

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS PECUARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA



TESIS

**“RENDIMIENTO PRODUCTIVO Y VALOR NUTRICIONAL DE
CUATRO VARIEDADES DE ALFALFA (*Medicago sativa*) EN LA
VIÑA – MAGDALENA – CAJAMARCA”**

Para optar el Título Profesional de:
INGENIERO ZOOTECNISTA

**PRESENTADO POR LA BACHILLER:
RODRIGUEZ CARRERA ELIANY REBECA**

**ASESOR
DR. ROY ROGER FLORIÁN LESCOANO**

**CO – ASESOR
Ing. M. Cs WILLIAM LEONCIO CARRAZCO CHILÓN**

CAJAMARCA – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

"Norte de la Universidad Peruana"
Fundada por Ley 14015 del 13 de febrero de 1962

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS PECUARIAS
Ciudad Universitaria 2J-Anexos IIIO



CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:

..... Elsany Rebeca Rodriguez Carrera

DNI: 6.2195974

Escuela Profesional/Unidad UNC:

..... Escuela Académico Profesional de Ingeniería Zootecnista

2. Asesor:

..... Dr. Roy Roger Florian Lescano

Facultad/Unidad UNC:

..... Ingeniería en Ciencias Pecuarias

3. Grado académico o título profesional

Bachiller Título profesional Segunda especialidad

Maestro Doctor

4. Tipo de Investigación:

Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional

Trabajo académico

5. Título de Trabajo de Investigación:

..... Rendimiento Productivo y Valor Nutricional de
..... Cuatro Variedades de Alfalfa (Medicago Sativa) En
..... La Viña - Magdalena - Cajamarca

6. Fecha de evaluación: 02 / 07 / 2024

7. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)

8. Porcentaje de Informe de Similitud: 6%

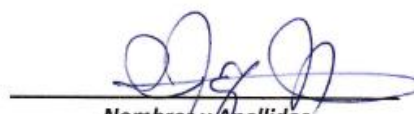
9. Código Documento: 010 : 3117 : 371353949

10. Resultado de la Evaluación de Similitud:

APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 12 / 08 / 2024

Firma y/o Sello
Emisor Constancia



Nombres y Apellidos

DNI: 26620855

Dr. Roy Roger Florian Lescano

**“RENDIMIENTO PRODUCTIVO Y VALOR NUTRICIONAL DE CUATRO
VARIEDADES DE ALFALFA (*Medicago sativa* L.) EN LA VIÑA –
MAGDALENA – CAJAMARCA”**

DEDICATORIA

A mi Papá, te fuiste muy rápido mi “negro”, no pudiste ser partícipe de todo lo que se está logrando, pero sé que estarías muy orgulloso de mi.

A mi Mamá, gracias mi “Chave” por el apoyo incondicional por las fuerzas que me das diariamente para seguir luchando y que todo esto no se hubiera logrado si no fuese por ti.

A mi hermano, por siempre estar apoyándome en todo momento.

A mi Flavia, gracias hija por las fuerzas que me das diariamente para continuar.

A mi familia en general por ser el apoyo en todo este proceso.

A mis amigos, por estar presentes en esta etapa importante. Juntos hemos compartidos desafíos, celebrando éxitos y creando recuerdos inolvidables.

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios por haberme bendecido este largo camino de formación académica.

A mis tutores por haberme guiado con sus conocimientos durante todo este proceso, Al Doctor Roy Florian Lescano, Ing. M. Cs William Leoncio Carrazco Chilón y ser de apoyo en toda mi vida universitaria brindándome su amistad.

Y también agradecer al Ing. M.Cs. Álvarez García Wuesley, quien con sus conocimientos colaboró adecuadamente para la culminación de esta investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	11
ABSTRACT	12
CAPÍTULO I	13
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	13
1.1. Planteamiento del Problema	13
1.2. Formulación del Problema	14
1.3. Justificación e Importancia	14
CAPÍTULO II	15
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	15
2.1. Objetivo de la investigación	15
2.2. Hipótesis de Investigación.....	15
CAPÍTULO III	17
REVISIÓN DE LITERATURA	17
3.1. Antecedentes de la Investigación	17
3.2. Bases teóricas.....	21
CAPÍTULO IV	32
MATERIALES Y MÉTODOS	32
4.1. Ubicación del experimento	32
4.2. Características fisicoquímicas del suelo	33
4.3. Materiales y equipos	34
4.4. Metodología	35
4.5. Diseño experimental.....	35
4.6. Análisis estadístico	38
CAPÍTULO V	39
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
5.1. Características de la planta.....	39
5.2. Resultados correspondientes al rendimiento de forraje	40
5.3. Valor nutricional	44

CAPÍTULO VI.....	47
CONCLUSIONES.....	47
CAPÍTULO VI.....	48
RECOMENDACIONES	48
LISTA DE REFERENCIAS	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la alfalfa (<i>Medicago sativa</i>).....	22
Tabla 2. Valor nutritivo de la alfalfa (<i>Medicago sativa</i>).	28
Tabla 3. Composición química del estiércol de cuy.....	31
Tabla 4. Características de la fertilidad de suelo experimental.	33
Tabla 5. Medianas de número de plantas y promedios de altura de planta de cuatro variedades de alfalfa.	39
Tabla 6. Rendimiento de forraje verde por día (kg/ha/día), corte (kg/ha/corte) y años (kg/ha/año).	40
Tabla 7. Porcentaje de materia seca.....	41
Tabla 8. Rendimiento de materia seca por día (kg/ha/día), corte (kg/ha/corte) y años (kg/ha/año).	42
Tabla 9. Valor nutricional de las 4 variedades de alfalfa.	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del experimento, y distribución de bloques..... 33

Figura 2. Distribución de las parcelas. 36

RESUMEN

El presente trabajo de investigación denominado “Rendimiento productivo y valor nutricional de cuatro variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en la Viña – Magdalena – Cajamarca”, llevado a cabo en el año 2021, tuvo como objetivo determinar el rendimiento productivo y el valor nutricional de estas cuatro variedades de Alfalfa; (Andina 6, Alfa Master, Alfa plus y Super Sonic). Para ello se trabajó con cuatro tratamientos en un área determinada en las que se sembraron las diferentes variedades. Una vez obtenidos los cultivos, se evaluó la altura de las plantas, el rendimiento productivo en forraje verde y en materia seca; así como, el porcentaje de proteína, el porcentaje de fibra, el porcentaje de EE, el porcentaje de ELN. Los resultados mostraron que la variedad Alfa Plus, presentó una mayor altura con 23.5 cm.

La variedad con mayor rendimiento productivo en materia verde fue la variedad Super Sonic (161106.81 kg/ha/año); y con respecto a materia seca, la variedad que mayor rendimiento productivo presentó fue la variedad Alfa Máster (30884.07 kg/ha/año). En cuanto al valor nutritivo, la variedad Alfa Plus presentó mayor porcentaje de proteína y fibra (19.99 %), por otro lado, la variedad Andina 6 y Alfa plus presentaron mayor cantidad de EE y ELN. En conclusión, es importante reconocer que factores como el clima, el manejo agronómico, la elección de la variedad y la adopción de tecnologías modernas influyen en la productividad de la alfalfa; por lo tanto, los agricultores deberían considerar estos factores para optimizar el rendimiento de la alfalfa y con ello asegurar un suministro constante de alimento de alta calidad.

Palabras clave: Rendimiento productivo, Alfalfa, Proteína.

ABSTRACT

The present research work called “Productive yield and nutritional value of four varieties of alfalfa (*Medicago sativa* L.) in La Viña - Magdalena - Cajamarca”, carried out in 2021, The objective was to determine the productive yield and nutritional value of these four alfalfa varieties; (Andina 6, Alfa Master, Alfa plus and Super Sonic). For this purpose, four treatments were used in a determined area in which the different varieties were planted. Once the crops were obtained, plant height, productive yield in green forage and dry matter were evaluated, as well as the percentage of protein, percentage of fiber, percentage of ether extract and percentage of nitrogen-free extract. The results showed that the Alfa Plus variety exhibited the greatest height, measuring 23.5 cm. The variety with the highest productive yield in green matter was the Super Sonic variety, with 161,106.81 kg/ha/year; With respect to dry matter, the variety with the highest productive yield was the Alfa Master variety, with 30,884.07 kg/ha/year. In terms of nutritive value, the Alfa Plus variety presented the highest percentage of protein and fiber (19.99 %), while the Andina 6 and Alfa Plus varieties presented the highest amount of EE and NFE. In conclusion, it is important to recognize that factors such as climate, agronomic management, choice of variety and adoption of modern technologies influence alfalfa productivity; therefore, farmers should consider these factors to optimize alfalfa yield and thereby ensure a constant supply of high-quality feed.

Key words: Productive yield, alfalfa, protein.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

En la actualidad, el crecimiento de la población humana, ha hecho que los sistemas de producción animal sean más eficientes en la obtención de proteína, con el fin de garantizar el abastecimiento para la alimentación de las poblaciones (FAO, 2019). Son diversos los factores que intervienen en esta eficiencia, siendo el más importante la nutrición animal (Braga, 2020). Los forrajes se han destacado como la principal fuente de alimentación en las ganaderías de la región; por esta razón, se ha encontrado en la alfalfa, una opción viable desde el punto de vista nutricional y económico para suplir las deficiencias ya mencionadas.

El cultivo de alfalfa ha jugado un papel importante en la ganadería a lo largo de los siglos (Bouton, 2012); sin embargo, en nuestro medio existen limitantes en cuanto al desconocimiento de referencias de las variedades de alfalfa Alfa Plus, Alfa Master, Andina 6 y Super Sonic, lo que restringe su uso como alternativa en la alimentación de las diferentes especies animales de la zona del alto Jequetepeque. De ahí que la presente investigación propone estudiar las cuatro variedades de alfalfa antes mencionadas con el objetivo de analizar su rendimiento productivo y valor nutricional en la alimentación de los animales de la zona.

El rendimiento de la alfalfa (*Medicago sativa*) desencadena un interés continuo en la comunidad agrícola y científica debido a su papel crucial en la producción de forraje de alta calidad; factores climáticos y edáficos tienen una influencia profunda en el rendimiento de la alfalfa, ante ellos se propone la presente investigación con el objetivo de evaluar el rendimiento productivo y el valor nutricional de cuatro variedades de alfalfa.

1.2. Formulación del Problema

¿Cuál es el rendimiento productivo y el valor nutricional de cuatro variedades de alfalfa (*Medicago sativa*) bajo las condiciones agroclimáticas de la Viña, distrito de Magdalena provincia y región Cajamarca, en 2021?

