

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA



TESIS

RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE SEIS VARIEDADES DE ALFALFA

(*Medicago sativa L.*) A 3310 MSNM.

Presentada por la Bachiller en Ciencias Agrarias

RUTH FELY HUALLPAYUNCA ZERECEDA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO ZOOTECNISTA**

ASESOR:

Ing. Zoot. Juan Elmer Moscoso Muñoz, Ph D.

Ing. Zoot. Liz Beatriz Chino Velasquez, M.Sc.

CUSCO - PERÚ

2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, Asesor del trabajo de investigación/tesis titulada: RENDIMIENTO
PRODUCTIVO DE SEIS VARIEDADES DE ALFALFA
(Medicago sativa L.) A 3310 MSNM.

presentado por: RUTH FELIX HUALLPAYUNCA con DNI Nro.: 75323868
ZEPECEDA

presentado por: con DNI Nro.:

para optar el título profesional/grado académico de INGENIERO ZOOTECNISTA

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 3 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 5 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	<input checked="" type="checkbox"/>
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	<input type="checkbox"/>
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	<input type="checkbox"/>

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 19 de FEBRERO de 2024

Firma

Post firma: JUAN FELIX MOSCOSO MUÑOZ

Nro. de DNI: 23940692

ORCID del Asesor: 0000 / - 0001 - 5884 - 9718

ORCID 2° ASESOR: 0000 - 0002 - 6322 - 7371

DNI: 71732310

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid : 27259 : 332646627

NOMBRE DEL TRABAJO

tesis ruth 070224.docx

AUTOR

RUTH HUALLPAYUNCA ZERECEDA

RECUENTO DE PALABRAS

19510 Words

RECUENTO DE CARACTERES

98371 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

111 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

4.2MB

FECHA DE ENTREGA

Feb 16, 2024 9:48 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Feb 16, 2024 9:50 AM GMT-5

● 5% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 5% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 2% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

DEDICATORIA

A Dios sobre todas las cosas por estar siempre presente conmigo en mi día a día a pesar de mis errores.

Con mucho amor a mi amada familia mi mamá Alejandrina, mi papá Benedicto y a mis hermanos Nancy, Caríela, Orlando por su apoyo incondicional.

Con mucho aprecio a mi pareja Wilson Huamán Andrade por el apoyo incondicional y permanente.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Agronomía y Zootecnia, Escuela profesional de Zootecnia y a todos los docentes por constante seguimiento e inculcando sus conocimientos.

Al Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA).

A mis docentes de la facultad de Agronomía y Zootecnia- UNSAAC.

Al Dr. Gilber Alagón Huallpa e Ing. Juan Alejo Rivera por su apoyo incondicional, por la amistad presente y formación profesional impartida.

A mis amigos Carla Ximena Pareja, Socorro Herrera.

A todas las personas que me brindaron su apoyo absoluto para la ejecución de este trabajo.

A el laboratorio de nutrición por el copatrocinado de la tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Página
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	viii
INDICE DE FIGURA	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
CAPITULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS Y JUSTIFICACION.....	2
1.1. Objetivos.....	2
1.1.1. Objetivo general.....	2
1.1.2. Objetivos específicos.....	2
1.2. Justificación	3
CAPITULO II	4
REVISION BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Antecedentes de la Investigación Locales	4
2.2. Antecedentes de la Investigación Nacionales	6
2.3. Antecedentes de la Investigación Internacionales	8
2.4. Marco Teórico.....	10
2.4.1. La alfalfa.....	10
2.4.2. Clasificación taxonómica y descripción botánica	10
2.4.3. Características botánicas.....	11
2.4.4. Requerimientos ambientales.....	15
2.4.5. Variedades de Alfalfa.....	20
2.5. Factores Ecológicos en la Producción de Alfalfa	22
2.6. Productividad Vegetal.....	22
2.7. Valor Nutritivo	23
2.8. Rendimiento	24
CAPITULO III.....	25
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
3.1. Ubicación Geográfica de Investigación.....	25
3.1.1. Lugar del experimento	25

3.1.2.	<i>Ubicación política</i>	Error! Bookmark not defined.
3.1.3.	<i>Ubicación geográfica</i>	Error! Bookmark not defined.
3.1.4.	<i>Ubicación de Parcelas Experimentales</i>	25
3.2.	Materiales y Equipos	26
3.2.1.	<i>Para el muestreo de Biomasa</i>	26
3.2.2.	<i>Equipos de laboratorio</i>	26
3.3.	Metodología de la Investigación	27
3.3.1.	<i>Distribución de las parcelas</i>	27
3.3.2.	<i>Tipo de Investigación</i>	27
3.3.3.	<i>Variables evaluadas</i>	27
3.3.4.	<i>Determinación de Biomasa</i>	28
3.3.5.	<i>Determinación de materia verde</i>	28
3.3.6.	<i>Materia seca</i>	28
3.3.7.	<i>Relación hoja/tallo</i>	29
3.3.8.	<i>Determinaciones en el laboratorio</i>	30
3.3.9.	<i>Diseño experimental</i>	32
CAPITULO IV	33
4.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	33
4.1.	Determinar el Rendimiento de la Alfalfa entre Variedades en Función a la Edad de Corte (30, 45 y 60 días)	33
4.1.1.	<i>Materia verde de la planta</i>	33
4.1.2.	<i>Materia seca de la planta</i>	34
4.1.3.	<i>Materia seca de la planta (%)</i>	36
4.1.4.	<i>Materia seca % hoja</i>	38
4.1.5.	<i>Materia seca % tallo</i>	40
4.1.6.	<i>Altura de planta (cm)</i>	42
4.2.	Determinar la Relación hoja/tallo de las Seis Variedades en Función a la Edad de Corte (30, 45 y 60 días)	45
4.2.1.	<i>Relación Hoja/Tallo en materia verde (MV)</i>	45
4.2.2.	<i>Relación Hoja/Tallo en materia seca (MS)</i>	46
4.3.	Determinar la Composición Química de Seis Variedades de Alfalfa de Acuerdo a la Edad de Corte (30, 45 y 60 días)	49
4.3.1.	<i>Planta completa en base seca</i>	49
4.3.2.	<i>Hoja en base seca</i>	54
4.3.3.	<i>Tallo en base seca</i>	58
CAPITULO V	62
5.	CONCLUSIONES	62
CAPITULO VI	64
6.	RECOMENDACIONES	64

CAPITULO VII	65
7. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS.....	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Distribución de parcelas experimentales.	27
Tabla 2 Rendimiento de materia verde (kg/ha/corte) en tres edades de rebrote	34
Tabla 3 Rendimiento de materia seca (Kg/Ha/Corte) en tres edades de corte	35
Tabla 4 Rendimiento de ms% en hoja y tallo	37
Tabla 5 Rendimiento de MS% de hoja	39
Tabla 6 Rendimiento de %MS tallo	41
Tabla 7 Altura de planta en cm	43
Tabla 8 Rendimiento productivo de las seis variedades de alfalfa.	44
Tabla 9 Relación hoja/tallo en materia verde	45
Tabla 10 Relación hoja/tallo en materia seca	47
Tabla 11 Relación hoja/tallo de las seis variedades de alfalfa.	48
Tabla 12 Composición Química de las seis variedades de alfalfa con diferentes edades de corte	53
Tabla 13 Composición Química de la hoja de las seis variedades de alfalfa con diferentes edades de corte	57
Tabla 14 Composición Química del tallo de las seis variedades de alfalfa con diferentes edades de corte.	61

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Análisis estadístico de kg/mv/ha.....	71
Anexo 2 Análisis de varianza de kg/ms/ha.....	72
Anexo 3 Rendimiento de materia seca (MS%) en planta completa.....	73
Anexo 4 Materia seca de hoja (%).....	74
Anexo 5 Materia seca de tallo (%).....	75
Anexo 6 Relación h/t en materia verde.....	76
Anexo 7 Relación h/t en materia seca.....	77
Anexo 8 Análisis estadístico de altura de planta, cm.....	78
Anexo 9 Análisis estadístico de Proteína cruda (%).....	79
Anexo 10 Análisis estadístico de materia grasa (%).....	80
Anexo 11 Análisis estadístico de fibra cruda (%).....	81
Anexo 12 Análisis estadístico de fibra detergente neutro FDN (%).....	82
Anexo 13 Análisis estadístico de fibra detergente ácido FDA (%).....	83
Anexo 14 Análisis estadístico de proteína cruda (%) en hoja.....	84
Anexo 15 Análisis estadístico de materia grasa (%) en hoja.....	85
Anexo 16 Análisis estadístico de fibra cruda (%) en hoja.....	86
Anexo 17 Análisis estadístico de fibra detergente neutro (%) en hoja.....	87
Anexo 18 Análisis estadístico de fibra detergente ácido (%) en hoja.....	88
Anexo 19 Análisis estadístico de proteína cruda (%) en tallo.....	89
Anexo 20 análisis estadístico de materia grasa (%) en tallo.....	90
Anexo 21 Análisis estadístico de fibra cruda (%) en tallo.....	91
Anexo 22 Análisis estadístico de fibra detergente neutro (%) en tallo.....	92
Anexo 23 Análisis estadístico de fibra detergente ácido (%) en tallo.....	93

INDICE DE FIGURA

Figura 1 Acumulación de forraje.....	12
Figura 2 Rendimiento de materia seca	36
Figura 3 Materia seca % de la alfalfa.....	37
Figura 4 Materia seca % hoja	39
Figura 5 Materia seca % de tallo.	41
Figura 6 Relación h/t en materia verde.	46
Figura 7 Relación de h/t en materia seca.....	47
Figura 8 Altura de planta en (cm).....	43
Figura 9 Vista panorámica de las parcelas demostrativas.	98
Figura 10 Identificación de las parcelas.	98
Figura 11 Medida de la altura de la planta en alfalfa.....	99
Figura 12 Submuestra para la evaluación de materia seca MS.	99
Figura 13 Materiales utilizados en el laboratorio para los análisis correspondientes..	100

RESUMEN

El objetivo de estudio fue determinar el rendimiento productivo de alfalfa (*Medicago sativa L.*) en condiciones de altura. Se realizó en la hacienda Sullupucyo Zurite Anta, donde se evaluaron seis variedades de alfalfa de dormancia 4-8, en tres edades de corte (30, 45 y 60 días) en época lluviosa, haciendo un total de 18 tratamientos, en un experimento factorial bajo un diseño de bloques completo al azar. Se determinó el rendimiento forrajero (kg MS/Ha), relación hoja: tallo y el valor nutricional en cada una de las variedades (proteína cruda, grasa, fibra cruda, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido). Las variedades con mayor contenido de rendimiento de materia seca (MS) en kg/MS/corte fueron Alabama 350 (5867.90), W-350 (5516.84), Aragón (20439.6) e Icon (19042.9); sin embargo, en cuanto al porcentaje la variedad con mayor contenido de MS es Vulcan (20.58%), Icon (20.40%), Thalia (19.90%), Aragón (19.62%) y W-350 (18.90%) el mayor contenido de materia seca se dio a los 60 días con 24.04%. El contenido de proteína fue mayor a los 45 días con 20.46%, y las variedades con mayor contenido de proteína fueron Alabama 350 (19.99%), W-350 (19.93%), Aragón (19.40%), Thalía (19.07%) Icon (18.79%). El contenido de fibra fue de 22.74% a 29.38% para los 60 días siendo mayor en la variedad Vulcan. El mayor contenido de proteína en hoja fue a los 45 días con 27.07% en la variedad W-350, en tallo fue mayor con la menor edad de corte siendo la variedad W-350 la que tuvo mayor contenido con 17.45%, con respecto a la relación hoja/tallo fue similar entre variedades, pero disminuyo con la edad de la planta en todos los casos.

Palabra clave: alfalfa, variedad, proteína, fibra, materia seca (MS), materia verde (MV), dormancia

ABSTRACT

The objective of the study was to determine the productive performance of alfalfa (*Medicago sativa* L.) under high altitude conditions. It was carried out on the Sullupucyo Zurite Anta farm, where six varieties of alfalfa with dormancy 4-8 were evaluated, at three cutting ages (30, 45 and 60 days) in the rainy season, making a total of 18 treatments, in a factorial experiment. under a randomized complete block design. Forage yield (kg DM/Ha), leaf: stem ratio and nutritional value were determined in each of the varieties (crude protein, fat, crude fiber, neutral detergent fiber, acid detergent fiber). The varieties with the highest dry matter (DM) yield content in kg/DM/cut were Alabama 350 (5867.90), W-350 (5516.84), Aragón (20439.6) and Icon (19042.9); However, in terms of percentage, the variety with the highest DM content is Vulcan (20.58%), Icon (20.40%), Thalia (19.90%), Aragon (19.62%) and W-350 (18.90%) with the highest DM content. Dry matter occurred at 60 days with 24.04%. The protein content was higher at 45 days with 20.46%, and the varieties with the highest protein content were Alabama 350 (19.99%), W-350 (19.93%), Aragón (19.40%), Thalia (19.07%) Icon (18.79%). The fiber content was from 22.74% to 29.38% for 60 days, being higher in the Vulcan variety. The highest protein content in the leaf was at 45 days with 27.07% in the W-350 variety, in the stem it was higher with the lower cutting age, with the W-350 variety having the highest content with 17.45%, with respect to The leaf/stem ratio was similar between varieties, but decreased with the age of the plant in all cases.

Keyword: alfalfa, variety, protein, fiber, dry matter, green matter, dormancy.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

La principal fuente alimenticia para los rumiantes y especies herbívoras no rumiantes, lo constituyen los forrajes, sean nativos o introducidos, dentro de estos la alfalfa es una especie que ha cobrado mucha importancia en los sistemas de producción, por sus bondades nutricionales y de adaptación a las condiciones alto andinas.

Esta especie forrajera por sus características fisiológicas de crecimiento (tipo de sistema radicular entre otras), tiene resistencia al estrés hídrico y buena capacidad de fijación de nitrógeno atmosférico, favoreciendo la mejora de los suelos y aporta un buen balance de nutrientes, sobre todo de proteína, con una elevada digestibilidad y aceptabilidad por los animales, lo que puede ser considerado como un recurso estratégico para los sistemas de producción Alto andinos, donde las limitaciones hídrica y condiciones climáticas, dificultan la introducción de especies forrajeras de alto rendimiento.

Sin embargo, estas características productivas y de calidad en el aporte de nutrientes tiende a variar en función al estado fenológico (edad de corte) y nivel de dormancia, por lo que es necesario realizar la evaluación de estas características en las condiciones Alto andinas. De otro lado se viene buscando introducir nuevas variedades de alfalfa en la zona, las mismas que de acuerdo a su ficha técnica podrían constituir una buena alternativa productiva, sin embargo, estas no han sido evaluadas en condiciones ambientales variadas (temperatura, humedad, radiación, etc) que presenta la región, es por ello que, con el presente estudio se pretende establecer lo siguiente ¿Cuál de estas variedades podría ser adecuado para su difusión a nivel de los productores?

OBJETIVOS Y JUSTIFICACION

1.1. Objetivos

1.1.1. *Objetivo general*

Determinar el rendimiento productivo de las seis variedades de alfalfa (*Medicago sativa L.*) en las condiciones de Sullupucyo Estacion Experimental Agraria Andenes INIA-Cusco.

1.1.2. *Objetivos específicos*

- Determinar el rendimiento entre variedades en función a la edad de corte (30, 45 y 60 días).
- Determinar la relación hoja/tallo de las seis variedades de alfalfa de acuerdo a la edad de corte (30, 45 y 60 días).
- Determinar la composición química de seis variedades de alfalfa de acuerdo a la edad de corte (30, 45 y 60 días).

1.2. Justificación

Tomando en consideración que la alimentación representa los mayores costos en los sistemas de producción animal, es necesario la utilización de recursos alimenticios que permitan optimizar el costo de la misma, para los animales herbívoros la principal canal de alimentación y de menor costos lo representan los forrajes, pero debido a las condiciones medio ambiental es de la zona alto andina, son pocas las especies cultivadas que tienen potencial de adaptación (rusticidad) que permita su utilización con niveles de producción elevados y de mayor duración.

La alfalfa es un cultivar que ha demostrado adaptarse adecuadamente en estas condiciones, pero para que ello sea de forma adecuada, es necesario evaluar el efecto de estas condiciones ambientales sobre su comportamiento fisiológico, principalmente cuando se busca introducir nuevas variedades, antes de que estas sean disponibles a los productores.

