

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA  
FACULTAD DE ZOOTECNIA  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE NUTRICIÓN**



**“MANUFACTURA Y USO DE CUBOS DE ALFALFA EN  
REEMPLAZO DE HENO DE ALFALFA EN DIETAS DE  
EQUINOS”**

**Presentado Por:**

**ENZO PAOLO ESTRADA PRIETO**

**Trabajo Monográfico para optar el Título de  
INGENIERO ZOOTECNISTA**

**Lima – Perú**

**2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA  
MOLINA**

**“MANUFACTURA Y USO DE CUBOS DE ALFALFA EN  
REEMPLAZO DE HENO DE ALFALFA EN DIETAS DE EQUINO”**

**Trabajo Monográfico para optar el Título profesional de:**

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**Enzo Paolo Estrada Prieto**

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

-----  
Dr. Javier Ñaupari Vasquez

Presidente

-----  
Ing° Erickson Ruiz Figueroa

Miembro

-----  
Ing° Jorge Gamarra Bojorquez

Miembro

## INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1.	Importación de pellets y harina de alfalfa en el Perú	12
2.	Valor nutritivo del ensilado de alfalfa	13
3.	Valor nutritivo del heno de alfalfa	15
4.	Valor nutritivo de la harina de alfalfa	17
5.	Valor nutritivo del pellet de alfalfa	18
6.	Valor nutricional del cubo de alfalfa	19
7.	Comparación del valor nutritivo entre hoja y tallo	31
8.	Requerimientos energéticos y proteicos en caballos	35
9.	Dieta mixta, elaborada con cubos y alimento balanceado para el Ejército	36

## INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Sistema digestivo del caballo	4
2. Pacas de heno de alfalfa secadas en campo	16
3. Pacas de heno de alfalfa entrando a planta de producción	17
4. Picadora prendida, lista para recibir las pacas de heno de alfalfa	19
5. Materia prima pasando a través de la maquina cubeteadora	20
6. Inyección de aire caliente a los cubos de alfalfa	21
7. Control de calidad para descartar impurezas y agentes externos	22
8. Flujograma de proceso de cubos de alfalfa	23
9. Ahorro logístico de cubos vs heno y rollos de alfalfa	28

## INDICE DE ANEXOS

Anexo	Página
I. Relación entre el momento de corte y materia seca	38
II. Promedio de proteína de henos mas utilizados	38
III. Contenido nutricional de cubos de alfalfa mas avena	39
IV. Caballos comiendo cubos de alfalfa	39
V. Cubos de alfalfa listos para ser trasladados	40
VI. Maquina peletizadora	40

## RESUMEN

El presente trabajo nos muestra los procedimientos de manufactura, uso y ventajas del cubeteado de alfalfa en dietas de equinos. No es una novedad que nuestro país en los últimos años viene siendo azotado por el cambio climático, y esto a su vez repercute en la producción de forrajes tales como la alfalfa y otros. La alfalfa es un forraje que necesita condiciones climatológicas específicas y un alto requerimiento hídrico, el cual le permita obtener un buen rendimiento. Debido a su aporte de proteína y fibra, es un componente importante en la dieta de rumiantes y algunos monogástricos, entre ellos el caballo. El forraje tiene un papel fundamental en la fisiología digestiva del caballo, ya que por medio de la salivación producida por la masticación del forraje, podemos obtener una acción buffer que evita posibles lesiones u otros trastornos digestivos ocasionados por la segregación de jugos gástricos en el estómago del caballo, el cual al ser pequeño necesita obligatoriamente contrarrestar su acidez para evitar problemas como úlceras. Por esta razón, es necesario contar con forrajes de calidad que garanticen el valor nutritivo del alimento. El heno de alfalfa en el país, por sus propias características de elaboración y manipulación, presenta una pérdida promedio de 20% del valor nutritivo desde que se elabora el heno hasta llegar al animal. Es importante entonces buscar alternativas que permita que el forraje tenga una mejor conservación y que podamos tener la seguridad que el valor nutritivo se mantenga por un tiempo prudencial hasta que se pueda consumir.

Los cubos de alfalfa, los cuales no se producen en nuestro país; son una alternativa para evitar la pérdida del valor nutritivo y tiene a su vez otras ventajas que la hacen por lejos la mejor opción para una alimentación de calidad. Estos cubos son muy utilizados en países como; Argentina, Colombia y Estados Unidos, los cuales tienen una alta tecnificación e investigación en nutrición equina.

Debido a la demanda insatisfecha, los cubos de alfalfa tienen una gran aceptación entre los criadores especializados de caballos, esta aceptación también se da por las diferentes ventajas que tienen los cubos comparado a las pacas de heno. Estas ventajas son; menor pérdida de valor nutricional por deshoje, mejor conservación de la alfalfa, permite regular el consumo y un ahorro considerable de almacenamiento.

Estas ventajas hacen que el procesamiento de heno de alfalfa sea una excelente alternativa para poder tener una mayor eficiencia en el uso de este forraje.

## I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años existe un gran problema de abastecimiento de los distintos tipos de forrajes, siendo uno de los más afectados la alfalfa. Ya que requiere de ciertas condiciones climatológicas que le permita obtener su máximo rendimiento, la utilización de tierras agrícolas con otros cultivos de mayor valor económico y sumado al cambio climático que azota nuestro país, hacen que no pueda producirse el volumen necesario para poder cubrir la demanda nacional.

Sin embargo, es importante mencionar que en los últimos años la producción de alfalfa dormante ha tenido éxito en el altiplano. Su excelente rendimiento en épocas húmedas la hace una buena alternativa para el desarrollo de este forraje en lugares que estén entre los 2600 a 4200 msnm. Se debe mencionar que en algunas zonas del altiplano como Puno se ha encontrado sobreproducción, la cual no puede ser aprovechado en su totalidad debido a que no se aplica las técnicas apropiadas de conservación y desarrollo de manufactura que permita ser más eficientes en el almacenamiento y conservación del excedente para su uso como un suplemento de buena calidad. En el año 2016, en el país se produjeron 3 241 400 toneladas de alfalfa (MINAGRI, 2016).

La alfalfa es una leguminosa forrajera de gran uso e importancia en la dieta de los equinos, aporta proteína de gran calidad, macrominerales, microminerales y vitaminas de forma natural a la ración (Hernandez, 2013), proporciona también elevados niveles de vitaminas (A, B1, B6, C, E y K) y su valor energético también es elevado (Beltran, 1999). Este forraje debería ser la base de la dieta de los equinos, ya que proporciona energía, nutrientes esenciales, promueve la motilidad intestinal, mantiene una flora intestinal equilibrada y participa en los procesos de fermentación (Gonzales *et al*, 2017). Además es una fuente importante de fibra larga, muy necesaria en el sistema digestivo de los equinos.

En el país encontramos una población de 1'260 219 equinos, distribuidos a lo largo del territorio nacional (INEI, 2012).

En los últimos años la importación de productos de alfalfa han ido en aumento, siendo los principales proveedores Chile y Argentina. Estos países se caracterizan por la

investigación y desarrollo de tecnología que les permita dar un mejor aprovechamiento a sus extensos territorios destinados a este cultivo, siendo una característica importante la estandarización de sus productos.