1.3. Justificación e Importancia

El alimento es uno de los factores determinantes en la producción pecuaria, ya que la genética animal se expresará en base a una buena nutrición y manejo, y así surge la necesidad de producir una pastura que tenga un alto valor nutritivo y al mismo tiempo sea sustentable en producción y rentabilidad. La alfalfa (*Medicago sativa*), conocida como “la reina de las forrajeras”, es una de las especies de mayor potencial productivo dentro de los cultivos forrajeros, por su alta producción en biomasa, su adaptación a diferentes climas y suelos, su resistencia a sequías y heladas, y como todas las leguminosas tiene la capacidad de fijar nitrógeno de la atmósfera (Odorizzi, 2015).

En este sentido, a pesar de las múltiples bondades de esta leguminosa en el distrito de Magdalena los estudios relacionados al valor nutritivo y rendimiento de esta especie aún son incipientes; por lo que se justifica la realización esta investigación, puesto que, existe la necesidad de aportar información, sobre el comportamiento de nuevas variedades de esta importante leguminosa forrajera, en condiciones de clima y suelo de nuestro medio, con el objeto de que sea útil, en la toma de decisiones y acciones por parte de los productores del centro poblado y sirva como un aporte a la solución de la problemática de demanda de forrajes que se tiene en el país y en la región.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1. Objetivo de la investigación

2.1.1. Objetivo General

Evaluar el rendimiento productivo y el valor nutricional de cuatro variedades de Alfalfa (*Medicago sativa*) bajo condiciones agroclimáticas de La Viña – Magdalena - Cajamarca.

2.1.2. Objetivos Específicos

- Evaluar el rendimiento productivo de cuatro variedades de Alfalfa (*Medicago sativa*) bajo condiciones agroclimáticas de La Viña Magdalena, provincia de Cajamarca.
- Determinar el valor nutricional (Proteína, Fibra, Extracto Etéreo y Extracto Libre de Nitrógeno) de cuatro variedades de Alfalfa (*Medicago sativa*) bajo condiciones agroclimáticas de La Viña Magdalena, provincia de Cajamarca.

2.2. Hipótesis de Investigación

Las cuatro variedades de alfalfa presentan diferentes rendimientos productivos y valor nutricional. bajo condiciones agroclimáticas de La Viña Magdalena, provincia de Cajamarca. Y están por encima de la media de producción poblacional.

Hipótesis Estadística

2.2.1. Hipótesis Nula (H₀): $\mu_1 = \mu_2$

Las cuatro variedades de alfalfa presentan similar rendimiento productivo y valor nutricional bajo condiciones agroclimáticas de La Viña Magdalena, provincia de Cajamarca.

2.2.2. Hipótesis Alternativa (H_a): $\mu_1 \neq \mu_2$

A menos una de las cuatro variedades de alfalfa presenta diferente rendimiento productivo y valor nutricional bajo condiciones agroclimáticas de la Viña Magdalena, provincia de Cajamarca.

CAPÍTULO III

REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Antecedentes de la Investigación

El cultivo de alfalfa (*Medicago sativa L*) en Cajamarca se extiende por toda la región, pero actualmente existen nuevos genotipos que deben ser evaluados para su uso y adaptación en diferentes zonas. Los estudios han proporcionado evidencia para explicar la productividad de este cultivo. Por lo tanto, es necesario evaluar estos genotipos (variedades) a diferentes altitudes y en diferentes condiciones climáticas (Cubas, 2022).

Además, la alfalfa (*Medicago sativa L.*) es una planta forrajera ampliamente cultivada debido a su alta calidad nutricional y su capacidad para mejorar la productividad ganadera y agrícola. En regiones montañosas, como las zonas de sierra, la producción de alfalfa adquiere particular relevancia por su potencial para brindar alimento a los animales en entornos desafiantes. El estudio de la biomasa y el rendimiento de forraje en alfalfa en estas áreas es esencial para comprender cómo las condiciones geográficas y climáticas específicas afectan la producción y la calidad del cultivo. A continuación, se presentan una serie de estudios enfocados en la alfalfa y que proporcionan las bases para esta investigación

Vilcara & Passoni (2023), evaluaron las características agronómicas y productivas de tres variedades de alfalfa (WL350, WL450 y Hortus401), en sierra central de Perú, con el fin de seleccionar la de mejor desempeño. Las variables evaluadas fueron: altura de planta (AP), rendimiento de forraje verde fresco (FV) y de materia seca (MS) y la tasa de crecimiento (TC). Encontraron que las variedades WL350, WL450 y Hortus401 alcanzaron alturas de 30,25; 32,75 y 23,5 cm y valores de materia seca de 2 258, 2 714 y 1 813 kg ha⁻¹ corte⁻¹, respectivamente. La variedad WL450 mostró mayor tasa de crecimiento (22,31 kg MS ha⁻¹ día⁻¹). Concluyeron que las tres variedades tuvieron buen comportamiento

productivo de forraje. Sin embargo, la variedad WL450 fue la variedad de alfalfa de mejor rendimiento para las condiciones del sitio de evaluación.

Cubas *et al.*, (2022) en su estudio denominado: “Evaluación de la composición química y comportamiento productivo de seis variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en dos pisos altitudinales en la provincia de Santa Cruz - Cajamarca” con el objetivo de Evaluar la composición química y el rendimiento productivo de Alfalfa (*Medicago sativa*) en dos pisos altitudinales en la Cooperativa Agraria “Renacer Andino” de la Provincia de Santa Cruz – Cajamarca. Evaluó las siguientes variedades de alfalfa: SW-10, W- 450, HORTUS 401, W -350, SW-8210 y STAMINO 5. Donde, cada una de las parcelas tuvo un área de 6 m². El Piso Altitudinal I (PA I) fue a la altitud de 2300 – 2800 msnm y el Piso Altitudinal II (PA II) a una altitud de 2801 – 3300 msnm. Se evaluó la altura de la planta que fue desde 22 cm a 35.50 cm. Se obtuvo que la proteína cruda (PC) se encuentra de 14.57 a 24.50 %, las Cenizas de 7.75 a 13%, el Extracto Etéreo (EE) de 5.45 a 10.58%, la Fibra Cruda (FC) de 10.41 a 19.29%, el Extracto libre de Nitrógeno (ELN) de 32.87 a 41.13% y la Fibra detergente Neutro (FDN) desde 21.3 hasta 32.92%. Para el Rendimiento de forraje se demostró que el PA I logró mejores resultados con una producción de 10241.8 Kg/ha/corte y 61 450.6 kg/ha/año, y para materia seca o biomasa de 1 739.9 Kg/ha/corte y 10 439.4 kg/ha/año respectivamente. Por otro lado, la variedad W-450 tuvo mayor rendimiento promedio de Forraje Verde con 12 126.5 Kg/ha/corte y 56 963 kg/ha/año y por consiguiente para Materia seca con 2 402.3 Kg/ha/corte y 10 483.9 kg/ha/año.

Soplin *et al.*, (2021) en su tesis de grado denominado: “características agronómicas y valor nutricional de cuatro variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) bajo diferentes densidades de siembra” evaluó las características agronómicas y el valor nutricional de cuatro variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) bajo diferentes densidades de siembra. El diseño estadístico utilizado fue el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) en arreglo factorial 4*3 con dos factores; siendo el factor A,

las variedades de la alfalfa (california mejorada, lecherita SW8021, Moapa 69 y CUF 101) y el factor B, las densidades de siembra (densidad 1, 200 plantas/m² , densidad 2, 100 plantas/m² y densidad 3, 50 plantas/m²), evaluándose las variables dependientes características agronómicas y valor nutricional con sus indicadores (altura de planta, número de hojas por planta, número de tallos, número de brotes, peso fresco, porcentaje de humedad, de ceniza, de grasa, de fibra cruda y de proteína) de cuatro variedades de alfalfa, procesando los datos con un análisis de varianza (ANVA) al 5 % de significancia. Obteniendo como resultado que la variedad lecherita SW 8210 obtuvo mayor tamaño (65,9 cm), respecto con las variedades Moapa 69 (61,2 cm), CUF 101 (58,6 cm) y California mejorada (56,2 cm), en cuanto a las variables número de hojas, tallos y brotes no hubo una diferencia significativa respecto a la densidad de siembra, observándose del mismo modo que la interacción con la que se obtuvo mejores resultados fue con la variedad lecherita SW8210 junto con la densidad 1 (200 plantas/m²), donde se obtuvieron rendimientos de 63,8 tn de peso fresco/año/ha, también apreciamos de que no existe influencia entre la densidad de siembra con el valor nutricional de la alfalfa.

Gaytán et al., (2019), estudio la performance productiva de la alfalfa sometida a tres frecuencias de corte y tres diferentes edades de la pradera (1, 2 y 3 años). Los resultados muestran que las praderas de un año de establecidas tuvieron una mayor producción promedio de materia seca (7,528 Kg MS ha⁻¹) y tasa de crecimiento (257 Kg MS ha⁻¹día). La frecuencia de corte a cuatro semanas (6,844 Kg MS ha⁻¹) superó en producción de materia seca a las frecuencias de tres y cinco semanas en 29 y 16 % respectivamente. En la pradera establecida de un año, la producción de hoja y tallo fue superior en un 45 % a la de tres años y la altura en un 32 %. Mientras que, con una frecuencia de corte de cuatro semanas, los valores de hoja y tallo fueron 21 y 49 % superiores a los de tres semanas y la altura fue de 33 %.

Marín (2019), en su trabajo de investigación titulado: “Rendimiento y composición química de cuatro variedades de alfalfa (*Medicago sativa*) en Cajamarca” con el objetivo de evaluar el rendimiento y composición química de cuatro variedades de alfalfa (Cuf 101, Moapa, Beacon y California 55). Se analizaron 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 ($P > 0.05$). 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 ($P > 0.05$). 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.

Rojas *et al.*, (2019c) determinaron el efecto en intervalos de corte sobre el rendimiento de materia seca, relación hoja-tallo, proteína y digestibilidad *in situ* en hoja y tallo de alfalfa cv ‘San Miguelito’, en el Altiplano Mexicano. Emplearon cuatro intervalos de corte (3, 4, 5 y 6 semanas para primavera-verano y 4, 5, 6 y 7 semanas para otoño-invierno). Los resultados muestran que, los intervalos de 6 y 7 semanas ($p < 0.05$), produjeron el mayor rendimiento de materia seca por corte con 4 393 kg MS ha⁻¹; sin embargo, obtuvieron los menores valores de la relación hoja-tallo (0.74), proteína en hoja y tallo (26.9 y 11.7%) y digestibilidad en hoja y tallo (79.8 y 64.3%). Concluyen que la alfalfa se debe cosechar, a intervalos de corte de seis semanas en otoño e invierno, de cuatro semanas en primavera y de cinco semanas en verano.

Sánchez *et al.*, (2019), analizaron parámetros productivos de variedades de alfalfa comerciales (Aragón, Valenciana, Chipilo, Milenia y Oaxaca) con intervalos de corte definidos estacionalmente, en el Estado de México. Las variables evaluadas fueron: tasa de crecimiento, intercepción de luz, índice de área foliar y altura de planta. Determinaron que las variedades Milenia y Aragón registraron la mayor y menor tasa de crecimiento con 57 kg DM ha⁻¹ d⁻¹ y 40 kg MS ha⁻¹ d⁻¹, respectivamente. La variedad que mayor intercepción de luz registró fue Milenia, con un promedio de 84%. En las cinco variedades de alfalfa, existe una relación positiva entre intercepción de luz, tasa de crecimiento, índice de área foliar y altura de planta.

