



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE CIENCIAS VETERINARIA



**Rendimiento y composición química de cuatro variedades de
alfalfa (*Medicago sativa*) en Cajamarca**

T E S I S

Para Optar el Título Profesional de
MÉDICO VETERINARIO

Presentada por la Bachiller
Marina Edita Marín Saldaña

Asesor
M.V. M. Sc. José Antonio Niño Ramos

Cajamarca-Perú

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA
Fundada Por Ley N°14015 Del 13 De Febrero De 1962
UNIVERSIDAD LICENCIADA
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS
DECANATO

Av. Atahualpa 1050 – Ciudad Universitaria Edificio 2F – 205 Fono 076 365852



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Cajamarca, siendo las ocho horas de la mañana del día siete de mayo del dos mil diecinueve, se reunieron en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Veterinarias “**César Bazán Vásquez**” de la Universidad Nacional de Cajamarca, los integrantes del Jurado Calificador, designados por el Consejo de Facultad, con el objeto de evaluar la sustentación de Tesis Titulada: “**RENDIMIENTO Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE CUATRO VARIEDADES DE ALFALFA (*Medicago sativa*) EN CAJAMARCA**”, asesorada por el docente: Mg. M.V. José Antonio Niño Ramos y presentada por la Bachiller en Medicina Veterinaria: **MARINA EDITA MARÍN SALDAÑA**.

Acto seguido el Presidente del Jurado procedió a dar por iniciada la sustentación, y para los efectos del caso se invitó a la sustentante a exponer su trabajo.

Concluida la exposición de la Tesis, los miembros del Jurado Calificador formularon las preguntas que consideraron convenientes, relacionadas con el trabajo presentado; asimismo, el Presidente invitó al público asistente a formular preguntas concernientes al tema.

Después de realizar la calificación de acuerdo a las Pautas de Evaluación señaladas en el Reglamento de Tesis, el Jurado Calificador acordó: Aprobar la sustentación de Tesis para optar el Título Profesional de **MÉDICO VETERINARIO**, con el Calificativo Final obtenido de **QUINCE (15)**.

Siendo las nueve horas del mismo día, el Presidente del Jurado Calificador dio por concluido el proceso de sustentación.


Dr. JOSÉ FERNANDO CORONADO LEÓN
PRESIDENTE


Dr. LUIS ASUNCIÓN VALLEJOS FERNÁNDEZ
SECRETARIO


M.Cs. MIGUEL ENRIQUE CHÁVEZ FARRO
VOCAL


Mg. M.V. JOSÉ ANTONIO NIÑO RAMOS
ASESOR



DEDICATORIA

A Dios, por brindarme la Vida, la Fé, y la Perseverancia para el cumplimiento de mis metas.

En memoria de mi querido padre: Alcibiades Marín Alvarado. A mí querida madre: Olga Marina Saldaña Sempertegui, por su apoyo incondicional y por enseñarme a luchar ante las adversidades de la vida y con ello por lograr un escalón más en la vida profesional.

A mi esposo: Edwin Portilla Escalante.
A mis queridas hijas: Estéfhani y Eliel Lior. A mis hermanos: Enma, Alcibiades, Norma, Paula, Gloria, Margoth y Fanny, que me apoyaron en todo momento, para culminar mi carrera profesional.

A todos mis amigos y amigas por su apoyo moral en todo momento.

Marina Edita



AGRADECIMIENTO

A la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, por haberme brindado la formación profesional y a todos los docentes que se preocuparon por ofrecerme sus conocimientos y sabios consejos.

A mi asesor: M.V. M.Sc. José Antonio Niño Ramos, quien me apoyo desinteresadamente en el asesoramiento del presente trabajo de investigación.

A mi esposo Edwin Portilla Escalante y mis adoradas hijas: Estéfhani y Eliel, que son la razón para seguir luchando

A mis familiares, amigos y compañeros.

Marina Edita Marín Saldaña



RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el Fundo Tartar, de la Universidad Nacional de Cajamarca, ubicado en el distrito de Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca. El objetivo general fue evaluar el rendimiento y composición química de cuatro variedades de alfalfa (Cuf 101, Moapa, Beacon y California 55). Por cada variedad se trabajaron tres repeticiones. Cada repetición tuvo un área de 20 m² (4 m x 5m). Toda la extensión de las parcelas trabajadas fue bien preparada (240 m²). Se tuvo en cuenta para la densidad de siembra 30 kg de semilla por Há. La siembra fue al voleo. Se evaluaron tres cortes después de la siembra. Los resultados al finalizar el experimento fueron los siguientes: La producción promedio por variedad en los tres cortes en base a materia fresca (BMF) fue de 1.78, 1.77, 1.84 y 2.01 kg por metro cuadrado para Cuf 101, Moapa, Beacon y California 55 respectivamente y en base a materia seca (BMS) fue de 0.356, 0.355, 0.369 y 0.415 kg por metro cuadrado para Cuf 101, Moapa, Beacon y California 55 respectivamente, apreciándose una diferencia estadística significativa entre variedades ($P \geq 0.05$). La altura promedio de planta en los tres cortes por variedad de alfalfa fue de 70.11, 76.33, 75.89 y 81.67 cm para Cuf 101, Moapa, Beacon y California 55 respectivamente, apreciándose una diferencia estadística significativa entre variedades ($P \geq 0.05$). La composición química en promedio para las cuatro variedades fue de 21.00 % de materia seca, 20.14 % de proteína cruda, 2.71 Mcal de energía metabolizable, 6.02 % de fibra cruda y 50.57 % de fibra detergente neutro. Se concluye que las cuatro variedades de alfalfa tuvieron un buen rendimiento en kg por metro cuadrado, buena altura y buen aporte nutricional.

Palabras clave: alfalfa, composición química.



ABSTRACT

The present research work was carried out in the Fundo Tartar, of the National University of Cajamarca, located in the district of Baños del Inca, province and department of Cajamarca. The general objective was to evaluate the yield and chemical composition of four varieties of alfalfa (Cuf 101, Moapa, Beacon and California 55). Three repetitions were worked for each variety. Each repetition had an area of 20 m² (4 m x 5 m). All the extension of the worked plots was well prepared (240 m²). 30 kg of seed per hectare was taken into account for the planting density. The sowing was broadcast. Three cuts were evaluated after sowing. The results at the end of the experiment were as follows: The average production by variety in the three cuts based on fresh matter (BMF) was 1.78, 1.77, 1.84 and 2.01 kg per square meter for Cuf 101, Moapa, Beacon and California 55 respectively and based on dry matter (BMS) was 0.356, 0.355, 0.369 and 0.415 kg per square meter for Cuf 101, Moapa, Beacon and California 55 respectively, appreciating a significant statistical difference between varieties ($P \geq 0.05$). The average plant height in the three cuts per variety of alfalfa was 70.11, 76.33, 75.89 and 81.67 cm for Cuf 101, Moapa, Beacon and California 55 respectively, showing a significant statistical difference between varieties ($P \geq 0.05$). The average chemical composition for the four varieties was 21.00% dry matter, 20.14% crude protein, 2.71 Mcal metabolizable energy, 6.02% crude fiber and 50.57% neutral detergent fiber. It is concluded that the four varieties of alfalfa had a good yield in kg per square meter, good height and good nutritional contribution.

Keywords: alfalfa, chemical composition.



ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
CAPITULO I	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. OBJETIVOS	2
1.1.1. Objetivo general.....	2
1.1.2. Objetivos específicos:	2
CAPITULO II	3
MARCO TEÓRICO	3
2.1. Descripción botánica y origen de alfalfa	3
2.2. Importancia de la Alfalfa	4
2.3. Características de crecimiento de la planta de alfalfa.	5
2.4. Relación hoja tallo.	7
2.5. Requerimientos climáticos y edáficos.....	9
2.6. Requerimientos de agua.....	11
2.7. Suelos.....	11
2.8. Drenaje del suelo.....	13
2.9. Aporte nutricional de la alfalfa	13
2.10. Trabajos de tesis en alfalfa.....	14
CAPITULO III	18
MATERIALES Y MÉTODOS	18



3.1. Localización	18
3.2. Materiales	19
3.2.1. Parcelas de experimento:	19
3.2.2. Variedades de semilla:	19
3.3. Metodología.....	19
3.3.1. Preparación y análisis del terreno	19
3.3.2. Siembra.....	19
3.3.3. Labores Culturales	19
3.3.4. Variables a evaluar	20
3.3.5. Método de medición de las variables	20
3.3.6. Análisis estadístico de los datos	20
3.3.7. Duración el experimento	20
CAPITULO IV	21
RESULTADOS	21
4.1. Del rendimiento en Base a Materia Fresca (BMF) y Base a Materia Seca (BMS) de cuatro variedades de alfalfa.....	21
4.2. Del rendimiento promedio por corte de las variedades de alfalfa	22
4.3. Del rendimiento de cada variedad de alfalfa por corte	22
4.4. De la altura promedio de los tres cortes por variedad de alfalfa.....	23
4.5. De la altura promedio por corte y variedad de alfalfa	23
CAPITULO V	25
DISCUSIÓN	25
5.1. Del rendimiento promedio en BMF y BMS de las variedades de alfalfa.	25
5.2. De la altura promedio de los tres cortes por variedad de alfalfa.....	25
5.3. De la composición química de las variedades de alfalfa	26



5.3.1. De la materia seca	26
5.4. De la proteína cruda	26
5.5. De la energía metabolizable	26
5.6. De la fibra cruda	27
5.7. De la fibra detergente neutral (FDN)	27
CAPITULO VI.	28
CONCLUSIONES	28
CAPITULO VII.	29
REFERENCIAS	29
ANEXO	31



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valor nutricional de la alfalfa (<i>Medicago sativa</i>) según estados fenológicos	14
Tabla 2. Rendimiento promedio de cuatro variedades de alfalfa al inicio de floración en BMF y BMS (Kg /m ²).	21
Tabla 3. Rendimiento promedio por corte (Kg MS/m ²) de las cuatro variedades de alfalfa al inicio de floración	22
Tabla 4. Rendimiento promedio por corte y variedades de alfalfa al inicio de la floración en BMF y BMS (Kg/m ²).....	22
Tabla 5. Altura promedio (cm) de los tres cortes de cuatro variedades de alfalfa al inicio de floración.....	23
Tabla 6. Altura promedio por corte (cm) según variedad de alfalfa al inicio de la floración.	23
Tabla 7. Resultado del aporte nutricional de las variedades de alfalfa	24



ÍNDICE DE FIGURAS

- Fig. 1. Características de crecimiento de la planta de alfalfa (Salinas 2005)..... 6
- Fig. 2. Mecanismos de reserva de la planta (Salinas, 2005). 7





CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En las ganaderías de leche, se convierte en un factor fundamental el manejo de la alimentación en la oferta, cantidad y proporción de nutrientes, buscando mantener o alcanzar mejores niveles de producción y mejorar constantemente la eficiencia del productor. Nuestras tierras brindan la posibilidad de elegir entre una variedad de recursos forrajeros alimenticios para la ganadería y ser utilizados en determinadas etapas de desarrollo, como en la cría y recria, incluso como suplemento forrajero en vacas en lactación para obtener mayores volúmenes de leche. Es así, como encontramos en estas ayudas para el ganadero a la alfalfa (*Medicago sativa*), una leguminosa diseñada para satisfacer requerimientos nutricionales de nuestros animales, especialmente durante las épocas críticas del año. Es importante resaltar que esta leguminosa, ha sido poco adaptada por los ganaderos, debido al desconocimiento de las bondades de su uso como estrategia de producción en las ganaderías. Existen nuevos materiales genéticos de alfalfa, los cuales pueden producir mayores rendimientos y sostenibilidad a nuestros hatos. En nuestro país, se ha reconocido a la alfalfa por sus beneficios nutritivos como alimento para animales y a su vez es una excelente mejoradora de suelos. Se sabe, que este es un cultivo que se utiliza en climas estacionales, es por ello que vemos la necesidad de estudiar y evaluar variedades de la alfalfa posibles de adaptarse a nuestros suelos y temperaturas y así poder determinar la factibilidad de su uso por su gran aporte nutricional.

En el presente trabajo utilizamos cuatro variedades de alfalfa de las cuales obtuvimos buen rendimiento y buen aporte nutricional, además las cuatro variedades de alfalfa (*Medicago sativa*), tienen diferente respuesta en producción y composición química.



1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la producción y composición química de cuatro variedades de alfalfa (*Medicago sativa*) en cuatro cortes, cosechada en el estado fenológicos de inicio de floración.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el rendimiento (kg MS/Ha) y altura de cuatro variedades de alfalfa al inicio de floración.
- Evaluar la composición química de las cuatro variedades alfalfa en el estado fenológico de inicio de floración.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Descripción botánica y origen de alfalfa

La alfalfa es originaria de Irán y Asia Menor y es una de las plantas más utilizadas como forraje en el mundo, con aproximadamente 32'000,000 ha cultivadas; Estados Unidos y Argentina, con 16 millones de ha, tienen la mayor superficie sembrada. Esta especie fue introducida a América del Sur en el siglo XVI, por los portugueses y españoles y en 1870 a Perú, México y Estados Unidos, por misioneros españoles (Muslera y Ratera, 1991).

Es una especie forrajera muy importante en la alimentación del ganado en especial de producción lechera. La alfalfa se cultiva en una amplia variedad de suelos y climas. Se adapta a altitudes comprendidas entre 700 y 2800 msnm y se adapta a suelos profundos, bien drenados, alcalinos y tolera la salinidad moderada; sin embargo, su desarrollo es limitado en pH inferior a 5.0. La acidez provoca que no sobreviva y se multiplique el *Rhizobium meliloti* específico y no soporta el encharcamiento por largos periodos, por lo que se considera una especie muy sensible a la acidez del suelo. El pH crítico para su desarrollo varía de 5-6, debajo del cual es necesario, corregir la acidez del suelo. La temperatura óptima de crecimiento fluctúa entre los 15 y 25 °C durante el día y de 10 a 20 °C en la noche. Por la longitud y profundidad de sus raíces, es resistente a la sequía, ya que obtiene agua de las capas profundas del suelo (Muslera y Ratera, 1991). La alfalfa (*Medicago sativa*) es una planta perenne, de crecimiento erecto, tallo poco ramificado de 60 a 100 cm de altura; tiene hojas trifoliadas, con un pedicelo intermedio más largo que los laterales, folíolos

ovalados, generalmente sin pubescencia, con márgenes lisos y bordes superiores ligeramente dentados, esta planta varía un poco según la variedad, el medio ambiente donde se encuentre y la temperatura. Los tallos son delgados, sólidos o huecos y la raíz es pivotante y alcanza varios metros de longitud, con una corona, de la cual emergen los rebrotes, que dan origen a los nuevos tallos; las flores son de color azul o púrpura, dependiendo de la variedad (Del Pozo, 2003).

