,17 a	89,3 $\pm$ 3,68 a	87,0 $\pm$ 3,02 a	95,6 $\pm$ 2,43 a
70/30	93,1 $\pm$ 2,09 a	95,3 $\pm$ 1,35 a	87,4 $\pm$ 8,17 a	80,6 $\pm$ 6,46 ab	95,78 $\pm$ 1,47 a
55/45	93,4 $\pm$ 3,08 a	94,4 $\pm$ 2,04 a	88,0 $\pm$ 5,98 a	74,7 $\pm$ 8,75 b	90,6 $\pm$ 16,48 a

\*Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas entre grupos ( $p \leq 0,05$ )

Las digestibilidades de la materia seca, proteína cruda, fibra cruda y extracto no nitrogenado no presentaron diferencias significativas entre las cuatro dietas que contenían diferentes porcentajes de inclusión de coseta seca de remolacha ( $p > 0,05$ ).

La digestibilidad del extracto etéreo, sí mostró diferencias significativas, pero solo entre las dietas con 15 y 45 % de inclusión de coseta de remolacha ( $p > 0,05$ ), que corresponden a las dietas 85/15 y 55/45 de heno de alfalfa/ coseta remolacha respectivamente.

### 5.2.1.2 Estimación de digestibilidad por regresión lineal

A partir de los valores de digestibilidad para las distintas fracciones nutritivas en las cuatro dietas, se realizó una gráfica de dispersión para cada fracción nutritiva en los diferentes grados de inclusión de coseta de remolacha en estudio (Anexo N° 4), las cuales demostraron no comportarse de forma lineal, ya que las diferencias de las digestibilidades entre los distintos grupos no fueron significativas ( $p \leq 0,05$ ), por lo cual no fue posible estimar mediante regresión lineal la digestibilidad de una dieta en base a 100% de coseta seca de remolacha.

### 5.2.2 Ensayo N° 2

La cantidad de cubos de heno de alfalfa y coseta seca de remolacha ofrecidas y el consumo total durante el periodo de recolección se entregan en la tabla N° 5 para cada dieta, su inclusión correspondiente de cada ingrediente, además del consumo promedio por grupo y su desviación estándar.

**Tabla N° 5. Cantidad ofrecida y consumo total por grupo de heno de alfalfa y de coseta seca de remolacha durante periodo recolección (kg/ t.c.o.).**

DIETAS	CANTIDAD OFRECIDA (kg.)		CONSUMO (kg.)
	HENO ALFALFA	COSETA SECA	$\bar{x} \pm D.E.$
Alfalfa	38,8	0	38,8 $\pm$ 0
Coseta Seca	0	38,8	31,3 $\pm$ 5,2

En este ensayo se determinó la digestibilidad aparente, promedio y desviación estándar, de la materia seca, proteína cruda, fibra cruda, extracto etéreo y extracto no nitrogenado de los dos ingredientes utilizados: heno de alfalfa y coseta seca de remolacha. Las digestibilidades de ambas dietas, se entregan en la tabla N° 6. Las digestibilidades individuales por animal y para cada una de las dos dietas se entrega a en la tabla N° 5 de anexos.

**Tabla N° 6. Digestibilidades aparentes de las diferentes fracciones nutritivas en las dietas del heno de alfalfa y coseta seca de remolacha (%) (X± D.E.).**

DIETAS	DIGESTIBILIDAD APARENTE (%)				
	M. SECA	P. CRUDA	F. CRUDA	E. ETÉREO	E.N.N
Alfalfa	96,2 ± 2,25 a	94,0 ± 3,37 a	90,7 ± 7,17 a	61,7 ± 18,59 a	98,4 ± 0,76 a
Coseta	92,8 ± 2,80 b	91,5 ± 3,69 a	62,5 ± 1,59 b	56,5 ± 23,69 a	95,9 ± 1,43 b

\*Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas entre grupos ( $p \leq 0,05$ ).

Las digestibilidades de la materia seca, fibra cruda y extracto no nitrogenado presentaron diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre el heno de alfalfa y la coseta seca de remolacha, las que disminuyeron crecientemente a medida que se incrementó la sustitución del heno de alfalfa por coseta seca de remolacha. La digestibilidad de la proteína cruda y extracto etéreo no presentaron diferencias significativas entre ambos ingredientes ( $p > 0,05$ ).

#### **5.2.2.2 Conducta Animal.**

Desde el punto de vista conductual se observó un gran interés inicial de la mayoría de los animales hacia la coseta de remolacha, teniendo gran aceptación y rápido consumo en el período de adaptación. Luego del aumento de la coseta seca de remolacha en las dietas los equinos, estos fueron disminuyendo su interés y consumo del ingrediente.