Por este motivo es importante que desarrollemos o tengamos alternativas tecnológicas para almacenar este forraje de la mejor manera, en la cual no se afecte la calidad sensorial y el valor nutricional, garantizando productos de calidad que mejore la eficiencia de uso de la alfalfa conservada y que permita cubrir poco a poco la demanda del sector privado y estatal.

En ese sentido, el presente trabajo monográfico tiene como objetivo detallar los diferentes procesos de manufactura que debe pasar el heno de alfalfa para poder transformarse en cubos de alfalfa y ser utilizados para la alimentación de caballos.



## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 SISTEMA DIGESTIVO DE LOS EQUINOS

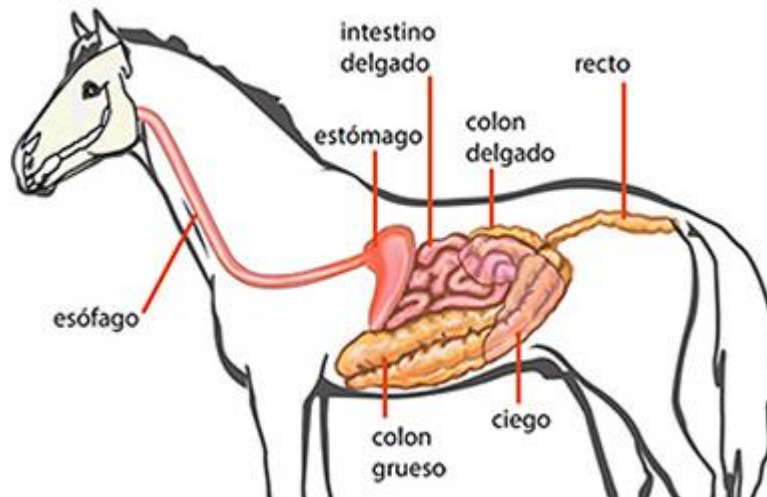
Son animales herbívoros, con un sistema digestivo diseñados para el consumo constante de alimentos de origen vegetal. A diferencia de la mayoría de los otros herbívoros, el sistema digestivo del caballo es considerado monogástrico. Los órganos digestivos incluyen el esófago, estómago, intestino delgado e intestino grueso (Clotet, 2016).

En el estómago y el intestino delgado es donde la mayoría de las proteínas, grasas, vitaminas y minerales contenidos en la alimentación se digieren y se absorben. Aunque el caballo carece de diferentes compartimentos a diferencia de los rumiantes, las características únicas de su intestino grueso permiten que el caballo utilice la celulosa y otros sustratos fermentables de la misma forma que los rumiantes (Merrick's, 2015).

El intestino grueso del caballo tiene un ciego muy amplio tal como podemos observar en la Figura 1, este ciego sirve como un tanque de fermentación, donde millones de bacterias y protozoos producen enzimas que descomponen la fibra de la planta (Merrick's, 2015).

El sistema digestivo equino está diseñado para procesar pequeñas pero frecuentes cantidades de comida al día y absorberlas para producir energía. Aunque esto sea idéntico en el resto de las especies, el sistema digestivo del caballo es más propenso a padecer más trastornos que los demás (Rodríguez, 2016).

El estómago del caballo es pequeño, con una capacidad de 15 a 18 Litros en promedio (Cipollone, 2012). Es necesario contar un sistema buffer que garantice mantener un pH ideal para evitar trastornos como úlceras (UST, 2014), en este punto el tamaño de fibra y una correcta salivación nos garantiza una eficiente acción buffer, contrarrestando la acidez generada en el estómago. Los equinos deben producir entre 40 y 60 Litros diarios de saliva (Clotet, 2016).



**Figura 1. Sistema digestivo del Caballo**

Fuente: Piensos Covaza (2015)

## **2.2 LA ALFALFA (*Medicago sativa*)**

La alfalfa es una especie perenne que pertenece a la familia de las leguminosas, es un cultivo muy extendido en los países de clima templado, en nuestra región sólo en los ambientes con posibilidad de riego, debido fundamentalmente a su alto requerimiento hídrico (Sánchez, 2005).

La alfalfa es una de las especies forrajeras más importantes, tiene un ciclo vital de entre cinco y doce años, dependiendo de la variedad, utilización, clima y óptimas condiciones; puede llegar a los veinte años de ciclo vital (Rodríguez, 2017).

Además su excelente calidad y su rendimiento de Materia Seca (MS), como toda leguminosa posee la capacidad de fijar nitrógeno (Peticari, 2010), esto la convierte en un importante componente de sustentabilidad en los diferentes sistemas productivos.

La producción animal intensiva es el sector que ha demandado la alfalfa de forma regular en sus diversas presentaciones para las diferentes dietas balanceadas que la industria ha desarrollado a través de los años.

La producción de alfalfa a través del tiempo, ha sido destinada principalmente para la elaboración de heno y ensilados, pero en los últimos años la industria ha desarrollado nuevas alternativas de presentación y utilización de este forraje. Aun así, el consumo de alfalfa fue creciendo inversamente a la producción nacional de alfalfa, lo cual llevo a muchos consumidores a buscar alternativas de reemplazo de este insumo. En este contexto, un ejemplo claro es el de la harina de alfalfa, la cual puede llegar a tener un porcentaje de proteína de 17.50 por ciento en óptimas condiciones (Huertas *et al*, 2014).

Hace muchos años el porcentaje de inclusión de la harina de alfalfa era mucho mayor en comparación a los últimos años (López, 2016). La disminución del consumo se debió al pobre abastecimiento, la falta de proveedores que puedan garantizar una alfalfa de calidad y adecuado valor nutritivo. Debido a esto, un gran porcentaje de las plantas de alimento balanceado disminuyeron los niveles de inclusión dentro de las fórmulas de sus alimentos, hasta llegar en algunos casos no incluirlos dentro de las dietas.

Esta situación de desabastecimiento obligo a que la industria en general comenzara a importar alfalfa en sus diferentes presentaciones tales como; harina y pellet, como podemos ver en el Cuadro 1 (López, 2016). De esta forma se pudo cubrir parte de la demanda de alfalfa en el sector público y privado, la cual a la fecha sigue sin ser abastecida en su totalidad.

### **Cuadro 1. Importación de pellets y harina de alfalfa en el Perú**

Año	País de Origen	Peso Neto (Kg)
2006	Chile	129 000
2007	Chile	207 570
2008	Chile	104 000
2009	Chile	129 910
2010	Chile	415 720
2011	Chile	311 321
2012	Chile y Argentina	336 490
2013	Chile y Argentina	178 560

Fuente: Lopez (2016)

#### **2.2.1 Técnicas de Conservación de la Alfalfa**

##### **a. Ensilado**

Es una técnica en la cual la alfalfa se conserva con un alto porcentaje de humedad en silos herméticos totalmente aislados del medio exterior. La alfalfa que ha sido cortada al 10 por ciento de su floración contiene una humedad promedio de 80 por ciento, esta humedad debe llegar a 65 por ciento para que se pueda lograr una adecuada fermentación por medio las bacterias Acido-Lácticas (Gonzales, 2016). Estas bacterias transforman azúcares solubles en ácidos orgánicos, los cuales disminuyen el pH del medio.