2.2. Importancia de la Alfalfa

La alfalfa es una maravilla de la economía rural y el encanto de los celosos agricultores la principal cualidad se refiere a su alta capacidad de fijación de nitrógeno atmosférico, de hasta 463 kg/ha/año. El nitrógeno constituye el elemento esencial de la vida, este elemento, que resulta muy abundante en la atmósfera y en las rocas, apenas se encuentra accesible para la mayoría de los seres vivos. Diversos microorganismos transforman el nitrógeno atmosférico o mineral orgánico, facilitando así su aprovechamiento para los demás seres vivos. Se calcula que en un tercio de sus necesidades, 140 millones de toneladas de nitrógeno se obtienen para la actividad simbiótica de los microorganismos con la planta. Correspondiendo al 80% de dicha actividad a las leguminosas. La alfalfa es una leguminosa que sobresale por su elevada capacidad productiva y alto valor nutritivo, pues llega a superar rendimientos hasta de 450 kg de proteína bruta/ha/año. Como lo reporta Nolí Hinostroza (2006), en su estudio la alfalfa es utilizada como forraje para el ganado, la cual le resulta muy apetecible. También se requiere como mejoradora de fertilidad y de la estructura del suelo, sembrada en alternativa con otros cultivos exigentes en nitrógeno (Nolí Hinostroza, 2006).

La alfalfa (*Medicago sativa*) es la leguminosa forrajera más utilizada en la alimentación del ganado. Su crecimiento, rendimiento de forraje y longevidad dependen en gran medida, del manejo, la frecuencia e

intensidad de defoliación. La alfalfa es un cultivo que permite aumentar la carga animal, mantener el stock, mejorar la ganancia en peso o el rendimiento en producción individual de leche. Además, se constituye en la base de la oferta forrajera como un forraje de calidad; es posible cosecharlo y conservarlo como reserva forrajera, no limita a los sistemas de alta productividad, reduce costos variables, aumenta la estabilidad de producción, y bien manejado, no extrae del sistema uno de los recursos más escasos, como el nitrógeno edáfico, sino que, por el contrario, incorpora materia orgánica y recupera fertilidad del suelo. Por otro lado, encontramos que la capacidad con que una especie produce forraje, representa el balance entre la tasa de crecimiento y la pérdida de tejido por senescencia y descomposición, la cual varía, dependiendo de la época del año; por ello el conocer los cambios en la época del año nos ayuda en la velocidad de crecimiento de las diferentes especies forrajeras, el cual nos permitirá determinar la frecuencia de defoliación con la cual se puede obtener la mayor producción de forraje de alta calidad (Rivas *et al.*, 2005).

2.3. Características de crecimiento de la planta de alfalfa

La parte aérea de la planta fotosintetiza los componentes necesarios para el desarrollo radicular y vegetativo, constituyendo, al mismo tiempo, la parte aprovechable de la misma. La eliminación de los tallos y hojas a través de cortes o pastoreos en momentos inadecuados afecta no sólo la producción sino también la persistencia de la alfalfa. Un adecuado manejo de la alfalfa necesariamente se deben conocer las características de su crecimiento y comprender su mecanismo de reservas en las raíces y corona, lo que permitirá mantener plantas vivas y vigorosas a lo largo de los años. En la parte superior de la raíz, inmediatamente por debajo de la superficie del suelo se desarrolla una estructura que se denomina corona (Fig. 1). En esta misma estructura se encuentran las yemas que formarán el rebrote basal, emitiendo tallos principales que son responsables, junto a los secundarios, del

rebrote de la planta. En las plantas adultas, los nuevos rebrotes se originan en la base de la corona, dando lugar a tallos vigorosos. Sin embargo, el crecimiento puede continuar también desde las yemas de los propios tallos. Este rebrote proveniente de tallos secundarios generalmente es de menor vigor y tiende a desprenderse de los tallos viejos con mayor facilidad (Salinas, 2005).

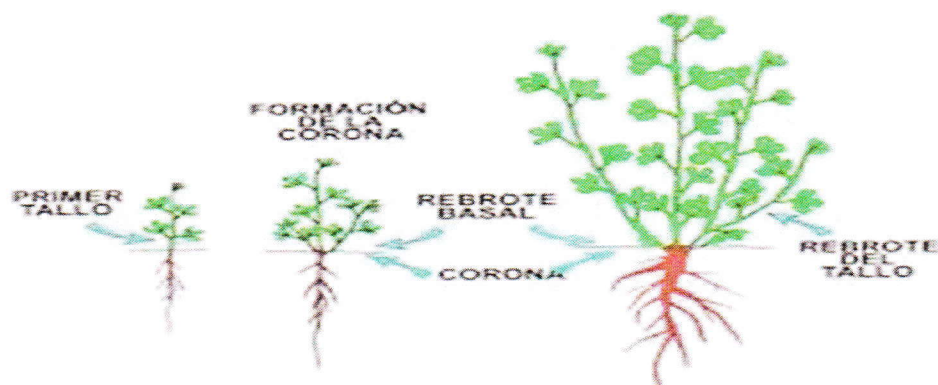


Fig. 1. Características de crecimiento de la planta de alfalfa (Salinas 2005).

El conocimiento sobre como evolucionan las reservas en la planta, es clave para entender la respuesta productiva ante diversas prácticas de manejo que le puede dar a la alfalfa. La energía necesaria para iniciar el crecimiento de la alfalfa después de la defoliación y hasta que se genere una adecuada área foliar, proviene de los carbohidratos de reserva o carbohidratos no estructurales (azúcares, almidón y otros compuestos orgánicos), que son almacenados por la planta en las raíces y, en menor proporción, en la corona (Romero *et al.*, 1995). Estos compuestos son redistribuidos cuando las condiciones de crecimiento lo requieren. Conocer la función que ellos cumplen en los procesos de crecimiento es fundamental para entender la respuesta de la planta a las distintas prácticas de manejo. Los carbohidratos que conforman estas reservas son utilizados para iniciar el nuevo crecimiento de la planta después de cada pastoreo y sobrevivir a condiciones de estrés. Después de cada pastoreo, una vez removida la parte aérea, la alfalfa inicia el nuevo crecimiento desde los rebrotes basales,

movilizando esas reservas de energía almacenadas en las raíces y corona como lo muestra en la Fig. 2. Este proceso continúa hasta que el nuevo crecimiento alcanza 15 a 20 centímetros (momento en el que se da el mínimo de reservas en las plantas). En este punto el crecimiento vigoroso de los tallos y hojas producen suficiente energía para continuar con el crecimiento y comenzar nuevamente el almacenaje de reservas (Salinas, 2005).

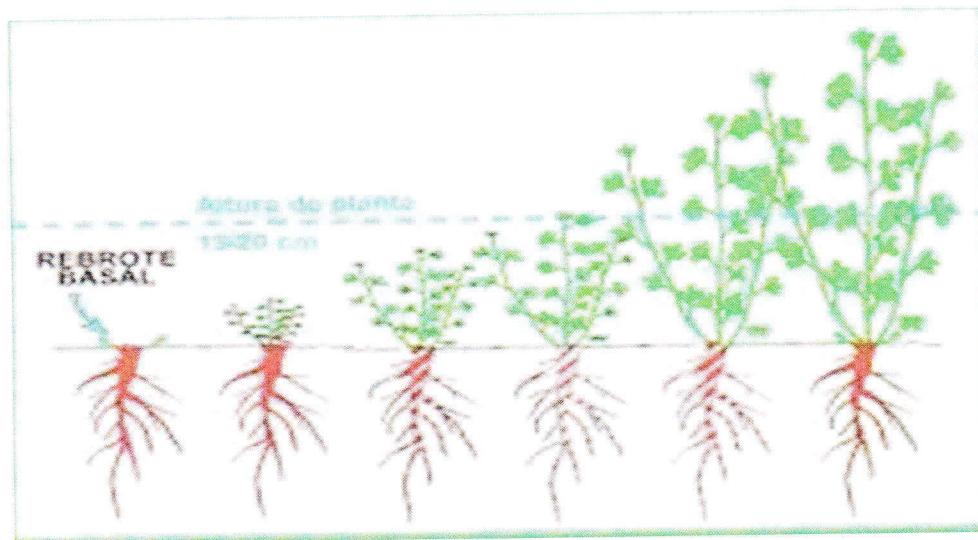


Fig. 2. Mecanismos de reserva de la planta (Salinas, 2005).