En el ensayo N° 2, el grupo de los equinos que fueron alimentados exclusivamente con coseta seca de remolacha presentaron un consumo menor por animal, generando una mayor cantidad de excedentes diarios. Adicionalmente, dos de los ejemplares pertenecientes a este grupo presentaron un trastorno de la alimentación o degeneración del gusto, ingiriendo sus propias heces.

## 6. DISCUSIÓN

### 6.1 Valor nutritivo Coseta seca de Remolacha

Los resultados del análisis químico proximal de la coseta seca de remolacha utilizados en este ensayo, se encuentran dentro de los rangos descritos en la literatura, con excepción del porcentaje de lignina, como se puede apreciar en la tabla N° 7 (Anrique *et al.*, 2008; Garzón, 2010; NRC, 2007; Stanton, 2014; FEDNA, 2012; INRA,2004).

**Tabla N° 7. Comparación de composición nutricional de coseta seca de remolacha nacional con la reportada en la literatura, base seca (%)**

Coseta Seca Remolacha	M.Seca (%)	P.Cruda (%)	F.Cruda (%)	E.Etéreo (%)	Cenizas (%)	Celulosa (%)	Hemice-lulosa (%)	Lignin a (%)	FAD (%)	FND (%)	E.N.N (%)
(NRC, 2007)	91,0	8,8	18,0	0,5	4,9	-	-	2,0	30,0	49,0	-
(Stanton, 2014)	91,0	9,0	21,0	0,8	5,0	-	-	-	34,0	59,0	-
(Anrique <i>et al.</i> , 2008)	85,57	9,02	20,61	0,67	3,86	-	-	-	-	-	-
(Garzón ,2010)	88,42	8,14	-	0,98	6,26	-	-	-	23,32	40,09	-
(FEDNA, 2012)	75,1	10,4	20,1	0,69	7,13	-	-	-	24,2	39,5	-
(INRA, 2004)	89,1	8,1	17,3	0,9	6,8	-	-	1,9	20,6	40,5	56,8
(U. Chile, 2014)	<b>89,8</b>	<b>8,7</b>	<b>18,3</b>	<b>0,5</b>	<b>6,7</b>	<b>17,3</b>	<b>26,0</b>	<b>6,5</b>	<b>25,6</b>	<b>59,0</b>	<b>63,0</b>

La coseta de remolacha posee un alto valor energético debido a los azúcares solubles presentes, que alcanzan alrededor del 12 al 18%. El contenido de proteína cruda oscila entre 8 y 10%, y su contenido de extracto etéreo es muy bajo, menor al 1%. Los contenidos en FND y FAD son elevados representando alrededor del 59% y 34% respectivamente, las que tienen un bajo contenido de lignina, el que no supera al 2%. Esta composición química, particularmente la de sus paredes celulares, explicaría la elevada digestibilidad de la coseta seca de remolacha, y por lo tanto su alto valor energético (3,0 Mcal de energía metabolizable/Kg). En cuanto al contenido mineral, la coseta presenta niveles medios a altos de calcio (0,6 - 0,8%) y bajos en fósforo (0,2 - 0,3%).

## 6.2 Valores de digestibilidad

A partir de los resultados obtenidos en el primer ensayo de digestibilidad en las dietas con inclusiones crecientes de coqueta seca de remolacha, se observó que las digestibilidades de materia seca, proteína cruda, fibra cruda y extracto no nitrogenado no presentaron diferencias significativas entre las dietas con coqueta seca y la dieta control ( $p > 0,05$ ). A diferencia, la digestibilidad del extracto etéreo fue menor a medida que aumentó la incorporación de la coqueta seca en las dietas, mostrando diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ), resultados que coinciden con los obtenidos por Palmgren *et al.* (2002), que la evaluó en sustitución de grano de avena, donde también solo la digestibilidad del extracto etéreo disminuyó en relación a la dieta control ( $p \leq 0,05$ ). Esta alta digestibilidad, de las dietas que contenían porcentajes crecientes de coqueta seca, se debería a una alta fermentabilidad de la fibra dietaria presente en la coqueta, y consecuentemente, una alta producción de ácidos grasos volátiles (acetato, propionato y butirato). La tendencia hacia la menor digestibilidad del extracto etéreo a medida que se incrementó la coqueta seca en la dieta, se explicaría por la capacidad de algunos componentes de la fibra dietaria de asociarse a componentes del extracto etéreo, haciéndolo menos digestible (Palmegren *et al.*, 2002). Potter *et al.* (1992), señala que en equinos, la digestibilidad de grasas es eficiente, siempre que su contenido en la dieta, sea inferior al 15%. En el caso de las dietas en estudio, ellas no superan el 2% de contenido de extracto etéreo, encontrándose dentro del rango de digestibilidad eficiente, por lo cual, no podemos asociar su baja digestibilidad a su contenido en la dieta. Además, Palmgren *et al.* (2002) registró parámetros fisiológicos en equinos durante el ejercicio, demostrando que la pulpa de remolacha produce un menor índice glicémico e insulínico postprandial, a causa de un mayor aporte de ácidos grasos volátiles (acetato, propionato y butirato) producto de la fermentación cecal de la fibra dietaria contenida en la coqueta, relacionando su alta fermentabilidad y consecuente elevada digestibilidad.