Recientemente el INIA, ha introducido nuevas variedades de alfalfa, las mismas que están en proceso de evaluación, para establecer cuantas de ellas pueden ser recomendadas en la zona; el presente estudio forma parte de este programa, por lo que el objetivo es evaluar diferentes variedades de alfalfa en cuanto al rendimiento (Kg/MS/Ha) y el aporte de nutrientes en función a su estado fenológico, así como en los resultados obtenidos para realizar la recomendación pertinente y adecuada.

CAPITULO II

REVISION BIBLIOGRÁFICA

2.1. Antecedentes de la Investigación Locales

Unda (2001) “determino el rendimiento de materia verde de 7 alfalfas con abono orgánico e inorgánico” con la finalidad de examinar, el rendimiento en biomasa aérea de 7 variedades de alfalfa, en 3 etapas de corte a 3209 msnm, mencionando que el promedio del valor nutricional de las variedades en estudio fue del 54%, resultando inferior el de la variedad WL-318 y Alta sierra con (18.93%) y (41.25%) respectivamente. Por otro lado, el rendimiento promedio en materia verde total fue de 36, 571.62 kg/MV/Ha, con una producción máxima de 46.745.23 y 44,098.73 kg/MV/Ha para las variedades Moapa y Prince respectivamente y con una mínima de 28,799.23 kg/MV/Ha para la variedad Yarahua. En cuanto a los días de corte, para las variedades Moapa y Prince el rendimiento de la materia verde a los 90 días fue de 16,134.15 y 14,645.89 kg/MV/Ha, a los 60 días fue 15,044.87 y 14,370.35 kg/MV/Ha y a los 45 días fue 15,566.21 y 15.082.48 kg/MV/Ha, mientras que, el de Yarahua obtuvo valores menores en cada corte. Asimismo, con respecto a la materia seca obtuvo un rendimiento promedio para las variedades Prince y Moapa de 7,640.19 y 7,578.31 kg/MS/Ha, mientras que para la variedad Joya y Yarahua se obtuvo 4,968.42 y 5,167.79 kg/MS/ha; de esta manera, el rendimiento promedio total fue de 6,323.73 kg/MS/Ha.

Recharte (2002) desarrolló su investigación en 7 variedades de alfalfas (Moapa, Ranger, Joya, Yaragua, Alta Sierra, Prince, WL-318), donde evaluó el rendimiento y calidad en época seca” con abonamiento orgánico (estiércol descompuesto de vacuno) en 5 momentos de corte (30, 45, 60, 75 y 90 días el corte de

uniformización) en época de seca". Para el estudio se tomaron 28 parcelas de 15 m² (7.5 * 2 m), distribuidas de forma aleatoria, además, cada parcela fue dividida en 5 sub parcelas con un área de 3 m². Se obtuvo como resultados que, el mayor rendimiento en materia verde fue en las variedades Ranger (26.5 Tn/Ha), Joya (26 Tn/Ha), WL-318 (25.9 Tn/Ha), Moapa (25.6 Tn/Ha) y Prince (22.9 Tn/Ha), siendo en este último 32.8 Tn/Ha. Con respecto a la relación hoja-tallo es mayor en las variedades Joya (1,57), Yaragua (1.54) y Alta Sierra (1.42). Por otra parte, el mayor aporte de la hoja a la materia verde en porcentajes fue proporcional por la variedad Joya (59.79%), Yaragua (59.24%), Alta Sierra (57.60%) y Moapa (55.63%). Asimismo, las variedades con mayor rendimiento de hoja fueron la Joya (15.38 Tn/Ha) y Ranger (14.46 Tn/Ha), seguido de WL-318, Yaragua y Moapa; asimismo, el mayor rendimiento promedio fue a los 90 y 75 días con 16.6 y 15.3 Tn/Ha. Con respecto al mayor aporte en el tallo en materia verde fue en las variedades Prince, wl-318, seguido del Ranger y Moapa.

Oviedo (2008) en su estudio: "Determinar la cantidad de biomasa de 7 variedades de alfalfa con tres etapas de corte en época lluvia", en la Granja Kayra. Para tal fin, evaluó utilizando 28 parcelas experimentales empleando el "diseño de Bloques Completamente Randomizado (BCR)" con un arreglo factorial de 7*3*3 con 4 repeticiones. Los principales resultados a los que llegó el autor fueron que el rendimiento de materia seca fue mayor en las variedades Prince y Joya. Con respecto al número de cortes la mayor producción se evidenció en el corte 1 y 2; para el rendimiento de la materia seca se dio en los cortes 2 y 1 de las variedades Prince y Joya. Con respecto a la producción media de hoja en materia seca fue mayor para las variedades Joya y Prince, obteniéndose mayor producción a los 60 días. Por otro lado, en cuanto a la producción media de tallo en materia seca

resultado mayor las variedades Prince y Joya, también fue relevante que la mayor producción fue evidenciada a los 60 días, primeramente, seguido de los cortes de 75 y 45 días; mientras que en el rendimiento del tallo fue en el corte 2 para las variedades Prince y WL-318 en ambos casos.

Enríquez (2002) en su tesis titulada: “determino el valor nutritivo y producción en variedades de alfalfa con varias etapas de corte en época lluvia en Anta- Zurite”. Es así que, el diseño empleado es “diseño completamente al azar con un arreglo factorial de 4*4 y tres repeticiones”. Del estudio logró obtener que la mayor producción en materia verde y materia seca fue en las variedades de Joya-1 (2605.83 Kg./Ha y 4484.66 Kg/Ha), seguido del WL-325 y Moapa y el menor rendimiento fue del Ranger en un corte de 60 días (27592.50 kg/Ha); con respecto al porcentaje de materia seca estadísticamente son iguales para todas las variedades, mientras que a medida que va incrementando su edad en 30, 60, 90 y 120 días, el porcentaje de materia seca también se incrementa en 12.60, 15.97, 20.68 y 20.71%. En relación a la hoja y tallo en materia seca en las cuatro variedades es igual ($p < 0.05$ y 0.01), de la misma manera ocurre en las edades de corte representando la mayor relación en los 30 días con 0.75, seguido de los 60, 120 y 90 días. El mayor porcentaje de hoja es en la variedad Ranger con 36.86%, en edad de corte a los 30 días fue de 42.12%, en rendimiento de tallo la variedad Joya-1 fue mejor con 2799.34 Kg/Ha seguido del WL-325 y Moapa.

2.2. Antecedentes de la Investigación Nacionales

En Cajamarca Cubas (2021) presentó su estudio: “determinar el comportamiento productivo y composición química de 6 variedades de alfalfa en 2 pisos altitudinales en Cajamarca”. El estudio experimental fue diseño de bloques completos aleatorizados con un arreglo factorial de 6*3*2, tomando un total de 36

unidades experimentales. Los resultados demostraron que el piso altitudinal 1 (PAI) se encontró que la proteína era 24.50%, mientras que en el PA II fue de 18.03%; Por otra parte, en lo concerniente al nivel de Fibra Detergente Neutro (FDN) se encontró resultados muy similares ya que los datos reportados fueron PAI (32.92%) y PAII (32.10%). Con respecto a la altura de la alfalfa en el PAI fue de 31.54 cm, mientras que en PAII fue de 28.26 cm evidenciándose que en la primera fue mayor. Siendo la W 450 mejor frente a otras variedades. Por último, en el PAI se obtuvo mayores contenidos de materia verde siendo la producción fue de 61 450.6 kg/ha/año y 10 241.8 kg/ha/corte; además, en la materia seca su rendimiento fue de 10 439.4 kg/ha/año y 1 739.9 kg/ha/corte.

En Huánuco Tarazona y Cabrera (2022) presentaron su tesis titulada: "rendimiento de alfalfa de variedad Moapa con abono orgánico en Huánuco", el cual ha empleado una metodología de tipo aplicada y experimental llegaron a los siguientes resultados: primero, la producción de forraje en materia verde kg/ha/corte y MS no presentó diferencias significativas siendo ($p < 0.05$ y $p < 0.01$). Con respecto al forraje generado con guano de gallinaza añadido a los cortes 1 y 2 la producción de la variedad Moapa resulto mayor siendo su producción de 17 533 kg/ha/corte en forraje verde, mientras que en seco fue de 12 624 kg/ha/corte y en materia seca de 4 904 kg/ha/corte.

En Lambayeque Tenorio (2019) evaluó el : "la variedad Bacum se evaluo el valor nutritivo y rendimiento con abono estiércol en Cajamarca" donde estudio experimental fue desarrollado en los 2200 msnm, además, el tamaño de las parcelas fueron de 4m*7m, empleando un bloque al azar. El autor encontró que el rendimiento mayor del forraje verde se obtenía en el corte 3 con una dosis de 10 tm/ha de estiércol de corral, asimismo, con respecto la mayor proporción de

materia seca se encontró también en el tercer corte con 20 tm/ha de abono aplicado, también en este mismo corte presento mejor altura, en vista de que el diámetro del tallo, largo de la hoja, número de macollos y el número de rebrotes fue mejor con una dosis de abono de 10 tm/ha. Adicionalmente, la mayor cantidad de hoja se logró visualizarse en el tercer rebrote con una dosis de 20 tm/ha con estiercol de corral y finalmente el mismo corte, pero con 10 tm/ha de abono se obtuvo el mayor contenido de proteína cruda en alfalfa.

En Chachapoyas Soplin (2021) presentó su estudio: “evaluar diferentes densidades de siembra de 4 variedades de alfalfa su valor nutricional y características agronómicas”, se evaluó a 1980 msnm con las variedades del alfalfa california mejorada, Moapa 69, lecherita SW8210 y CUF 101, el diseño empleado fue el experimental DBCA con arreglo factorial de 4*3, 12 tratamientos y 10 plantas evaluada en 3 bloques. Asimismo, se evidenció que la variedad CUF 101 obtuvo un mayor nivel de valor nutricional con una media proteica de 31,8%, humedad 3,9%, ceniza 11,3%, grasa 1,1% y fibra cruda 25,2%. En cuanto a la altura estuvo determinada por la densidad de siembra, es así que, las plantas que tuvieron una media de 66,3 cm fueron las variedades lecherita y SW8210 donde se había aplicado una densidad de 3 por 50 plantas/m², pero en las otras variedades no se aplicó. Es así que, se concluye que existe diferencias significativas en el valor nutricional.

2.3. Antecedentes de la Investigación Internacionales

En México Sánchez *et al.* (2019) presentaron su artículo: “productividad de variedades de alfalfa en el valle de México” siendo el estudio fue experimental, desarrollado a 2240 msnm, clima templado con una precipitación promedio anual de 636.5 mm, con respecto a las variedades estudiadas fueron la Aragón,

Valenciana, Chipilo, Milenia y Oaxaca, estas fueron sembradas en un área de 20 parcelas de 108 m² de 12 m por 9 m y una densidad de siembra de 30 kg ha. Los resultados con respecto a la tasa de crecimiento fue que existía diferencias significativas entre las variedades Milenia, Oaxaca, Chipilo y Valenciana mostraron un promedio de 52kg MS ha⁻¹, mientras que, la Aragón presentó una tasa menor de 40 kg MS ha⁻¹. Por otro lado, con respecto a la altura de la planta independientemente de la estación las variedades Milenia, Chipilo y Oaxaca registraron la mayor altura con un promedio de 48 cm, por el contrario, las variedades que presentaron menor altura fueron Aragón y Valenciana con 44 cm. Adicionalmente bajo un modelo de regresión se evidenció que mientras existía una mayor interceptación de luz, la tasa de crecimiento, el índice foliar y la altura de la planta son mayores.

En Colombia Capacho-Mogollón *et al.* (2018) desarrollaron su investigación: “biomasa y calidad nutricional de 4 variedades de alfalfa para introducir en Colombia” donde el estudio fue desarrollado en una altitud de 2287 msnm y con una temperatura de 14 °C. Los resultados mostraron que, en la producción de biomasa, producción de forraje verde y materia seca, así como la calidad nutricional no presentaron variación entre las cuatro variedades de alfalfa ($p > 0.05$). En cuanto al porcentaje de la proteína fue variable de 18.83% (SW-8210) a 21.10 (Moapa 69) y el promedio fue 20.02%, la FDN osciló entre 45.80% a 53.63% con media de 50.30%, seguidamente la FDA estuvo entre 33.53% y 40.56% con media 37.68%. Con respecto a las cenizas fue de 13.20% y 17.26% con media 14.92, digestibilidad in vitro osciló entre 48.60% y 52.76% con media 50.38%, seguidamente el calcio estuvo entre 1.3% y 1.7% con media 1.52% y finalmente en cuanto al fosforo no presentó diferencias significativas, por lo que

los datos hallados permiten decir que las cuatro variedades analizadas son capaces de crecer y desarrollarse en el medio agroecológico estudiado.

2.4. Marco Teórico

2.4.1. La alfalfa

La alfalfa es la base de la producción de carne y leche de la región Cusco, así como ser la principal especie forrajera del país. Sin embargo, también es importante tener presente que el cálculo directo de la productividad esperable en función de la humedad obtenida puede llevar a los errores significativos, dado que los cambios diarios y estacionales en el uso del agua y el desarrollo de las plantas cambian grandemente en las condiciones climáticas y las prácticas culturales (Basigallup, 2007).

2.4.2. Clasificación taxonómica y descripción botánica

Alfalfa, pertenece a la siguiente escala taxonómica:

Medicago sativa

Información:	Taxonómica
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Origen:	Fabales
Familia:	Fabaceae
Género:	Medicago L., 1753
Especie:	Sativa L., 1753

(Linné,1753).

2.4.3. Características botánicas

Este forraje es de la familia de las leguminosas y su nombre botánico es (*Medicago sativa L.*).

2.4.3.1. Concepto de la alfalfa.

La alfalfa (*Medicago sativa L.*) es una leguminosa forrajera que tiene hojas trifoliadas de un promedio de 60 a 90 cm, de altura así mismo tiene raíces abismales, bien conocida por ser la reina forrajera debido a su facilidad de adaptación de diversos ambientes y a su calidad nutricional, es más utilizado para la alimentación en el ganado ovino, bobino y cuyes en la sierra sur del Perú (Florez Delgado, 2015).

2.4.3.2. Morfología general.

Los forrajes se han notado como la principal fuente de alimentación en las ganaderías del país, debido a su riqueza en la producción; por ende, poseen limitantes en cuanto a su aporte de proteína bruta y la ardua digestibilidad de algunos de sus nutrimentos (Flores, 2015).

2.4.3.3. Crecimiento de la alfalfa.

Se requiere generar un área foliar apto para después de la defoliación, a través del vigor que proviene de compuestos orgánicos, azúcares y almidón (carbohidratos no estructurales) acumulados en la raíz y corona; estos carbohidratos no estructurales, tienen dos orígenes: primero, los aprovechados en el proceso de fotosíntesis; y segundo los acumulados en la raíz y corona, siendo en ambos casos empleados para sustituir los requerimientos de respiración y

crecimiento del alfalfar después de su aprovechamiento permitiéndole también superar límites de estrés (Florez, 2015).

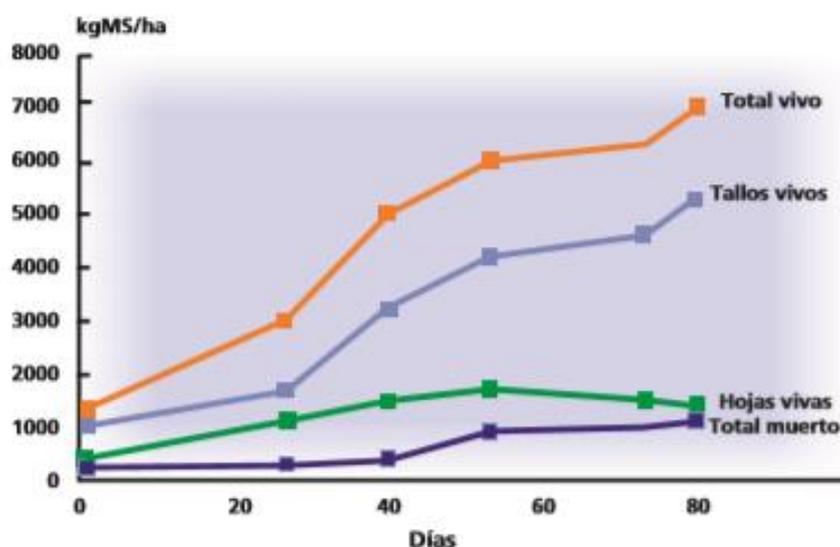
2.4.3.4. Rebrote de la alfalfa.