Asimismo, Bazán *et al.*, (2017) en su investigación titulada: “Comportamiento Productivo de la Alfalfa (*Medicago sativa*) de la Variedad Caravelí Sometida al Pastoreo en el Valle de Huaral” evaluó la producción de materia seca (MS) de la alfalfa (*Medicago sativa*), variedad Caravelí, por corte y por año, y su persistencia en el tiempo en una pradera de la Estación IVITA-Huaral de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Lima, Perú). Instalando la pastura en 1 ha de terreno durante la primavera de 2011, dividida bloques de 120 m², utilizando el método de siembra al voleo (35 kg/ha). El riego se realizó periódicamente. El cultivo fue sometido a pastoreo con vacas lecheras, a partir del tercer corte cuando presentaba 10% de floración. Entre diciembre de 2011 a noviembre de 2014 realizaron 28 cortes. La MS en el primer, segundo y tercer año tuvo una media por corte de 373.3, 395.0 y 409.6 g/m², respectivamente (p<0.05) El número de plántulas por área disminuyó significativamente por efecto del año (p<0.05), pero sin que se afectara la producción de materia seca

3.2. Bases teóricas

3.2.1. Descripción

La alfalfa, posee un alto rendimiento, elevado valor nutritivo y acción mejorante del suelo. Es una leguminosa que fija el nitrógeno atmosférico en cantidades que pueden alcanzar los 450 kg/ha y año. Posee una raíz pivotante, capaz de explorar capas de suelo profundas y extraer agua del subsuelo. Por ello, aunque es una planta poco eficiente en el uso del agua, ya que requiere 850 litros para producir 1 kg de materia seca (Delgado, 2003).

3.2.2. Clasificación taxonómica

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la alfalfa (*Medicago sativa*).

Clasificación taxonómica de la alfalfa	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliophyta
Subclase	Rosidae
Orden	Fabales
Familia	Leguminosae
Subfamilia	Papilionoideae
Tribu	Trifolieae
Género	Medicago
Especie	<i>Medicago sativa L</i>

Fuente: Delgado, (2015)

3.2.3. Características del cultivo

La alfalfa (*Medicago sativa L.*) es el recurso forrajero más utilizado en la alimentación animal a nivel mundial. Es de gran importancia, por su facilidad de adaptación a diversos ambientes y por su calidad nutricional. Esta leguminosa posee una gran capacidad para fijar nitrógeno atmosférico simbióticamente, permitiendo disminuir los costos de producción en relación a las actividades de fertilización, además de mejorar las propiedades químicas del suelo. Por otro lado, gracias a elevada producción de biomasa permite aumentar la capacidad de carga animal (Delgado 2015).

3.2.4. Requerimientos edafoclimáticos

3.2.4.1. Radiación solar

Es un factor muy importante que influye positivamente en el cultivo de la alfalfa, pues el número de horas de radiación solar aumenta a medida que disminuye la latitud de la región (Guzmán 2007).

3.2.4.2. Temperatura

A temperaturas inferiores a 5°C o superiores a 45°C, el desarrollo de la alfalfa es insignificante. Entre estos umbrales, las tasas de desarrollo de la alfalfa aumentan linealmente para alcanzar un máximo a ~30°C. Las bajas temperaturas también limitan las tasas netas de fotosíntesis del dosel. Se demostró que la eficiencia del uso de la radiación aumenta linealmente de 0,6 g/MJ a 6 °C a 1,6 g/MJ a 18 °(Brown *et al.*, 2006)

3.2.4.3. Grado de acidez

El pH óptimo para el desarrollo de la alfalfa fluctúa entre 6,5 y 7,8, pudiendo variar con la textura del suelo, contenido de materia orgánica y con otras propiedades químicas del suelo. A medida que el pH baja de 6,8 va disminuyendo la producción de forraje de la alfalfa. La bacteria específica *Rhizobium meliloti* es muy sensible a la acidez del suelo; si las condiciones son adecuadas forma nódulos en la raíz de la alfalfa, donde realiza una activa fijación del nitrógeno atmosférico, poniéndolo a disposición de la planta (Soto 1991).

3.2.4.4. Salinidad

La alfalfa es tolerante a una salinidad relativamente alta en la zona inferior de la raíz siempre que la zona superior esté

libre de sal. Es más sensible al Na⁺ que al Cl⁻, por lo que la acumulación de sodio es la razón principal de la disminución del rendimiento cuando se riega con agua salina. El riego, incluso con agua moderadamente salina, puede hacer que las sales se acumulen más profundamente en el perfil del suelo, lo que permite que las raíces proliferen en regiones de salinidad relativamente baja. A concentraciones de sal por encima de 10 dS/m se esperan reducciones de rendimiento significativas (Ruiz 2008).

3.2.4.5. Tipo de suelo

La alfalfa requiere suelos profundos (>1,0 m) de drenaje libre, para aprovechar su raíz pivotante, con un pH de 6,0 a 8,0. Por lo general, se requiere fósforo (P), azufre (S), boro (B) y molibdeno (Mo) adecuados según el estado de nutrientes del suelo. Se recomiendan los fertilizantes a base de potasio (K), particularmente bajo corte intensivo, porque las hojas de alfalfa, un natrófobo, tienen un contenido más alto de potasio y más bajo de sodio (Na) que muchas otras especies forrajeras (Soto 1991).

3.2.4.6. Cultivo

Según la DRAP, (2012) el cultivo de alfalfa implica las siguientes actividades:

3.2.4.6.1. Preparación del terreno

El cultivo de alfalfa implica inicialmente conocer el contenido de fósforo, potasio, condiciones de drenaje y pH del suelo; las labores de preparación son: Arar con maquinaria o yunta el suelo, pasar rastra 2 o 3 veces en forma cruzada hasta lograr un adecuado tamaño de partículas, si el suelo es ácido se debe aplicar cal dos meses antes de la siembra.

3.2.4.6.2. Siembra

Considerando que la semilla de alfalfa es pequeña, la siembra debe ser de manera superficial, a 1 o 2 centímetros de profundidad, al voleo o con sembradora, con una distancia entre surcos de 15 a 20 cm, la cantidad de semilla a utilizarse por hectárea será entre 20 a 25 Kg de semilla pura.

3.2.4.6.3. Fertilización y abonado

La alfalfa es, dentro de las leguminosas, la especie que más capacidad tiene de fijar nitrógeno atmosférico, por lo que la fertilización con este nutriente debe ser mínimo, al contrario de aplicar fósforo y potasio en forma elevada. Si se aplica nitrógeno, no debe ser mayor a 20 Kg/ha.

3.2.5. Rendimiento

Presenta variación según el tiempo de establecimiento del cultivo, al inicio es bajo, pero con el fortalecimiento de las coronas se incrementa el rendimiento, en promedio 18 t /MV/corte, pero puede llegar a 22 t/MV/corte (León *et al.*, 2018).

El rendimiento de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) es un aspecto crucial en la producción agrícola y ganadera, ya que esta leguminosa forrajera es ampliamente utilizada como alimento para el ganado debido a su alta productividad y valor nutricional. En esta revisión, se abordará el rendimiento de la alfalfa y se presentarán los hallazgos de estudios relevantes realizados en los últimos años.

El rendimiento de la alfalfa está influenciado por diversos factores, siendo el clima uno de los más significativos. Según el estudio de Pérez *et al.* (2019), las condiciones ambientales, como la temperatura, la precipitación y la radiación solar, tienen un impacto directo en el crecimiento y desarrollo de la planta. Las temperaturas moderadas y un suministro adecuado de agua favorecen el

crecimiento vigoroso de la alfalfa y, en consecuencia, un mayor rendimiento. Sin embargo, situaciones extremas, como sequías prolongadas o heladas intensas, pueden afectar negativamente el rendimiento de la alfalfa (Sánchez *et al.*, 2020).

El manejo agronómico también juega un papel crucial en el rendimiento de la alfalfa. La frecuencia y el momento del corte son aspectos importantes a considerar. Según González *et al.* (2021), la frecuencia de corte debe ser adecuada para permitir que la planta alcance una altura óptima antes de ser cosechada nuevamente. Además, el momento del corte puede influir en la composición nutricional de la alfalfa, afectando así su valor como forraje (López *et al.*, 2018). Un manejo adecuado de la fertilización y el control de malezas también son factores determinantes para mejorar el rendimiento de la alfalfa y mantener su calidad (García *et al.*, 2022).

Asimismo, la elección de la variedad de alfalfa puede afectar significativamente el rendimiento. Diferentes variedades pueden mostrar variaciones en su adaptabilidad a diferentes condiciones climáticas y su resistencia a enfermedades y plagas (Zhang *et al.*, 2019). Es fundamental seleccionar variedades que sean adecuadas para las condiciones específicas de cada región y para los objetivos de producción del agricultor o ganadero.

La utilización de tecnología y prácticas modernas en la producción de alfalfa también puede mejorar el rendimiento. La aplicación de técnicas de agricultura de precisión, como la monitorización del crecimiento y la nutrición de la planta, puede optimizar el uso de recursos y maximizar la producción (Huang *et al.*, 2021). Además, el uso de técnicas de conservación adecuadas, como el ensilado, permite mantener la calidad de la alfalfa durante períodos prolongados y asegurar su disponibilidad durante todo el año (Chen *et al.*, 2021).

3.2.6. Valor nutricional

La alfalfa es un forraje que destaca por un notable valor energético, un elevado valor proteico y un elevado contenido en cenizas, especialmente un elevado contenido en calcio. La relación calcio/potasio de la alfalfa se sitúa entre 5,5-6 a 1. Por otra parte, cabe destacar igualmente el elevado contenido lignocelulósico de este forraje y el importante contenido en lignina (FEDNA 2016). Además, posee un alto contenido en proteína bruta, que puede superar el 25 %, minerales calcio y fósforo, vitamina D y pigmentos caroteno y xantofilas, así como una elevada apetecibilidad que estimula su ingestión por el ganado y compensa su relativa baja digestibilidad de la materia orgánica, que es de media del 68 %. El proceso de maduración del cultivo, a la vez que incrementa la producción de forraje, ocasiona una reducción de la calidad, habiéndose establecido que la mejor relación producción/calidad tiene lugar cuando la planta presenta el 10 % de los tallos floridos (Delgado 2003).

La alfalfa (*Medicago sativa* L.) es una leguminosa forrajera ampliamente cultivada en todo el mundo debido a su alto contenido de nutrientes y su capacidad para mejorar la calidad de las dietas animales. Su composición nutricional ha sido objeto de numerosas investigaciones con el objetivo de entender su valor como alimento para el ganado y otros animales. En este apartado, se presentará una revisión de la literatura sobre la composición nutricional de la alfalfa, basada en estudios relevantes realizados en los últimos años.