Las digestibilidades de las dietas exclusivas de heno de alfalfa y coqueta seca de remolacha respectivamente, para materia seca, fibra cruda y extracto no nitrogenado fueron inferiores a la dieta control a base de alfalfa ( $p \leq 0,05$ ). A pesar de ello, estos valores de digestibilidad para dichas fracciones no dejan de ser elevadas. Si bien en la literatura no existen ensayos realizados con dietas exclusivas con coqueta seca de remolacha, se describe que la digestibilidad de su materia orgánica, alcanza al 85% (FEDNA, 2004).

Estudios *in situ*, en caballos cánulados cecalmente, y utilizando la técnica de la bolsa de nylon, demuestran que la coqueta es fermentada más completamente por microflora cecal que otras fuentes de fibra (Hyslop *et al.*, 1997) debido a que la fibra, específicamente los polisacáridos no almidonados o estructurales, presentes en la coqueta de remolacha, poseen un alto contenido de pectinas, arabinanos, galactanos y además un bajo contenido de lignina (Garzón, 2010).

### **6.3 Efectos adversos**

La ingesta máxima recomendada de coqueta seca de remolacha en alimentación equina es de 1,4 kg. por ración diaria (Kelly, 1983) y que consumos mayores se relacionan con obstrucciones esofágica o dilatación gástrica. Al respecto, tanto en el primer ensayo, como en el segundo, las inclusiones de coqueta de remolacha en las dietas evaluadas, fueron superiores al máximo diario recomendado, y los equinos no presentaron durante el periodo de estudio la sintomatología y cuadros clínicos mencionados en la literatura.

Estudios retrospectivos realizados acerca de las obstrucciones esofágicas en equinos, demuestran que la causa primaria de este cuadro clínico, es la impactación del alimento, debido a numerosos factores, entre los que se mencionan, la ingestión de alimentos de tamaños inadecuados (manzanas enteras, mazorcas de maíz o zanahorias), muy rápida ingesta, inadecuada masticación, ya sea por una pobre condición dental o bien por consumo de un alimento seco y altamente fibroso (Duncanson, 2006). En algunos casos la mortalidad ocurre por las consecuencias de la obstrucción, tales como neumonía por aspiración, estenosis esofágica o perforación esofágica (Chiavaccini y Hassel, 2010). Los resultados de Duncanson (2006), señalan que la obstrucción esofágica por consumo de coqueta de remolacha se presentó en el 5% del total de los equinos en estudio, valor que difiere del 0% de presentación de obstrucción esofágica durante los dos ensayos realizados en este estudio.

El riesgo de presentación de la obstrucción esofágica con el consumo de coqueta seca, disminuye, o bien, desaparece con la libre disponibilidad de agua para los equinos, o bien, con el remojo previo de la pulpa seca de remolacha con agua por 15 minutos (Ralston, 2005). El remojo con agua de la coqueta fue realizada en ambos ensayos y adicionalmente se mantuvo los equinos con agua *ad libitum* durante todo el periodo experimental.

Desde el punto de vista conductual, se presentó coprofagia en dos ejemplares alimentados exclusivamente con coseta seca de remolacha durante el segundo ensayo. Esta alteración, puede atribuirse a una falta de estímulos orales, los que en condiciones naturales estarían dados por el forrajeo (Tadich y Araya, 2010) o también está descrito en la literatura que podría deberse a la escasez de algunos nutrientes en la dieta (Feist y McCullough, 1976). Por lo tanto, se podría relacionar la coprofagia observada, con el bajo contenido mineral de la dieta de coseta seca de remolacha.

#### **6.4 Recomendaciones**

La coseta seca de remolacha es un alimento recomendado para la prevención o mantención de animales enfermos debido a sus características físicas, nutritivas y respuesta fisiológicas del animal. Por ser un alimento de alto contenido de paredes celulares, inclusiones sobre el 50% de coseta en la ración, disminuyen el riesgo de presentación de ulceraciones gástricas y cuadros de cólico (Ralston, 2005), haciéndola indicada para la alimentación de caballos viejos, o con problemas dentales y dificultad en la masticación de alimento de fibra larga. De los equinos utilizados en estos ensayos, solo uno presentaba dichas características dentales y no mostró dificultad en su alimentación, ya sea con los cubos de heno de alfalfa o con el pellet coseta seca de remolacha.