2.4. Relación hoja/tallo

La madurez de la planta es el factor que más la afecta morfológicamente y determina la calidad del forraje. La pérdida de la calidad de un forraje con la madurez es el resultado de la disminución de la relación hoja/tallo y de la disminución de la calidad de los componentes del tallo (Romero *et al.*, 1995). Podemos decir que la mayoría de plantas forrajeras reducen su porcentaje de hojas a medida que envejecen, y que los tallos son de menor calidad que las hojas. Sin embargo, esta generalización no es universal. La calidad de los tallos comparada a la de las hojas, depende de la función de su estructura y de cada especie en particular. La reducción en calidad esta

generalmente asociada a un incremento en la lignificación de los tejidos estructurales. En *Medicago sativa*, y especies arbustivas (browse species), los tallos son órganos estructurales y las hojas son órganos metabólicos. En algunas gramíneas a su vez, las hojas tienen una importante función estructural, por la lignificación de la vena central (Salinas 2005). Se sabe que las hojas tienen mayor valor nutritivo que los tallos. En consecuencia, cuanto mayor sea la proporción de éstas en relación a la cantidad de tallo, mayor será la calidad. La mayoría de los programas de mejoramiento por calidad forrajera no han seleccionado una mayor relación entre hoja/tallo. Por otro lado, al disminuir la proporción de tallos, sería esperable una disminución de los rendimientos totales de forraje; de todas formas, el rendimiento nutritivo final sería mayor. Las fracciones nutritivas más aprovechables (proteína, minerales e hidratos de carbono solubles) disminuyen su proporción al avanzar la madurez por la gradual disminución en el porcentaje de hojas. Los nutrientes de más dificultosa utilización (fibra cruda y lignina) se vuelven importantes hacia la madurez por el incremento en la proporción de tallos. Estos procesos simultáneos son los responsables de la variación de la digestibilidad al avanzar el ciclo vegetativo. En el estudio se evaluó la evolución de la producción de materia seca y la relación hoja/tallo (como un estimador de la calidad) de cultivos de alfalfa trifoliados y multifoliados con distinto grado de reposo durante el primer año de producción. Las evaluaciones se efectuaron en las cuatro estaciones del año y para tres estados de crecimiento (temprano, medio y tardío) los que fueron definidos según los días de rebrote y la época de crecimiento. Utilizaron parcelas de 5 m², realizándose los cortes a 5 cm de altura con una segadora mecánica. Se utilizó un diseño en bloques completamente al azar con mediciones repetidas en el tiempo de cortes. Se estimó la producción por hectárea a través del peso del material verde y se tomó una submuestra de cada parcela, la que se acondicionó para la estimación del % materia seca en estufa a 60° C durante 48 horas. Sobre un total de

20 tallos maduros se realizó la separación de hoja trifoliada y multifoliada y tallo y se secó en estufa hasta peso constante para obtener la relación hoja/tallo y la proporción de hojas. En las que encontró diferencias significativas en producción de materia seca (MS) y en la relación hoja/tallo, entre estaciones del año (dado por una diferente tasa de crecimiento de la especie) y entre cortes a los distintos momentos, además de una interacción entre estaciones y cortes (Romero, 1995).

2.5. Requerimientos climáticos y edáficos

Un normal desarrollo del cultivo de alfalfa para semilla se produce idealmente en áreas irrigadas, cálidas, áridas o semiáridas y con una larga estación de crecimiento. Estas condiciones son óptimas para la floración y polinización de la alfalfa y permiten una cosecha en tiempo. Inversamente, alta humedad relativa del aire y lluvias al momento de la floración reducen la producción de semilla. Sin embargo, por otro lado se consigna que la adquisición de recursos ambientales (luz, CO², temperatura y humedad), depende de la proporción de hojas, tallos y raíces de las plantas que mediante los procesos fisiológicos de fotosíntesis, absorción de agua y nutrimentos, crecimiento y desarrollo, determinan la productividad de las plantas. El mayor crecimiento, división y alargamiento celular. Por ello, las condiciones edafológicas de un ambiente particular, determinan los patrones de crecimiento estacional de las especies forrajeras predominantes; en igualdad de condiciones de manejo, las diferencias en producción total y estacional, dependerán de la especie y de su interacción con los elementos clima, tales como la precipitación, tasa de evaporación, temperatura, viento, horas e intensidad luminosa. Hay diversos factores determinan la magnitud del crecimiento de una pradera tales como las prácticas de fertilización, frecuencia y severidad de cosecha, crecimiento vegetativo y reproductivo de la planta, variedades utilizadas, tipo de suelo y clima. Se menciona que la capacidad que posee una pradera para producir

materia seca (MS), depende de la disponibilidad de nutrientes, agua y, principalmente, del grado de intercepción de la radiación solar por las hojas. Con el aumento en la cantidad de hojas, se tiene una mayor intercepción de luz, pero las hojas en los estratos inferiores reciben menor intensidad y calidad de luz, por lo que provocan la reducción del crecimiento o de la tasa de asimilación neta; por ello, el mayor rendimiento de los forrajes, coincide con el mayor índice de área foliar y la mayor masa foliar verde (Soto, *et al.*, 2004).

Las leguminosas y en particular la alfalfa, al realizar prácticas agronómicas como inoculación, enclado y fertilización, aumenta el rendimiento y se eleva el contenido de N y P en el follaje. Así también, lo registra López *et al.*, (2000), en su estudio consignan que el utilizar abonos orgánicos como fuente de nutrientes, ayudan a mejorar las propiedades físicas del suelo y por tanto se obtienen mayores rendimientos de materia seca. La semilla de alfalfa comienza a germinar a temperaturas de 2 a 3°C, siempre que los factores restantes (humedad, fertilizantes, etc.), no actúan como limitantes. La germinación es más rápida cuanto más alta sea la temperatura, hasta alcanzar el óptimo, aproximadamente, a los 28-30°C (Muslera y Ratera, 1991). Temperaturas por encima de los 38°C resultan ya letales para la joven plántula (Hanson, 1988; Duthill, 1989). Distintos son los requerimientos en temperaturas para la planta en crecimiento y producción forrajera como son registrados en el estudio realizado por Del Pozo (2003). Durante los meses fríos la alfalfa detiene su crecimiento. Al iniciarse la elevación de la temperatura, las cuales son propias de primavera y verano. La alfalfa, especialmente algunas variedades, toleran, sin dificultad, temperaturas tan bajas como los 10 y 15°C bajo cero. Con temperaturas medias alrededor de 15°C, la producción es ya importante. El óptimo se sitúa, según las variedades, en el intervalo entre 18 y 28°C (Del Pozo, 2003), en el caso de nuestro estudio esas estrategias las adaptaremos para nuestro experimento en



Colombia.

2.6. Requerimientos de agua

La alfalfa es considerada como planta resistente a la sequía. Naturalmente, la cantidad necesaria de agua para el debido desarrollo de la alfalfa depende de varias condiciones de clima (temperatura, humedad ambiental, viento etc. y suelo (Espinoza y Ramos, 2001).

En general, se considera que para producir un kg de MS por la planta de alfalfa se necesitan 700 a 800 kg de agua, mientras que los cereales de invierno (cebada y trigo) solamente precisan de 500 a 600, y el maíz y trigo de 300 a 350 kg (Del Pozo, 2003; Muslera y Ratera, 1991).

La limitación de agua restringe la producción de la alfalfa, pero no llega a frenar por completo su crecimiento; así también, la alfalfa es sensible a la inmersión, especialmente cuando se encuentra en periodo de crecimiento activo. Durante el invierno puede aún tolerar el encharcamiento por períodos reducidos (aproximadamente dos a tres días), si el tiempo se prolonga o se encuentra el cultivo en plena estación productiva, entonces los rendimientos descienden rápidamente, debido al alto porcentaje de plantas que mueren al no poder respirar las raíces (Del Pozo, 2003; Muslera y Ratera, 1991).