El contenido de proteína es uno de los atributos más destacados de la alfalfa, y esto la convierte en un forraje valioso para la alimentación animal. Según Smith *et al.* (2018), el contenido promedio de proteína cruda en la alfalfa varía entre 15% y 25% en base seca. Además, la proteína de la alfalfa es de alta calidad, ya que contiene una proporción adecuada de aminoácidos esenciales

para el crecimiento y desarrollo de los animales (González *et al.*, 2019).

En cuanto a los carbohidratos, la alfalfa presenta una fracción significativa de fibra, principalmente celulosa y hemicelulosa. Sin embargo, el contenido de almidón es bajo en comparación con otros forrajes (Goswami *et al.*, 2020). La presencia de fibra fermentable en la alfalfa es beneficiosa para la salud digestiva de los animales rumiantes, ya que promueve la actividad de los microorganismos en el rumen y mejora la utilización de nutrientes (Gargallo *et al.*, 2021).

Además de los macronutrientes, la alfalfa contiene una variedad de minerales y vitaminas esenciales. Según el estudio de Chen *et al.* (2022), la alfalfa es rica en calcio, fósforo, magnesio, potasio y zinc, entre otros minerales. Estos elementos son cruciales para el mantenimiento de la salud ósea y la función metabólica adecuada en los animales. En términos de vitaminas, la alfalfa es una fuente significativa de vitamina A, vitamina C y diversas vitaminas del complejo B (Le *et al.*, 2019). Estas vitaminas cumplen un papel importante en el crecimiento y el sistema inmunológico de los animales.

La composición nutricional de la alfalfa puede verse influenciada por varios factores. Las condiciones climáticas y ambientales, así como el momento de la cosecha, son factores críticos que afectan los niveles de nutrientes en la planta (Pereira *et al.*, 2021). Además, la selección de variedades de alfalfa con características genéticas específicas también puede tener un impacto significativo en su composición nutricional (Rehman *et al.*, 2020).

Tabla 2. Valor nutritivo de la alfalfa (*Medicago sativa*).

Valor nutritivo de la alfalfa	
Proteína (%)	20.02 ± 1.93
FDN (%)	50.30 ± 4.67

FDA (%)	37.68 ± 4.46
Cenizas (%)	14.92 ± 3.58
Ca (%)	1.52 ± 0.22
P (%)	0.37 ± 0.03
DIV (%)	50.38 ± 4.70

FDN: Fibra Detergente Neutra; FDA: Fibra Detergente Ácida; Ca: Calcio; P: Fósforo; DIV: Digestibilidad in vitro; DS: Desviación Estándar.

Fuente: Capacho et al., (2018)

3.2.7. Variedades de alfalfa

Existen más de 1000 variedades híbridas, con diferentes proporciones genéticas (la alfalfa común tiene 32 cromosomas y la alfalfa amarilla 16), y con una gran variabilidad de caracteres morfológicos, fisiológicos y de comportamiento agronómico. Como cada día se hacen nuevas hibridaciones, la lista es interminable. Consecuencia de su origen genético, las alfalfas se diferencian y se clasifican en tres grandes grupos de acuerdo a su dormancia o reposo invernal, que es una característica que les permite mantenerse en estado latente durante el período de bajas temperaturas y heladas invernales (León *et al.*, 2018).

- a. **Variedades dormantes 1, 2 y 3:** Presentan una resistencia muy alta a bajas temperaturas, por períodos muy largos.
- b. **Variedades semi dormantes 4, 5, 6 y 7:** Tienen ya un mayor rango de adaptación, aunque si presentan algo de dormancia en el otoño y pueden resistir temperaturas no muy frías.
- c. **Variedades no dormantes 8, 9 y 10:** No detienen su crecimiento en el otoño o invierno, sino que permanecen creciendo durante todos los meses del año.

Las variedades analizadas en el presente estudio se describen a continuación:

a. Alfa Plus

De dormancia 9 de alto rendimiento; se adapta a las mismas condiciones de suelo y clima, pero con una fibra de mayor digestibilidad, sanidad de hoja superior y uniformidad de la planta.

Esta variedad obtiene gran cantidad de proteína cruda y leche con más sólidos, lo cual es una ventaja es que contiene gran cantidad de hojas por planta, y su grado de digestibilidad es alto, lo que permite obtener mayor cantidad de carne y leche por kilo de materia seca producida, su hábito de crecimiento es erecto, lo que evita entrada de malezas gracias al recubrimiento del área (AGP 2023a).

b. Alfa Master

Alfalfa Americana de Dormancia 10, se caracteriza por su alto rendimiento forrajero en campo y además por su precocidad que la hace tener un corte más por año que una alfalfa de dormancia 9 (California) y 2 más que una de Dormancia 8 (Moapa). Destaca la calidad de hoja y el desarrollo de éstas desde la base del tallo. Su desarrollo radicular profundo le permite soportar períodos largos de sequía en suelos con exceso de drenaje como son laderas o zonas de Irrigación. Ideal para ganaderías estabuladas donde se requiere cortar alfalfa los 12 meses del año (AGP 2023a).

c. Andina 6

Alfalfa de dormancia intermedia de última generación, desarrollada para obtener mejores resultados en producción de carne y leche; Para esto, ha sido desarrollada con un bajo porcentaje de lignina en tallos y un gran número de hojas desde la base del tallo.

Es capaz de soportar escases de lluvias durante periodos prolongados, sobre todo en suelos con presencia de materia orgánica. Soporta temperaturas bajas y su rebrote primaveral es veloz (AGP 2023b).

d. Super Sonic

Alfalfa Australiana de dormancia 9, puede producir bien todo el año, no importa si las condiciones climáticas no favorezcan. El ganadero que cultive esta alfalfa tiene que cuidar que el campo este bien fertilizado con fósforo y asegurar además buena dotación de agua todo el año para que muestre todo su potencial. La calidad de hoja y tallo está asegurada, así como su resistencia a plagas y enfermedades. Alcanza hasta 10 cortes por campaña. Se adapta muy bien a valles costeros, valles interandinos, irrigaciones y zonas altas hasta 3300 m.s.n.m. bajo riego (AGP 2022).

3.2.8. Abono

Para la fertilización del suelo en este trabajo de investigación se utilizó la cuyinaza como fuente principal de nutrición para el suelo.

Cuyinaza

La cuyinaza es un residuo orgánico generado en la producción de cuyes, constituida por las excretas, alimentos sobrantes y otros materiales. Posee un alto contenido de nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio (Tabla 3), elementos esenciales para el desarrollo de las plantas (Montes (2012)).

Tabla 3. Composición química del estiércol de cuy.

Nutrientes	%
Nitrógeno	0.70
Fósforo	0.05
Potasio	0.31
pH	10

Fuente: Pantoja, (2014).

Ventajas al utilizar estiércol de cuy según Pantoja, (2014) son:

- Mantiene la fertilidad del suelo.
- Este tipo de abonamiento no contamina el suelo.
- Se obtiene cosechas sanas.
- Se logran buenos rendimientos.
- Mejora las características físicas, químicas y biológicas del suelo.
- No posee malos olores por lo tanto no atrae a las moscas.

Las características químicas de las excretas de los cuyes están en función del tipo de alimento recibido y del proceso digestivo que posea. Las excretas del cuy también son fáciles de transportar debido a su forma y su bajo peso. Se caracterizan por ser porosas, no muy buenas para retener humedad y tener una mayor cantidad de proteínas que las excretas de ganado vacío o de gallina (Iparraguirre 2007).

La cuyinaza es un subproducto que presenta grandes cualidades como abono orgánico. Además, debido a que contiene fitohormonas, es un potente activador del crecimiento y floración de las plantas, en el suelo ayuda a dar resistencia contra plagas y patógenos ya que su contenido de nutrientes mantiene el suelo sano, fértil y de buena textura (Moreno 2008).

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del experimento

El trabajo de investigación presentado se realizó en el caserío la Viña, distrito y provincia Magdalena, departamento Cajamarca ubicado en las coordenadas, área (Lat. -7.240338°, Long, -78.700992°). Se encuentra a una altura de 1307 msnm, y presenta una temperatura de 29.6 °C en

promedio (SENAMHI). Con precipitaciones de 185 mm/ año para el 2021, fase que se desarrolló el experimento.

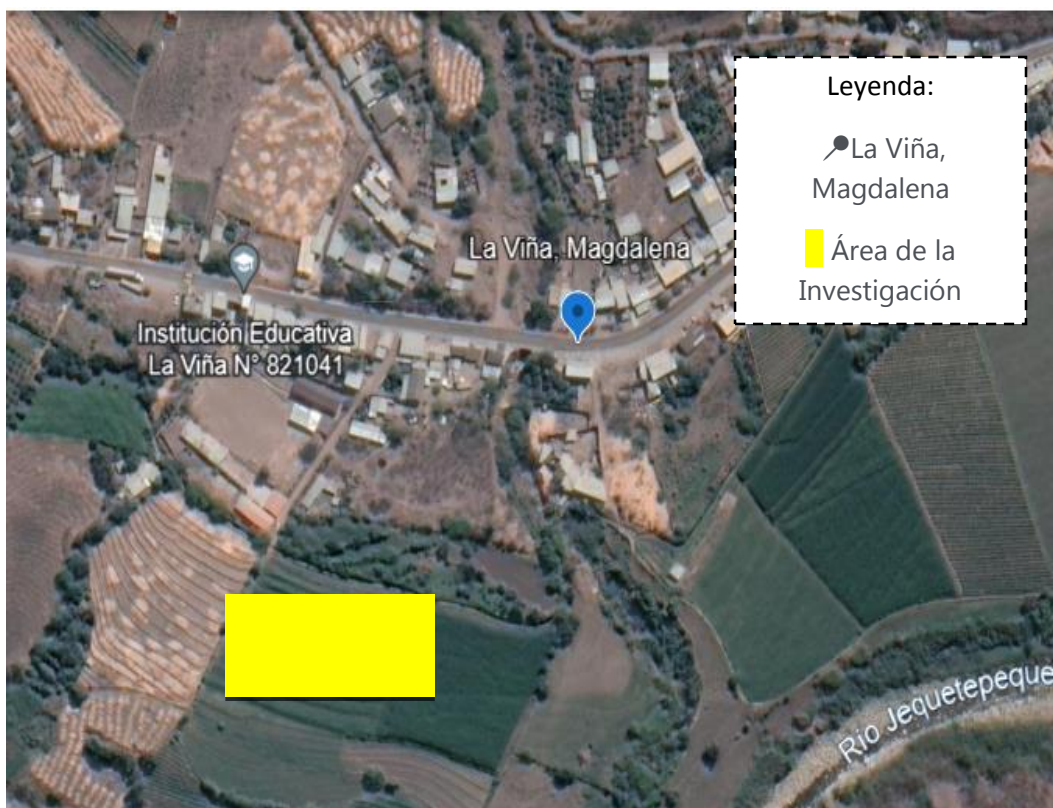


Figura 1. Ubicación del experimento, y distribución de parcelas.