## **CONCLUSIONES**

Las características nutritivas de la coseta seca de remolacha y su respuesta fisiológica en el equino, haría de este alimento una alternativa confiable, ya que como suplemento a una dieta en base de forraje, posee un aporte energético similar al grano de avena, pero sin el riesgo que este grano implica en enfermedades digestivas de los equinos.

Este estudio demostró que la inclusión de la coseta seca de remolacha en la dieta del equino en sustitución del heno de alfalfa no modifica la digestibilidad de materia seca, proteína cruda, fibra cruda y extracto no nitrogenado presentes en la ración; a diferencia del extracto etéreo, que sí tendió a disminuir.

A pesar de que se encuentra documentado que la alimentación con coseta seca de remolacha predispone a la presentación de obstrucción esofágica y sus consecuencias, los equinos que participaron en el presente estudio no presentaron signología clínica de obstrucción esofágica, manteniendo su estado de salud y bienestar animal.

Por último, este alimento posee características que lo hacen indicado como complementario a un tratamiento médico o condición irreversible de los equinos, siempre que no sea el ingrediente exclusivo de la dieta. Por lo cual además de un buen alimento, es también una herramienta de manejo de la salud y bienestar animal.

## BIBLIOGRAFÍA

- **AGUILERA, E.; DIEZ, E.; MAYER, R. 2009.** Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica – Obstrucción Recurrente de Vías Aéreas (Chronic obstructive pulmonary disease -Recurrent Airway obstruction). [en línea] <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030309/030904.pdf> [consulta 24-07-2015].
- **ANRIQUE, R.; MOLINA, X.; ALFARO, M.; SALDAÑA, R. 2008.** Composición de alimentos para el ganado bovino. 4ta Ed. Universidad Austral de Chile, Instituto de investigación agropecuarias- CRI, Remehue. Consorcio Lechero. Chile. pp. 91.
- **ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC), 1995.** Official Methods of Analysis. 16 ta Ed. Association of Official Analytical Chemists, Inc. Arlington, Virginia.USA. pp.1298.
- **CHIAVACCINI, L; HASSEL, D.M. 2010.** Clinical Features and Prognostic Variables in 109 Horses with Esophageal Obstruction (1992 –2009). J. Vet. Intern. Med. 24: 1147–1152.
- **CUNNINGHAM, J. 2003.** Fisiología Veterinaria. 3ra Ed. Elsevier, Madrid, España. pp. 298-303.
- **DUNCANSON, G.R. 2006.** Tutorial Article, Equine oesophageal obstruction: a long term study of 60 cases. Equine Vet. Educ. 18: 262-265.
- **FEIST, J.; MCCULLOUGH, D. 1976.** Behavior patterns and communication in feral horses. Ethology. 41:337-371.
- **FUNDACION ESPAÑOLA PARA EL DESARROLLO DE LA NUTRICION ANIMAL (FEDNA), 2012.** Pulpa de remolacha [en línea] [http://www.fundacionfedna.org/subproductos\\_fibrosos\\_humedos/pulpa-de-remolacha](http://www.fundacionfedna.org/subproductos_fibrosos_humedos/pulpa-de-remolacha) [consulta: 11-05-2014]
- **FRANK, N. 2009.** Review: Equine Metabolic Syndrome J. Equine Vet. Sci. 29:259-267.
- **GARZÓN, L.I. 2010.** Variabilidad de fracciones nutricionales de materias primas usadas en la elaboración de concentrados para rumiantes. Tesis de Magister en Ciencias, mención Producción Animal. Valdivia, Chile. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile. pp.143.
- **HARRIS, P.A. 2007.** How understanding the digestive process can help minimise digestive disturbances due to diet and feeding practices. [en línea] [http://www.effemequine.com/Waltham%20Horse/nutritional\\_aspects/digestive\\_process.es.html](http://www.effemequine.com/Waltham%20Horse/nutritional_aspects/digestive_process.es.html) [consulta: 10-05-2014]