En otras palabras, por efecto de la acumulación de ácidos, disminuye el pH del ensilado hasta un nivel de acidez en el cual se inhibe el crecimiento de los microorganismos. De

esta manera se puede conservar el forraje ensilado por mucho tiempo mientras este se mantenga completamente en un medio anaeróbico (Berndt, 2002).

Es importante resaltar a los carbohidratos porque cumplen un rol muy importante en la elaboración del ensilaje. Un adecuado contenido de carbohidratos nos da un buen sustrato para asegurar el proceso fermentativo y con ello garantizar un ensilado de excelentes características.

Al respecto las leguminosas resultan más difíciles de ensilar (Tobia *et al*, 2008 citado por Martínez *et al*, 2010) por sus bajas características de ensilabilidad, la que principalmente depende de cuatro factores; contenido de materia seca, carbohidratos de reserva (azúcares solubles), resistencia a la acidificación o capacidad buffer y contenido de nitratos del forraje en el momento de corte. A la hora de ensilar, interesa un buen contenido de materia seca, azúcares solubles elevados, capacidad tampón y un contenido bajo de nitratos (O'kiely, 1997 citado por Martínez, *et al* 2010), por lo tanto resultaría más fácil obtener un buen ensilado de maíz forrajero que de alfalfa (Martínez *et al*, 2010).

El valor nutricional de un ensilado está determinado por la composición de la alfalfa en el momento de corte y los cambios químicos que pueden desarrollarse dentro del proceso de ensilado. El valor nutritivo del ensilado siempre estará por debajo de la alfalfa fresca, dependiendo del proceso de conservación del ensilado podemos hacer que el valor nutricional sea lo menos alejado posible al de la alfalfa fresca, tal como podemos observar en el Cuadro 2.

**Cuadro 2. Valor nutritivo del Ensilado de Alfalfa**

Análisis	Unidad	Contenido
Energía Total	Kcal/ 100gr	215
Fibra	%	30.60
Humedad y Materia volátil	%	71.8
Proteína	N x 6.25%	20.3

Fuente: Molicorp (2016)

## **b. Henificado**

Es una técnica de conservación producida por la evaporación rápida de agua en sus tejidos. La alfalfa es cortada y secada para luego ser suministrada a los animales. El principal problema de la henificación es la lluvia en el secado del heno, debido a que disminuye el valor nutritivo del forraje por lavado, acompañado de la pérdida por deshoje hace que disminuya el valor proteico. (FEDNA, 2016).

El momento óptimo para cortar la alfalfa se encuentra en el 10 por ciento de floración, esto se debe a que la acumulación de Materia Seca (MS) es mayor en etapas vegetativas tempranas, se atenúa en el inicio de la floración y decrece a partir de la formación de frutos. En otras palabras, conforme avanza la madurez, aumenta el rendimiento, pero baja la calidad del forraje (Timoteo, J. 2011).

Las etapas tempranas de crecimiento se caracterizan por la formación activa de hojas y tallos finos, etapas intermedias poca Materia Seca (MS) a la existente, ya que es una etapa en la que se forman tejidos. En las etapas finales se puede observar una mayor pérdida de Materia Seca (MS) por caída de hojas, lixiviación y translocación de raíz (Gallarino, 2009).

Luego del corte la tasa de fotosíntesis disminuye bruscamente, pero el proceso de respiración celular disminuye mucho más lento, siendo casi constante hasta que el forraje alcanza entre 40 y 50 por ciento de humedad. A partir de este punto la respiración disminuye abruptamente hasta llegara a una humedad de 20 a 30 por ciento. En el proceso de respiración se pierden los hidratos de carbono de mayor calidad, es decir, los más digeribles por el animal. De lo mencionado, surge claramente la importancia de lograr un secado lo más rápido posible. Las pérdidas por este proceso pueden variar desde un 3 por ciento con buenas condiciones de secado hasta un 20 por ciento con condiciones de alta humedad o lluvias (Bobadilla, 2003).

Otra causa de pérdida de Materia Seca (MS) es por las lluvias, debido a que la alfalfa es susceptible al lavado de nutrientes hidrosolubles por efecto de las lluvias durante el proceso de secado. La calidad se ve afectada ya que los componentes lixivados son carbohidratos no estructurales y proteínas solubles. En otras palabras importante

mencionar que el Heno debe secarse lo más rápido posible, ya que las pérdidas por humedad son proporcionales a la velocidad en la que alcanzamos una humedad óptima de 20 a 25 por ciento para un henificado de excelente calidad.

Es necesario resaltar que debido al tipo de clima que tenemos en nuestro país, las pésimas condiciones de manipuleo y transporte, hacen que la mayor parte del Heno que producimos sea calidad estándar y por consecuencia un valor nutritivo promedio tal como se puede apreciar en el Cuadro 3.

**Cuadro 3. Valor nutritivo del Heno de Alfalfa**

Análisis	Unidad	Contenido
Energía Total	Kcal/ 100gr	208
Fibra	%	25.60
Humedad y Materia volátil	%	15.2
Proteína	N x 6.25%	16.96
Carbohidrato	%	31.76
Cenizas	%	9
Grasa	%	1.48

Fuente: Molicorp (2016)

Existen tres factores que determinan la producción de heno de calidad, estos factores son; contenido de hojas, especie forrajera y condiciones climáticas. La concentración de materia digestible y la proporción de hojas disminuyen al ir madurando el forraje, por lo tanto el contenido de hojas esta relacionado con el contenido de materia digestible del heno (Anexo I)(Florez *et al*, 1987).

El tipo de especie forrajera también es determinante debido a que las leguminosas forrajeras tienen un mayor contenido en proteínas, caroteno, calcio y fósforo que las gramíneas forrajeras, es evidente que el heno preparado con leguminosas sea superior al que se hace únicamente de gramíneas (Anexo II)(Malpartida *et al*, 1987).

Las condiciones climáticas favorables nos aseguran un “curado rápido”, este procedimiento evita la pérdida de proteínas e hidratos de carbono y, siendo el contenido de humedad un factor decisivo para la obtención de heno de calidad (Florez *et al*, 1987).

## **2.2.2 Procesamiento de la Alfalfa Henificada**

### **a. Harina**

Se elabora a partir del heno, el cual es picado y posteriormente molido. El contenido de proteína mínima puede variar dependiendo de la materia prima y la humedad no debe ser mayor a 11.5 por ciento (Cuadro 4).

Es utilizado para la elaboración de alimento balanceado, mayormente en dietas de vacunos, equinos, cuyes y conejos.

En los últimos años aumento el consumo de Harina de alfalfa debido al aumento en la demanda de alimento balanceado para cuyes y conejos, los cuales han aumentado su población considerablemente pasando de un tipo de crianza artesanal a una tecnificada.