La tasa de acumulación de biomasa afecta la frecuencia de defoliación, lo que a su vez afecta el momento ideal para aplicar el césped. La relación hoja/tallo y la calidad del forraje dependen de la madurez del pasto, el tiempo de recuperación entre cortes sucesivos, los tiempos de regeneración, la época del año y las condiciones ambientales. Además del valor nutricional, también son relevantes otras variables fenológicas como el peso, la densidad, el tamaño del tallo y el número de hojas por tallo (Gaytan *et al*, 2019).

2.4.3.5. Acumulación de forraje.

Para tener un panorama amplio sobre los rendimientos de alfalfa se tiene los siguientes trabajos realizados en condiciones de la sierra.

Figura 1 *Acumulación de forraje.*



Nota. Patrón de acumulación de la materia seca en alfalfa durante un rebrote primavera tomado por *Basigallup* (2007).

Después de la defoliación y a medida que se desarrolla, la alfalfa presenta un patrón típico de acumulación de forraje en el que la cantidad de tallos aumenta continuamente mientras que la cantidad de hojas se detiene antes y la presencia de material muerto aumenta.

La hoja es el principal contribuyente al material senescente, por lo que en un momento dado se producen tantas hojas como mueren (Basigallup, 2007).

2.4.3.6. Raíz.

El sistema de raíces está compuesto por una raíz principal clara, sólida y pivotante, así como numerosas raíces secundarias que pueden llegar a profundidades de 3 a 9 metros. Esto mejora la capacidad de extraer agua de las capas más profundas del suelo y aumenta la resistencia a las sequías (Astete,1995).

2.4.3.7. Corona.

La ubicación de la corona radicular en relación con el suelo varía según la variedad; a mayor profundidad, mayor resistencia y eficacia para el pastoreo (Astete, 1995).

Según Mulsera y Ratera (1991) la raíz de la alfalfa es generalmente de tipo pivotante, con una raíz principal que penetra profundamente en el suelo y una corona que sobresale. También se pueden encontrar alfalfas con un sistema radicular ramificado, con varias raíces primarias y una corona ligeramente ancha.

2.4.3.8. Tallo.

Los tallos son erectos y tienen de 5 a 25 tallos por planta, aunque a veces pueden ser más. Los tallos nacen de una corona semileñosa en la unión de la raíz y el tallo, donde se encuentran yemas que darán origen a nuevos (rebrotos) cuando las plantas viejas (Astete,1995).

Los tallos son usualmente de consistencia maciza, aunque algunos casos pueden encontrarse tallos huecos (Basigallup, 2007).

2.4.3.9. Hojas.

Las hojas son trifoliadas, de filotaxia alterna; los folíolos son lineares, oblongos y ovalados, dentados hacia sus ápices con escasas estipulas en forma de lezna adheridas al peciolo (Alendez, 2000).

Las primeras hojas son unifoliadas, después adquieren la forma trifoliada y peciolada, las trifoliadas son casi similares tamaños; pero si varían las hojas en diferentes partes de la planta según las condiciones vegetativas; las verdaderas hojas, son compuestas imparinadas trifoliadas y constan de las siguientes partes: estipula, son parte de los apéndices que en el género *Medicago* se encuentran soldados a lo largo del borde, formando una sola pieza; peciolo que une el raquis con el resto de la planta; folíolo, puede ser ovado u oblongo, dentados en el ápice y tienen la forma de pequeñas hojas simples; todo el conjunto forma la hoja compuesta. El haz de los folíolos es de un color intenso, comparado con el envés por lo general pubescente y con marcada nervación (Huamani, 1987).

2.4.3.10. Flores.

En cuanto a la estructura de la flor, tiene una gran bandera con dos alas que son más altas que la quilla. Los diadelfos forman un paquete de nueve estambres por un lado y están reunidos en un tubo estaminal que envuelve el estilo y el estigma. Las alas tienen ganchos y ambos lados que obligan a los estambres y pistilo a permanecer dentro de la quilla (Basigallup, 2007).

2.4.3.11. Frutos y semillas.

El fruto es del tipo legumbre o vaina, monocarpelar, seco e indecente, generalmente alargado y comprimido, ocurre a partir de las yemas localizadas en

las axilas de las hojas es continuo y generalmente indeterminado, así mismo, el ápice generalmente se observa separado los reproductivos de los vegetativos (Renzi & Cantamutto, 2011).

2.4.4. *Requerimientos ambientales*

2.4.4.1. Preparación del suelo.

Los cultivares de alfalfa no son muy exigentes en las cualidades del suelo, pero se deben tomar en cuenta algunas precauciones como buscar suelos profundos igual o mayores a 80 cm, siendo ideal más de 1m, deben ser bien drenados, porque las alfalfas poseen raíces pivotantes y profundas y cuando la capa freática se encuentra muy superficial se corre el riesgo de someter a asfixia a las raíces por consiguiente se tiene el marchitamiento de la planta (Cubas, 2021).

2.4.4.2. Época de siembra.

La siembra en el Perú en Cusco o Puno es el mes que está relacionado con las lluvias o con mayor disponibilidad de agua, enero es el mes de siembra más frecuente (42.3%), seguido de marzo a julio con 36.3%, el primer corte más frecuente se da entre los tres y cinco meses, con un 69.7% (Ministerio del Ambiente, 2019).

2.4.4.3. Dosis de siembra.

La producción de forraje de alfalfa en secanos recomiendan utilizar dosis de 20-25 kg/ha para garantizar un buen establecimiento o controlar las malas yerbas, una dosis de siembra de 10 kg/ha supone la aportación de alrededor 360 semillas viables/m² (450 semillas gr x 80% de germinación), las cuales pueden asegurar el establecimiento entre 150 plantas/m² y 250 250 plantas/m² en buenas condiciones de humedad, y de 75 plantas/m² en condiciones de secano semiárido, estas dosis

de siembra se consideran suficientes para obtener producciones optimas de forraje Delgado *et al.*, (2014).

2.4.4.4. Fertilización de establecimiento.

El encalado; la dosis de cal a emplear para corregir el pH será proporcional a la magnitud del cambio que uno desea provocar en el suelo, debido a que no todos los suelos reaccionan de la misma forma es por ello que cada terreno requiere distinta dosis de cal (Rodriguez & Ruz, 2022).

El Fosforo, la alfalfa al igual que otras leguminosas, requiere un suministro adecuado de fosforo para establecerse en buena forma, la situación más crítica en el cultivo es en los primeros estados de desarrollo, donde requiere una alta concentración de P para desarrollar su sistema radicular. De esta manera junto con el encalado mejora y corrige sus limitaciones de acidez (Rodriguez & Ruz, 2022).

2.4.4.5. Siembra.

La profundidad de siembra de alfalfa es el gran problema para resolver en el campo, porque desde que la semilla germina decrecen sus reservas hasta que la planta forma hojas verdes y se independiza de ellas, generalmente en todas las plántulas existe un periodo crítico en el cual las reservas son bajas y el área fotosintetizante no es suficiente, se tiene una relación directa entre la profundidad, tamaño de la semilla y el tipo de suelo, se ha tenido buenos resultados en suelos livianos y con semillas grandes; la profundidad de siembra depende del tipo de suelo, en terrenos pesados se realizara entre 1 a 1.25 cm, pudiendo llegar hasta los 2.5 cm en terrenos ligeros o arenosos (Cubas, 2021).

2.4.4.6. Clima.

Esta característica estaría relacionado a la resistencia a la sequía, ya que su hábitat está relacionado al verano con altas temperaturas, relativamente seco y baja humedad, el cual indica que la alfalfa soporta temperaturas variadas (Soto, 2022).

A una temperatura inferior a 1°C la alfalfa paraliza su crecimiento en cuanto a su inclusión, pero a una temperatura permanente de 5°C, se obtiene un 50% de la germinación a los 9 días postsiembra, en cambio a 20°C la mitad de la germinación se obtiene a los 2 días posterior de la siembra; para el crecimiento o postemergencia de la alfalfa la temperatura apropiada que es entre 20°C a 30°C para el crecimiento de las hojas trifoliadas. En cuanto a las seis semanas de adaptación la temperatura apropiada son los bajos entre 15°C a 20°C son muy buenos para la alfalfa (Soto, 2022).

Las variables climatológicas que han sido llamados como determinantes en el comportamiento de la alfalfa se encuentra la temperatura, fotoperiodo, evapotranspiración, radiación solar y humedad que se encuentra en el suelo o estrés hídrico, así mismo se ha obtenido que el crecimiento de la alfalfa ocurre en el rango de 5 a 30°C siendo óptimo entre los 15 y 25°C durante el día y la noche es 10 a 20°C (Quiroga, 2013)

2.4.4.7. Acidez.

La acidez del suelo es un problema básico para el buen establecimiento y producción de la alfalfa, el pH óptimo para el establecimiento y desarrollo de la alfalfa varía desde 6.5 y 7.8, pudiendo variar por la textura del suelo, contenido de materia orgánica y otras propiedades químicas del suelo; la acidez del suelo desfavorece a la nodulación de la raíz, debido a que la bacteria específica

Rhizobium meliloti, responsable de la fijación simbiótica del nitrógeno es muy sensible a la acidez (Soto, 2022).

2.4.4.8. **Agua.**

Las exigencias hídricas de la alfalfa durante un ciclo es de 700 900 mm de agua, requiere agua de forma fraccionada su disponibilidad, ya que las necesidades cambian a lo largo del ciclo productivo (AZUD, 2023)

2.4.4.9. **Salinidad.**

La alfalfa presenta buena conducta a la salinidad, existe una buena cantidad de variedades de alfalfa que son adaptables a la salinidad según (Lus,2015).

2.4.4.10. **Radiación solar.**

Las mayores diferencias en la eficiencia del uso de la radiación se encuentran en las estaciones y serian el resultado de la variabilidad de temperaturas medias entre las estaciones, el eficiente uso de la radiación se estandarizo con una temperatura media entre 18 a 22°C es por ello que influye positivamente en el cultivo de la alfalfa de acuerdo a Guzman *et al.* (2007)

2.4.4.11. **Adaptación.**

(Astete, 1995), es ampliamente conocida por su capacidad para resistir la sequía y la falta de lluvias, y ha prosperado ampliamente y ha sufrido un interesante proceso de naturalización, lo que ha llevado a variedades adaptadas a diferentes sitios ecológicos. Estos ecotipos se encuentran principalmente en los departamentos de Arequipa, Ancachs, La Libertad y Tacna, entre otros. Como resultado de esta adaptación, existen grupos de alfalfas en todo el país.

2.4.4.12. **Fijación biológica del nitrógeno.**

La fijación biológica de nitrógeno (FBN) es el proceso por el cual algunos microorganismos utilizan el nitrógeno optenido en el aire, reduciéndolo a amoniaco

a través de una enzima llamada nitrogenasa para la producción de proteínas; los microorganismos fijadores de nitrógeno son bacterias y cianobacterias, que viven libremente en el suelo, eventualmente asociados a una planta o en simbiosis con una planta; se ha reconocido que las sub Como se mencionó anteriormente, el nitrógeno en forma molecular (N₂) se encuentra en la atmósfera con una disponibilidad del 80%(Paredes, 2013).

2.4.4.13. **Grado de reposo invernal.**

La alfalfa es una leguminosa que presenta mucha inestabilidad en sus características morfológicas, por lo que son muchas las clasificaciones que se tienen para diferenciar los distintos tipos existente, los mismos que se basan en el color de flores, la resistencia a las bajas temperaturas, el crecimiento primaveral, la recuperación después del corte, la floración, el tipo de crecimiento, periodo de rebrote; una clasificación utilizada por los investigadores de alfalfa en EE.UU., aplicable a los diversos orígenes y condiciones de crecimiento, es la base en una combinación a la resistencia a las bajas temperaturas, el reposo invernal y el crecimiento otoñal Rossanigo *et al* (1995).

2.4.4.14. **Acumulación de reservas.**

Se basan en la influencia de factores climáticos, información necesaria para desarrollar los patrones de crecimiento de la alfalfa obtenida a mayores altitudes; Como se indica en la literatura, la información se puede encontrar en varios modelos basados en temperatura. Diseñado para estimar el crecimiento y el rendimiento de la alfalfa utilizando la humedad del suelo disponible y variables climáticas como unidades térmicas o "grados día". Modelos más complejos que requieren información sobre el microclima en la cubierta vegetal; Las variables climáticas reportadas como determinantes del comportamiento de la alfalfa

incluyen temperatura, fotoperiodo, radiación solar, evapotranspiración y humedad disponible del suelo o estrés hídrico; Se determina que el crecimiento de la alfalfa está en el rango de 5°C a 30°C, con temperaturas diurnas promedio de 15°C a 25°C y temperaturas nocturnas promedio de 10°C a 20°C (Quiroga, 2013).

2.4.5. Variedades de Alfalfa

2.4.5.1. Alfalfa Icon (dormancia 6).

Alfalfa de procedencia australiana de dormancia intermedia, ideal para valles interandinos por encima de los 3,500 m.s.n.m., tiene tamaño mediano con abundante materia seca y alto valor nutritivo, posee resistencia a las sequias, también es de alta persistencia y tolera al pastoreo; resistente a la fitoptora y al pulgón (Heritageseeds, 2018).

2.4.5.2. Alfalfa Vulcan (dormancia 6).

Las semillas (Lucerna) o Vulcan son para parcelas, para una siembra de cultivo perenne de 3 a 12 años, según el manejo y clima, la planta crece a una altura de hasta 90 cm con un sistema de raíces muy resistentes y de larga duración, resistente a la sequía; las plantas producen auto toxicidad por lo que se recomienda la rotación de cultivos, es comúnmente utilizado en heno, ensilado y producción de forraje para ganado vacuno, puede ser aprovechado por pastoreo o corte (OEC, 2022).

2.4.5.3. Alfalfa Thalia (dormancia 6).

Alfalfa conocida también como Alfagraze 600 RR de dormancia 6 se caracteriza por tener altos rendimientos y una súper calidad alimenticia. Los cortes por año varía de acuerdo al manejo y fertilización pueden tener de 5 a 7 cortes por año, su valor nutritivo es 22%, tiene resistencia alta fusarium, y es un poco susceptible a otras enfermedades (AOSCA, 2023).

2.4.5.4. Alfalfa Aragón (dormancia 7,5 - 8).

De dormancia 7,5 a 8, porte alto desde 60 a 80 cm, de hojas grandes y anchas, se caracteriza por tener un tallo hueco, la relación hoja/tallo: 0,9 - 1; la producción es muy alta que va desde 15 – 18 ton MS/ha, el contenido de proteína es desde 18-20% en base a Materia Seca, su sistema radicular profundo, que permite una gran capacidad de aprovechamiento de la humedad relativa y persistencia, son plantas bien establecidas, son tolerantes a ciertos productos de herbicidas para el control de malezas; la persistencia está determinado por la variedad, plagas y malas hierbas existentes, suelos y condiciones climáticas y su forma de aprovechamiento (Batle, 2020).

2.4.5.5. Alfalfa W-350 (dormancia 3.8).

Conocida como alfalfa dormante, es una variedad con dormancia 3.8 de excelente resultado debido a su alta resistencia al frío y heladas; cuando las condiciones son desfavorables pueden permanecer en el terreno en descanso hasta por 3 o 4 meses, luego brotan cuando las condiciones son favorables, en la sierra este periodo se da entre junio y octubre; se ha demostrado que tiene excelentes resultados entre los 2,600 y 4,200 m.s.n.m., requiere agua de lluvia y con riego su productividad aumenta; su periodo de permanencia en el campo es de 6 a 8 años dependiendo de la fertilización y manejo, su valor nutritivo aporta un 24% de proteína; se adapta al pastoreo o corte siendo para heno, ensilado y harina (Caritas del Peru, 2016).