- **HYSLOP, J.J.; JESSOP, N.S.; STEFANSDOTTIR, G.J.; CUDDEFORD, D. 1997.** Comparative degradation in situ of four concentrate feeds in the caecum of ponies and the rumen of steers. **In:** Proceedings of the 15th Equine Nutrition and Physiology Symposium. pp 116-117
- **HOFFMAN, R.M. 2003.** Carbohydrate metabolism in horses. **In:** Ralston, S.L.; Hintz, H.F. Recent advances in equine nutrition. Ithaca, USA. International Veterinarian Information Service (IVIS). [en línea] <<http://www.ivis.org>> [consulta: 10-05-2014]
- **INDUSTRIA AZUCARERA NACIONAL S.A. (IANSÁ), 2006.** Memoria Anual Empresas Iansa S.A. Nutrición animal.30. pp. [en línea] [http://www.iansa.cl/wp-content/uploads/2010/08/2006\\_memoria\\_empresas\\_iansa.pdf](http://www.iansa.cl/wp-content/uploads/2010/08/2006_memoria_empresas_iansa.pdf) [consulta: 15-05-2014]
- **INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE (INRA), 2004.** Tables of composition and nutritional value of feed materials. Pigs, poultry, cattle, sheep, goats, rabbits, horses and fish. 2da ed. INRA. Paris, Francia. pp.215.
- **JAHN, E.; KLEE, G.; BONILLA, W. 1980.** Coseta húmeda de remolacha azucarera en alimentación invernal de vacas en lactancia. Agric. Téc. 40 (3): 95-100.
- **KELLY, P. 1983.** Sugar beet pulps a review. Beet pulp for horse. Anim. Feed Sci. Technol. 8: 1-18.
- **KIENZLE, E.; RADICKE, S.; LANDES, E.; KLEFFKEN, D.; ILLENSER, M.; MEYER, H. 1994.** Activity of amylase in the gastrointestinal tract of the horse. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 72: 234-241.
- **MARTÍNEZ, A. 2007.** Nutrición de caballos de ocio alimentados a pesebre. Córdoba, España. Dpto. Producción Animal. Universidad de Córdoba. pp. 29.
- **NAOUR E. 2003.** Elaboración de una guía de consejos prácticos para el manejo de los caballos carretoneros de Valdivia. Memoria de título, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. Pp.51.
- **NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) 1989.** Nutrient Requirement of Horse. 5ta ed. National Academic of Science. pp.100.
- **NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) 2007.** Nutrient Requirement of Horse. 6ta ed. National Academic of Science. pp.531.
- **NÚÑEZ, I.; ROJAS, V.; MORALES, M.S.; EGAÑA, J. 2008.** Digestibilidad del grano de avena entero en equinos medida por sustitución parcial en la dieta. Av. Cs. Vet. 23: 60-66.
- **PALMGREN KARLSSON, C.; JANSSON, A.; ESSÉN-GUSTAVSSON, B.; LINDBERG, J.E. 2002.** Effect of molassed sugar beet pulp on nutrient utilization and metabolic parameters during exercise. Equine Exerc. Physiol. 34: 44-49.

- **POTTER, G.D.; HUGHES, S.L.; JULEN, T.R.; SWINNEY, D.L. 1992.** A review of research on digestion and utilization of fat by the equine. *Pferdeheilkunde*. pp. 119-123. **In:** Lindberg, J.E.; Palmgren, K. 2001. Effect of partial replacement of oats with sugar beet pulp and maize oil on nutrient utilization in horses. *Equine Vet. J.* 33: 585-590.
- **RALSTON, S.L. 2005.** Feeding Dentally Challenged Horses. *Clin. Tech. Equine Pract.* 4:115-194.
- **STANTON, T.L.; 2014.** Feed Composition for Cattle and Sheep. Livestock series, Management. Colorado State University, U.S. Department of Agriculture and Colorado Counties Cooperating. pp.3.
- **TADICH, T.; ARAYA, O. 2010.** Conductas no deseadas en equinos, *Arch. Med. Vet.* 42: 29-41.
- **VAN SOEST, P. J., WINE, R. H. 1967.** Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents. Association of Official Analytical Chemists. (AOAC) p.50-55. **In:** Perez, M.; Guerra, E.; Garcia, B. 1997. Determination of insoluble dietary fiber compounds: cellulose, hemicellulose and lignin in legumes. Departamento de Nutrición y Bromatología. Facultad de Farmacia. Universidad de Granada. España. *Ars. Pharmaceutica.* 38: 357-364.
- **VERVUERT, I.; COENEN, M.; BOTHE, C. 2001.** Effects of oat processing on the glycaemic and insulin responses in horses. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 87: 96–104.
- **WILSON, D.; REEDER, M. 2005.** *Equus caballus*. Mammal species of the world. a taxonomic and geographic reference. Johns Hopkins University Press. 12<sup>a</sup> Ed, pp. 629.