4.2. Características fisicoquímicas del suelo

Se realizó el análisis del suelo en el laboratorio de suelos, aguas y fertilizantes de la Estación Experimental de Baños del Inca del instituto Nacional de Innovación agraria. Los resultados se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Características de la fertilidad de suelo experimental.

Ítem	Unidad de medida	Área
pH ⁺	Unidades de pH	6.5
Aluminio	%	-
Materia orgánica	%	2.52
Fosforo	mEq/100 ml	32.44
Potasio	mEq/100 ml	305

Fuente: Laboratorio LABSAF-INIA, 2021

Bajo las condiciones que se desarrolló el experimento, solamente se colocó estiércol de cuy y gallinaza a capacidad de 2 t/ha

4.3. Materiales y equipos

a. Material biológico

Se utilizaron semillas de cuatro variedades de alfalfa provenientes de la empresa AGP Semillas: Andina 6, Alfa Máster, Alfa Plus y Super Sonic.

b. Material de campo

- Cuadrante (01m x 01m)
- Regla centimetrada
- Wincha
- Cámara fotográfica
- Botas
- Etiquetas
- Balanza de campo

c. Herramientas

- Hoces

d. Materiales de laboratorio

- Balanza analítica
- Estufa
- Molino
- Mufla

e. Materiales de escritorio

- Libreta de campo
- Papel bond, lápiz y lapiceros
- Computadora y calculadora
- USB
- Literatura (libros, folletos, revistas, etc.)

4.4. Metodología

La metodología empleada en la presente investigación se planteó en tres etapas: a) Acciones previas, el acondicionamiento e instalación del experimento; b) recolección de datos y la c) procesamiento y análisis.

4.5. Diseño experimental

Los tratamientos de esta investigación se realizaron mediante un diseño DCA (Diseño completamente aleatorizado), con 4 tratamientos (variedades), considerando el submuestreo de 3 repeticiones haciendo un total de 12 unidades de análisis. Se instalaron 4 parcelas de 30 metros cuadrados cada una, y para la toma de muestras se consideró de manera aleatoria un cuadrante de 1 m² para cada repetición, en cada repetición se evaluó altura de planta, número de plantas y las demás muestras fueron empaquetadas correctamente identificadas para ser trasladadas a laboratorio de INIA.

(Ecuación 1), la comparación de medias se realizó mediante la prueba LSD Fisher ($p < 0.005$), por ser una medición o experimento de campo.

Para las pruebas de las variables cuantitativas discretas (número de plantas) se usó la prueba de Kruskal Wallis ($p < 0.05$)

$$Y_{klj} = \mu + T_i + \varepsilon_{lj} \dots \dots \dots (Ecuación 1)$$

Donde:

μ = Media general.

T_i = Efecto del tratamiento (variedades).

ε_{ij} = efecto del error experimental



Figura 2. Distribución de las parcelas.

Acciones previas al experimento

Se selecciono las parcelas para instalar el experimento de manera aleatorizada, considerando los cuatro tratamientos. Se instalaron cuatro variedades: Andina 6, Alfa Máster, Alfa Plus y Super Sonic. Una vez instalado el experimento, se procedió a evaluar el crecimiento permanente del cultivo de alfalfa. El primer corte de establecimiento se realizó a los 60 días, con el fin de favorecer el mejor desarrollo y persistencia de la alfalfa y la eliminación de malezas, en este primer corte no se evaluó producción.

➤ Deshierbo y riego

La labor del deshierbo se realizó con la finalidad de evitar la competencia por nutrientes del cultivo con las malezas presentes después del segundo corte, esta actividad se realizó en cada corte (del primer al sexto corte). El riego fue realizado cada 15 días con una manguera de media pulgada por aspersión.

➤ Corte

Los cortes se realizaron usando el cuadrante de 1 metro, con la finalidad de obtener las muestras para el rendimiento y el análisis bromatológico. Los cortes fueron realizados a los 30 días. El sobrante de los 30 metros de cada parcela fue cortado para la alimentación de cuyes.

Evaluaciones registradas

Todas las evaluaciones se realizaron al azar y en cada corte.

a) Altura de la planta

Se utilizó una wincha de 3 metros. La evaluación se realizó midiendo desde el nivel del suelo hasta la altura máxima en donde la concentración de hojas sea mayor. Se tomó tres muestras al azar de cada tratamiento, para luego promediar y considerar el promedio.

b) Rendimiento forraje verde y materia seca - BIOMASA

Para la determinación de este parámetro se utilizó un cuadrante de 01m x 01m (1 m²). De manera representativa se ubicaron dichos cuadrantes en cada tratamiento cortando a 5 cm del suelo, con una hoz, el material vegetal contenido dentro de cada cuadrante. Estas muestras se pesaron en una balanza de precisión (0.05 g), se promediaron los pesos, y se enviaron las muestras de 500g al laboratorio del INIA – Programa Nacional de Pastos y Forrajes para su análisis respectivo.

Para determinar la materia seca, la estufa se calibro a 105°C durante 24 horas el peso de 100 g, y para las muestras que fueron para realizar el análisis bromatológico se usó 200 g a 65°C por 24 horas solamente para deshidratar y moler las muestras con la finalidad de no deteriorar las proteínas.

c) Composición química del forraje

El análisis se realizó en el laboratorio de la Estación Experimental Agraria Baños del Inca- INIA-Cajamarca; donde se evaluó la Proteína

(P), Fibra Bruta (FB), extracto etéreo (EE), extracto libre de nitrógeno (ELN) y cenizas, siendo todas estas expresadas en porcentaje.

Se utilizó el método de WEENDE para la determinación de la composición química de los componentes mencionados.

4.6. Análisis estadístico

Los datos obtenidos en el experimento fueron almacenados en fichas de campo y laboratorio, y posteriormente con los resultados totales se digitalizaron en un archivo de Excel, y luego se ordenaron los datos para procesarlos en el Software Infostat. Para la evaluación del efecto del rendimiento de Forraje Verde, Materia Seca (Biomasa, Kg MS/ha/año), altura de planta y la composición bromatológica de las cuatro variedades de alfalfa, se realizó el Análisis de Varianza (ANVA) utilizando el modelo lineal general del Diseño Completamente al Azar (DCA), la comparación de medias se realizó mediante la prueba de Duncan ($p < 0.05$), por ser una medición o experimento de campo.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Características de la planta

La Tabla 5, muestran los valores de las características de la planta, como el número de plantas y la altura de planta. En cuanto al número de plantas se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) para la variedad Super Sonic y Andina 6 en referencia a las variedades Alfa Plus y Alfa Master; el mayor número de plantas se evidenció en la variedad Alfa Plus, con un valor de 14.67 plantas por metro cuadrado. En el análisis de altura de planta no se encontró diferencias significativas ($p > 0.05$) en las variedades Super Sonic, Alfa Master y Andina 6, sin embargo, la variedad Alfa Plus mostró diferencias significativas ($p < 0.05$) en referencia a los otros tres tratamientos. La variedad Alfa Plus logró un mayor tamaño con 23.5 cm, seguida de la variedad Super Sonic, Alfa Máster, y Andina 6 (20.83 cm, 20.67 cm, 18.92 cm).

Tabla 5. Medianas de número de plantas y promedios de altura de planta de cuatro variedades de alfalfa.

Variedad	Número de plantas		Altura de planta	
	Medias	EE	Medias	EE
Alfa Plus	14.67 ^a	1.39	23.50 ^a	0.98
Super Sonic	12.83 ^{ab}	0.98	20.83 ^b	0.69
Andina 6	11.17 ^{ab}	0.98	18.92 ^b	0.98
Alfa Máster	10.67 ^b	1.39	20.67 ^b	0.69
<i>Valor p</i>	<i>0.1656</i>		<i>0.8606</i>	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). EE: Error Estándar.

Los resultados encontrados para altura de planta son inferiores a los encontrados por Vilcara & Passoni (2023) que reportan valores de alturas de 30.25, 32.75 y 23,5 cm en variedades WL350, WL450 y Hortus401 y mucho más superiores que el rango de valores de altura (56.2 – 65.9 cm) de cuatro variedades de alfalfa encontrados por Soplín *et al.*, (2021). Por su parte, Marín (2019) reportó valores de altura de planta de 70.11, 76.33, 75.89 y 81.67 cm para la variedad Cuf 101, Moapa, Beacon y California 55 respectivamente, muy superiores a las variedades de nuestro estudio. Las variedades Alfa Plus y Super Sonic,

presentaron un valor similar al valor reportado Cubas, (2022), quien encontró valores de altura promedio de 22 cm en variedad Hortus 401, cultivada en altitudes 2300 a 3300 msnm. Sin embargo, se debe considerar que la cosecha se realizó en 30 días, ello podría ser una de las causales del tamaño de planta, además de la genética, condiciones ambientales, factores ligados al suelo y al manejo del cultivo.

5.2. Resultados correspondientes al rendimiento de forraje

5.2.1. Rendimiento de forraje verde (FV)

El rendimiento de forraje verde por día, corte y año, para las leguminosas en el estudio realizado muestran un rendimiento similar, es decir, sin diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) en los cuatro tratamientos (Tabla 6), lo que indica que todas muestran el mismo desempeño productivo para esta variable; sin embargo, la variedad Super Sonic presentó un rendimiento numéricamente más alto con medias de 441.40 kg/ha/día, 12618.40 kg/ha/corte y 161106.81 kg/ha/año. Mientras que, la variedad Alfa Master presentó el rendimiento numérico más bajo.

Tabla 6. Rendimiento de forraje verde por día, corte y año.

Letras comunes no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Variedad	Kg/ha/día	kg/ha/corte	kg/ha/año
Super Sonic	441.40 ^a	12618.40 ^a	161106.81 ^a
Andina 6	426.13 ^a	12205.87 ^a	155533.11 ^a
Alfa Plus	409.77 ^a	11723.73 ^a	149566.57 ^a
Alfa Master	403.70 ^a	11634.33 ^a	147347.30 ^a

El rendimiento de forraje verde por hectárea por corte de las variedades de alfalfa Super Sonic y Andina 6 en estudio mostró ser similar a la variedad W 540 con 12126.5 kg/ha/corte, mientras que las variedades Andina 6, Alfa Plus y Alfa Master, fueron superiores a las variedades W 350, SW 10, SW 8210 Hortus 401, y Stamino 5, las cuales mostraron una producción de 10327.2; 9200.6; 8753.1; 8 608.0 y 6543.2 kg/ha/corte de forraje verde, respectivamente, reportado por Cubas (2022). Rojas (2017) mostró resultados de producción de forraje verde de 38300; 34300 y 33300 kg/ha/corte para la variedad de alfalfa tropical, estudio

que se desarrolló a una altitud de 122 m.s.n.m, muy superior a los resultados del presente estudio.