2.7. Suelos

La alfalfa es una planta cuyo valor óptimo de pH se sitúa en la zona de neutralidad, tolera mejor la alcalinidad que la acidez (Musiera y Ratera, 1991). Sin embargo, cuando la alcalinidad alcanza valores altos, la disponibilidad de ciertos elementos, tales como el fósforo, hierro, manganeso, boro y zinc, es reducida, llegando en algunos casos hasta límites inadecuados para la vida de la planta (Rodríguez, 1989). La salinidad en los suelos es consecuencia de distintas causas (Del Pozo, 2003):

- Al realizar riegos con mal drenaje, puede producirse acumulación de sales por dificultad de eliminación de las mismas. Según Espinoza y Ramos (2001), vemos que estos problemas se complican cuando se utiliza agua con altos niveles de sales, aunque sólo sea temporalmente.
- En condiciones de cierta aridez, cuando a la escasez de precipitación se une la intensa evapotranspiración. Las sales llevadas a la superficie por capilaridad no son obligadas a descender por lavado de las lluvias y la capa arable del terreno va elevando el contenido de sales.
- Por último, cuando la presencia de una capa de agua salada próxima a la superficie permite la ascensión de las sales por capilaridad.

El efecto que ocasiona la salinidad, es que limita la absorción de agua por la planta, probablemente por diferencias en la presión osmótica entre la raíz y las partes aéreas. El aumento de salinidad en el suelo produce disturbios en el equilibrio entre raíz y partes aéreas, y por ello, aquellas plantas con mayor desarrollo radical aparecen como más resistentes a la salinidad, ya que las raíces alcanzan niveles del suelo donde la salinidad no es ya tan extrema y resulta más tolerable (Del Pozo, 2003). La acidez es probablemente uno de los factores que resultan de mayor trascendencia en la limitación al área de cultivo de la alfalfa en todo el mundo. El pH óptimo para el cultivo de la alfalfa sería de 7,2 (Musiera y Ratera, 1991), siendo necesario recurrir a encalados siempre que se estuviera por debajo de 6,8 (Soto *et al.*, 2004). La acidez del terreno determina fundamentalmente:

a) La nodulación y, consecuentemente, la nutrición nitrogenada de la planta, b) La utilización del ion calcio y c) La absorción de los iones aluminio y manganeso, con los posibles efectos tóxicos que ocasiona un exceso de los mismos (Del Pozo, 2003). El *Rhizobium meliloti*, es la

bacteria nodulante en la alfalfa, es una especie neutrófila que no se reproduce con pH inferior a 5 (Soto *et al.*, 2004). Para pH inferiores a 6 conviene encalar los suelos, cuando menos, cada dos años, con el objetivo de prolongar la vida del cultivo (Espinoza y Ramos, 2001).

2.8. Drenaje del suelo

La alfalfa se desarrolla óptimamente en suelos profundos y bien drenados. Cuando existen encharcamientos por períodos prolongados, las raíces mueren lentamente por asfixia, lo cual puede evitarse con un buen trazo de riego que permita una distribución uniforme del agua en el terreno. Paralelamente, los excesos de humedad traen consigo la acumulación de sales en los horizontes superiores del suelo. La alfalfa prefiere los suelos profundos, donde encuentra espacios suficientes para extender y desarrollar sus abundantes raíces. Se ha determinado que la profundidad del suelo tiene un efecto directo sobre el rendimiento de esta especie forrajera, siendo inversamente proporcional, esto es que, a menores profundidades del suelo el rendimiento de la alfalfa es menor. De esta forma, para lograr buenas producciones, se deben seleccionar suelos de profundidad igual o superior a 40 cm (Espinoza y Ramos, 2001). Cuando el suelo tiene dificultades de drenaje, el agua se estanca, expulsando el aire de los poros del mismo y empobreciéndose paulatinamente el oxígeno. Las raíces, ante la falta del oxígeno, se asfixian. Si el drenaje mejora, el agua de riego o lluvia se renueva con frecuencia en el suelo y ella trae disuelto el oxígeno, puesto de esta manera al alcance de las raíces de la planta (Del Pozo, 2003).

2.9. Aporte nutricional de la alfalfa

Tablada (2002), nos dice que la alfalfa es una leguminosa muy apetecida por el ganado vacuno, caballar, ovino y especies menores como cuyes y conejos, sea como forraje verde, heno y bajo forma de harina (alfarina). Se utiliza sola o en mezcla con otras gramíneas y

leguminosas. En la sierra es común su cultivo para expendio en verde en las ferias de pueblos y ciudades. Su aporte nutricional es:

Tabla 1. Valor nutricional de la alfalfa (*Medicago sativa*) según estados fenológicos.

Estado fenológico	PC (%)	EM (Mcal)	FC (%)	Ca (%)	P (%)	Digestib. (%)
Pre botón floral	> 20	2.56	22.3	2.00	0.38	> 65
Botón floral	19 - 20	2.32	23.4	2.00	0.38	62 – 65
10 % floración	16 - 19	2.24	25.2	1.82	0.32	58 – 61
50 % floración	13 - 16	2.20	25.8	1.74	0.32	56 – 57
100 % floración	< 13	2.18	27.2	1.68	0.32	53 – 55

Fuente: Tablada (2002).

2.10. Trabajos de tesis en alfalfa

En un trabajo de tesis que se realizó en la estación experimental INIA Baños del Inca Cajamarca con el objetivo de evaluar nuevas variedades de alfalfa (REBOUND, WL-625-HQ, ALFALFA 440, WL-350-HQ y WL-330-HQ). Los datos fueron analizados bajo el diseño completamente randomizado. Se encontró diferencia altamente significativa para las comparaciones de número de plantas, REBOUND (66,1 plantas/m²), WL-625-HQ (69,2 plantas/m²), ALFALFA 440 (63,2 plantas/m²), WL-350-HQ (64,4 plantas/m²) y WL-330-HQ (63,9 plantas/m²), número de macollos, REBOUND (11,3 macollos/plantas), WL-625-HQ (12,17 macollos/plantas), ALFALFA 440 (10,83 macollos/plantas), WL-350-HQ (10,80 macollos/plantas) y WL-330-HQ (11,33 macollos/plantas) y altura de planta a los 50 días del corte anterior, REBOUND (31,4 cm), WL-625-HQ (47,4 cm), ALFALFA 440 (44,8 cm), WL-350-HQ (29,5 cm) y WL-330-HQ (41,33 cm); la variedad

WL-625-HQ es la que superó a la demás variedades (REBOUND, WL-625-HQ, ALFALFA 440, WL-350-HQ y WL-330HQ). En cuanto al rendimiento de forraje verde y materia seca no se encontró diferencia significativa para las comparaciones de alfalfa de mayor dormancia con la otras de menor dormancia por lo que el factor dormancia, no produjo ningún efecto en el rendimiento de forraje verde, situación que permite inferir que todas las variedades son una potencial alternativa de utilización para la provincia de Cajamarca. Dichas variaciones estuvieron correlacionadas con las variaciones climáticas o medios ambientales como presencia de variaciones climáticas o medio ambientales como presencia de variaciones fuertes de temperaturas, presencia de heladas y deficiencia de disponibilidad de riego. Se concluye que en cuanto al rendimiento de forraje verde y materia seca, la variedad WL-625-HQ presentó los mejores rendimiento en todos los cortes (Tingal Huatay Jhenny, 2015).