#### Cuadro 4. Valor Nutritivo de la Harina de Alfalfa

Análisis	Unidad	Contenido
Energía Total	Kcal/ 100gr	230
Fibra	%	24.6
Humedad y Materia volátil	%	11
Proteína	N x 6.25%	16
Carbohidrato	%	37.2
Cenizas	%	9.2
Grasa	%	1.9

Fuente: Molicorp (2016)

#### b. Pellet

Es un producto de origen industrial cuya materia prima es la alfalfa deshidratada. Esta deshidratación puede ser natural o artificial. Se obtiene mediante la compresión de alfalfa deshidratada naturalmente en el campo por medio de un proceso de temperatura, humedad y presión. El tamaño de partícula del producto es variable, esto depende del tipo de especie que lo va consumir. Conservados en condiciones adecuadas, principalmente aislados de la humedad, duran hasta 8 meses (Besso *et al*, 2005).

En algunos países que tienen inviernos muy duros y no pueden cultivar debido a las nevadas continuas o por no contar con factores productivos aptos, habitualmente se consumen pellets de alfalfa, ya que permite almacenar la alfalfa en buenas condiciones mucho más tiempo (Velez *et al*, 2005).

El pellet tiene ventajas sobre las pacas de heno, comenzando por que nos ayuda a llevar un mejor control en la dosificación de la alfalfa, de esta manera podemos darle la cantidad necesaria a nuestros animales.

El pellet nos ayuda a evitar la selectividad, esto es muy importante porque muchas veces los animales mientras comen seleccionan algunos elementos dentro del alimento balanceado, esto hace que coman solo de algún insumo determinado y no puedan

aprovechar la totalidad del alimento. Esto ocasiona un desbalance nutricional en el lote de producción. Con los pellets garantizamos un mejor aprovechamiento de su valor nutritivo (Cuadro 5) y de esta forma cubrir con los requerimientos nutricionales.

Los pellets evitan la pérdida asociada al deshoje. En las hojas encontramos el mayor porcentaje de proteína de la alfalfa.

**Cuadro 5. Valor Nutritivo del Pellet de Alfalfa**

Análisis	Unidad	Contenido
Energía Total	Kcal/ 100gr	225
Fibra	%	25.4
Humedad y Materia volátil	%	9.2
Proteína	N x 6.25%	16.5
Cenizas	%	11.1
Grasa	%	2.4

Fuente: Molicorp (2016)

### c. Cubos

Proceso por el cual el heno de alfalfa es sometido a procesos tales como inyección de agua, compactado, deshidratado y cubeteado. La ventaja del cubeteado es que permite la mejor conservación y almacenamiento de la alfalfa ya que no disminuye el valor nutricional por deshoje, permite un ahorro considerable de espacio de almacenaje, mejor dosificación y regulación del consumo.

Los cubos de alfalfa son bastante utilizados en equinos, el tamaño de fibra que poseen los cubos permiten utilizarlos como reemplazo parcial o total de las pacas de heno sin afectar la salivación y por consecuencia tampoco la regulación del pH.

Los cubos pueden estar compuestos de 100 por ciento de alfalfa en su totalidad o mezclados con algún otro forraje. En el mercado existen cubos de alfalfa mezclado con avena y cubos únicamente hechos de alfalfa. Estos últimos al tener avena contienen un mayor contenido energético y un menor contenido de proteína. La proporción utilizada en el cubo de alfalfa más avena es de 70 por ciento alfalfa y 30 por ciento avena (PACX, CHILE). El suministro de cada uno de estos cubos depende de la condición corporal y el estado fisiológico de los animales.

Es importante mencionar que los valores nutricionales de cubos de alfalfa y cubos de alfalfa más avena varían en proteína y energía, tal como podemos apreciar en el Cuadro 6 y Anexo III.

**Cuadro 6. Valor nutricional del Cubo de Alfalfa**

Análisis	Unidad	Resultado
Energía Total	Kcal/ 100gr	229
Fibra	%	25.2
Humedad y Materia volátil	%	11.6
Proteína	N x 6.25%	15.8
Carbohidrato	%	36.8
Cenizas	%	8.5
Grasa	%	2.0

Fuente: Molicorp (2016)

### **III. MANUFACTURA Y UTILIZACIÓN DE CUBOS DE ALFALFA**

#### **3.1 MANUFACTURA DE LOS CUBOS DE ALFALFA**

El cubeteado de alfalfa es un proceso en el cual a partir de las pacas o fardos de alfalfa podemos elaborar cubos de una dimensión de 50 x 30 x 30 mm. Estos cubos de alfalfa son una excelente alternativa al uso tradicional de las pacas de heno, debido a que son una excelente fuente de fibra de alta calidad, proteína, aumenta la digestibilidad, mejora la conservación y permite un ahorro considerable en almacenamiento.

En los últimos años la utilización de cubos de alfalfa en reemplazo de heno de alfalfa ha ido creciendo considerablemente debido al aumento en la tecnificación e investigación en la nutrición y crianza de equinos. Los profesionales especializados en nutrición de equinos han mejorado la utilización de la alfalfa en todas las fases de alimentación y en los diferentes sistemas de alimentación; estabulado y no - estabulada.

En los sistemas no- estabulados, los equinos consumen únicamente forrajes. En los centros de crianza donde se consumían únicamente pacas de heno de alfalfa, están reemplazándolas por cubos de alfalfa y se han observado mejoras en la condición corporal y en las características cualitativas de los equinos.

En los sistemas estabulados, encontramos que los equinos son alimentados de forma mixta; alimento balanceado y forraje. Este tipo de alimentación garantiza que el animal consumirá los requerimientos necesarios de fibra, proteína y demás nutrimentos. La ventaja de los cubos en este sistema en particular es que permite calcular y dosificar de mejor manera la cantidad necesario de forraje que necesita los equinos.

Es importante mencionar que el problema principal de las pacas de heno de alfalfa es que no se puede garantizar la calidad y conservación del producto. El contenido de humedad

de la paca de heno es mayor que la de los cubos, lo cual indica que los cubos disminuyen el riesgo de proliferación de hongos comparado a las pacas.

El deshoje de las pacas de heno es otro factor importante a considerar, se sabe que el mayor contenido de proteínas esta en las hojas. Al presentarse el deshoje encontramos una pérdida del valor nutritivo de la alfalfa, esta pérdida genera un desbalance no cuantificable en la alimentación de los equinos. Con los cubos de alfalfa no existe deshoje, lo cual nos garantiza el aprovechamiento de la dieta suministrada. (PACX, CHILE)

## **3.2 PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CUBOS DE ALFALFA**

Los cubos son elaborados a partir de las pacas de heno de alfalfa, las cuales secan en campo hasta obtener un promedio de humedad de 20 a 25 por ciento. Luego de eso pasa por un proceso de picado, para posteriormente darle un hidratado y compactado. Al final, se deshidrata el producto compactado por medio de aire caliente, bajando la humedad y quitando algunas impurezas que pudieron quedar en el proceso de cubeteado. (PACX, CHILE)

### **3.2.1 Materia Prima**

La materia prima es el heno de alfalfa, este heno debe ser elaborado con alfalfa cortada en el 10% de floración, el cual es el momento óptimo y recomendado de corte (Malpartida *et al*, 1987).

Para cumplir a cabalidad con este paso, se debe fijar la atención en la longitud del tallo, el florecimiento y su color. Recién cumplida esta labor se procede a cortar. Luego la alfalfa se deja secar durante 3 días para ser rastrillado y empacado (Figura 2). Después de eso se debe verificar el color, la ausencia de malezas y la humedad, aspecto vital ya que una paca con alto porcentaje de húmedo no aprueba el control.