Al comparar las producciones anuales, las 4 variedades estudiadas fueron muy superiores que los 61450.6 kg/ha/año de los alfalfares evaluados por Cubas, (2022), a una altitud de 2300 – 2800 msnm. Por su parte, Soplin et al., (2021), reportó producciones anuales de forraje verde 63800 kg/ha/año en la variedad de alfalfa lecherita SW8210, muy inferiores a las 4 variedades del presente estudio. Se considera que las condiciones genéticas, ambientales y de manejo influyen de manera considerable en el rendimiento de la alfalfa.

5.2.2. Rendimiento de materia seca (MS)

El análisis de los datos se muestra en la Tabla 7, en la cual se evidencia que el porcentaje de materia seca fue mayor en la variedad Alfa Máster, con un valor de 20.74 % de MS misma que además muestra una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) con las otras tres variedades. Para este caso la variedad Andina 6 mostró el menor porcentaje; sin embargo, es necesario mencionar que esta última en conjunto con las variedades Super Sonic y Alfa plus no mostraron diferencias significativas ($p > 0.05$). Estos porcentajes de MS son menores que los reportados por Marín (2019), quien encontró valores promedio de 21 %.

Tabla 7. Porcentaje de materia seca.

Variedad	Medias	E.E
Super Sonic	18.05 ^b	0.32
Andina 6	19.17 ^b	0.35
Alfa plus	19.22 ^b	0.31
Alfa Master	20.74 ^a	0.34

Letras comunes no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Al comparar estos resultados de materia seca con los valores reportados por Marín (2019), la variedad Alfa Master mostró un contenido similar que las variedades Cuf 101 y Moapa con porcentajes de 20.30 y 21 % respectivamente.

Sin embargo, las cuatro variedades presentaron un menor contenido de MS que las variedades Beacon y California 55 con 21.45 y 21.20 %, cultivadas en el valle de Cajamarca, reportadas por el mismo autor. Cubas (2022) encontró 26.16 % para la variedad W 345, 24.79 % en la SW10, 24.88 % en la W 450, 24.23 % en la SW 8210, 23.89 % en la Stamino 5 y 23.62 en la Hortus 401, muy superiores al presente estudio. Las diferencias de porcentaje de materia seca se deben a la edad de la planta, a mayor edad más porcentaje de materia seca (%). Los alfalfares cultivados en condiciones tropicales presentaron valores de MS similares a los nuestros, con porcentajes de 21.7 y 19.2 %, reportados por Rojas (2017).

Tabla 8. Rendimiento de materia seca por día, corte y año.

Variedad	kg/ha/día	kg/ha/corte	kg/ha/año
Alfa Master	84.62 ^a	2441.43 ^a	30884.07 ^a
Andina 6	76.83 ^a	2176.48 ^a	28043.80 ^a
Alfa plus	75.43 ^a	2165.31 ^a	27531.26 ^a
Super Sonic	73.59 ^a	2082.65 ^a	26855.50 ^a

Letras comunes no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La Tabla 8 muestra el rendimiento de materia seca por día, corte y año de las cuatro variedades de estudio, las cuales mostraron un rendimiento similar, no hubo diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$); aunque la variedad Alfa Master presentó un rendimiento numéricamente más alto. Mientras que, la variedad Super Sonic presentó el rendimiento numérico más bajo por corte.

El rendimiento de MS por día de las 4 variedades del experimento fue muy superior que la variedad WL450 (22,31 kg MS ha⁻¹ día⁻¹) reportado por Vilcara & Passoni (2023) y las variedades Milenia y Aragón que registraron 57 kg DM ha⁻¹ d⁻¹ y 40 kg MS ha⁻¹ d⁻¹ respectivamente (Sánchez *et al.*, 2019), sin embargo, fueron menores que los 257 Kg MS ha⁻¹día evaluados por Gaytán *et al.*, (2019).

En cuanto al rendimiento de MS por corte, los resultados son menores en comparación con las variedades WL350, WL450 y mayores que la variedad Hortus401 (2258, 2714 y 1813 kg ha⁻¹ corte⁻¹, respectivamente), reportados por

Vilcara & Passoni (2023). También fueron menores, al compararse con los rendimientos de MS de la variedad W-450 con valores promedio de 2402.3 Kg/ha/cortes evidenciados por Cubas (2022), sin embargo, todos estos valores son menores que los publicados por Rojas *et al.*, (2019) con rendimientos de MS de 4 393 kg MS ha⁻¹, en alfalfares cultivados en el Altiplano Mexicano.

Los valores de rendimiento de MS por año de nuestro estudio fueron mayores que los reportados por Cubas *et al.*, (2022) y Gaytán *et al.*, (2019) quienes encontraron rendimientos de 10483.9 y 7528 kg/ha/año respectivamente.

El rendimiento productivo de la alfalfa viene a ser la cantidad de biomasa y forraje cosechado de la planta en un determinado período. En este caso, la variedad Alfa Máster presentó un mejor rendimiento, debido probablemente a las características productivas mismas de la planta, así como la variabilidad genética de esta variedad. No obstante, es importante mencionar que el rendimiento puede estar también influenciado por factores intrínsecos y extrínsecos, entre los que estarían el manejo agronómico y el clima. En ese sentido, García *et al.*, (2022) menciona que el momento y la frecuencia de corte, la fertilización adecuada y la prevención de malezas y enfermedades son prácticas de manejo que pueden afectar positivamente el rendimiento de la alfalfa. Además, la elección de variedades adaptadas a condiciones específicas puede influir en la productividad en diferentes ambientes (Zhang *et al.*, 2019). Por otro lado, otros estudios mencionan que la elección del momento de corte y la frecuencia de cosecha son aspectos cruciales, es así que investigaciones como las de Carrasco *et al.* (2020) han indicado que el momento de corte puede influir en la cantidad y calidad del forraje producido. Las diferencias en la composición nutricional y el contenido de proteínas en función del momento de cosecha también son relevantes para la alimentación animal (González *et al.*, 2019).

Es importante mencionar además que la investigación sobre la biomasa y el rendimiento de forraje en alfalfa depende también de las condiciones geográficas. Por ejemplo, en la sierra peruana este campo de estudio siempre ha estado en constante evolución, pues sus características únicas, como la altitud, la topografía y el clima, pueden influir significativamente en el crecimiento y desarrollo de la alfalfa; en ese sentido, Morales *et al.* (2017) demostraron que la altitud puede afectar la tasa de crecimiento de la planta y la acumulación de

biomasa, así también, las temperaturas más frescas y las variaciones en la radiación solar en la sierra pueden influir en la fenología de la alfalfa y, por ende, en su rendimiento.

Si bien es cierto, los hallazgos aquí presentados no evidencian diferencias significativas entre las cuatro variedades estudiadas, es necesario mencionar que, la variabilidad genética de la alfalfa también presenta de alguna manera un papel importante en el rendimiento, según la zona en la que esta se cosecha. Ante esto, Ramírez et al. (2018) evidenció cómo la selección de variedades puede afectar la producción de biomasa y el contenido de nutrientes, indicando que la elección adecuada de variedades resistentes y adaptadas a las condiciones de un determinado lugar puede ser esencial para maximizar el rendimiento y la calidad del forraje. En este caso, la variedad Alfa Máster resulta ser una de las variedades con mejor rendimiento al ser sembrada en las condiciones climáticas del Valle de Magdalena.

5.3. Valor nutricional

Con respecto al porcentaje de proteína obtenido por cada variedad, la Tabla 9 muestra que la variedad Alfa Master presentó una mayor cantidad de proteína (6121.23 por Kg/ha/año) un valor significativamente diferente ($p < 0.05$) al de las variedades Super Sonic, Andina 6 y Alfa plus, estas dos últimas no presentan diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) entre ellas; es decir, tiene casi el mismo porcentaje de proteínas; no obstante, es importante mencionar que de estas tres variedades, la variedad Alfa plus presentó una cantidad de proteína más alta. En cuanto a la concentración de proteína en la alfalfa, esta puede variar a lo largo de su crecimiento, en la mayoría de los casos la concentración de proteína es más alta en las etapas tempranas y va disminuyendo a medida que la planta madura (Smith et al., 2018). Por otro lado, el contenido de aminoácidos esenciales y su digestibilidad también presentan influencia en la calidad de proteína en la alfalfa, así como en su capacidad para la satisfacción de necesidades nutricionales de los animales.

Tabla 9. Valor nutricional de las 4 variedades de alfalfa.

Variedad	Proteína (kg/ha/año)	Proteína (%)	EE	Fibra	ELN
----------	----------------------	--------------	----	-------	-----

Super Sonic	4552.00 ^b	16.95 ^d	5.94 ^b	20.47 ^b	38.39 ^b
Andina 6	5103.97 ^{ab}	18.20 ^c	6.52 ^a	12.52 ^d	44.39 ^a
Alfa Plus	5503.49 ^{ab}	19.99 ^a	6.52 ^a	19.60 ^c	44.76 ^a
Alfa Master	6121.23 ^a	19.82 ^b	5.87 ^b	22.66 ^a	35.92 ^c

Letras comunes no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En cuanto al extracto etéreo (EE), la tabla 9 revela diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre las variedades Alfa Master, Super Sonic con Andina 6 y Alfa plus, siendo estas dos últimas las que presentan mejor producción de EE, ambas con 6.52, en comparación con el 5.87 y 5.94 de las variedades Alfa Master y Super Sonic, respectivamente. Estos resultados se encuentran dentro del rango 5.45 a 10.58%, reportado por Cubas (2022).

Con respecto al porcentaje de fibra obtenido de las cuatro variedades de alfalfa, estas presentan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$). La variedad Alfa Master presentó un mayor porcentaje (22.66 %), seguido por la variedad Super Sonic (20.47), Alfa plus (19.60) y, por último, con un 12.52 % la variedad Andina 6. Cubas (2022), encontró valores similares, los cuales fluctuaron entre 10.41 a 19.29%. Sin embargo, Marín (2019), reportó porcentajes de fibra cruda muy inferiores a mencionados anteriormente con valores de 6.02%.

En cuanto a los valores obtenidos de ELN para cada variedad, la Tabla 9 revela diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las cuatro variedades. La variedad Alfa Máster, y Super Sonic presentaron niveles más bajos, con respecto a la variedad Andina 6 (44.39) y Alfa plus (44.76).