En un trabajo de Tesis comparativo de siete variedades de alfalfa durante cuatro cortes en la zona de Yatún, de la provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca, se encontró que, los rendimientos de forraje verde en el primer corte sobresalen los genotipos California 55 (7,891 tm/ha o 0.789 kg/m²) y Alabama 550 (7,575 tm/ha o 0.757 kg/m²), seguidas por Alabama 350 (6,375 tm/ha o 0.637 kg/m²), Moapa (6,320 tm/ha o 0.632 kg/m²), Monsefú (5,875 tm/ha o 0,587 kg/m²), Pallasquina y CUF 101 (5,250 tm/ha o 0,525 kg/m²). En el segundo corte el mayor rendimiento lo tuvo California 55 (9,338 tm/ha o 0,933 kg/m²), seguida de Alabama 550 (8,663 tm/ha o 0,866 kg/m²), Alabama 350 (8,250 tm/ha o 0,825 kg/m²), Monsefú (8,071 o 0,807 kg/m²), Moapa (7,438 tm/ha o 0,743 kg/m²), CUF 101 (7,3 tm/ha o 0,730 kg/m²) y Pallasquina (6,563 tm/ha o 0.656 kg/m²). En cuanto a la altura de planta de Alabama 350, Alabama 550, Moapa, CUF 101, California 55, Monsefú y Pallasquina (testigo) fue 50,65, 52,34, 57,84, 57,64, 57,61, 56,25, 62,08 cm, respectivamente, no encontrándose diferencias

estadísticas significativas entre variedades. Considerando la altura promedio de planta de los cuatro cortes; la variedad CUF 101 alcanzó la mayor altura (72,1 cm), seguida por Moapa (70,5 cm), Pallasquina (69,4 cm), California 55 (68,3 cm), Monsefú (65,4 cm), Alabama 550 (65,1 cm) y Alabama 350 (59,1 cm) (Hoyos, 2007).

En otro trabajo de tesis con diversas variedades de alfalfa conducido en Cutervo, departamento de Cajamarca, encontró diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) en el rendimiento promedio de forraje verde de cuatro cortes de los genotipos evaluados. Se observó que para el corte de instalación, sobresalen los genotipos California 55 (9,400 tm/ha/corte o 0,940 kg/m²), Alabama 550 (8,675 tm/ha/corte o 0,867 kg/m²); con respecto a los genotipos, Alabama 350 (6,375 tm/ha/corte o 0,637 kg/m²), Moapa (8,275 tm/ha/corte o 0,687 kg/m²), CUF 101 (7,3 tm/ha/corte o 0,730 kg/m²), Monsefú (6,875 tm/ha/corte o 0,687 kg/m²), Pallasquina (7,45 tm/ha/corte o 0,745 kg/m²). No se encontró diferencias estadísticas significativas en cuanto a materia seca (MS) que en promedio fue del 20%, proteína cruda (PC) con 21% en promedio, cenizas 0,27%, extracto etéreo (EE) 2,4 %, fibra cruda (FC) 5,8 % y fibra neutro detergente (FDN) 42%; pero sí hubo diferencias estadísticas significativas en los diversos genotipos en cuanto a fibra ácido detergente (FDA) (Vargas, 2008).

Otro trabajo de tesis, sobre caracterización agronómica al establecimiento de gramíneas y leguminosas (alfalfa) forrajeras perennes introducidas al país en el poblado de Tinquercasa, de la Comunidad de Chopccas, ubicada a 3,600 msnm, situada en el distrito de Paucará, Provincia de Acobamba, Región Huancavelica. En cuanto a la altura de planta de 64,33 cm, 59,66cm y 56,33 cm para las variedades Beacon, WL 625 Hq y California 55, respectivamente. En cuanto al número de tallos por planta, California 55, WL Beacon y WL 625 Hq, tuvieron 11,66, 11,0 y 9,66 tallos por planta, respectivamente. Para el caso de las variedades de dormancia 4 se encontraron alturas



de planta de 64,35 cm, 57 cm y 46,67 cm para las variedades Rebound, Joya y AGP WL 350, respectivamente. En cuanto al número de tallos por planta, Joya, Rebound y AGP WL 350 tuvieron 10,66, 10,00 y 8,66 tallos por planta, respectivamente, no encontrándose diferencias significativas entre estas variedades en las diferentes características mencionadas (Noli *et al.*, 2012).



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización

El presente trabajo de investigación se realizó en el Fundo Tartar, perteneciente a la Universidad Nacional de Cajamarca, ubicado en el distrito de Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca, lugar que cuenta con las siguientes características geográficas y meteorológicas^{1*}:

Altitud	:	2 676 msnm
Latitud Sur	:	7° 08'
Longitud Oeste	:	78° 29'
Temperatura Promedio Anual	:	15,5°C
Temperatura Máxima Promedio	:	22° C
Temperatura Mínima Promedio	:	07° C
Precipitación Pluvial Promedio Anual	:	650 - 700 mm
Humedad Relativa Media Anual	:	70 %
Radiación Global	:	450 Long/día
Insolación Promedio Anual	:	6,0 horas de sol

¹ Fuente: SENAMHI del Departamento de Cajamarca (2017).

3.2. Materiales

3.2.1. Parcelas de experimento

Las parcelas tuvieron una extensión de 5 x 4 m². Cada variedad tuvo tres repeticiones, haciendo un total de 12 parcelas en 240 m².

3.2.2. Variedades de semilla

- Beacon
- California 55
- Moapa
- Cuf 101

3.3. Metodología

3.3.1. Preparación y análisis del terreno

La preparación del terreno se hizo con tractor agrícola, realizando dos araduras cruzadas, dos pasadas de rastra para dejar bien mullido el terreno y luego la preparación de melgas que fue en forma manual utilizando para el efecto rastrillo. El área de terreno es de 3000 m² siendo un terreno plano y bajo riego.

3.3.2. Siembra

La siembra se realizó al voleo para todos los tratamientos y se utilizó una densidad de siembra de 30 kg/ha. La fecha de siembra fue en setiembre del 2018, previo riego por inundación de toda la extensión. Las semillas a sembrar fueron: alfalfa moapa, alfalfa california 55, alfalfa beacon y alfalfa tipo Cup 101.

3.3.3. Labores Culturales

Se realizaron riegos de acuerdo a las necesidades de la planta, así mismo se efectuó labores de deshierbo en forma manual.

3.3.4. Variables a evaluar

- Producción de forraje verde por m² .
- Producción de materia seca (MS) por m².
- Altura de planta.
- Composición química:
 - ✦ Proteína.
 - ✦ Energía Metabolizable calculada (Mcal/kg MS).
 - ✦ Fibra Cruda (FC).
 - ✦ Fibra Detergente Neutro (FDN).

3.3.5. Método de medición de las variables

Variables	Método
Producción en base a materia fresca	Peso promedio por m ²
Producción en base a materia seca	Liofilización
Proteína	Kjendahl
Energía Bruta	Mediante fórmula
FDN	Van Soest

Para medir la producción de alfalfa en Base a Materia Fresca de cada variedad de alfalfa, se cortó un metro cuadrado de cada repetición; del peso total de las tres repeticiones se obtuvo el promedio por metro cuadrado y luego se tomó 200 g de cada variedad para determinar la Materia Seca y luego enviarla al laboratorio para analizar el resto de variables.

3.3.6. Análisis estadístico de los datos

El presente trabajo de investigación se ajustó a un análisis estadístico de Variancia.

3.3.7. Duración el experimento. El presente trabajo de investigación tuvo una duración aproximada de seis meses.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Del rendimiento en Base a Materia Fresca (BMF) y Base a Materia Seca (BMS) de cuatro variedades de alfalfa.

Tabla 2. Rendimiento promedio de cuatro variedades de alfalfa al inicio de floración en BMF y BMS (Kg /m²).

Variedad de alfalfa	Kg BMF/m ²	Kg BMS/m ²
Cuf 101	1,78 c	0,37 c
Moapa	1,80 c	0,38 c
Beacon	1,84 b	0,40 b
California 55	2,01 a	0,44 a

Medias con una letra en común son significativamente iguales ($p > 0.05$).