## ANEXOS

### Anexo N°1. Análisis químico proximal Coseta seca de Remolacha. Base seca (%).

FRACCIÓN	M1	M2	M3	Prom. ± D.E.
Materia seca	88,8	88,8	91,7	89,8 ± 1,7
Proteína Total	9	8,8	8,3	8,7 ± 0,4
Fibra cruda	19	18,5	17,5	18,3 ± 0,8
Extracto Etéreo	0,6	0,6	0,5	0,5 ± 0,1
E.N. Nitrogenado	64,8	65,9	58,2	63,0 ± 4,2
Cenizas Totales	6,6	6,3	7,2	6,7 ± 0,5
Paredes celulares	52,2	51,5	46,4	50,0 ± 3,2
Lignocelulosa	25,5	24,6	22,1	24,1 ± 1,8
Hemicelulosa	26,7	26,9	24,3	26,0 ± 1,4
Lignina	7,1	7,3	5,1	6,5 ± 1,2
Celulosa	18	16,8	17	17,3 ± 0,6
Cenizas soluble	0,6	0,1	0,1	0,3 ± 0,3

### Anexo N°2. Análisis químico proximal Heno de Alfalfa en cubo. Base seca (%).

FRACCIÓN	M1	M2	M3	Prom. ± D.E.
Materia seca	88,6	88,8	88,1	88,5 ± 0,4
Proteína Total	20,9	20,6	17,6	20,8 ± 0,2
Fibra cruda	23,9	27,6	29,9	27,1 ± 3,0
Extracto Etéreo	2,5	2	2	2,1 ± 0,3
E.N. Nitrogenado	40,4	39,8	40,3	40,1 ± 0,3
Cenizas Totales	12,3	9,9	10,8	11,0 ± 1,2
Paredes celulares	35,5	41,3	36,4	37,7 ± 3,1
Lignocelulosa	27,9	32,2	29,2	29,8 ± 2,2
Hemicelulosa	7,6	9,1	7,2	8,0 ± 1,0
Lignina	7,1	9,6	8,3	8,3 ± 1,3
Celulosa	19,8	22,4	20,3	20,8 ± 1,4
Cenizas soluble	1	0,5	0,5	0,7 ± 0,3

### Anexo N° 3. Digestibilidad Aparente por animal, de cada dieta Ensayo N°1.

#### 3.1. Dieta N° 1 Digestibilidad Aparente de las principales fracciones nutritivas (%).

ANIMAL	DIGESTIBILIDAD (%)				
	M. SECA	P. CRUDA	F. CRUDA	E. ETÉREO	E.N.N.
1	88,2	92,6	79,9	82,0	92,4
2	93,0	95,4	88,7	85,7	95,3
3	91,2	94,3	85,7	80,3	94,2
4	92,4	95,4	88,0	83,8	94,5
5	91,6	95,5	86,5	81,8	94
6	93,8	96,2	84,8	88,9	-
<b>Prom. ± D.E</b>	<b>91,7 ± 1,95</b>	<b>94,9 ± 1,28</b>	<b>85,6 ± 3,14</b>	<b>83,8 ± 3,13</b>	<b>94,1 ± 1,06</b>

#### 3.2. Dieta N° 2 Digestibilidad Aparente de las principales fracciones nutritivas (%).

ANIMAL	DIGESTIBILIDAD (%)				
	M. SECA	P. CRUDA	F. CRUDA	E. ETÉREO	ENN
1	91,6	94,2	84,4	84,0	95,4
2	91,8	94,3	86,5	84,8	94,5
3	93,6	95,6	93,8	87,0	92,8
4	96,2	97,3	93,2	92,3	-
5	93,4	96,2	88,9	85,8	99,4
6	93,5	95,6	88,8	88,6	95,7
<b>Prom. ± D.E</b>	<b>93,4 ± 1.65</b>	<b>95,5 ± 1.17</b>	<b>89,3 ± 3,68</b>	<b>87,1 ± 3,02</b>	<b>95,6 ± 2,42</b>

#### 3.3. Dieta N° 3 Digestibilidad Aparente de las principales fracciones nutritivas (%).

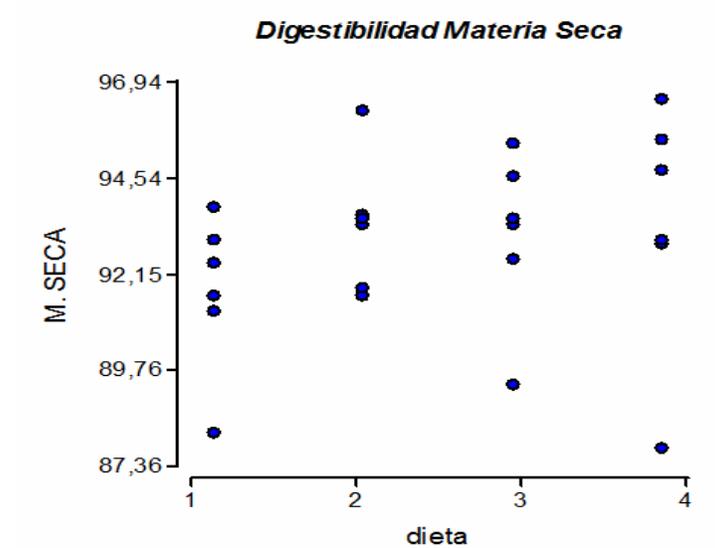
ANIMAL	DIGESTIBILIDAD (%)				
	M. SECA	P. CRUDA	F. CRUDA	E. ETÉREO	ENN
1	94,6	96,2	89,7	82,2	95,0
2	93,4	95,2	89,2	81,8	95,5
3	95,4	96,6	97,3	88,9	97,4
4	89,4	93,1	74,8	71,0	97,1
5	93,5	-	-	-	-
6	92,5	95,3	86,1	79,2	93,9
<b>Prom. ± D.E</b>	<b>93,1 ± 2,1</b>	<b>95,3 ± 1,4</b>	<b>87,4 ± 8,2</b>	<b>80,6 ± 6,46</b>	<b>95,8 ± 1,46</b>