2.4.5.6. Alfalfa Alabama 350 (dormancia 3.8).

La variedad Alabama 350 es de dormancia 3.8 de excelente comportamiento debido a su persistencia en el frío y nieve; puede permanecer en campo durante unos 3 meses de descanso, de procedencia de Estados Unidos, se adapta de

2,500 a 4,200 m.s.n.m., su instalación y manejo puede adaptarse para pastoreo, ensilaje y corte, su duración en pradera es de 5 a 8 años, según el manejo y fertilización; la producción de forraje es de 6 corte/año en zonas bajas con riego, de 3 a 4 cortes/año en seco, es una variedad de crecimiento erecto, de rápida recuperación, con 27% de proteína, presentan mayor número de hojas por tallo de color verde intenso con respecto a otras variedades (Alabama, 2007).

2.5. Factores Ecológicos en la Producción de Alfalfa

La alfalfa es una planta que tiene una amplia adaptabilidad a los factores climáticos. A diferencia de los cultivos anuales, la alfalfa ofrece pocas alternativas de manejo para optimizar la radiación solar y los recursos hídricos; además, se ve afectado por diversas condiciones ambientales como la radiación, la temperatura y los recursos hídricos durante todo el año; Por lo tanto, comprender la eficiencia de los cultivos y el uso de los recursos hídricos (Basigallup, 2007).

De acuerdo a los factores ambientales son la luz (intensidad, calidad y duración de la iluminación), la temperatura del aire y del suelo, el régimen hídrico, el pH; el estado nutricional del suelo y la concentración de CO₂ en la atmosfera (Posada, 2005).

2.6. Productividad Vegetal

La productividad de las plantas se puede definir como el aumento del peso seco por unidad de campo, expresado en kilogramos por hectarea. Además de los efectos del medio ambiente y las prácticas culturales, la genética y la morfología de las plantas también desempeñan un papel en la determinación de la productividad neta de una planta (Posada, 2005).

2.7. Valor Nutritivo

Los elevados rendimientos y el alto valor nutritivo que posee la alfalfa, en cuanto al análisis de diferentes estados de maduración de la alfalfa, han reportado los siguientes resultados: para un estado de 10 % floración el contenido de proteína 22.18% y fósforo 0.24%, para un estado de 50% de floración el contenido de proteína es 20.67%; por otro lado, se menciona que la alfalfa contiene un promedio de 14.8% de proteína, el heno de alfalfa 10.5% de proteína, 1.47% de calcio y 0.24% de fósforo según (Huamani, 1987).

a) Proteína Cruda

La proteína es un nutriente clave a observar en la formulación de las dietas para animales, generalmente las plantas de alfalfa sostienen un rango de 17 al 26% de PC en base a su contenido de MS, por lo que se considera una fuente importante de PC digerida en el rumen del ganado la alfalfa es considerada alta, y puede ser un problema debido a la excreción urinaria de nitrógeno ureico, es una preocupación ambiental (Robinson *et al*, 2007).

b) Fibra (FDN)

La fibra detergente ácido (FDA) es una sub-fracción de la FDN, que incorpora el contenido de celulosa, lignina y cutina, esta es la fracción más pausada siendo digestibles e indigestible de la pared celular; lo cual FDA se define como el residuo después de 1 hora de ebullición con una solución de detergente ácido (Robinson *et al*, 2007). La FDA es un sub-fracción de FDN, la concentración de FDA es siempre menor, de entre 22 y 37 por ciento de la MS en heno de alfalfa. La lignina es una parte de la FDN y FDA esencialmente indigestible, que a menudo limita la digestión de la hemicelulosa y celulosa a la que está ligada químicamente (Robinson *et al*, 2007).

c) Grasa

La grasa de las plantas de alfalfa es principalmente en el fragmento de la membrana celular de la célula y es normalmente bajo, con un promedio de 1.5 por ciento de la MS como extracto etéreo (EE) en el heno de alfalfa. Sin embargo, (EE) rara vez se mide en heno de alfalfa porque hay poca existencia de triglicéridos, y con el disolvente orgánico (por ejemplo, éter de petróleo o éter dietílico) también se miden extractos de clorofila, ceras, aceites volátiles y resinas, que no son contenido de energía (Robinson *et al*, 2007).

2.8. Rendimiento

Existen muchos factores que influyen en los rendimientos de la alfalfa, por lo tanto, se hace difícil establecer un promedio de rendimientos, sin embargo, en la costa se podría estimar en 10,000 kg/ha por corte según (Astete, 1995).

La mayor parte de biomasa se encontró en praderas de primer año de implantación teniendo una caída significativo en praderas de segundo a mas años según (Gaytan, 2018).

CAPITULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación Geográfica de Investigación

3.1.1. *Lugar del experimento*

El presente trabajo se realizó en la Estación Experimental Agraria Andenes Cusco-INIA. En la Antigua Hacienda Sullupucyo, ubicado en la región Cusco, provincia Cusco distrito de Anta.

3.1.2. *Ubicación de Parcelas Experimentales*

La presente investigación se ha desarrollado en la Estación Experimental Agraria Andenes Cusco cuenta con un centro experimental de pastos cultivados de cuarto año, dicho estudio y evaluación se realizó durante los meses de febrero - abril del 2023.

Se encuentran 18 parcelas en un área neta 429.00 m².

Sistema de riego tecnificado por aspersión.

El área por unidad experimental es de 20.00 m² (4.00 m x 5.00 m) con sus tres repeticiones.

Figura 2

Ubicación de las parcelas experimentales.



Nota: Hacienda Sullupucyo, tomado de (<http://earth.google.com/2023>).

3.2. Materiales y Equipos

3.2.1. *Para el muestreo de Biomasa.*

- Segaderas
- Bolsas de polietileno
- Cuaderno de campo
- Balanza
- Letreros
- Cuadrante de 0.25 m²
- Bolsas de papel
- Calculadora

3.2.2. *Equipos de laboratorio*

- Balanza analítica de 220 g/1 mg marca Sartorius, modelo Quintix 224-1x
- Estufa
- Espectrometro de Infrarrolo Cercano(NIRS) DA 7250.
- Balanza de precisión
- Desecador
- Guantes de asbesto
- Plumón indeleble

- Bolsas de papel
- Tijeras
- Brochas
- Mascarilla
- Guardapolvo

3.3. Metodología de la Investigación

3.3.1. *Distribución de las parcelas*

Tabla 1 *Distribución de las parcelas experimentales.*

Bloque I	Bloque II	Bloque III
Icon	W- 350	Alabama 350
Vulcan	Aragon	Thalia
Thalia	Icon	W- 350
Alabama 350	Vulcan	Aragon
Aragon	Thalia	Icon
W- 350	Alabama 350	Vulcan

Nota: Fuente elaborada por el INIA- Cusco.

3.3.2. *Tipo de Investigación*

En el presente trabajo de investigación el tipo de investigación es Experimental debido a se obtiene su información de campo y laboratorio realizada por el investigador.

3.3.3. *Variables evaluadas*

Variables dependientes:

- Rendimiento

- Composición química

Variables independientes:

- Variedad
- Edad de corte

3.3.4. Determinación de Biomasa

El muestreo de la biomasa se realizó, con la ayuda de un cuadrante de 0.25m², tomando dos muestras por cada parcela, colocando cada muestra en una bolsa de papel para hacer el respectivo peso en campo.

3.3.5. Determinación de materia verde

La determinación de materia verde se realizó luego de haber pesado en campo cada parcela donde se tuvo tres bloques por cada variedad de alfalfa.

$$PB \text{ (KG MV/Ha/Corte)} = PMV(\text{Kg}) * 4 * 10000$$

Donde:

PB= Producción de biomasa

PVM= Peso de materia verde por 0.25 m²

4 = Factor de conversión a m²

10000= Factor de proyección a rendimiento por hectárea.

3.3.6. Materia seca

Para la determinación de materia seca se tomó una sub-muestra de 50 gr por parcela, luego de haber sido picada fueron sometidas a temperatura de 100° C por un espacio de 24 horas, luego se registró el peso correspondiente de cada muestra, y de esta manera se pierde la humedad y consecuentemente se tiene el contenido de materia seca, a continuación, se presenta la ecuación para:

- a) Determinar el % de materia seca.

b) La ecuación del rendimiento de materia seca.

3.3.6.1. Ecuación para determinar % de materia seca.

$$\text{MS (\%)} = 100 \text{gr PMV} / \text{PS}$$

Donde.

MS= Materia Seca (%)

PVM= Peso de la sub-muestra de materia verde (gr)

PS= Peso seco (gr)

3.3.6.2. Ecuación para determinar el rendimiento de materia seca.

$$\text{RMS (Kg/Ha/Corte)} = (\% \text{ MS} / 100) * \text{PB}$$

Donde:

RMS= Rendimiento de Materia Seca

MS= Materia Seca

PB= Peso de biomasa en materia verde (Kg MV/Ha/Corte)

3.3.7. Relación hoja/tallo

Se realizó estableciendo cada componente de la planta (tallo y hoja), registrando los pesos para luego determinar la relación.

Se tomó una muestra de 200 gramos (materia verde) por sub-muestra y para luego separar los componentes (hoja/ tallo), determinando por separado materia seca, para luego hacer la diferencia de pesos, así establecer el rendimiento de materia seca por metro cuadrado tanto en hoja y tallo, a continuación, se presenta la ecuación para determinar la relación hoja/tallo y el rendimiento de hoja/tallo.

3.3.7.1. Ecuación para determinar la relación hoja/tallo.

$$\text{RHT} = \text{PH/PT}$$

Donde:

RHT =	Relación hoja – tallo
PH=	Peso de la hoja (húmedo y seco)
PT=	Peso del tallo (húmedo y seco)

3.3.7.2. Ecuación para determinar el rendimiento de hoja/tallo.

$$\text{RS(Kg/ha)} = (((\text{PS} \cdot 100) / 100) / 100) \cdot \text{RMS}$$

Donde:

RS=	Rendimiento de hoja o tallo.
PS=	Peso seco (hoja/tallo)
RMS=	Rendimiento de materia seca/ha

3.3.8. *Determinaciones en el laboratorio*

El análisis de laboratorio se evaluó como la proteína cruda, materia grasa, fibra cruda, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido todos ellos en base seca. Donde se realizó en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Escuela Profesional de Zootecnia de la Facultad de Agronomía y Zootecnia - UNSAAC.

3.3.8.1. *Secado de las muestras.*

Las muestras de alfalfa fueron secadas en una estufa de circulación de aire forzado a 60°C por 48 horas y almacenadas en bolsas plásticas con cierre hermético, para los análisis posteriores.

3.3.8.2. *Procedimiento para determinar el análisis químico.*

a) Determinación de materia seca

Se utiliza la estufa del laboratorio de suelos, para tal fin se siguió el siguiente procedimiento:

- Se ha pesado la muestra en sub muestra de 50 gr de materia verde en bolsa de papel.
- Se introduce la muestra en la estufa por un tiempo de 24 horas a una temperatura constante de 105°C.
- Se realizó dos repeticiones de la misma para reducir el efecto del error.
- Pasado las 24 horas se retira la muestra para su pesado en la balanza analítica.
- La diferencia de los pesos a través de una ecuación matemática aritmética se obtiene los resultados para la obtención de materia seca.

b) Determinación de análisis químico

La determinación de la valoración nutricional en base seca se realizó utilizando el Espectrómetro NIR DA7250, Marca: Perten Instruments para los análisis, para tal fin se siguió el siguiente procedimiento:

- Se colocó la muestra en el plato pequeño; hoja y tallo picado hasta el ras del plato,
- Se esperó 5 segundos para la obtención de resultados de:
 - Proteína cruda en base seca
 - Materia grasa en base seca
 - Fibra cruda en base seca
 - Fibra detergente neutro (FDN) en base seca
 - Fibra detergente ácido (FDA) en base seca

3.3.9. *Diseño experimental*

Se realizó un experimento factorial bajo un diseño de bloques completo al azar (DBCA) con 18 tratamientos con seis variedades de alfalfa y tres edades de corte, considerando tres unidades experimentales por tratamiento. Se utilizó la prueba de Tukey con una probabilidad del 5%. El análisis de los resultados se hizo con el programa estadístico Minitab Statistical Software. El modelo lineal empleado es:

$$Y_{ij} = \mu + B_i + V_j + E_k + VE_{jk} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ij} : Variable de respuesta observada en la unidad experimental.

μ : Efecto de la media

B_i : Efecto del i – esimo bloque.

V_j : Efecto del j – esimo Variedad.

E_k : Efecto del k - esimo Edad.

VE_{jk} : Efecto del jk - esimo Variedad*Edad.

ϵ_{ijk} : Error aleatorio

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Determinar el Rendimiento de la Alfalfa entre Variedades en Función a la Edad de Corte (30, 45 y 60 días)

4.1.1. *Materia verde de la planta*

Para la materia verde se encontraron diferencias estadísticas significativas entre variedades ($p < 0.05$) (anexo 1) pero no se observaron diferencias estadísticas significativas entre edades ($p > 0.05$) (anexo 1) y la interacción variedad por edad de corte ($p > 0.05$) (anexo 1); como se puede apreciar en la tabla 2, las variedades con mayor rendimiento de materia verde fueron: Alabama 350, W-350, Aragón e Icon con 23839.1, 20833.3, 20439.6 y 19042.9 Kg/MV/Ha respectivamente de acuerdo a la tabla 6.

Los resultados evidenciados respecto al rendimientos de la materia verde son mayores a los reportados por Cubas (2021), que obtuvo un promedio de 10241.8 kg/ha/corte para en piso altitudinal I PAI. Así mismo, Unda (2001) logró un rendimiento en materia verde a los 90 días 16,134.15 y 14,645.89 kg/MV/Ha, a los 60 días fue 15,044.87 y 14,370.35 kg/MV/Ha y a los 45 días fue 15,566.21 y 15.082.48 kg/MV/Ha en las variedades Moapa y Prince respectivamente. De tal modo que, los valores encontrados por los antecedentes resultan ser inferiores a los observados en este estudio, no obstante, la altitud donde se llevó el estudio fue de 3310 m s. n. m. y el de los antecedentes estuvo sobre los 3209 m s. n. m.

Las diferencias existentes podrían atribuirse a el estado fenológico de la planta, tipo de variedad, dormancia de los mismos o las condiciones ambientales de producción, tiempo de instalación del cultivo forraje y/o densidad de siembra.

Tabla 2*Rendimiento de materia verde (kg/ha/corte) en tres edades de rebrote*

Variedad	30 días	45 días	60 días	Media
Alabama 350	20286.7	25082.0	26148.7	23839.1 ^a
W-350	20080.0	19147.3	23272.7	20833.3 ^{ab}
Aragón	21700.0	20322.0	19296.7	20439.6 ^{abc}
Icon	20340.0	18362.7	18426.0	19042.9 ^{abc}
Thalia	19220.0	16786.0	19234.7	18413.6 ^{bc}
Vulcan	15840.0	15127.3	14868.7	15278.7 ^c
Media	19577.8 ^a	19137.9 ^a	20207.9 ^a	19641.2

Nota^{abc}: Valores con letras diferentes en la misma columna son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

4.1.2. **Materia seca de la planta**

Para la materia seca según el análisis de varianza se encontraron diferencias estadísticas significativas entre variedades ($p < 0.05$) (anexo 2), así como también entre edades ($p < 0.05$) (anexo 2) pero la interacción variedad por edad no existe diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) (anexo 2), como se puede ver en la tabla 3, las variedades con mayor rendimiento de materia seca fueron las siguientes: Alabama 350, Aragón, W-350, Icon y Thalia con 4408.26, 4002.27, 3953.70, 3795.22 y 3629.46 Kg/MS/Ha/Corte; respecto a la interacción frecuencia de corte de acuerdo a las edades de corte se ha obtenido en mayor proporción a los 60 días con 4834.39 Kg/MS/Ha/Corte.