Los hallazgos presentados en esta investigación indicarían ciertas diferencias entre las cuatro variedades de alfalfa estudiadas, a diferencia del rendimiento que es parecido. Ante ello, algunos estudios mencionan que el manejo agronómico tiene un impacto directo en ambos aspectos. Un manejo inadecuado puede llevar a un desequilibrio entre el valor nutricional y la cantidad de forraje producido, es así como, un corte prematuro resultaría en una menor acumulación de biomasa y reducción en la concentración de proteínas (López *et al.*, 2018). Así mismo, los eventos climáticos extremos, como sequías o heladas, pueden afectar negativamente tanto el valor nutricional como el rendimiento. Así también, las condiciones de temperatura, humedad y luz pueden afectar la

fotosíntesis, el crecimiento y el desarrollo de la alfalfa, influyendo tanto en su contenido de nutrientes como en la tasa de producción de biomasa (Pérez *et al.*, 2019).

Por último, cabe mencionar que el rendimiento de la alfalfa es un aspecto crucial para la producción agrícola y ganadera, y que factores como el clima, el manejo agronómico, la elección de la variedad y la adopción de tecnologías modernas influyen en la productividad de esta leguminosa forrajera; por lo tanto, los agricultores y ganaderos deberían considerar estos factores para optimizar el rendimiento de la alfalfa y con ello asegurar un suministro constante de alimento de alta calidad para el ganado.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

En base a los resultados mostrados se concluye que:

- ✓ La variedad de alfalfa Super Sonic y Andina 6 presentaron el mayor número de plantas por metro cuadro. La variedad Alfa Plus obtuvo la mayor altura de planta (23.50 cm), seguida de las variedades Alfa Master y Super Sonic.
- ✓ En cuanto al rendimiento de forraje verde y seco (MS) no se evidenció diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) entre los cuatro tratamientos, sin embargo, la variedad Super Sonic presentó un rendimiento de forraje verde numéricamente más alto con un promedio de 161106.81 kg/ha/año, mientras que la variedad que obtuvo el mayor valor en términos de MS fue la Alfa Master con 30884.07 kg/ha/año.
- ✓ En la calidad nutricional, los contenidos de proteína, extracto etéreo, fibra y ELN en los cuatro tratamientos mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$); la variedad Alfa Plus presentó el mayor contenido proteico (19.99 %), de extracto etéreo (6.52 %) y ENL (44.76 %). La variedad Alfa Master presentó mayor cantidad de fibra, en comparación con las variedades Andina 6, Super Sonic y Alfa plus.
- ✓ Finalmente, es importante reconocer que factores como el clima, el manejo agronómico, la elección de la variedad y la adopción de tecnologías modernas influyen en la productividad de la alfalfa.

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIONES

- Realizar más estudios sobre nuevas variedades que posiblemente se puedan adaptar en las condiciones del Valle de Magdalena.
- Continuar evaluando las variedades de alfalfa Super Sonic y Alfa Master, que obtuvieron la mejor producción de forraje verde y materia seca.
- Si el objetivo de producción está orientado en obtener una mayor calidad nutricional del forraje, se podría optar por la variedad Alfa Plus, ya que mostró el mayor contenido de proteína, EE y ELN.
- Los agricultores deberían considerar factores como el clima, el manejo agronómico, la elección de la variedad y la adopción de tecnologías modernas para optimizar el rendimiento de la alfalfa y con ello asegurar un suministro constante de alimento de alta calidad.

LISTA DE REFERENCIAS

- AGP. AgroBesser. 2022. p. 23–5 Semillas de alfalfa.
- AGP. AgroBesser. 2023. p. 1–13 Semillas de alfalfa _ multiple.
- AGP. AgroBesser. 2023. p. 23–5 Semillas de alfalfa.
- Álvarez-Vázquez, Perpetuo, Hernández-Garay, Alfonso, Mendoza-Pedroza, Sergio Iban, Rojas-García, Adelaido Rafael, Wilson-García, Claudia Yanet, & Alejos-de la Fuente, José Isidro. (2018). Producción de diez variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) a cuatro años de establecidas. *Agrociencia*, 52(6), 841-851. Recuperado en 12 de marzo de 2024, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952018000600841&lng=es&tlng=es.
- Bazán V, Yamada G, Coronado L, 2017. Productive performance of alfalfa (*medicago sativa*), caravelí variety, subject to grazing in the huaral valleyProductive performance of alfalfa (*medicago sativa*), caravelí variety, subject to grazing in the huaral valleyComportamiento Productivo de la Alf. *Rev Investig Vet del Peru*.28(3):743–9.
- Bouton JH. 2012. An overview of the role of lucerne (*Medicago sativa* L.) in pastoral agriculture. *Crop Pasture Sci.*;63(9):734–8.
- Braga T. 2020. Capítulo I. O povo Port II.;235–83.
- Brown HE, Moot DJ, Teixeira EI. 2006. Radiation use efficiency and biomass partitioning of lucerne (*Medicago sativa*) in a temperate climate. *Sci Direct*.25(1):319–27.
- Canals R, Peralta J, Zuburi E. 2019.Herbario de la Universidad Pública de Navarra.p. 2 Flora Pratense y Forrajera Cultivada de la Península Ibérica: familia Gramineae, *Zea mays* L.: maíz.
- Capacho A, Flórez D, Hoyos J. 2018. Biomasa y calidad nutricional de cuatro variedades de alfalfa para introducir en Pamplona, Colombia. *Cienc y Agric*.15(1):61–7.
- Cubas B, Florian R, Carrasco W. 2022. Evaluación productiva y composición

- química de seis genotipos de *Medicago sativa* L. en los Andes del norte de Perú. *SciELO*.45(1):1–7.
- Cubas M, Vallejos L, Florian R, Carrasco W, Alvarez W. 2022. Evaluación productiva y composición química de seis genotipos de *Medicago sativa* L. en los Andes del norte de Perú. *Patos y forrajes*.45(1):1–7.
- Delgado D. 2015. LA ALFALFA (*Medicago sativa*): ORIGEN, MANEJO Y PRODUCCIÓN. *Conexagro*.5:27–43.
- Delgado I.2003. Producción de pastos en el secano semiárido. Unión Europea - Gobierno de Aragon.
- DRAP. 2012. Alfalfa: reina de las forrajeras. *Dir Reg Agrar Puno*.1(7):1–4.
- FAO. 2019. El estado mundial de la agricultura y la alimentación.
- FEDNA. 2016. p. 1–2 Alfalfa, heno en rama | FEDNA.
- Gaytán Valencia, José Alfredo, Castro Rivera, Rigoberto, Villegas Aparicio, Yuri, Aguilar Benítez, Gisela, Solís Oba, María Myrna, Carrillo Rodríguez, José Cruz, & Negrete Sánchez, Luís Octavio. (2019). Rendimiento de alfalfa (*Medicago sativa* L.) a diferentes edades de la pradera y frecuencias de defoliación. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 10(2), 353-366. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i2.4319>
- Guzmán C, Spada M, Mombelli J. 2007. Eficiencia del uso de la radiación de cultivares de alfalfa de distinto grado de reposo en Córdoba, Argentina. *Sitio Argentino Prod Anim*.1–4.
- Iparraguirre, R. 2007. Tipos de excretas y degradación aeróbica del estiércol en el compostaje. Tesis para optar la el Título Profesional de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 96 p. 0
- León R, Bonifaz N, Gutierrez F. 2018. Pastos y Forrajes del Ecuador, Siembra y Producción de Pasturas. Vol. 4, Universidad Politécnica Salesiana.164 p.
- Marín. 2019. Rendimiento y composición química de cuatro variedades de alfalfa (*Medicago sativa*) en Cajamarca. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Montes, T. 2012. Asistencia técnica dirigida en crianza tecnificada de cuyes.

Trabajo presentado en Cajabamba por parte de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Oficina Académica de Extensión y Proyección Social. Cajabamba, Cajamarca.

Moreno. 2008. Producción de biogás con estiércol de cuy, Volumen 21, número 1, Lima- Perú.

Odorizzi AS. 2015. Forrajera en alfalfas (*Medicago sativa* L.). Universidad Nacional de Córdoba.

Rivas MA, Herrera JG, Hernández A, Vaquera H, Alejos JI, Cadena S. 2020. Rendimiento de cinco variedades de alfalfa durante cuatro años de evaluación. *Rev Mex Ciencias Agrícolas*.(24):141–52.

Rojas García, A. R., Mendoza Pedroza, S. I., Maldonado Peralta, M. de los Ángeles, Álvarez Vázquez, P., Torres Salado, N., Cruz Hernández, A., Vaquera Huerta, H., & Joaquín Cancino, S. (2019). Rendimiento de forraje y valor nutritivo de alfalfa a diferentes intervalos de corte. *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas*, 10(4), 849–858. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i4.1695>

Rojas García, Adelaido Rafael, Hernández-Garay, Alfonso, Cansino, Santiago Joaquín, Maldonado Peralta, María de los Ángeles, Mendoza Pedroza, Sergio Iban, Álvarez Vázquez, Perpetuo, & Joaquín Torres, Bertín Maurilio. (2016). Comportamiento productivo de cinco variedades de alfalfa. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(8), 1855-1866. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342016000801855&lng=es&tlng=es.

Rojas R, Torres N, Maldonado Á, Pérez JH, Santillána PS, Cruz A. 2019. Rendimiento de forraje y sus componentes en variedades de alfalfa en el altiplano de México. *Rev Mex Cienc Pecu*.10(1):239–53.

Ruiz N. 2008. La salinidad del agua de riego y del suelo. *Sist Asist al Regante*.1(1):1–6.

Sánchez Santillán, P., Maldonado Peralta, M. de los Ángeles, Rojas García, A. R., Torres Salado, N., Herrera Pérez, J., Bottini Luzardo, M. B., Wilson García, C. Y., & Quero Carrillo, A. R. (2019). Productividad de variedades

de alfalfa en el Valle de México. *Acta Universitaria*, 29, 1–11.
<https://doi.org/10.15174/au.2019.2202>

Soplin BD, Asesora C, Magali L, Rosero G. 2021. Características agronómicas y valor nutricional de cuatro variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) Bajo diferentes densidades de siembra. Universidad nacional toribio rodríguez de mendoza de amazonas.

Soto P. 1991. Establecimiento de alfalfa en la zona centro sur.

Urbano, D, & Dávila, C. (2003). Evaluación del rendimiento y composición química de once variedades de alfalfa (*Medicago sativa*) bajo corte en la zona alta del estado Mérida, Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 20(1), 97-107.
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182003000100010&lng=es&tlng=es.