### 3.4. Dieta N° 4 Digestibilidad Aparente de las principales fracciones nutritivas (%).

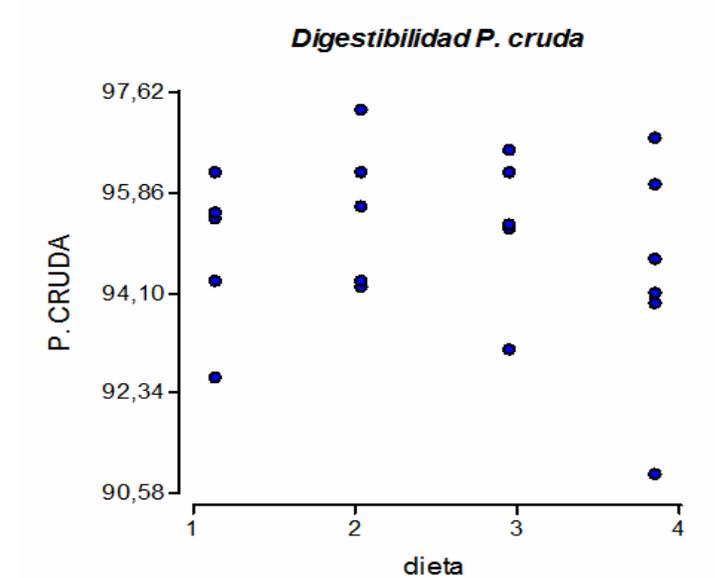
ANIMAL	DIGESTIBILIDAD (%)				
	M. SECA	P. CRUDA	F. CRUDA	E. ETÉREO	ENN
1	94,7	94,1	91,3	80,0	97,3
2	95,5	96,0	91,4	84,2	97,9
3	96,5	96,8	94,0	81,0	98,3
4	92,9	94,7	86,7	73,9	96,5
5	93,0	93,9	87,6	67,6	96,6
6	87,8	90,9	77,1	61,5	57,0
<b>Prom. ± D.E</b>	<b>93,4 ± 3,08</b>	<b>94,4 ± 2,04</b>	<b>88,0 ± 5,98</b>	<b>74,7 ± 8,75</b>	<b>90,6 ± 16,47</b>

## Anexo N° 4. Gráfica de dispersión por fracción nutritiva Ensayo N° 1.

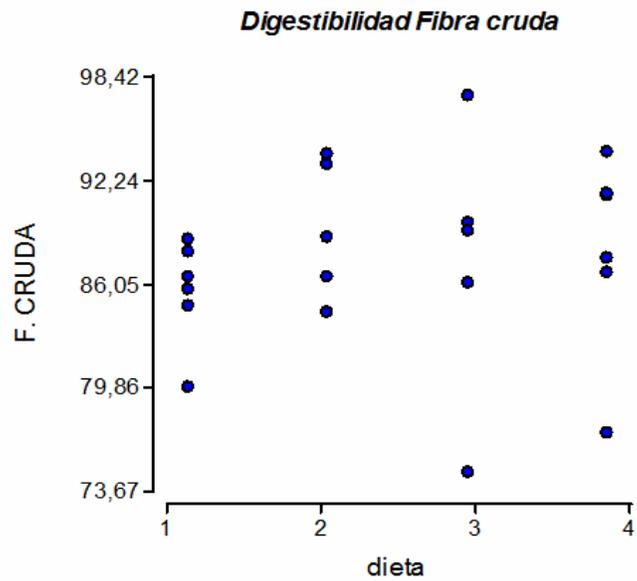
### 4.1. Gráfica de dispersión de Digestibilidad Aparente de Materia seca por dieta.