Los valores encontrados en la presente revisión, fueron menores a los evidenciados por (Unda, 2001), aunque las variedades analizadas fueron Prince y Moapa cuyo rendimiento promedio en "materia seca" fue de 7640.19 y 7578.31 kg/MS/Ha,

mientras que para la variedad Joya y Yarahua se obtuvo 4968.42 y 5167.79 kg/MS/ha respectivamente, todos ellos fueron estudiados en una altitud de 3209 msnm, estas diferencias podrían deberse a la variedad y la altitud. Por su parte, (Oviedo, 2008) observó que las variedades Prince y Joya presentaron mayor rendimiento en “materia seca” a los 60 días en el segundo corte con valores de 4161.89 y 4011.89 kg/MS/ha respectivamente estos valores resultan más cercanos a las variedades estudiadas. Las diferencias existentes podrían atribuirse a que el rendimiento del cultivo depende de factores genéticos y ambientales Arias *et al.* (2021)

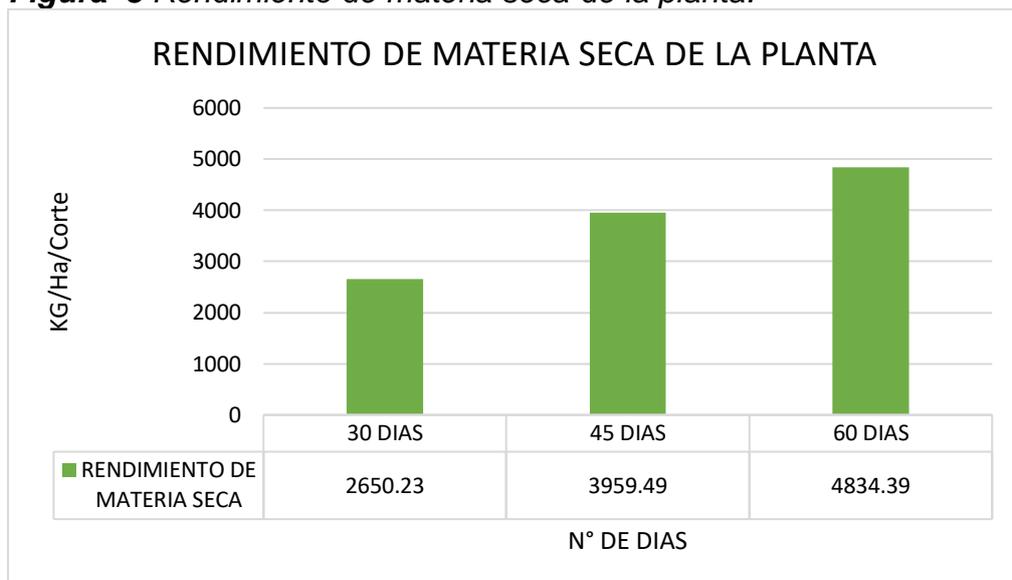
Tabla 3

Rendimiento de materia seca (Kg/Ha/Corte) en tres edades de corte

Variedad	30 días	45 días	60 días	Media
Alabama 350	2652.64	4704.23	5867.90	4408.26 ^a
Aragón	2915.93	4345.58	4745.30	4002.27 ^{ab}
W-350	2568.19	3776.08	5516.84	3953.70 ^{ab}
Icon	2807.58	4092.00	4486.07	3795.22 ^{ab}
Thalia	2598.71	3506.57	4783.66	3629.46 ^{ab}
Vulcan	2358.34	3333.04	3606.57	3099.32 ^b
Media	2650.23 ^c	3959.49 ^b	4834.39 ^a	19641.2

Nota^{abc}: Valores con letras diferentes en la misma columna son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

Figura 3 Rendimiento de materia seca de la planta.



4.1.3. **Materia seca de la planta (%)**

Los resultados de materia seca para la planta completa según el análisis de varianza se encontraron diferencias estadísticas significativas entre variedades ($p < 0.05$) (anexo 3), así como también la interacción entre edades ($p < 0.05$) (anexo 3) y la interacción variedad por edad no existe diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) (anexo 3). Como se puede apreciar en la tabla 4 las variedades con mayor rendimiento de materia seca MS% de la planta completa fueron las siguientes: Vulcan, Icon, Thalia, Aragon y W-350 con 20.59%, 20.40%, 19.90%, 19.67% y 18.90% respectivamente, respecto a la interacción de edad de corte se ha obtenido en mayor proporción a los 60 días con 24.04%.

En base a lo obtenido por (Enríquez, 2002), las variedades no presentan diferencias en cuanto al porcentaje de materia seca, pero a medida que la edad se va incrementando también el porcentaje se incrementó denotando una relación lineal directa la edad y la materia seca. Así mismo, evidenció que las edades de corte

representaron mayor relación en los 30 días con 75%, seguido de los 60, 120 y 90 días.

Estaría relacionado debido a que las leguminosas por su capacidad de simbiosis con la bacteria Rizobium, puede aprovechar con efectividad el nitrógeno atmosférico o estar relacionado al estado fenológico de las plantas, manejo de la fertilización y riego.

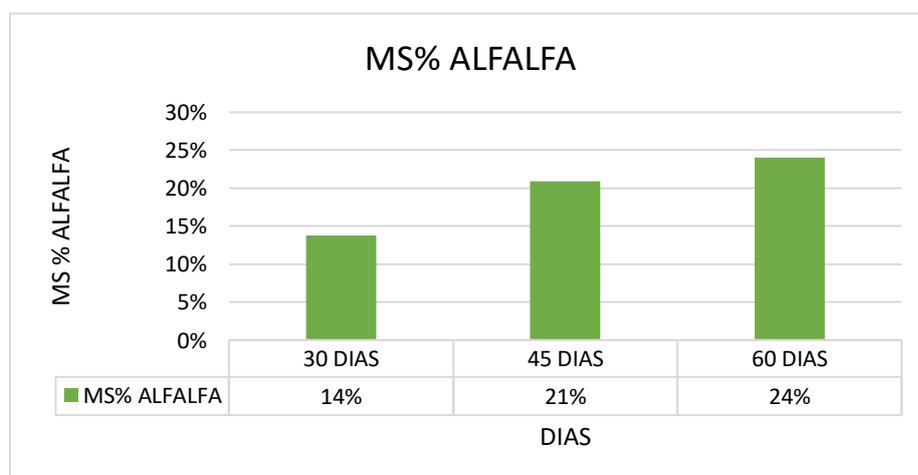
Tabla 4

Rendimiento de ms% en hoja y tallo

Variedad	Edades de corte			Media
	30 días	45 días	60 días	
Vulcan	15.14	22.37	24.25	20.58 ^a
Icon	14.25	22.54	24.42	20.40 ^{ab}
Thalia	13.78	21.17	24.75	19.90 ^{ab}
Aragon	13.45	20.99	24.57	19.62 ^{ab}
W-350	13.10	19.88	23.72	18.90 ^{ab}
Alabama 350	13.11	18.78	22.55	18.15 ^b
Media	13.81 ^c	20.96 ^b	24.04 ^a	19641.2

Nota^{abc}: Valores con letras diferentes en la misma columna son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

Figura 4 Materia seca % de la alfalfa



4.1.4. **Materia seca % hoja**

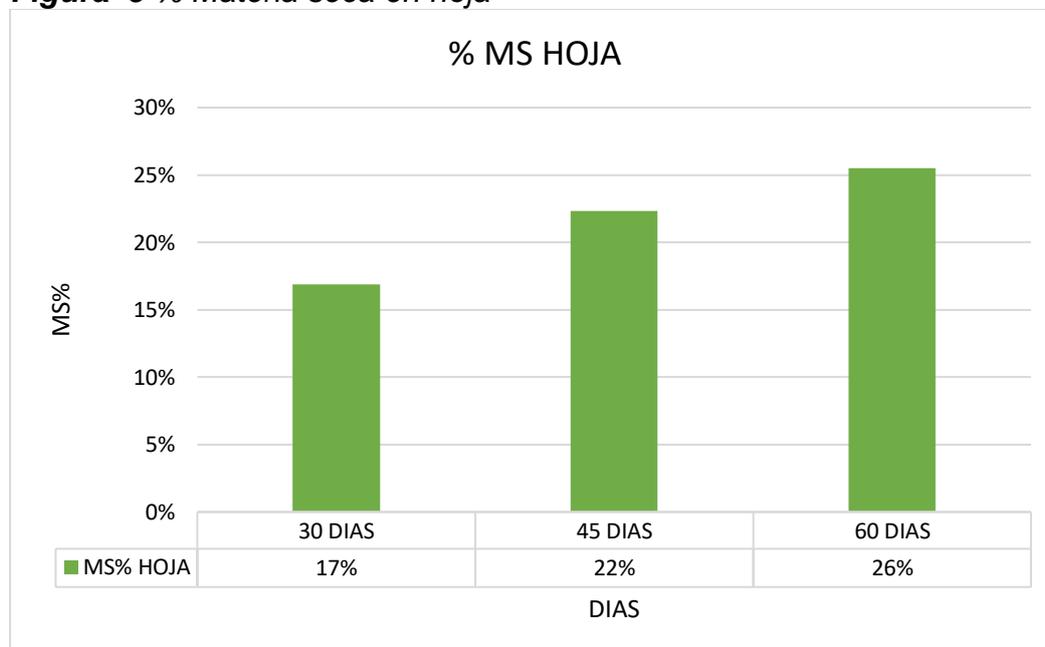
Los resultados de materia seca en (%) Hoja según el análisis varianza se encontraron diferencias estadísticas significativas entre variedades ($p < 0.05$) (anexo 4), así como también la interacción entre edades ($p < 0.05$) (anexo 4) y la interacción variedad por edad no existe diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) (anexo 4); como se puede apreciar en la tabla 5, las variedades con mayor rendimiento de materia seca MS% hoja fue las siguientes: Vulcan, Icon y Thalía con 23.41%, 22.72% y 21.63% respectivamente, respecto a la interacción edad de corte se ha obtenido en mayor proporción a los 60 días con 25.51%.

En base a lo establecido por (Enríquez, 2002) el mayor porcentaje de MS% en la hoja fue en la variedad de Ranger con un valor de 36.86%, el cual es mayor a los evidenciados en la investigación actual. Al respecto Sánchez *et al.* (2019), señalaron que las variedades estudiadas Aragón, Valenciana, Chipilo, Milenia y Oaxaca registran rendimientos en materia verde y seca en sus hojas debido a una mayor interceptación de luz, por ende, la tasa de crecimiento, el índice foliar y la altura de la planta son mayores. Así concluyó que, la temperatura es un factor muy importante para obtener una mejor calidad y rendimiento de la planta, cabe señalar que la su investigación se desarrolló a una altitud de 2240 msnm.

Tabla 5*Rendimiento de MS% de hoja*

Variedad	Edades de corte			Media
	30 días	45 días	60 días	
Vulcan	17.45	25.60	27.18	23.41 ^a
Icon	17.59	23.89	26.69	22.72 ^{ab}
Thalia	16.49	22.50	25.90	21.63 ^{abc}
W-350	17.22	20.96	24.41	20.86 ^{bc}
Aragon	16.13	20.85	25.41	20.79 ^{bc}
Alabama 350	16.26	20.23	23.49	19.99 ^c
Media	16.86 ^c	22.34 ^b	25.51 ^a	

Nota^{abc}: Valores con letras diferentes en la misma columna son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

Figura 5 % Materia seca en hoja

4.1.5. **Materia seca % tallo**

Los resultados de materia seca (%) en tallo según el análisis de varianza se encontraron diferencias estadísticas significativas entre variedades ($p < 0.05$) (anexo 5), así como también la interacción entre edades ($p < 0.05$) (anexo 5) y la interacción variedad por edad no existe diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) (anexo 5); como se puede observar en la tabla 6, las variedades con mayor rendimiento de materia seca ms% tallo fueron las siguientes: Vulcan, Icon, Thalía, Aragón y W-350 con 19.74%, 19.40%, 19.00%, 18.36% y 18.25% respectivamente, en cuanto a la interacción de edad de corte se ha obtenido en mayor proporción a los 60 días con 23.92%.

En base a lo encontrado por lo antecedentes, el tallo tiene un menor rendimiento respecto a la hoja, así lo demuestra (Recharte, 2002), quién estableció que las variedades Prince, WL-318 Ranger y Moapa tienen mayor aporte en el rendimiento en el tallo, aunque menores comparados con la hoja.

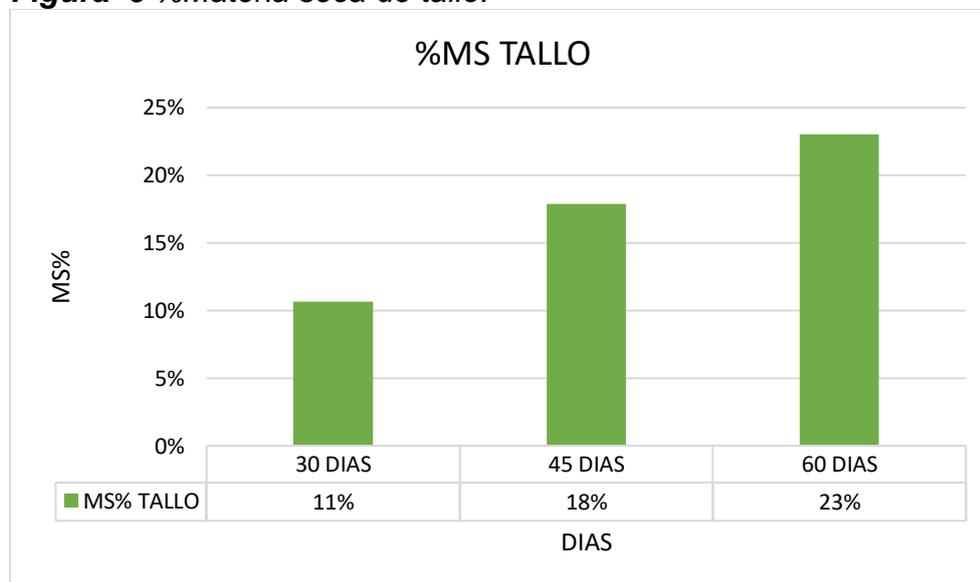
Se podría indicar que la variación es debido a que la temperatura es un factor determinante en el rendimiento y calidad del forraje.

La temperatura y humedad en el suelo son los factores climáticos principales que influyen en la densidad y peso de los tallos, por ello están relacionados a las condiciones ambientales si son buenos o no, si es favorable la producción de tallos es constante y aumenta la producción de biomasa Rojas *et al* (2017).

Tabla 6*Rendimiento de %MS tallo*

Variedad	Edades de corte			Media
	30 días	45 días	60 días	
Vulcan	14.06	21.56	23.60	19.74 ^a
Icon	13.37	20.27	24.56	19.40 ^a
Thalia	12.20	20.10	24.69	18.99 ^{ab}
Aragon	12.09	19.12	23.87	18.36 ^{ab}
W-350	12.16	18.82	23.77	18.25 ^{ab}
Alabama 350	10.66	17.98	23.02	17.22 ^b
Media	12.42 ^c	19.64 ^b	23.92 ^a	19641.2

Nota^{abc}: Valores con letras diferentes en la misma columna son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

Figura 6 %Materia seca de tallo.

4.1.6. **Altura de planta (cm)**

Los resultados de altura de la planta en el análisis de varianza se encontraron diferencias estadísticas significativas entre variedades ($p < 0.05$) (anexo 8), así como también la interacción entre edades ($p < 0.05$) (anexo 8) y la interacción variedad por edad no existe diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) (anexo 8); las variedades con mayor altura de planta fue las siguientes: Vulcan e Icon con 56.38 cm y 55.22cm respectivamente como se puede apreciar en la tabla 9, respecto a la interacción frecuencia de corte de acuerdo a las edades de corte se ha obtenido en mayor altura cm, es a los 60 días con 58.54 cm.

De acuerdo de Sánchez *et al.* (2019) en México, encontró que las variedades Milenia, Chipilo y Oaxaca, tuvieron una altura mayor (48 cm) con respecto a las variedades Aragón y Valenciana (44 cm) que tuvieron el más pequeño tamaño, además, indicaron que mientras haya mayor ingreso de luz para las plantas estas tendrían como consecuencia un mayor tamaño en la zona estudiada. Es así que, al compararlos estadísticamente resultan tener valores diferentes, pero esto puede deberse a las diferencias en cuanto al lugar donde fueron realizadas las muestras y todo el diseño experimental de la planta.

(Lara, 2008) indica que estaría relacionado al vigor de los pastizales cuyo indicador es la altura de la planta, así como la dormancia o periodo de latencia.