**Figura 2. Pacas de Heno de Alfalfa secadas en el campo**

Para poder tener unos cubos de excelente calidad debemos considerar que las pacas de heno también deben ser de excelente calidad. El heno de alfalfa siempre ha sido considerado una fuente de fibra, pero esto es debido a los bajos estándares de calidad en los cuales se ha desarrollado el heno. Por este motivo, debemos trabajar con pacas que han sido henificadas con alfalfa con abundante cantidad de hojas, de esta manera obtenemos un heno de mayor valor proteico y mayor digestibilidad (Los Andes, 2013).

Las pérdidas de hoja son provocadas debido a la acción de vientos y lluvias fuertes, acciones mecánicas como juntar las andanas y dar vuelta a la alfalfa luego de lluvias. El uso de rastrillos para el hilerado del forraje o para el volteo y agrupamiento de hileras también provoca pérdidas por desprendimiento de hojas. Es muy importante tener en cuenta la humedad del forraje al realizar el rastrillado, considerándose una tarea riesgosa cuando la humedad de la alfalfa ha descendido por debajo del 40 por ciento (Bobadilla, 2003).

En otras palabras, cuando utilizamos heno de alfalfa de baja calidad para elaborar los cubos, solo estamos aportando fibra; en cambio, cuando utilizamos heno de alfalfa de alta calidad estamos brindando fibra, proteína y energía.

Como se mencionó anteriormente, las pacas de heno de alfalfa deben tener un adecuado porcentaje de humedad (20 – 25 por ciento) ya que esto nos garantiza la no proliferación de hongos y otros agentes fitopatógenos (Huertas *et al*, 2012) que puedan afectar la calidad y la homogeneidad de los cubos. En el campo se mide la humedad de las pacas, de encontrarse algunas que no pasen el control de humedad, se dejaron en campo hasta que puedan alcanzar la humedad adecuada.

Una vez trasladadas las pacas de heno de alfalfa del campo a las zonas de producción de cubos (Figura 3), se mide una vez más la humedad de las pacas de heno para descartar alguna que por equivocación haya pasado los controles en campo.



**Figura 3. Pacas de Heno de Alfalfa entrando a planta de producción**

### 3.2.2 Picado

Una vez las pacas de heno de alfalfa están en la planta de producción, pasa por una primera molienda, en la cual se ingresa el heno a la picadora (Figura 4). En esta etapa la alfalfa se transforma en fibras largas, las cuales son muy importantes para la alimentación de equinos y rumiantes.

El sistema digestivo del equino a diferencia de otras especies posee un estómago pequeño, una de las funciones de este estómago pequeño es segregarse ácido para facilitar la digestión y eliminar los materiales perjudiciales. La secreción ácida se produce continuamente y es necesaria para la digestión, pero puede ser dañina para la pared del estómago ocasionando úlceras si no es neutralizado por la acción buffer de la saliva (Clotet, 2016).

En sistemas extensivos, el caballo va comiendo durante todo el día, masticando y salivando continuamente, por lo que el flujo salivar es continuo hacia el estómago y es por esa razón que existe una regulación y balance entre el ácido producido y la saliva, desarrollándose un efecto tampón. Es importante mencionar que el caballo produce de 40 a 60 litros de saliva al día (Clotet, 2016).

Por eso este motivo, es muy importante hacer el picado de la alfalfa en el tamaño mínimo que pueda garantizar una adecuada producción de saliva, el cual debe estar entre 5 y 10 cm.





**Figura 4. Picadora prendida, lista para recibir las pacas de Heno de alfalfa**

### **3.2.3 Hidratado y Compactado**

En esta etapa, por medio de aspersores se inyecta humedad a la alfalfa. Este proceso permite que el producto pueda ser compactado de manera correcta y puedan seguir las siguientes etapas sin ninguna complicación.

Se debe inyectar humedad debido a que en el proceso, la paca de heno de alfalfa ha sufrido pérdida de humedad desde el secado en campo y al pasar por la picadora. En campo llega hasta un 20% de humedad y luego del picado debido a la fricción generada por las cuchillas puede llegar hasta 14 - 15 por ciento, lo cual dificulta el compactado.

Al inyectarse humedad podemos conseguir una humedad mayor a 20 por ciento, la cual nos garantiza un buen compactado y por consecuencia un buen producto terminado (PACX, CHILE).

Luego del proceso de hidratado y compactado, el producto es prensado y esta listo para pasar la empastilladora, la cual va confeccionar los cubos de alfalfa.

### **3.2.4 Empastillado o Cubeteado**

En esta etapa la alfalfa compactada es transformada en cubos de alfalfa, los cuales tienen una dimensión de 3 x 3 x 7 cm (Figura 5). Estos cubos pasan a través de una cinta transportadora, en la cual se les quita la humedad por medio de aire para luego seguir por medio de la cinta transportadora (Figura 6) hacia la zona de ensacado.



**Figura 5. Materia prima pasando a través de la maquina cubeteadora.**



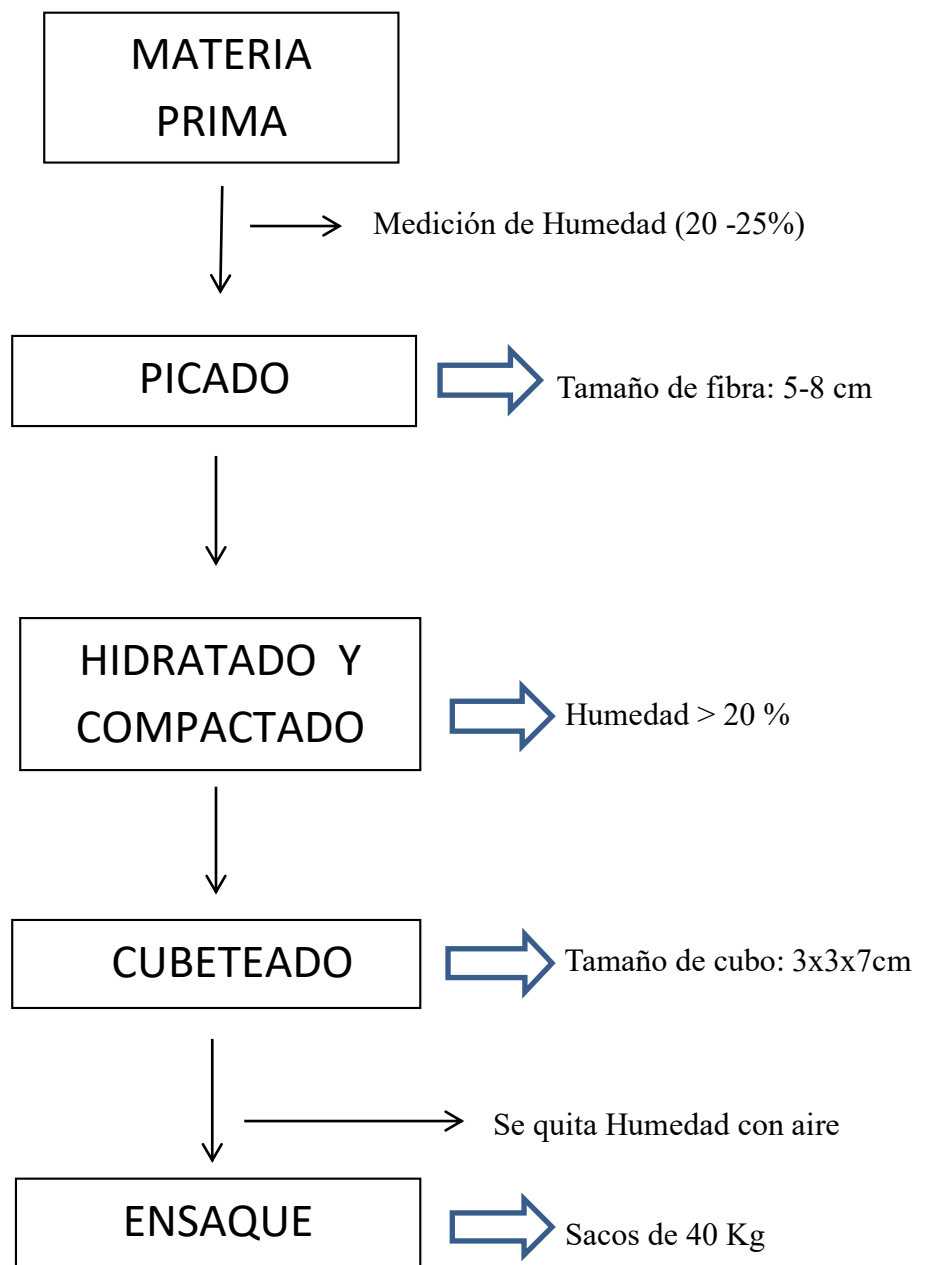
**Figura 6. Inyección de aire caliente a los cubos de alfalfa**