En la Tabla 2, se puede apreciar que, la alfalfa de variedad California 55, es la que muestra mejor rendimiento tanto en BMF como en BMS (2,01 y 0,44 kg/m²), seguido de la alfalfa variedad Beacon (1,84 y 0,40 kg/m²), luego la alfalfa variedad Moapa (1,80 y 0,38 kg/m²) y por último la alfalfa de variedad Cuf 101 (1,78 y 0,37 kg/m²).

4.2. Del rendimiento promedio por corte de las variedades de alfalfa

Tabla 3. Rendimiento promedio por corte (Kg MS/m²) de las cuatro variedades de alfalfa al inicio de floración

N° de corte de las 4 variedades	Promedio Kg BMF/m ²	Promedio Kg BMS/m ²
1	1,77 c	0,37c
2	1,86 b	0,39 b
3	1,94 a	0,43 a
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)		

En la Tabla 3, se observa que en el tercer corte de las cuatro variedades de alfalfa hay mayor producción tanto en BMF como en BMS (1,94 y 0,43 kg/m²), siendo menor en el Segundo corte y mucho menor en el primer corte (corte de limpia), en donde se observa la presencia de malezas en buen porcentaje.

4.3. Del rendimiento de cada variedad de alfalfa por corte

Tabla 4. Rendimiento promedio por corte y variedades de alfalfa al inicio de la floración en BMF y BMS (Kg/m²)

N° Cortes	CUF 101		MOAPA		BEACON		CALIFORNIA 55	
	BMF	BMS	BMF	BMS	BMF	BMS	BMF	BMS
1	1,73 c	0,346	1,72 c	0,344	1,74 c	0,348	1,89 c	0,378
2	1,80 b	0,360	1,80 b	0,360	1,85 b	0,370	1,99 b	0,418
3	1,81 a	0,362	1,81 a	0,362	1,95 a	0,390	2,15 a	0,450
Promedio	1,78	0,356	1,77	0,355	1,84	0,369	2,01	0,415
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05; Duncan).								

En la Tabla 4, podemos apreciar que, en cada una de las variedades de alfalfa, se va incrementando por corte, el rendimiento tanto en BMF como en BMS de alfalfa por metro cuadrado, siendo la variedad de alfalfa California 55, la que mejor rendimiento tuvo al tercer corte comparado con las otras variedades.

4.4. De la altura promedio de los tres cortes por variedad de alfalfa

Tabla 5. Altura promedio (cm) de los tres cortes de cuatro variedades de alfalfa al inicio de floración

Variedad de alfalfa	Altura promedio (cm)
Cuf 101	70,11 c
Moapa	70,33 c
Beacon	75,89 b
California 55	81,67 a
Medias con una letra común son significativamente iguales ($p > 0.05$).	

Se puede apreciar en la Tabla 5, que la variedad de alfalfa California 55, es la que obtiene mayor altura (81,67 cm), seguido de la alfalfa variedad Beacon (75,89 cm), luego la alfalfa variedad Moapa (70,33 cm) y por último la variedad Cuf 101 (70,11 cm).

4.5. De la altura promedio por corte y variedad de alfalfa

Tabla 6. Altura promedio por corte (cm) según variedad de alfalfa al inicio de la floración.

N° Cortes	CUF 101	MOAPA	BEACON	CALIFORNIA 55
1	64 c	69,33 b	63,33 c	74,00 a
2	71,67 c	76,67 b	71,67 c	83,33 a
3	74,67 d	81,67 b	79,00 c	87,67 a
Promedio	70,11	75,89	71,33	81,67
Medias con una letra común son significativamente iguales ($p > 0.05$).				

En la Tabla 6, se puede apreciar que todas las cuatro variedades de alfalfa muestran un crecimiento ascendente en cada uno de los tres cortes, destacando la variedad de alfalfa California 55, la que muestra mayor altura en el tercer corte.

4.6. De la composición química de las variedades de alfalfa

Tabla 7. Resultado del aporte nutricional de las variedades de alfalfa

Alfalfa	Materia seca (%))	Proteína cruda (%))	Energía metabolizable (Mcal)	Fibra cruda (%))	Fibra detergente neutro (FDN %)
Cuf 101	20,30	19,00	2,80	5,80	48,00
Moapa	21,00	20,20	2,74	6,10	51,00
Beacon	21,45	20,65	2,50	6,20	51,30
California 55	21,20	20,70	2,82	6,00	52,00
Promedio	21,00	20,14	2,71	6,02	50,57

En la Tabla 7, se aprecia valores muy cercanos de materia seca entre variedades de alfalfa, de igual forma la proteína cruda; sin embargo, en la energía metabolizable, la alfalfa de variedad Beacon registra un valor menor (2,50 Mcal) en comparación con las otras tres variedades que si muestran valores muy cercanos. En cuanto a la fibra cruda y fibra detergente neutro, los valores son muy cercanos entre variedades de alfalfa.



CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1. Del rendimiento promedio en BMF y BMS de las variedades de alfalfa

En base a los resultados de nuestra investigación, se obtuvo promedios expresados en kg/m² de alfalfa en BMF de 1,78, 1,80, 1,84 y 2,01 para las variedades Cuf 101, Moapa, Beacon y California 55, respectivamente; siendo la variedad California 55 la que mejor rendimiento obtuvo por metro cuadrado. En diversos ensayos, la variedad California 55, ha demostrado un mayor potencial productivo, obteniéndose rendimientos que pueden sobrepasar las 30 toneladas de MS/ha en el segundo año de producción con 7-8 cortes por año (Rivas *et al.*, 2005). Al comparar nuestros resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación con lo reportado por Vargas (2008) quien obtiene 0,940 kg/m² para la variedad California 55 en BMF, el nuestro es mayor con 2,01 kg/m², inclusive las variedades Cuf 101, Moapa y Beacon superan al resultado obtenido por Vargas (2008).

5.2. De la altura promedio de los tres cortes por variedad de alfalfa

En nuestros resultados obtenidos de altura de planta en tres cortes, se obtiene 70,11 cm para la variedad Cuf 101, 70,33 cm para la variedad Moapa, 75,89 cm para la variedad Beacon y 81,67 cm para la variedad California 55, destacando la variedad California 55. Nuestros resultados son mejores con lo reportado por Hoyos 2007, quien reporta alturas de 57,64, 57,84, 64,33 y 57,61 cm de altura para las variedades de alfalfa Cuf 101, Moapa, Beacon y California 55, respectivamente. Asimismo, al comparar la altura de la variedad California 55 reportada por (Noli 2012), quien reporta 56,33 cm, es menor a la obtenida en nuestro

ensayo que fue de 81,67. Esta mayor altura de planta en las variedades de nuestro trabajo de investigación se debe a que después de cada corte se aplicó compos de bovino que se prepara en dicho hato lechero, que aporta nutrientes al suelo y por añadidura a la planta.

5.3. De la composición química de las variedades de alfalfa

✦ De la materia seca

Los rangos de materia seca del presente estudio de las cuatro variedades estudiadas, fueron entre 20,30 y 21,20 %, apreciándose que muestran valores muy cercanos, comparados con el promedio obtenido por (Vargas, 2008) para estas mismas variedades que fue de 20% de MS, lo que indica que fueron evaluadas en la misma etapa de crecimiento (inicio de floración).

5.4. De la proteína cruda

El aporte de proteína de las cuatro variedades de alfalfa estudiadas estuvo en el rango de 19,00 a 20,70% por kg de M.S., los cuales son muy cercanos a lo reportado por (Vargas, 2008), quién obtiene en promedio 21% de proteína cruda para las mismas variedades de alfalfa, sin embargo, la literatura reporta rangos de proteína cruda entre 18 a 25 %.