Tabla 7*Altura de planta en cm*

Variedad	Edades de corte			Media
	30 días	45 días	60 días	
Vulcan	43.67	55.67	69.80	56.38 ^a
Icon	43.40	55.60	66.67	55.22 ^a
Thalia	35.53	43.53	62.00	47.02 ^b
W-350	37.33	47.33	53.60	46.09 ^b
Alabama 350	34.07	46.67	55.40	45.38 ^b
Aragon	31.60	32.13	43.80	35.84 ^c
Media	37.60 ^c	46.82 ^b	58.54 ^a	

Nota^{abc}: Valores con letras diferentes en la misma columna son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

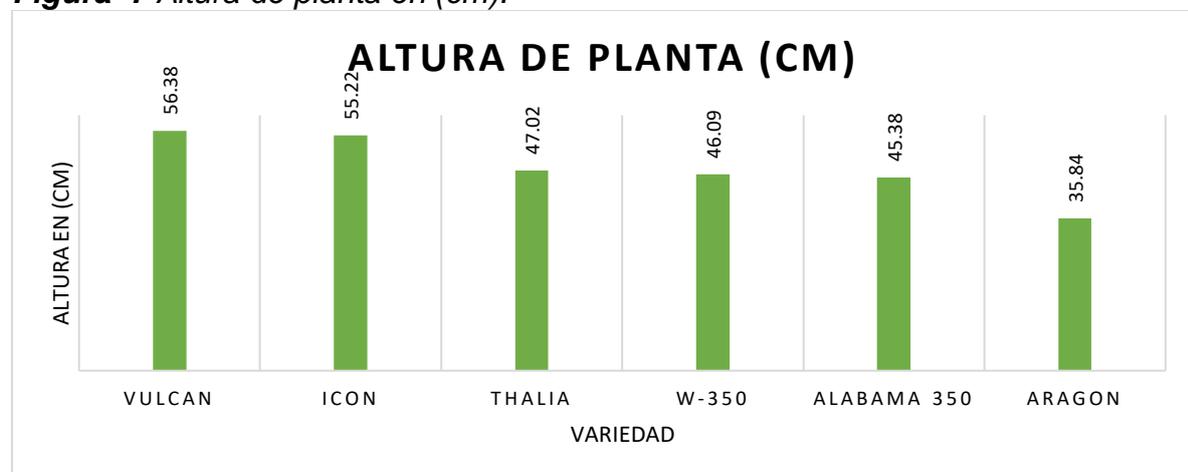
Figura 7 Altura de planta en (cm).

Tabla 8*Rendimiento productivo de las seis variedades de alfalfa.*

Rendimiento productivo	variedad						edad			valor p		
	1	2	3	4	5	6	30	45	60	Variedad	Edad	V*E
Rendimiento de MV/Kg/Ha/Corte	19042.90 ^{abc}	15278.70 ^c	18413.60 ^{bc}	23839.10 ^a	20439.60 ^{abc}	20833.30 ^{ab}	19577.80 ^a	19577.80 ^a	19137.90 ^a	0.001	0.697	0.697
Rendimiento de MS/Kg/Ha/Corte	3795.22 ^{ab}	3099.32 ^b	3629.46 ^{ab}	4408.26 ^a	4002.27 ^{ab}	3953.70 ^{ab}	2650.23 ^c	3959.49 ^b	4834.39 ^a	0.013	0.000	0.384
MS, %	20.40 ^a	20.59 ^a	19.90 ^{ab}	18.15 ^b	19.67 ^{ab}	18.90 ^{ab}	13.81 ^c	20.96 ^b	24.04 ^a	0.011	0.000	0.857
Hoja, % MS	22.72 ^{ab}	23.41 ^a	21.63 ^{abc}	19.99 ^c	20.80 ^{bc}	20.86 ^{bc}	16.86 ^c	22.34 ^b	25.51 ^a	0.000	0.000	0.386
Tallo, %MS	19.40 ^a	19.74 ^a	19.00 ^{ab}	17.22 ^b	18.36 ^{ab}	18.25 ^{ab}	12.42 ^c	19.64 ^b	23.92 ^a	0.010	0.000	0.780
Altura de planta, cm	55.22 ^a	56.38 ^a	47.02 ^b	45.38 ^b	35.84 ^c	46.09 ^b	37.60 ^c	46.82 ^b	58.54 ^a	0.000	0.000	0.234

Nota: 1: Icon; 2 Vulcan; 3: Thalía; 4: Alabama 350; 5: Aragón; 6: W-350. V*E: Variedad x edad; MS: Materia seca; MV: Materia verde; Kg: Kilogramo; Ha:

Hectárea. ^{abc}: Valores con letras diferentes en la misma columna son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

4.2. Determinar la Relación hoja/tallo de las Seis Variedades en Función a la Edad de Corte (30, 45 y 60 días)

4.2.1. Relación Hoja/Tallo en materia verde (MV)

Los resultados de relación hoja/tallo en materia verde al análisis de varianza no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre variedades ($p>0.05$) (anexo 6), pero si se observaron diferencias estadísticas significativas entre edades ($p<0.05$) (anexo 6) y la interacción variedad por edad no existe diferencias estadísticas significativas ($p>0.05$) (anexo 6); como se puede observar en la tabla 7, las variedades respecto a la interacción frecuencia de corte de acuerdo a las edades de corte se ha obtenido en mayor proporción a los 30 días con 0.91.

De acuerdo a lo que encontró (Oviedo, 2008), la variedad Joya y Yaragua presentaron mayor rendimiento en el primer corte a los 75 días en materia verde en relación hoja/tallo con valores de 3.67 y 2.84 respectivamente.

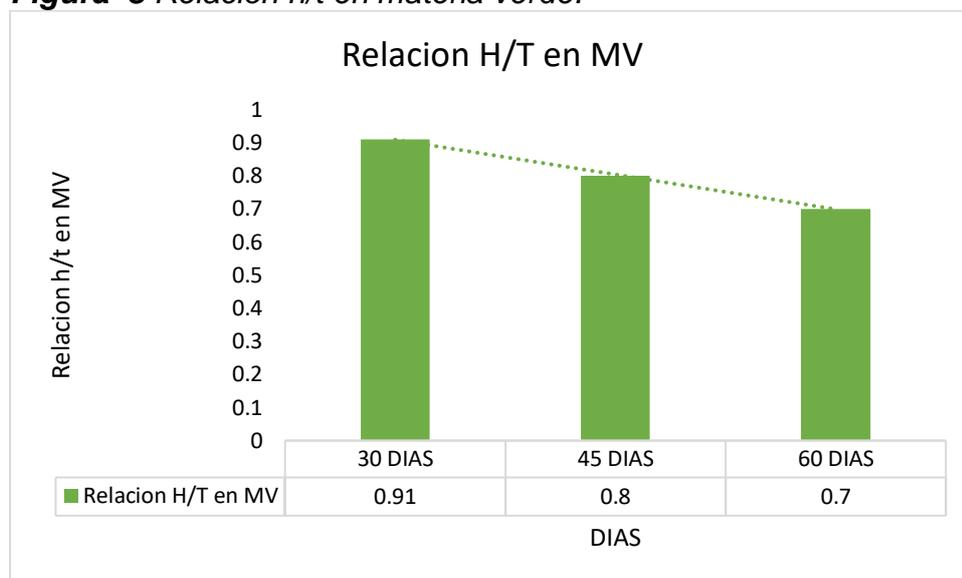
Tabla 9

Relación hoja/tallo en materia verde

Variedad	Edades de corte			Media
	30 días	45 días	60 días	
W-350	0.97	0.94	0.76	0.89 ^a
Alabama 350	0.96	0.79	0.76	0.83 ^a
Thalia	0.86	0.82	0.71	0.80 ^a
Aragon	0.84	0.83	0.70	0.79 ^a
Vulcan	0.95	0.72	0.61	0.76 ^a
Icon	0.86	0.71	0.65	0.74 ^a
Media	0.91 ^a	0.80 ^b	0.70 ^c	0.80

Nota^{abc}: Valores con letras diferentes en la misma columna son significativamente diferentes ($P<0.05$).

Figura 8 Relación h/t en materia verde.



4.2.2. **Relación Hoja/Tallo en materia seca (MS)**

Los resultados de relación Hoja/Tallo en materia seca en el análisis de varianza no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre variedades ($p > 0.05$) (anexo 7), pero si se observaron diferencias estadísticas significativas entre edades ($p < 0.05$) (anexo 7) y la interacción variedad por edad no existe diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) (anexo 7); como se puede apreciar en la tabla 8, las variedades respecto a la interacción frecuencia de corte de acuerdo a las edades de corte se ha obtenido en mayor proporción a los 30 días con 1.25.

Comparando los resultados con los de (Oviedo, 2008), quien obtuvo que el mayor rendimiento en relación a la hoja/tallo en MS la presentó en el primer corte con una edad de 75 en la variedad Joya (3.67) y Yarahua (2.84); además, el rendimiento de la hoja fue mayor en el segundo corte para las variedades Joya (2.46) y Prince (2.60) en la edad 60. Igualmente, el rendimiento alto en el tallo se ubicó en el segundo corte en una edad de 60 para las variedades Prince (2.83) y Joya (1.42), datos que revelan que los resultados obtenidos son diferentes, esto puede deberse al tiempo y lugar

donde fueron realizados los estudios, así como las variedades de alfalfa que emplearon.

Tabla 10

Relación hoja/tallo en materia seca

Variedad	Edades de corte			Media
	30 días	45 días	60 días	
W-350	1.38	1.05	0.78	1.07 ^a
Alabama 350	1.46	0.88	0.77	1.04 ^a
Thalia	1.17	0.92	0.75	0.95 ^a
Aragon	1.13	0.91	0.73	0.93 ^a
Vulcan	1.18	0.85	0.70	0.91 ^a
Icon	1.17	0.84	0.70	0.90 ^a
Media	1.25 ^a	0.91 ^b	0.74 ^c	0.96

Nota^{abc}: Valores con letras diferentes en la misma columna son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

Figura 9 Relación de h/t en materia seca.

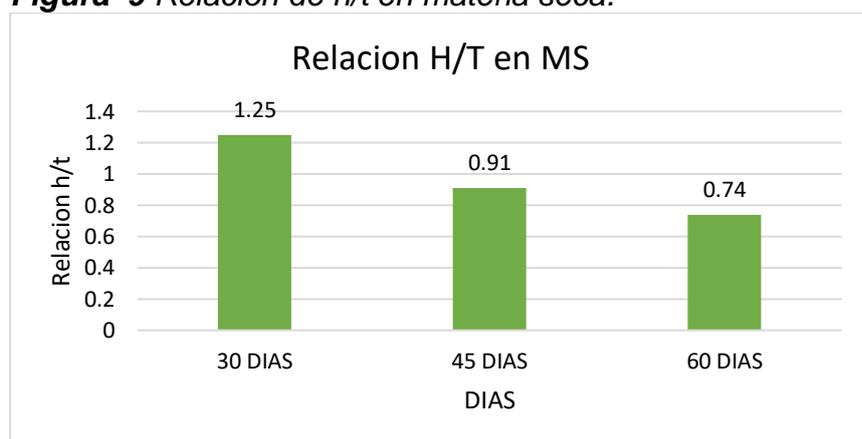


Tabla 11*Relación hoja/tallo de las seis variedades de alfalfa.*

Rendimiento productivo	variedad						edad			valor p		
	1	2	3	4	5	6	30	45	60	Variedad	Edad	V*E
Relación hoja/tallo en MV	0.74 ^a	0.76 ^a	0.80 ^a	0.83 ^a	0.80 ^a	0.89 ^a	0.91 ^a	0.80 ^b	0.70 ^c	0.103	0.000	0.796
Relación de Hoja /Tallo en MS	0.90 ^a	0.91 ^a	0.95 ^a	1.04 ^a	0.93 ^a	1.07 ^a	1.25 ^a	0.91 ^b	0.74 ^c	0.051	0.000	0.562

Nota: 1: Icon; 2 Vulcan; 3: Thalía; 4: Alabama 350; 5: Aragón; 6: W-350. V*E: Variedad x edad; MS: Materia seca; MV: Materia verde; Kg: Kilogramo; Ha:

Hectárea. ^{abc} :Valores con letras diferentes en la misma columna son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

4.3. Determinar la Composición Química de Seis Variedades de Alfalfa de Acuerdo a la Edad de Corte (30, 45 y 60 días)

4.3.1. *Planta completa en base seca*

4.3.1.1. %, Proteína

Se encontraron resultados de proteína en base seca para la planta completa al análisis de varianza se encontraron diferencias estadísticas significativas entre variedades ($p < 0.05$) (anexo 9), así como también la interacción entre edades de corte ($p < 0.05$) (anexo 9) y la interacción variedad por edad existe diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) (anexo 9); como se puede apreciar en la tabla 11, las variedades con mayor contenido de Proteína fue la Alabama 350, W-350, Aragón, Thalía e Icon con 19.99%, 19.93%, 19.40%, 19.07% y 18.79% respectivamente, respecto a la interacción de edad de corte se ha obtenido en mayor proporción a los 45 días con 20.46%, de acuerdo a la interacción variedad por edad se tiene con mayor % de proteína en las siguientes variedades con sus respectivas edades son las siguientes Alabama 350 a los 45 días con 22.17%, W-350 a los 45 días con 21.64%, Thalía a los 45 días con 20.78%, Aragón a los 45 días con 20.29%, Icon a los 30 días con 20.04%, Thalía a los 30 días con 19.96%, Alabama 350 a los 30 días con 19.89%, W-350 a los 30 días con 19.80%, Aragón a los 60 días con 19.46%, Icon a los 45 días con 19.16%.

Los valores encontrados son menores a los de (Soplin, 2021), quién en su investigación determinó que la variedad “CUF 101” obtuvo un mayor nivel de valor nutricional con una media proteica de 31.8%, empero, el diseño experimental fue realizado a 1980 m s.n.m.

Podría estar relacionado al mejoramiento genético debido a que el objetivo principal es elevar el contenido de proteína bruta y disminuir la cantidad de fibra, dado que el

principal componente es el nitrógeno para ello es determinante la nutrición nitrogenada de la planta ya que contribuye a la expansión del área foliar, por ende, mayor eficiencia en el uso de la radiación solar para tener un mejor forraje y de calidad (Basigallup,2007).

4.3.1.2. %, **Materia Grasa**

Se encontraron resultados de Materia Grasa para la planta completa al análisis estadístico se encontraron diferencias estadísticas significativas entre variedades ($p < 0.05$) (anexo 10), así como también para la interacción de edades de corte ($p < 0.05$) (anexo 10) y la interacción variedad por edad no existe diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) (anexo 10); como se puede apreciar en la tabla 11, las variedades con mayor valor nutricional de %, materia grasa es Alabama 350, W-350, Aragón, Thalía e Icon con 2.39%, 2.34%, 2.28%, 2.22% y 2.10% respectivamente, respecto a la interacción de edad de corte se ha obtenido en mayor proporción a los 45 días con 2.48%.

En comparación con el estudio de (Soplin, 2021), la variedad con mayor contenido de grasa fue la variedad "CUF 101" con 1.1%, el cual resulta menor a los encontrados en este estudio.

4.3.1.3. %, **Fibra cruda**

Se encontraron resultados de fibra cruda para la planta completa en el análisis de varianza se encontraron diferencias estadísticas significativas entre variedades ($p < 0.05$) (anexo 11), así como también para la interacción de edades de corte ($p < 0.05$) (anexo 11) pero la interacción variedad por edad de corte no existe diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) (anexo 11); como se puede apreciar en la tabla 11, las variedades con mayor valor nutricional de %, fibra cruda es Vulcan,

Icon y Thalia con 27.51%, 26.96% y 26.51% respectivamente, respecto a la interacción de acuerdo a las edades de corte se ha obtenido en mayor proporción a los 45 días con 26.37%.

Los indicadores porcentuales evidenciados para cada variedad difieren a los observados por (Soplin, 2021), quien de acuerdo a su investigación determinó que la fibra cruda de la variedad "CUF 101" fue superior frente a los demás con un contenido promedio de 25.2%.

Podría verse debido las plagas y enfermedades, que causan la caída de hojas, consecuente a esto sería menor relación H/T da el incremento de fibra, otra relación sería al estado fenológico de la alfalfa si está madura aumenta su proporción de pared celular o fibra (Basigallup,2007).