### **3.2.5 Ensacado**

Esta es la etapa final del proceso de producción, en el cual por medio de la cinta transportadora los cubos son trasladados y se hace un último control de calidad (Figura 7) para poder descartar algunas impurezas o cubos defectuosos que puedan encontrarse. Los cubos de alfalfa son colocados en sacos de 40 Kg y llevados para el almacenarlos o entrega a los diferentes centros de crianza.



**Figura 7. Control de calidad para descartar impurezas y agentes externos.**



**Figura 8. Flujograma de proceso de cubos de alfalfa**

### **3.3 VENTAJAS DEL USO DE CUBOS DE ALFALFA**

Los cubos de alfalfa vienen siendo muy utilizados en la crianza de equinos, esto se debe a las muchas ventajas que tiene sobre las pacas de heno. Esto ha hecho que muchos centros de crianza reemplacen parcial o totalmente el heno de alfalfa por los cubos.

En países especializados en la crianza de equinos como Argentina, Colombia, Estados unido; podemos ver que han reemplazado considerablemente la utilización de heno por los cubos, ya que permite desarrollar una mejor dieta y maximiza el aprovechamiento de los nutrientes. El cubeteado ha mejorado notablemente la forma de suministro del forraje dentro de la alimentación equina, ya que permite la regulación y mejor dosificación del producto.

Esta mejora nos ayuda a cubrir eficientemente los requerimientos nutricionales de los equinos en comparación de las pacas de heno, ya que por sus características de elaboración y traslado; pierden valor nutritivo. Estas desventajas a la larga van a generar pérdidas nutricionales y económicas.

#### **3.3.1 Menor Pérdida de Valor Nutricional por Deshoje**

Es conocido que el heno de alfalfa debe prepararse con alfalfa que contenga abundante contenido foliar, esto es importante ya que en las hojas encontramos la mayor cantidad de proteína en relación al tallo (Beltrán, 1999) (Cuadro 7).

Al momento del rastrillado, traslado y almacenado; encontramos que las pacas de heno tienen una mayor pérdida del valor nutricional por deshoje en comparación a los cubos. Esta diferencia se da debido a que los cubos al estar comprimidos, evitan la pérdida de las hojas y por esa razón no varía el valor nutricional del producto.

Esta ventaja puede traducirse en lo económico ya que el productor puede tener la certeza que el producto tiene el contenido de proteína por la cual ha pagado, lo cual no pasa con

el heno ya que al deshojarse pierde proteína, bajando de esta manera el valor nutritivo y perdiendo dinero por la proteína no consumida.

Se calcula que las pacas de heno de alfalfa pierden aproximadamente un 20 por ciento de su valor nutritivo.

**Cuadro 7. Comparación del Valor Nutritivo entre Hoja y Tallo**

%	Hoja	Tallo
Proteína Bruta	24	10.7
Grasa Bruta	3	1.3
Extracto no nitrogenado	45.8	37.3
Fibra Bruta	16.4	44.3
Ceniza	10.7	6.3

Fuente: Beltrán (1999)

### 3.3.2 Libre de Impurezas

Los cubos de alfalfa no poseen alambres y ningún tipo de impurezas, esta es una característica importante ya que comparado a los cubos, encontramos que el heno posee un alto riesgo de generar problemas en el centro de crianza. Esto es porque las pacas vienen enrolladas con alambres y además de eso se han encontrado cuerpos extraños tales como chapas, clavos, metales, etc.

Esta presencia de agentes externos en el heno ha ocasionado la muerte de muchos caballos a través del tiempo, ya que los caballos pueden llegar a costar cifras muy elevadas, los criadores se han visto en la necesidad de buscar alternativas para prevenir estos inconvenientes, encontrando en los cubos de alfalfa una excelente propuesta.

### **3.3.3 Mejora la Regulación del Consumo**

Esta es una característica muy importante en los cubos, ya que permite darles la cantidad exacta de forraje que necesitan los caballos para poder cubrir sus requerimientos sin desperdiciar forraje.

En los centros que aun utilizan heno mayormente se da por pacas completas o parciales a los caballos, pero no se sabe exactamente cuánta Materia Seca (MS) está consumiendo el animal y cuanto se pierde por diferentes factores tales como; el viento, deshoje, selectividad, etc.

Debemos mencionar que los cubos de alfalfa permiten desarrollar una mejor alimentación mixta y por consiguiente los caballos tienen una dieta balanceada con todos los nutrimentos necesarios para cubrir sus requerimientos nutricionales.

### **3.3.4 Libre de Moho y Polvo**

En el proceso de cubeteado, todos los componentes de la alfalfa tales como; hoja, tallo y polvo se comprimen homogéneamente, evitando de esta forma el polvo en el producto. Las pacas de heno al estar secas, aparte de deshojar comienzan a almacenar polvillo.

Este polvillo es muy peligroso ya que el caballo al respirar y aspirar cerca al forraje, inhala este polvo y puede ocasionarle problemas respiratorios.



### **3.3.5 Mejor Conservación contra Hongos y Micotoxinas.**

Los cubos tienen una mejor conservación en contra de hongos, micotoxinas y demás agentes patógenos debido al bajo contenido de humedad que contiene en comparación al heno de alfalfa.