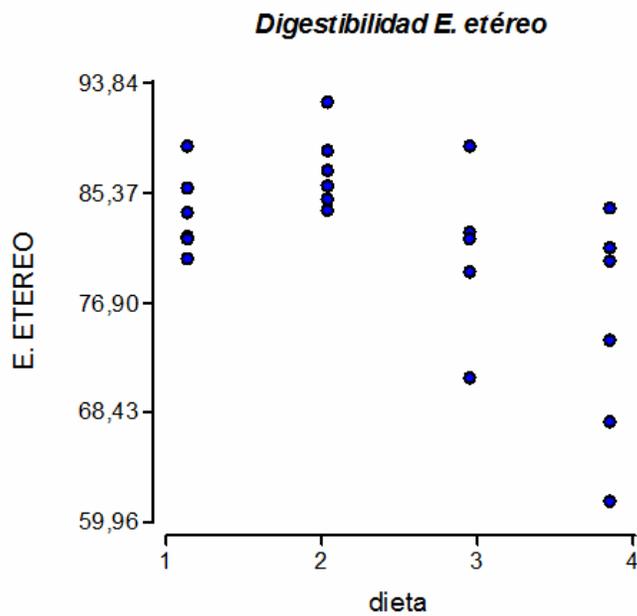
### 4.2. Gráfica de dispersión de Digestibilidad Aparente de Proteína cruda por dieta.



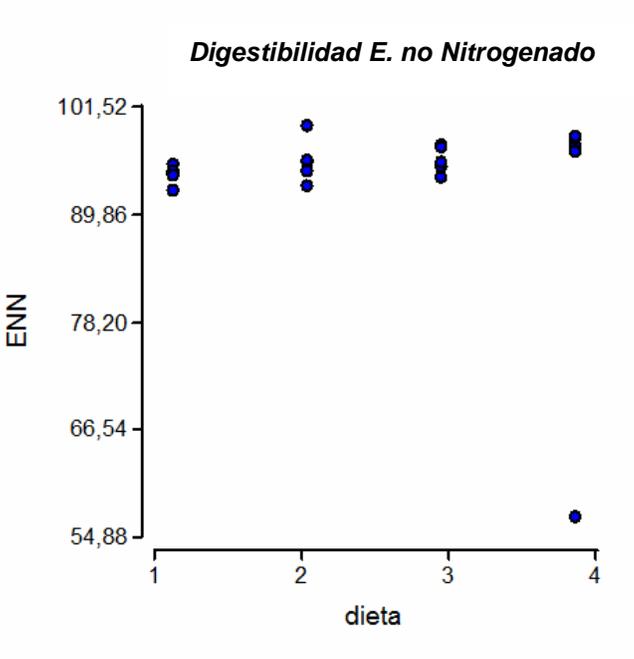
#### 4.3. Gráfica de dispersión de Digestibilidad Aparente de Fibra cruda por dieta.



#### 4.4. Gráfica de dispersión de Digestibilidad Aparente de Extracto etéreo por dieta.



4.5. Gráfica de dispersión de Digestibilidad Aparente de Extracto no nitrogenado por dieta.



**Anexo N° 5. Digestibilidad Aparente por animal, de cada dieta Ensayo N°2.**

**5.1. Dieta 1 digestibilidad aparente de las principales fracciones nutritivas (%).**

ANIMAL	DIGESTIBILIDAD HENO ALFALFA (%)				
	P. CRUDA	F. CRUDA	E.E.	ENN	M. SECA
1	94,5	92,4	65,4	97,8	96,2
2	96,7	95,7	80,2	98,9	97,9
3	88,1	77,4	38,1	97,4	92,3
4	92,7	92,9	44,8	98,5	96,5
5	97,6	97,3	84,3	99,5	98,8
6	94,3	88,7	57,3	98,1	95,5
<b>Prom. ± D.E</b>	<b>94,0 ± 3,37</b>	<b>90,7 ± 7,17</b>	<b>61,7 ± 18,59</b>	<b>98,4 ± 0,76</b>	<b>96,2 ± 2,25</b>

**5.2. Dieta 2 digestibilidad aparente de las principales fracciones nutritivas (%).**

ANIMAL	DIGESTIBILIDAD COSETA DE REMOLACHA (%)				
	P. CRUDA	F. CRUDA	E.E.	ENN	M. SECA
1	84,6	60,7	12,1	95,1	88,9
2	91,3	62,9	50,9	97,2	93,4
3	91,8	63,8	5,6	96,9	93,3
4	94,8	-	75,0	-	95,6
5	91,9	-	67,2	94,2	-
6	94,6	-	75,0	-	-
<b>Prom. ± D.E</b>	<b>91,5 ± 3,69</b>	<b>62,5 ± 1,59</b>	<b>56,5 ± 23,69</b>	<b>95,9 ± 1,43</b>	<b>92,8 ± 2,80</b>

**Anexo N° 6. Formula Energía Digerible para especie Equina (NRC, 1989)**

$$(4,22-0,11*\%FAD+0,0332*Proteína+0,00112*(\%FAD^2))$$

**\*FAD: Fibra ácido detergente**