4.3.1.4. %, FDN

Se encontraron resultados de FDN (%) para la planta completa según el análisis de varianza se encontraron diferencias estadísticas significativas entre variedades ($p < 0.05$) (anexo 12), así como también la interacción de edades de corte ($p < 0.05$) (anexo 12) pero la interacción variedad por edad de corte no existe diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) (anexo 12); como se puede apreciar en la tabla 11, las variedades con mayor valor nutricional de %, FDN es Thalia, Icon, Vulcan, W-350, Aragon y Alabama 350 con 53.07%, 52.88%, 52.26%, 50.33%, 50.27% y 52.22% respectivamente, respecto a la interacción de acuerdo a las edades de corte se ha obtenido en mayor proporción a los 30 días con 53.01% y a los 45 días con 51.62%. Tomando en cuenta el estudio de (Cubas, 2021) quien realizó su estudio en Cajamarca, encontró en el piso altitudinal I, que el mayor porcentaje nutricional en fibra de detergente neutro FDN fue en la variedad SW 10 (32.92%) seguido de SW

8210 (27.25%), mientras que en las demás variedades fue menor de 24.25%. Además, en el piso altitudinal II el mayor porcentaje nutricional se presentó en las variedades SW 10 (32.10%) y Stamino 5 (26.30%).

La proporción de FDN o más comúnmente pared celular es la porción insoluble compuesta por celulosa, hemicelulosa, lignina y sílice que está relacionado con el estado de madurez del forraje ya que demuestra el efecto acumulado entre el medio ambiente y el genotipo que tiene sobre la planta.

4.3.1.5. %, FDA

Se encontraron resultados de FDA (%) para la planta completa según el análisis de varianza se encontraron diferencias estadísticas significativas entre variedades ($p < 0.05$) (anexo 13), así como también la interacción de edades de corte ($p < 0.05$) (anexo 13) pero la interacción variedad por edad de corte no existe diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) (anexo 13); como se puede apreciar en la tabla 11, las variedades con mayor valor nutricional de %, FDA es Thalía, Vulcan, Icon, Aragón y W-350 con 30.31%, 30.24%, 30.06%, 28.83% y 28.13% respectivamente, respecto a la interacción de acuerdo a las edades de corte se ha obtenido en mayor proporción a los 45 días con 30.00% y a los 30 días con 29.87%.

En comparación con el estudio de (Capacho-Mogollón, 2018), resultaron valores superiores, en vista que, la FDA de las cuatro variedades estudiados resultó en promedio 37.68%, siendo el Moapa – 69 con mayor indicador de 38.56%, aunque, la experimentación se realizó sobre los 2287 msnm respecto a la FDN, este autor reportó variaciones del 45% al 54%, mayores a los de la presente investigación.

Tabla 12*Composición Química de las seis variedades de alfalfa con diferentes edades de corte*

Valor Químico Nutricional Base Seca	Variedad						edad			valor p		
	Icon	Vulcan	Thalía	Alabama 350	Aragón	W-350	30	45	60	Variedad	Edad	V*E
Proteína %	18.79 ^{ab}	17.70 ^b	19.07 ^{ab}	19.99 ^a	19.40 ^a	19.93 ^a	19.45 ^b	20.46 ^a	17.53 ^c	0.000	0.000	0.012
Materia Grasa %	2.10 ^{ab}	2.05 ^b	2.22 ^{ab}	2.39 ^a	2.28 ^{ab}	2.34 ^{ab}	2.03 ^b	2.48 ^a	2.18 ^b	0.013	0.000	0.079
Fibra Cruda %	26.96 ^a	27.51 ^a	26.52 ^{ab}	22.85 ^c	24.52 ^{bc}	23.53 ^c	23.77 ^b	26.37 ^a	25.81 ^a	0.000	0.000	0.197
FDN %	52.88 ^a	52.26 ^a	53.07 ^a	50.22 ^a	50.27 ^a	50.32 ^a	53.01 ^a	51.62 ^{ab}	49.88 ^b	0.010	0.001	0.771
FDA %	30.06 ^{ab}	30.24 ^a	30.31 ^a	27.95 ^b	28.83 ^{ab}	28.13 ^{ab}	29.87 ^a	30.00 ^a	27.88 ^b	0.005	0.000	0.476

Nota: V*E: Variedad x edad; ^{abc}: Valores con letras diferentes en la misma columna son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

4.3.2. **Hoja en base seca**

4.3.2.1. **%, Proteína**

Se encontraron resultados de proteína (%) parte de la planta la hoja según el análisis de varianza no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre variedades ($p>0.05$) (anexo 14), para la interacción entre edades de corte si hubo diferencias estadísticas significativas ($p<0.05$) (anexo 14) para la interacción variedad por edad ($p<0.05$) (anexo 14); como se puede observar en la tabla 12, las variedades con mayor valor nutricional de %, proteína de acuerdo a la edad es a los 45 días con 25.45%, de acuerdo a la interacción variedad por edad se tiene con mayor %,proteína en las siguientes variedades con sus respectivas edades son las siguientes W-350 a los 45 días con 27.07%, Vulcan a los 45 días con 26.64%, Thalia a los 45 días con 26.59%, Vulcan a los 60 días con 24.63%, Aragon a los 60 días con 24.57%, Icon a los 45 días con 24.57%, Alabama 350 a los 45 días con 24.41%, Thalia a los 30 días con 23.82%, Aragon a los 45 días con 23.52%, Thalia a los 60 días con 23.08%, Alabama 350 a los 60 días con 22.735 y Alabama 350 a los 30 días con 22.73%.

4.3.2.2. **%, Materia Grasa**

Se encontraron resultados de Materia Grasa (%) parte de la planta la hoja según el análisis de varianza no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre variedades ($p>0.05$) (anexo 15),sin embargo si existe diferencias estadísticas significativas para la interacción de edades de corte ($p<0.05$) (anexo 15) pero para la interacción variedad por edad no existe diferencias estadísticas significativas ($p>0.05$) (anexo 15); como se puede observar en la tabla 12, las variedades con respecto a la interacción de edad de corte se ha obtenido en mayor proporción a los 30 días con 2.57% y a los 60 días con 2.44%.

En cuanto al mayor porcentaje de grasa para (Cubas, 2021) le resultó en las variedades SW 10 (9.25) y W 450 (9.05%) en el en el piso altitudinal I, mientras que le resultó mayor en Hortus 401 (10.58%) seguido de W 450 (8.61%) y W 350 (8.14%), esto pudo haber ocurrido por la variabilidad climática al que se adaptan las variedades de alfalfa. Entonces, al evidenciar sus valores estadísticos se puede decir que los resultados hallados son distintos, pero significativos para ambos casos.

4.3.2.3. %, Fibra Cruda

Se encontraron resultados de fibra cruda parte de la planta la hoja según el análisis de varianza no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre variedades ($p>0.05$) (anexo 16), sin embargo si existe diferencias estadísticas significativas para la interacción de edades de corte ($p<0.05$) (anexo 16) pero para la interacción variedad por edad no existe diferencias estadísticas significativas ($p>0.05$) (anexo 16); como se puede observar en la tabla 12, las variedades con respecto a la interacción de edad de corte se ha obtenido en mayor proporción a los 45 días con 19.23% y a los 30 días con 18.70%.

4.3.2.4. %, FDN

Se encontraron resultados de FDN (%) parte de la planta la hoja según el análisis de varianza no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre variedades ($p>0.05$) (anexo 17), sin embargo si existe diferencias estadísticas significativas para la interacción de edades de corte ($p<0.05$) (anexo 17) pero para la interacción variedad por edad no existe diferencias estadísticas significativas ($p>0.05$) (anexo 17); como se puede observar en la tabla 12, las variedades con respecto a la interacción de edad de corte se ha obtenido en mayor proporción a los 45 días con 55.96% y a los 30 días con 54.89%.

4.3.2.5. %, FDA

Se encontraron resultados de FDA (%) para la hoja al análisis estadístico no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre variedades ($p>0.05$) (anexo 18), sin embargo si existe diferencias estadísticas significativas para la interacción de edad de corte ($p<0.05$) (anexo 18) pero para la interacción variedad por edad no existe diferencias estadísticas significativas ($p>0.05$) (anexo 18); como se puede observar en la tabla 12, las variedades con respecto a la interacción de edad de corte se ha obtenido en mayor proporción a los 45 días con 32.34% y a los 30 días con 30.86%.

Tabla 13*Composición Química de la hoja de las seis variedades de alfalfa con diferentes edades de corte*

Valor Químico Nutricional Base Seca	Hoja - Variedad						edad			valor p		
	Icon	Vulcan	Thalia	Alabama 350	Aragon	W-350	30	45	60	Variedad	Edad	V*E
Proteína %	23.18 ^a	24.30 ^a	24.50 ^a	23.31 ^a	23.41 ^a	23.64 ^a	22.51 ^b	25.45 ^a	23.21 ^b	0.276	0.000	0.027
Materia Grasa %	2.18 ^a	2.48 ^a	2.48 ^a	2.47 ^a	2.42 ^a	2.40 ^a	2.57 ^a	2.21 ^b	2.44 ^{ab}	0.458	0.015	0.111
Fibra Cruda %	17.52 ^a	17.29 ^a	18.01 ^a	17.89 ^a	18.16 ^a	18.31 ^a	18.70 ^a	19.23 ^a	15.67 ^b	0.885	0.000	0.697
FDN %	54.32 ^a	52.51 ^a	53.73 ^a	52.34 ^a	51.82 ^a	53.10 ^a	54.89 ^a	55.96 ^a	48.06 ^b	0.463	0.000	0.594
FDA %	30.79 ^a	29.33 ^a	30.44 ^a	29.28 ^a	29.01 ^a	29.84 ^a	30.86 ^a	32.32 ^a	26.16 ^b	0.430	0.000	0.652

Nota: V*E: variedad x edad.^{abc}: Valores con letras diferentes en la misma columna son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

4.3.3. **Tallo en base seca**

4.3.3.1. **%, Proteína**

Se encontraron resultados de proteína (%) para el tallo según el análisis de varianza se encontraron diferencias estadísticas significativas entre variedades ($p < 0.05$) (anexo 19), también para la interacción de edades de corte ($p < 0.05$) (anexo 19) y para la interacción variedad por edad existe diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) (anexo 19); como se puede apreciar en la tabla 13, siendo las variedades con mayor porcentaje de proteína en tallo son los siguientes W-350, Alabama 350 y Aragón con 15.32%, 15.11%, y 14.28% respectivamente, en cuanto a la edad de corte se ha obtenido en mayor proporción a los 30 días con 16.36% y de acuerdo a la interacción variedad por edad de corte en mayor proporción se tiene a W-350 a los 30 días con 17.45%, Icon a los 30 días con 17.42%, Alabama 350 a los 30 días con 17.02%, Thalía a los 30 días con 16.04%, W-350 a los 60 días con 15.56% y Vulcan a los 30 días con 15.52%.

4.3.3.2. **%, Materia Grasa**

Se encontraron resultados de materia grasa (%) para el tallo según el análisis de varianza se encontraron diferencias estadísticas significativas entre variedades ($p < 0.05$) (anexo 20), también para la interacción de edades de corte ($p < 0.05$) (anexo 20) y para la interacción variedad por edad no existe diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) (anexo 20); como se puede apreciar en la tabla 13, siendo las variedades con mayor porcentaje de materia grasa en tallo son los siguientes Aragón, Alabama 350, W-350 y Thalia con 1.79%, 1.70%, 1.59% y 1.50% respectivamente, en cuanto a la edad de corte se ha obtenido en mayor proporción a los 60 días con 1.71%.

4.3.3.3. %, Fibra Cruda

Se encontraron resultados de fibra cruda (%) para el tallo según el análisis de varianza se encontraron diferencias estadísticas significativas entre variedades ($p < 0.05$) (anexo 21), también para la interacción de edades de corte ($p < 0.05$) (anexo 21) sin embargo para la interacción variedad por edad no existe diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) (anexo 21); como se puede apreciar en la tabla 13 siendo las variedades con mayor porcentaje de fibra cruda en tallo son los siguientes Vulcan, Icon y Thalia con 35.37%, 34.39% y 34.27% respectivamente, en cuanto a la edad de corte se ha obtenido en mayor proporción a los 45 días con 36.07%.

4.3.3.4. %, FDN

Se encontraron resultados de FDN (%) para el tallo según el análisis de varianza se encontraron diferencias estadísticas significativas entre variedades ($p < 0.05$) (anexo 22), también para la interacción de edades de corte ($p < 0.05$) (anexo 22) y para la interacción variedad por edad ($p < 0.05$) (anexo 22); como se puede apreciar en la tabla 13, siendo las variedades con mayor porcentaje de FDN en tallo son los siguientes Icon, Thalia y Vulcan con 54.96%, 54.49% y 53.99% respectivamente, en cuanto a la edad de corte se ha obtenido en mayor proporción a los 45 días con 55.16%, con respecto a la interacción variedad por edad de corte se tiene Icon, Vulcan Thalia y W-350 a los 45 días con 58.31%, 56.51% 56.43% y 55.88% respectivamente, Vulcan, Thalia e Icon a los 60 días con 55.18%, 54.55% y 53.65% respectivamente, Icon a los 30 días con 52.92%, Alabama 350 a los 45 días con 52.52%, Thalia a los 30 días con 52.50%, Aragón a los 45 días con 51.28%, W-350 a los 30 días con 51.03%, Alabama 350 a los 30 días con 50.35% y Vulcan a los 30 días con 20.28%.

4.3.3.5. % FDA

Se encontraron resultados de FDA para el tallo según el análisis de varianza se encontraron diferencias estadísticas significativas entre variedades ($p < 0.05$) (anexo 23), también para la interacción de edades de corte ($p < 0.05$) (anexo 23) y para la interacción variedad por edad ($p < 0.05$) (anexo 23); como se puede apreciar en la tabla 13, siendo las variedades con mayor porcentaje de FDA en tallo son los siguientes Vulcan, Icon y Thalia con 32.44%, 32.23% y 31.82% respectivamente, en cuanto a la edad de corte se ha obtenido en mayor proporción a los 45 días con 32.79%, con respecto a la interacción variedad por edad de corte se tiene Icon a los 45 días con 35.84%, Thalia a los 45 días con 33.65%, Vulcan a los 45 días con 33.58%, W-350 a los 45 días con 33.09%, Vulcan a los 60 días con 32.87%, Thalia a los 60 días con 32.23%, Icon a los 60 días con 32.23%, Icon a los 60 días con 31.51%, Vulcan a los 30 días con 30.88% y Alabama 350 a los 45 días con 30.72%.

Tabla 14

Composición Química del tallo de las seis variedades de alfalfa con diferentes edades de corte.

Valor Químico Nutricional Base Seca	Variedad – Tallo						edad			valor p		
	Icon	Vulcan	Thalía	Alabama 350	Aragón	W-350	30	45	60	Variedad	Edad	V*E
Proteína %	14.07 ^{bc}	13.43 ^c	13.84 ^c	15.11 ^{ab}	14.28 ^{abc}	15.32 ^a	16.36 ^a	12.90 ^b	13.77 ^c	0.000	0.000	0.000
Materia Grasa%	1.40 ^{bc}	1.29 ^c	1.50 ^{abc}	1.70 ^{ab}	1.79 ^a	1.59 ^{abc}	1.48 ^b	1.44 ^b	1.71 ^a	0.002	0.005	0.079
Fibra Cruda %	34.39 ^a	35.37 ^a	34.27 ^a	29.67 ^b	30.63 ^b	29.79 ^b	29.09 ^c	36.07 ^a	31.90 ^b	0.000	0.000	0.051
FDN %	54.96 ^a	53.99 ^{ab}	54.49 ^a	50.01 ^c	50.04 ^c	50.64 ^{bc}	51.11 ^b	55.16 ^a	50.79 ^b	0.000	0.000	0.042
FDA %	32.23 ^a	32.44 ^a	31.82 ^a	28.27 ^b	28.51 ^b	28.64 ^b	28.88 ^b	32.79 ^a	29.29 ^b	0.000	0.000	0.009

Nota: V*E: Variedad x Edad; ^{abc}: Valores con letras diferentes en la misma columna son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

PC: Planta Completa

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos en el presente estudio en época lluvia, llegamos a concluir en:

- El mayor contenido de materia seca se dio a los 60 días para todos los casos siendo las variedades con mayor rendimiento fueron: Alabama 350, Aragón, W-350, Icon y Thalía con 4408.26, 4002.27, 3953.70, 3795.22 y 3629.46 Kg/MS/Ha/Corte. El mayor contenido de materia verde fue desde (14868.7 a 26148.7 kg/ha/corte a los 60 días) teniendo la variedad Alabama 350 el mayor contenido de materia verde. En cuanto al porcentaje de materia seca las variedades con mayor rendimiento fueron los siguientes: Vulcan (20.59%), Icon (20.40%), Thalía (19.90%), Aragón (19.67%) y W-350 (18.90%) siendo en mayor proporción a los 60 días. El porcentaje de materia seca en hoja fue mayor a los 60 días siendo las variedades Vulcan (23.41%), Icon (22.72%) y Thalía (21.63%) siendo superior a los demás. El mayor contenido de materia seca en tallo % las seis variedades fueron similares siendo la variedad Vulcan con 19.74% superior a los demás. El mayor tamaño de las plantas de alfalfa se dio a los 60 días con 58.54cm siendo las variedades: Vulcan (56.38cm) e Icon (55.22cm) con respecto a las otras variedades.
- La relación hoja/tallo fue similar entre variedades siendo la mayor proporción a los 30 días con 0.91% en MV y 1.25% en MS, pero disminuyó con la edad de la planta en todos los casos.