Vilcara Cárdenas EA, Passoni Telles FJ. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS Y PRODUCTIVAS DE TRES VARIEDADES DE ALFALFA (*Medicago sativa* L.) EN LA SIERRA CENTRAL DEL PERÚ. *An Científicos* [Internet]. el 15 de septiembre de 2023;84(2):110–6. Disponible en: <https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/article/view/2000>

Vilcara Cárdenas, E. A., & Passoni Telles, F. J. (2023). CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS Y PRODUCTIVAS DE TRES VARIEDADES DE ALFALFA (*Medicago sativa* L.) EN LA SIERRA CENTRAL DEL PERÚ. *Anales Científicos*, 84(2), 110-116. <https://doi.org/10.21704/ac.v84i2.2000>

Anexos

Análisis de la varianza

N° PLANTAS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
N° PLANTAS	18	0.30	0.15	19.68

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	34.11	3	11.37	1.97	0.1656
VARIEDAD	34.11	3	11.37	1.97	0.1656
Error	81.00	14	5.79		
Total	115.11	17			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 5.7857 gl: 14

VARIEDAD	Medias	E.E.
Alfa Plus	14.67 a	1.39
Super Sonic	12.83 ab	0.98
Andina 6	11.17 ab	0.98
Alfa Master	10.67 b	1.39

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ALTURA (CM)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA (CM)	18	0.51	0.41	8.22

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	42.57	3	14.19	4.94	0.0152
VARIEDAD	42.57	3	14.19	4.94	0.0152
Error	40.21	14	2.87		
Total	82.78	17			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 2.8720 gl: 14

VARIEDAD	Medias	E.E.
----------	--------	------

Alfa Plus	23.50	0.98	A
Super Sonic	20.83	0.69	B
Alfa Master	20.67	0.98	B
Andina 6	18.92	0.69	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

FV- Kg/Ha/corte

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
FV- Kg/Ha/corte	57	0.01	0.00		28.46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	CM	F	p-valor
Modelo	8863771.10	2954590.37	0.25	0.8606
VARIEDAD	8863771.10	2954590.37	0.25	0.8606
Error	625010994.93	11792660.28		
Total	633874766.04			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 11792660.2818 gl: 53

VARIEDAD	Medias	E.E.
Super Sonic	12618.40	886.67 A
Andina 6	12205.87	886.67 A
Alfa Plus	11723.73	886.67 A
Alfa Master	11634.33	991.32 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

FV Kg/ha/día

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Kg/ha/día	57	0.01	0.00		30.74

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12120.13	3	4040.04	0.24	0.8673
VARIEDAD	12120.13	3	4040.04	0.24	0.8673
Error	888032.34	53	16755.33		
Total	900152.47	56			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 16755.3272 gl: 53

VARIEDAD	Medias	n	E.E.
Super Sonic	441.40	33.42	A
Andina 6	426.13	33.42	A
Alfa Plus	409.77	33.42	A
Alfa Master	403.70	37.37	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

FV-kg/ha/año

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
FV-kg/ha/año	57	0.01	0.00		30.74

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-
valor					
Modelo	1613876120.73	3	537958706.91	0.24	
0.8674					
VARIEDAD	1613876120.73	3	537958706.91	0.24	
0.8674					
Error	118318124060.11	53	2232417435.10		
Total	119932000180.84	56			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 2232417435.0964 gl: 53

VARIEDAD	Medias	E.E.
Super Sonic	161106.81	12199.50 A
Andina 6	155533.11	12199.50 A
Alfa Plus	149566.57	12199.50 A
Alfa Master	147347.30	13639.46 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

MS Kg/ha/corte

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
MS Kg/ha/corte	57	0.05	0.00		25.38

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	931134.81	3	310378.27	0.99	0.4039
VARIEDAD	931134.81	3	310378.27	0.99	0.4039
Error	16586847.40	53	312959.38		
Total	17517982.21	56			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 312959.3849 gl: 53

VARIEDAD	Medias	E.E.
Alfa Master	2441.43	161.49 A
Andina 6	2176.48	144.44 A
Alfa Plus	2165.31	144.44 A
Super Sonic	2082.65	144.44 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

MS-kg/ha/dia

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
MS-kg/ha/dia	57	0.04	0.00		26.81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	904.71	3	301.57	0.70	0.5543
VARIEDAD	904.71	3	301.57	0.70	0.5543
Error	22724.34	53	428.76		
Total	23629.04	56			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 428.7611 gl: 53

VARIEDAD	Medias	n	E.E.
Alfa Master	84.62	12	5.98A
Andina 6	76.83	15	5.35A
Alfa Plus	75.43	15	5.35A
Super Sonic	73.59	15	5.35A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

MS kg/ha/año

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
MS kg/ha/año	57	0.04	0.00		26.81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-
valor					
Modelo	120638001.53	3	40212667.18	0.70	
	0.5539				
VARIEDAD	120638001.53	3	40212667.18	0.70	
	0.5539				
Error	3027756176.78	53	57127475.03		
Total	3148394178.32	56			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 57127475.0336 gl: 53

VARIEDAD	Medias	E.E.	
Alfa Master	30884.07	2181.89	A
Andina 6	28043.80	1951.54	A
Alfa Plus	27531.26	1951.54	A
Super Sonic	26855.50	1951.54	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

PROTEINA %

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
PROTEINA %	57	1.00	1.00		1.0E-07

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-
valor					
Modelo	89.69	3	29.90	77909414779227100.00	
	<0.0001				
VARIEDAD	89.69	3	29.90		sd
sd					
Error	0.00	53	0.00		
Total	89.69	56			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0000 gl: 53

VARIEDAD	Medias	E.E.
Alfa Plus	19.99	0.00A

Alfa Master	19.82	0.00	B
Andina 6	18.20	0.00	C
Super Sonic	16.95	0.00	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Proteína (kg/ha/año)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Proteína (kg/ha/año)	57	0.14	0.09	27.06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	17655468.66	3	5885156.22	2.89	0.0441
VARIEDAD	17655468.66	3	5885156.22	2.89	0.0441
Error	108092938.54	53	2039489.41		
Total	125748407.20	56			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 2039489.4064 gl: 53

VARIEDAD	Medias	E.E.		
Alfa Master	6121.23	412.26	A	
Alfa Plus	5503.49	368.74	A	B
Andina 6	5103.97	368.74	A	B
Super Sonic	4552.00	368.74		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

CENIZAS %

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CENIZAS %	57	1.00	1.00	0.00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	22.60	3	7.53sd		sd
VARIEDAD	22.60	3	7.53sd		sd
Error	0.00	53	0.00		
Total	22.60	56			

EE %

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
----------	---	----------------	-------------------	----

EE % 57 1.00 1.00 1.7E-07

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5.34	3	1.7815906716050562600	.00	<0.0001
VARIEDAD	5.34	3	1.78		sd sd
Error	0.00	53	0.00		
Total	5.34	56			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0000 gl: 53

VARIEDAD	Medias	E.E.
Andina 6	6.52	0.00A
Alfa Plus	6.52	0.00A
Super Sonic	5.94	0.00 B
Alfa Master	5.87	0.00 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

FIBRA %

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
FIBRA %	57	1.00	1.00		0.00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	371.12	3	123.71	sd	sd
VARIEDAD	371.12	3	123.71	sd	sd
Error	0.00	53	0.00		
Total	371.12	56			

ELN %

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
ELN %	57	1.00	1.00		0.00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	877.87	3	292.62	sd	sd
VARIEDAD	877.87	3	292.62	sd	sd
Error	0.00	53	0.00		
Total	877.87	56			

PANEL FOTOGRAFICO:



Imágen 1 y 2: Semillas utilizadas en la investigación



Imagen 3: Siembra de semillas



Imagen 4: Parcelas Instaladas



Imagen 5: Corte de la pastura



Imagen 6: Recolectando las muestras



Imagen 7: Evaluando altura de planta



Imagen 8: Muestras en el laboratorio

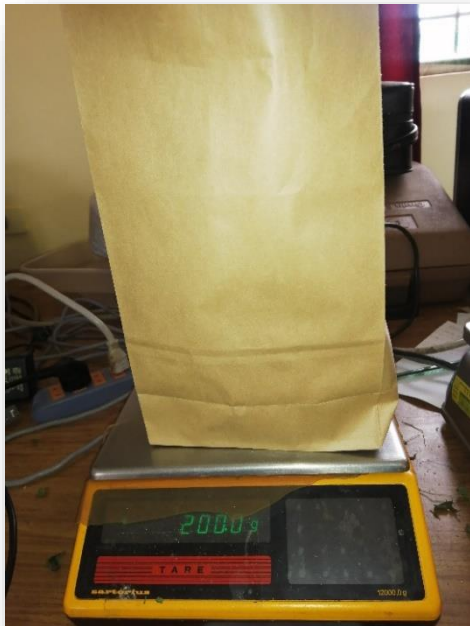


Imagen 9 y 10: Pesado de muestras



Imagen 11 y 12: Selección de muestras

Análisis de suelo:

INFORME DE ENSAYO

N° 030119-22/SU/BI

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente	PNI PASTOS Y FORRAJES
Propietario / Productor	PNI PASTOS Y FORRAJES
Dirección del cliente	EEA BI
Solicitado por	Cliente
Muestreado por	Cliente
Número de muestras	2
Producto declarado	Suelo Agrícola
Presentación de las muestras	Bolsas de plástico
Referencia del muestreo	Reservado por el Cliente
Procedencia de muestra(s)	LA VIÑA-MAGDALENA-CAJAMARCA
Fecha(s) de muestreo	
Fecha de recepción de muestra(s)	14/03/2022
Lugar de ensayo	I ABSAF Baños del Inca
Fecha(s) de análisis	
Cotización del servicio	054 I I ABI 2022
Fecha de emisión	14/03/2022

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM			1	2			
Código de Laboratorio			SU0207-EEBI-22	SU0208-EEBI-22			
Matriz Analizada			Suelo	Suelo			
Fecha de Muestreo							
Hora de Inicio de Muestreo (h)							
Condición de la muestra			Conservada	Conservada			
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente			Galpon Mirafleres				
Ensayo	Unidad	LC	Resultados				
pH	unid pH	--	3.7	6.5			
Aluminio	%	--	4.9				
Materia Orgánica	%	--	7.17	2.52			
Fósforo	ppm	--	6.68	32.44			
Potasio	ppm	--	165	305			
Análisis de Textura							
Arena	%						
Limo	%						
Arcilla	%						
Clase Textural							

Activar Win
Ve la Configuración

III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA 8045D, Rev. 4, 2004. Soil and waste pH
Textura	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000 Segunda Sección (31 de Diciembre 2002) ítem 7.1.9 AS-09 2000. Determinación de la textura del suelo por procedimiento de Bouyoucos
Materia Orgánica	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000 Segunda Sección (31 de Diciembre 2002) ítem 7.1.7 AS-07 2000. Contenido de Materia Orgánica por el método de Walkley y Black
Fósforo	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000 Segunda Sección (31 de Diciembre 2002) ítem 7.1.10 AS-10 2000. Determinación de Fósforo
Potasio	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000 Segunda Sección (31 de Diciembre 2002) ítem 7.2.6 AS-19 2000. Determinación de Potasio
Aluminio	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000 Segunda Sección (31 de Diciembre 2002) Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos: estudio, muestreo y análisis ítem 7.3.29 AS-33 2000 Aluminio intercambiable

IV. CONSIDERACIONES

- Estado en las que ingreso la Muestras. Buenas Condiciones de almacenamiento.
- Este informe no puede ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización de LADSAF y del cliente
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo
- Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
- Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente
- El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.
- Medición de pH realizada a 25 °C