5.5. De la energía metabolizable

La energía metabolizable más baja obtenida en nuestro ensayo fue de 2,50 Mcal/kg de M.S. para la variedad Beacon, seguido de la Moapa con 2,74 Mcal, en tercer lugar la Cuf 101 con 2,80 Mcal y la más alta fue de 2,80 Mcal/kg de M.S. para la variedad California 55. Al comparar estas energías metabolizables con las reportadas con (Tablada, 2002) que obtuvo en promedio 2,52 Mcal/kg de M.S. para estas mismas variedades de alfalfa, las nuestras son mejores, debido a que fueron abonadas después de cada corte.

5.6. De la fibra cruda

Los resultados obtenidos de fibra cruda de las cuatro variedades de alfalfa estudiadas en nuestro ensayo fueron de 5,80, 6,10, 6,20 y 6,00 % para Cuf 101, Moapa, Beacon y California 55, respectivamente; las que al compararlas con el promedio de fibra cruda reportado por (Vargas, 2008) de 5,8% para estas mismas variedades, es muy cercano, lo que indica que fueron cortadas en el mismo periodo fenológico (inicio de floración).

5.7. De la fibra detergente neutral (FDN)

El aporte de FDN de las cuatro variedades de alfalfa estudiadas en nuestro ensayo fueron de 48,00, 51,00, 51,30 y 52,00 % para Cuf 101, Moapa, Beacon y California 55, respectivamente; las que al compararlas con el promedio de FDN reportado por (Vargas, 2008) de 43,00 % para estas mismas variedades, es menor, lo que indica que la FDN obtenida en las variedades de alfalfa de nuestro ensayo es mejor por mayor aporte de carbohidratos estructurales solubles (Celulosa y Hemicelulosa) y bajo nivel de lignina.



CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en la presente investigación, se presentan las siguientes conclusiones:

- 6.1. Se ha logrado un buen aporte productivo tanto en BMF como en BMS por metro cuadrado de las cuatro variedades de alfalfa.
- 6.2. Se obtuvo buena altura de planta, destacando la variedad California 55.
- 6.3. En cuanto al aporte nutricional, destaca la energía metabolizable de las variedades Cuf 101, Moapa y California 55.



CAPÍTULO VII

REFERENCIAS

Espinoza, C.J.M. y Ramos, G.J.L. 2001. El cultivo de alfalfa y su tecnología de manejo. Folleto para productores. No. 22. Fundación Produce de Aguascalientes e INIFAP. Campo Experimental Pabellón. CIRNOC-INIFAP. Pp. 11 inifap@codagea.edoags.gob.mx

Del Pozo, I. 1983. Características agrometeorológicas del cultivo de alfalfa. Revista Técnica Pecuaria en México. 56 (2) 127-132.

Hoyos, Pérez L. 2007. Rendimiento, atributos agronómicos y su composición química de siete genotipos de alfalfa (*Medicago sativa*) en Yatun, Cutervo, Cajamarca. Tesis. Facultad de Ingeniería Zootecnia. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Perú. Pp. 27 – 39.

Jhenny Tingal Huatay 2015. “Evaluación de leguminosas en la región de Cajamarca – Baños del Inca”. Tesis para obtener el título de Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias. Universidad Nacional de Cajamarca. Perú.

López, M. J. D., Gutiérrez, P. G. y Berúmen, P. S. 2000. Labranza de conservación usando coberturas de abono orgánico en alfalfa. Revista TERRA. Vol. 18. No. 2. pp.161 – 171.

Morales, A.J., Jiménez, V.J.L., Velasco, V.V.A., Villegas, A.Y., Enríquez, del V.J.R. y Hernández-Garay, A. 2006a. Evaluación de 14 variedades de alfalfa con fertirriego en la mixteca de Oaxaca. Técnica Pecuaria en México. 44(3):277-288.

Muslera, P.E. y Ratera, C. 1991. Praderas y Forrajes, Producción y Aprovechamiento. 2a Edición. Ediciones Mundi - Prensa. Madrid, España. 674 p.

Nolí Hinostroza, C., Bojorquez, R., Custodio y Ordoñez Flores Hugo.

2006. Caracterización del cultivo de alfalfa con dormancia 9 en época seca en la sierra central del Perú. Artículo de la biblioteca virtual del INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA. (<http://bibliotecavirtual.inia.gob.pe>)

Rivas, M.A., López, Cándido, Castañeda, Hernández Alfonso, Garay, Pérez, Jorge. 2005. Effect of three harvest systems on the productive performance of five commercial alfalfa (*Medicago sativa* L) varieties.

Romero, Néstor, Comerón, Eduardo A. y Ustarroz, Enrique. 1995. La Alfalfa en la Argentina, INTA Cuyo, 150-170. Manejo y Utilización De La Alfalfa.

Salinas, C.S. 2005. Pasado, presente y futuro de la alfalfa en México. Ficha técnica de Semillas Berenten, S. A. de C. V. Departamento de investigación y desarrollo. www.sebesa.com.mx

Soto, O.P., Jahn, B.E. Velasco, H.R. y Arredondo, S.S. 2004. Especies leguminosas forrajeras para corte en suelos arcillosos de mal drenaje. Agricultura Técnica. Vol. 65 No. 2. pp 157-164.

Tablada, A.Y. 2002. Aporte nutricional de una pradera de alfalfa a diferentes frecuencias de pastoreo con borregos. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco. Edo. de México. 76 p.

Tingal Huatay Jhenny. 2015: "Evaluación de leguminosas en la región de Cajamarca – Baños del Inca". Tesis para obtener el título de Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias. Universidad Nacional de Cajamarca. Perú.

Vargas, B.B.F. 2008. Evaluación de atributos agronómicos y composición química de siete genotipos de alfalfa (*Medicago Sativa*) al corte de instalación en Yatun, Cutervo, Cajamarca. Tesis. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque, Perú.



ANEXO

Anexo 1. Análisis de varianza de factorial de 4*3 (variedad * corte) del rendimiento de alfalfa (kg ms/m²)

Variable	N	R ²	R ² Aj.	CV%
Kg MS/m ²	36	0,89	0,84	2,78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	0,51	11	0,05	17,45	<0,0001
Variedad	0,30	3	0,10	37,40	<0,0001
Corte	0,18	2	0,09	33,80	<0,0001
Variedad*Corte	0,03	6	0,01	2,02	0,1022
Error	0,06	24	2,7E-03		
Total	0,58	35			

Anexo 2. Análisis de varianza de factorial de 4*3 (variedad * corte) del rendimiento de altura (cm) de la alfalfa

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura (cm)	36	0,92	0,89	3,33

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	1763,00	11	160,27	25,99	<0,0001
Variedad	809,22	3	269,74	43,74	<0,0001
Corte	944,7	2	472,33	76,59	<0,0001
Variedad*Corte	9,11	6	1,52	0,25	0,9561
Error	148,00	24	6,17		
Total	1911,00	35			



RESULTADOS DE ANÁLISIS DE ALFALFA

Variedad de alfalfa	% de Materia seca	% de Proteína cruda	Energía Metabolizable (Mcal)	Fibra cruda %	Fibra Detergente Neutro (FDN %)
Cuf 101	20.30	19.00	2.80	19.20	48.00
Moapa	21.00	20.20	2.74	22.10	51.00
Vicon	21.45	20.65	2.50	21.20	51.30
California 55	21.20	20.70	2.82	22.00	52.00

RESULTADOS DE ANÁLISIS DEL RYE GRASS MÁS TRÉBOL

Forraje	% de Materia seca	% de Proteína cruda	Energía Metabolizable (Mcal)	Fibra cruda %	Fibra Detergente Neutro (FDN %)
Rye grass + Trébol	22.00	18.00	2.60	18.00	40.00

Piura, 21 de Febrero del 2019

M.V. Luis E. Avatoc Torres

Amanda Ivon Oanta Moreno
MEDICO VETERINARIO
CMVP 5393

AV. RICHARD CUSHING 203
URB. CLUB GRAU - PIURA
(Costado de la Escuela del Chef)

968480015
983569858