El cubo de alfalfa tiene una humedad promedio de 10 por ciento y el heno de alfalfa alrededor de 20 por ciento promedio, lo cual hace al cubo de alfalfa el producto ideal para evitar la proliferación de hongos y la producción de micotoxinas.

### **3.3.6 Ahorro en Almacenamiento y Transporte**

Es un punto fuerte de los cubos de alfalfa, ya que, al estar comprimidos, el volumen es menor comparado a la paca de heno. Esto permite que el criador tenga un menor costo en transporte y que la alfalfa sea más fácil de trasladar. En almacenamiento se puede observar un ahorro hasta de 30 por ciento de espacio.

En el caso de las pacas de heno, su volumen hace que sea caro trasladarlas de un lado a otro, esto fomenta el aumento del costo y de esta manera resulta nada atractivo para los criadores.

En el caso de los cubos, al tener menor volumen permite un ahorro considerable de espacio en el flete, lo cual significa un ahorro en costo de transporte (Figura 9). Las dimensiones permiten una carga perfecta para utilizar los fletes con una tarifa sensiblemente más baja. Esto lo hace competitivo en precio para las grandes distancias y de esta forma podrán llegar a más destinos (Pragmalia, 2012).



**Figura 9. Ahorro logístico de Cubos vs Heno y Rollos de Alfalfa**

Fuente: Proyecto Pragmalia (2012)

### **3.4 DIETAS DE EQUINOS ELABORADAS EN BASE A CUBOS DE ALFALFA**

En nuestro país la crianza de equinos es considerado más un pasatiempo que una producción, por esta razón es que la gran mayoría de criadores todavía no le da la debida importancia a los avances en la tecnificación de la crianza de los equinos.

En los últimos años ha crecido a pasos agigantados la investigación en el campo de nutrición de equinos, se tiene claro que, como todas las especies, tiene requerimientos diferenciados por cada etapa de su ciclo biológico. (Cuadro 9)

Es por esta razón, que cada vez se buscan insumos y formas de alimentación que ayuden a mejorar la digestibilidad y con esto tener un mejor aprovechamiento de los nutrimentos.

Los equinos, al ser una especie que necesita forraje para mantener una buena digestión, es de suma importancia contar con un forraje de excelente calidad, que pueda acompañar de manera eficiente al concentrado y que no solo sea un aporte de fibra, sino que puedan aprovecharse sus demás componentes mediante una buena conservación del forraje.

**Cuadro 8. Requerimientos Energéticos y Proteicos de los caballos**

Categoría Fisiológica	ED(Mcal)	PB(g)
Mantenimiento	13.4	536
Gestación	16.1	708
Lactación	19.7	839

Fuente: Zarate, 1995

La utilización de cubos nos garantiza mantener el valor nutritivo por mucho más tiempo comparado al heno de alfalfa, que al no poder garantizar el valor nutritivo por las diferentes desventajas antes mencionadas, se vuelve un riesgo latente en todo momento.

En nuestro país, existen algunas empresas especializadas en caballos tales como; EQUUS CORP, DG QUEIROLO y MOLICORP, dedicadas a comercializar insumos y formular dietas para equinos de alto rendimiento, en las cuales el reemplazo de las pacas puede ser parcial o total, acompañadas con alimento balanceado se puede obtener excelentes resultados, mejoras en la condición corporal y en las características cualitativas del lote trabajado (Cuadro 9).

El suministro de Heno de alfalfa era necesario aun con todas sus desventajas, esto era debido a la longitud de fibra que aportaba, ya que resultaba un factor determinante para poder tener un caballo libre de úlceras u otros problemas en el sistema digestivo (Pérez, 1995).

Esto no es un problema para los cubos de alfalfa, ya que la alfalfa pasa por una picadora que nos da fibras de 5 – 8 cm de longitud, lo cual garantiza la longitud de fibra requerida por el caballo para que pueda regular correctamente su pH estomacal y no generar úlceras.

**Cuadro 9. Dieta mixta, elaborada con cubos y alimento balanceado para el Ejército del Perú.**

Categoría Fisiológica	Alimento Balanceado(Kg/día)	Cubo de Alfalfa(Kg/día)	Cubo de Alfalfa+ avena(Kg/día)	ED (Mcal)
Mantenimiento	4	5	1	16.4
Crecimiento	2	4	1	17.7
Maternity	4	5	1	23.2
Performance	4	5	1	21.2

Fuente: Molicorp (2016)

## **IV. CONCLUSIONES**

De la investigación realizada podemos llegar a las siguientes conclusiones:

1. Los cubos de alfalfa son ventajosos porque tienen menor pérdida de valor nutricional por deshoje, mejor conservación, permite regular el consumo, son libres de impurezas, permiten un ahorro considerable en espacio de almacenamiento, evitan la proliferación de hongos y demás agentes patógenos.
2. De acuerdo a los resultados de campo, los cubos de alfalfa tienen gran aceptación por parte de los centros de crianza de caballos debido a la demanda insatisfecha de alfalfa.
3. El procesamiento de heno de alfalfa permite una mayor eficiencia en su conservación y uso por el animal.

## **V. RECOMENDACIONES**

En base a la información investigada, se recomienda:

1. Realizar estudios de procesamiento de heno de alfalfa, heno de avena y heno de vicia; bajo la forma de pellets o cubos para su uso en eventos de friaje para las zonas alto andinas del Perú.
2. Realizar investigación en estrategias de suplementación alternativa al heno de alfalfa en la suplementación en dietas de equinos.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BELTRAN, V. 1999. Senescencia de alfalfa (*Medicago sativa* L.) por ingeniería genética. Pág 4-5. UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES.

BERNDT, S. 2002. Composición nutricional y calidad de ensilajes en la zona sur. Pág. 8-9. FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS. UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

BESSO, G. Y VELEZ, J. 2005. Pellet de Alfalfa. [en línea] [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion/58-pellet\\_de\\_alafalfa.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/58-pellet_de_alafalfa.pdf) [consulta: 24 Agosto de 2017]

BOBADILLA, S. 2003. Producción de heno de alfalfa [en línea] [http://www.produccionanimal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_reservas/reservas\\_henos/29-heno\\_de\\_alfalfa.pdf](http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_henos/29-heno_de_alfalfa.pdf). [consulta: 22 Agosto de 2017]

CARITAS DEL PERÚ, 2012. [en línea] [http://www.agrobanco.com.pe/pdf\\_cpc/AlfalfaDormante.pdf](http://www.agrobanco.com.pe/pdf_cpc/AlfalfaDormante.pdf) [consulta: 26 Agosto del 2017]

CENSO NACIONAL AGROPECUARIO. 2012. [en línea] <http://censos.inei.gob.pe/cenagro/tabulados/> [consultado: 11 Octubre de 2017]

CIPOLLONE, E. 2012. Factibilidad productiva y económica de producción equina para carne [en línea] <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/factibilidad-productiva-economica-produccion.pdf> [consulta: 19 Agosto de 2017]

CLOTET, Q. 2016. [en línea] <http://www.ecuestre.es/caballo/salud/articulo/el-comportamiento-de-los-caballos-y-sus-habitos-alimenticios> [consulta: 23 Agosto de 2017]

FEDNA, 2016. Introducción a los forrajes. [en línea] <http://www.fundacionfedna.org/forrajes/introducci%C3%B3n> [consulta: 24 Agosto de 2017]

FLOREZ, A. Y MALPARTIDA, E. 1987. Manejo de praderas nativas y pasturas en la región altoandina del Perú. Pag 615-618. Editorial “ABRIL S.A Editoriales e impresiones”

GALLARINO, H. 2009. Heno de alfalfa, conceptos generales de manejo. <http://www.infortambo.com/admin/upload/arch/Manejo%20del%20heno%20de%20alfalfa%20-%20H%20Gallarino.pdf> [consulta: 25 Agosto de 2017]

GONZALES, M. 2016. Condiciones de acidez de silaje destinado a la alimentación de rumiantes. FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS –UNCPBA – UNIVERSIDAD DEL CENTRO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

HERNANDEZ, 2013. La Alfalfa en la alimentación del ganado. <http://alimentacionderumiantes.blogspot.pe/2013/03/la-alfalfa-en-la-alimentacion-del-ganado.html> [consulta: 25 Agosto del 2017]

HUERTAS, N Y DIAZ, W. 2014. Evaluación del uso de harina de alfalfa, harina de arroz y salvado de trigo, sobre los parámetros productivos en conejos de ceba en el municipio de Garagoa. Pág 9-10. UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD – TUNJA.



LOPEZ, D. 2016. Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta de producción de pellets de heno de alfalfa (*Medicago sativa*). Pág 16 – 18. UNIVERSIDAD DE LIMA.

LOS ANDES. 2013. Con una alta relación hoja/tallo se logra alfalfa de mejor calidad. [en línea] <http://www.losandes.com.ar/noticia/alta-relacion-hojatallo-logra-alfalfa-mejor-calidad-704971> [consulta:18 Agosto de 2017]

MARTINEZ, A., ARGAMENTERIA, A. Y DE LA ROZAS, B. 2010. Manejo de forrajes para ensilar. , Servicio Regional de Investigación y Desarrollo (SERIDA) ESPAÑA.

MERRICK'S INC. "A subsidiary of Merrick Animal Nutrition". Equisan- Digestion Equina [en línea] <http://equisan.com/images/pdf/digestiones.pdf> [consulta: 26 Agosto de 2017]

MOLICORP SAC, 2016. Analisis de Laboratorio NSF. Informacion referenciada de empresa MOLICORP SAC.

PEREZ, 1995. Nutrición y alimentación de equinos.[en línea] [http://www.ucv.ve/fileadmin/user\\_upload/facultad\\_agronomia/Alimentacion\\_de\\_Equinos.pdf](http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Alimentacion_de_Equinos.pdf) [consulta: 23 Agosto del 2017]

PERTICARI, A. 2010. Pasturas de Alfalfa-importancia de una adecuada inoculación [en línea] [www.ipcva.com.ar/.../Pasturas%20de%20alfalfa%20-%20importancia%20de%20una](http://www.ipcva.com.ar/.../Pasturas%20de%20alfalfa%20-%20importancia%20de%20una) [consulta: 19 Agosto de 2017]

PROYECTO PRAGMALIA. 2012. [en línea]

<http://proyectopragmalia.blogspot.pe/2012/02/334-produccion-de-cubos-y-pellets-de.html> [consultado: 14 Setiembre de 2017]

RODRIGUEZ, J. 2017. Medicago Sativa [en línea]

<http://www.sierradebaza.org/index.php/component/content/article/82-principal/fichas-tecnicas/fichas-flora/346-alfalfa-medicaco-sativa> [consulta: 18 Agosto de 2017]

ROMAN, M. Y GONZALEZ, M. 2011. Nutrición Equina.[en línea]

<http://www.hvsmveterinario.com/casosclin/L%2018%20NUTRICION%20EQUINA.pdf>  
[consulta: 27 Agosto de 2017]

SANCHEZ, J. 2005. Rendimiento y calidad de la alfalfa mediante la aplicación de fosforo y riego por goteo subsuperficial. Pag 5 -7. UNIVERSIDAD AUTONOMO AGRARIA, MEXICO.

TIMOTEO, S. 2011. Ensilado de alfalfa. <http://www.agribiotech.com.mx/test/wp-content/uploads/2016/01/Ensilaje-de-Alfalfa.pdf> [consultado: 25 Agosto de 2017]

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS – CHILE,2014. Sistema digestivo Equino. [en línea]

<http://www.anato.cl/dddddAV2/Segundaav2/clases%20AV2%202op/h-claseAV2-10.pdf> [consulta: 25 Agosto de 2017] [consulta: 25 Agosto de 2017]

NOELIA BIONDO, 2017. Sistema Digestivo del Caballo - Parte I. [en línea]

<http://www.ecuestre.es/ecuestre/articulo/el-sistema-digestivo-del-caballo-parte-i>  
[consulta: 22 Agosto de 2017]

COVAZA, 2012. Sistema digestivo de los caballos. [en línea]  
<http://piensoscovaza.es/conocer-el-sistema-digestivo-de-los-caballos-para-alimentarles-mejor/> [consulta: 20 Agosto de 2017]

ZARATE, R. 1995. Estudio comparativo del perfil metabólico en equinos adultos relacionados a su aptitud y desempeño socio económico. [en línea]  
<http://sdi.cnc.una.py/catbib/documentos/519.pdf> [consulta: 17 Agosto de 2017]

## VII. ANEXOS

### Anexo I. RELACIÓN ENTRE EL MOMENTO DE CORTE Y MATERIA SECA DE ALFALFA

ESTADO DE LA PLANTA	Consumo de Heno por Día(Kg/ 100 Kg PV)	% MS Digestible
Principio de macollaje	2.64	63.1
Macollaje	2.36	65.7
Final de macollaje	2.45	62.6
Inicio de floración	2.28	58.5
Floración	2.13	52.2
Final de floración	1.95	51.5

Fuente: Florez *et al*, 1995

### Anexo II. PROMEDIO DE PROTEÍNA DE HENOS MÁS UTILIZADOS

HENO	Proteína (%)	Estado de Desarrollo
GRAMINEAS		
Maíz Chala ( <i>Zea mays</i> )	6	Granos punto de leche
Sorgo Forrajero ( <i>Sorgum vulgare</i> )	7	Granos punto de leche
Pasto Sudán ( <i>Sorgum sudanense</i> )	9	Comienzo espigado
LEGUMINOSAS		
Alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> )	16	Antes de floración
Trebol blanco ( <i>Trifolium repens</i> )	14	Floración

Fuente: Malparida *et al*, 1995

### Anexo III. CONTENIDO NUTRICIONAL DE CUBOS DE ALFALFA MAS AVENA

Análisis	Unidad	Resultado
Energía Total	Kcal/ 100gr	242
Fibra	%	23.9
Humedad y Materia volátil	%	10.9
Proteína	N x 6.25%	13.1
Carbohidrato	%	41.4
Cenizas	%	7.8
Grasa	%	2.4

Fuente: Molicorp, 2016

### Anexo IV. CABALLO COMIENDO CUBOS DE ALFALFA



Anexo V. CUBOS DE ALFALFA LISTOS PARA SER TRASLADADOS



Anexo VI. MAQUINA PELETIZADORA