- El contenido de proteína fue desde (18.72% a 22.17% a los 45 días), teniendo la variedad Alabama 350 el mayor contenido de proteína. El contenido de fibra fue de 22.74% a 29.38% para los 60 días siendo mayor en la variedad Vulcan. El mayor contenido de proteína hoja fue a los 45 días de corte siendo la variedad W-350 la que tuvo el mayor contenido con 27.07%. El mayor contenido de materia grasa fue la variedad Alabama 350 con 2.39% siendo mayor a los 45 días. El contenido de FDN fue similar a los 30 y 45 días siendo similares los resultados obtenidos en todas las variedades. El mayor contenido de FDA fue a los 45 días seguido de los 30 días siendo superior las variedades Thalía, Vulcan, Icon, Aragón y W-350 con 30.31%, 30.24%, 30.06%, 28.83% y 28.13% respectivamente.

CAPITULO VI

6. RECOMENDACIONES

Las siguientes recomendaciones están destinadas a establecer información acerca de los trabajos de rendimiento productivo de las seis variedades de alfalfa

- Se recomienda la variedad Alabama 350 por su alto contenido de materia verde y materia seca en Kg/Ha/corte.
- Correspondiente a la frecuencia de corte de la alfalfa, la mejor edad recomendada es a los 60 días, por contener mayor rendimiento de materia seca, materia verde registrado.
- Realizar estudios para la época seca de las seis variedades instaladas en INIA-Sullupucyo y sus respectivos contenidos valores nutricionales.

CAPITULO VII

7. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

- Alabama. (2007). *Catalogo de productos de semillas de leguminosas de climas frios*.
- Alendez, R. (2000). *Efecto de la edad de corte y abonamiento organico sobre el valor nutritivo de 7 variedades de alfalfa (Medicago sativa L.) en epoca lluvia*. Tesis de grado para la obtencion del Titulo de ingeniero Zootecnista.
- Andia, C., Woodro, Argote, Q. G., & Peru, C. (2006). *Guia de practicas de pastos cultivados*. Av General de Santa Cruz 659, Jesus Maria Lima Peru.
- AOSCA, A. o. (2023). *Winter survival, fall dormancy & pest resistance ratings for alfalfa varieties*. St.Paul.
- Arias A, A., Cruz L, J. C., Pantoja A, C., Lopez R, M., Bermudez A, W., & Morales S, E. (2021). *Estudio comparativo de la produccion de forraje y calidad nutricional de variedades de cultivo de alfalfa (Medicago sativa L.) en la puna humeda y seca del Peru*. Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ingenieria., Huancavelica, Peru.
- Astete, C. (1995). *Produccion de Forrajes en el sur del Peru*. UNSAAC-CUSCO.
- AZUD. (2023). *La cultura del agua*. Alcantarilla, Murcia , España.
- Basigallup, D. (2007). *Cultivo de a alfalfa en la Argentina*. Buenos Aires.
- Batle, s. (2020). <https://profesional.semillasbatlle.com/semillas-forrajeras/leguminosas-perenes/alfalfa/>. Obtenido de <https://corporativo.semillasbatlle.com/>
- Becker, G. (2011). *Fenologia, composicion quimica y manejo de variedades de alfalfa en el canton Rio Bamba*. Universidad Nacional Agraria la Molina.

- Caritas del Peru, C. R. (2016). *Desarrollo ganadero en zonas altoandinas con las introduccion del cultivo de alfalfa dormante de secano.*
- Cubas, M. B. (2021). *Evaluacion de la composicion quimica y comportamiento productivo de seis variedades de alfalfa (medicago sativa-9 en dos pisos altitudinales en la provincia de Santa Cruz- Cajamarca.* Tesis presentado para el grado de Ingeniero Zootecnista, Cajamarca.
- Delgado, I., & Muñoz, F. (2005). *La fertilizacion nitrogenada en el cultivo de la alfalfa.* Centro de Investigacion y Tecnologia Agroalimentaria de Aragon.
- Delgado, I., Muñoz, F., & Andueza, D. (2014). *Evaluacion de diferentes dosis de siembra de alfalfa en secano.* Centro de Investigacion y Tecnologia Agroalimentaria de Aragon, España.
- Enriques, E. L. (2002). *Evaluacion productiva y del mayor valor nritivo de cuatro variedades de alfalfa(medicago sativa) en diferentes periodos de crecimiento durante la apoca de lluvias en Zurite -Anta.* Tesis de grado para la obtencion del Titulo de Ingeniero Zootecnista.
- Farfan Loaiza, R. D., & Farfan Tenicela, E. R. (2012). *Produccion de pasturas cultivadas y manejo de pastos naturales alto andinos. Primera Edicion.*
- Florez Delgado, D. F. (2015). *La alfalfa (Medicago sativa): origen, manejo y produccion.*
- Gaytan Valencia, J. A., Castro Rivera, R., Villegas Aparicio, Y., Aguilar Beniez, G., Solis Oba, M. M., Cruz Carrillo Rodriguez, J., & Negrete Sanchez, L. O. (2019). *Rendimiento de alfalfa (Medicago sativa L.) a diferentes edades de la pradera y frecuencia de defoliacion.* Universidad Autonoma de San Potosi, Instituto de Investigacion de Zonas Deserticas, San Luis de Potosi, Mexico. Obtenido de <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i2.4319>

- Gaytan, J. A. (2018). *Rendimiento de alfalfa (Medicago sativa L.) a diferentes edades de la pradera y frecuencia de defoliacion*. Universidad Autonoma de San Luis Potosi, San Luis Potosi, Mexico.
- Guzman, Spada, & Mombelli. (2007). *Eficiencia del uso de la radiacion de cultivares de alfalfa de distinto grado de reposo en Cordoba, Argentina*. Estacion Experimental Agropecuaria INTA, Cordoba, Argentina.
- Heritage seeds. (2018). *Alfalfa production international guide*.
- Huamani, B. (1987). *Fertilizacion PK en el cultivo de alfalfa y su relacion con los potenciales quimicos del suelo*. UNSCH, Ayacucho, Peru.
- INFOAGRO. (2004). *El cultivo de la alfalfa*.
- Jesus Santamaria, C., & Uriel Figueroa, V. (2004). *Productividad de la alfalfa en condiciones de salinidad en el distrito de Riego 017, Comarca Lagunera*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agricolas y Pecuarias (INIFAP), Chapingo, Mexico.
- Lara Schwartz, P. R. (2008). *Uso de compost de guano de pollos boiler en la produccion y calidad de la alfalfa y rye grass en la granja agropecuaria de Yauris UNCP. Para obter el titulo profesional de Ingeniero Zootecnista*. Universidad Nacional del Centro del Peru, Huancayo, Peru.
- Lus, J. (2015). *Alfalfa en ambientes salinos o salinos sodicos*. Boletin todoagro, Argentina.
- Ministerio del Ambiente. (2019). *Linea de base de la alfalfa con fines de bioseguridad en el Peru*. Peru.
- Miranda, S. F. (2003). *Efecto de la edad de corte y fertilizacion inorganica sobre el valor nutritivo de 7 variedades de alfalfa (Medicago sativa) en epoca de lluvia*.

Tesis presentado para la obtencion de Titulo a Ingeniero Zootecnista., Cusco, Peru.

Mulsera P. y Ratera G. (1991). *Produccion de praderas y forrajes* . Ed. Limusa, España.

OEC, O. d. (2022). *Nuevos rankings de complejidad economica multidimensional*.
Obtenido de <https://oec.world/es/profile/bilateral-product/seed-lucerne-alfalfa-for-sowing/reporter/aus?redirect=true>

Oviedo, T. S. (2008). *Evaluacion de rendimiento de 7 variedades de alfalfa bajo tres frecuencias de corte (45, 60 , 75) en epoca de lluvias*. UNSAAC, Cusco, Peru.

Paredes, M. C. (2013). Fijacion biologica de nitrogeno en leguminosas y gramineas.
Trabajo final de Ingenieria e Produccion Agropecuaria. Universidad Catolica Argentina., Argentina.

Pestico, C., Garcia C, L., Vazques de Aldana, B., & Garcia Ciudad, A. (2010).
Aplicacion de la tecnica NIRS para el analisis de materia seca y proteina en hojas de alfalfa. *Produccion Animal*. Instituto de Recursos Naturales y Agrobiologia., Salamanca.

Posada, J. O. (2005). *Fundamentos para el establecimiento de pasturas y cultivos forrajeros*. Medellin.

Quiroga Garza, H. M. (2013). Tasa de acumulacion de materia seca de alfalfa en respuesta a variables climatologicas. *Revista mexicana de Ciencias Agricolas*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agricolas y Pecuarias., Estado de Mexico, Mexico.

Quiroga Garza, H. M. (2013). Tasa de acumulacion de materia seca de alfalfa en respuesta a vriables climatologicas. *Revista Mexicana de Ciencias Agricolas*.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Estado de Mexico, Mexico.

Recharte, J. C. (2002). *Determinacion de la calidad y rendimiento en diferentes momentos de corte en 7 variedades de alfalfa(medicago sativa) con abonamiento organico en epoca seca*. Tesis presentado para la obtencion de Ingeniero Zootecnista, Cusco.

Remon, E. J. (1985). *Prados y Forrajes*. España.

Renzi, J., & Cantamutto, M. (2011). *Influencia del estado de madurez a cosecha sobre la calidad de semillas de alfalfa (Medicago sativa L.)*. Argentina.

Robinson, R., Putnam, L., & Depeters, S. (2007). *Fundamentals of alfalfa quality* (37th ed.). California Alfalfa & Forage Symposium.

Rodriguez, N., & Ruz, E. (2022). *Fertilizacion en alfalfa*. Chile.

Rojas Garci, A., Torres Salado, N., Joaquin Cancino, S., Hernandez Garay, A., Maldonado Peralta, M., & Sanchez Santillan, P. (2017). Componentes del rendimiento en variedades de alfalfa (Medicago sativa L.). *Agrociencia vol. 51*. Universidad Autonoma de Gerrero, Texcoco, Mexico.

Rossanigo, R., Spada, M., & Bruno, O. (1995). Cultivares de alfalfa, grado de reposo y panorama varietal. *La alfalfa en la Argentina*. Insitituto Nacional de Tecnologia Agropecuaria (INTA), Argentina.

Salesiana, U. P. (2004). *Adaptacion de cuatro variedades de alfalfa*. España.

Soto, P. (2022). *Adaptacion y establecimiento de alfalfa*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Chile.

Unda Cano, J. (2001). Evaluacion del rendimiento de biomasa en el establecimiento de 7 variedades de alfalfa (Medicago sativa) con abonamiento organico e

inorganico. *Tesis presentado para optar al titulo profesional de Ingeniero Zootecnista.* Kayra- Cusco.

ANEXOS

Anexo 1 Análisis estadístico de kg/mv/ha.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
VARIEDAD	5	365200158	73040032	5.13	0.001
BLOQUE	2	325083069	162541535	11.41	0.000
EDAD	2	10412653	5206327	0.37	0.697
VARIEDAD*EDAD	10	105907041	10590704	0.74	0.679
Error	34	484231187	14242094		
Total	53	1290834108			

Tukey: VARIEDAD al 95% de confianza

VARIEDAD	N	Media	Agrupación
ALABAMA 350	9	23839.1	A
W-350	9	20833.3	A B
ARAGON	9	20439.6	A B C
ICON	9	19042.9	A B C
THALIA	9	18413.6	B C
VULCAN	9	15278.7	C

Tukey: EDAD al 95% de confianza

EDAD	N	Media	Agrupación
60	18	20207.9	A
30	18	19577.8	A
45	18	19137.9	A

Anexo 2 Análisis de varianza de kg/ms/ha.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
VARIEDAD	5	8579540	1715908	3.42	0.013
BLOQUE	2	10915076	5457538	10.86	0.000
EDAD	2	43501000	21750500	43.30	0.000
VARIEDAD*EDAD	10	5569006	556901	1.11	0.384
Error	34	17079860	502349		
Total	53	85644483			

Tukey: VARIEDAD al 95% de confianza

VARIEDAD	N	Media	Agrupación	
ALABAMA 350	9	4408.26	A	
ARAGON	9	4002.27	A	B
W-350	9	3953.70	A	B
ICON	9	3795.22	A	B
THALIA	9	3629.46	A	B
VULCAN	9	3099.32		B

Tukey: EDAD al 95% de confianza

EDAD	N	Media	Agrupación	
60	18	4834.39	A	
45	18	3959.49		B
30	18	2650.23		C

Anexo 3 Rendimiento de materia seca (MS%) en planta completa.

Análisis de Varianza para materia seca (%MS)

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
VARIEDAD	5	38.90	7.781	3.54	0.011
BLOQUE	2	6.52	3.259	1.48	0.242
EDAD	2	993.10	496.550	225.68	0.000
VARIEDAD*EDAD	10	11.66	1.166	0.53	0.857
Error	34	74.81	2.200		
Total	53	1124.98			

Tukey: VARIEDAD al 95% de confianza

VARIEDAD	N	Media	Agrupación
VULCAN	9	20.5878	A
ICON	9	20.4044	A
THALIA	9	19.9011	A B
ARAGON	9	19.6722	A B
W-350	9	18.9011	A B
ALABAMA 350	9	18.1456	B

Tukey: EDAD al 95% de confianza

EDAD	N	Media	Agrupación
60	18	24.0439	A
45	18	20.9572	B
30	18	13.8050	C

nexo 4 Materia seca de hoja (%)

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
VARIEDAD	5	74.778	14.956	6.57	0.000
BLOQUE	2	4.335	2.167	0.95	0.396
EDAD	2	690.041	345.021	151.66	0.000
VARIEDAD*EDAD	10	25.156	2.516	1.11	0.386
Error	34	77.347	2.275		
Total	53	871.657			

Tukey: VARIEDAD al 95% de confianza

VARIEDAD	N	Media	Agrupación
VULCAN	9	23.4100	A
ICON	9	22.7244	A B
THALIA	9	21.6289	A B C
W-350	9	20.8633	B C
ARAGON	9	20.7967	B C
ALABAMA 350	9	19.9922	C

Tukey: EDAD al 95% de confianza

EDAD	N	Media	Agrupación
60	18	25.5122	A
45	18	22.3378	B
30	18	16.8578	C

Anexo 5 Materia seca de tallo (%)

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
VARIEDAD	5	37.48	7.495	3.59	0.010
BLOQUE	2	0.85	0.424	0.20	0.817
EDAD	2	1215.28	607.640	290.78	0.000
VARIEDAD*EDAD	10	13.10	1.310	0.63	0.780
Error	34	71.05	2.090		
Total	53	1337.75			

Tukey: VARIEDAD al 95% de confianza

VARIEDAD	N	Media	Agrupación	
VULCAN	9	19.7422	A	
ICON	9	19.4000	A	
THALIA	9	18.9978	A	B
ARAGON	9	18.3611	A	B
W-350	9	18.2500	A	B
ALABAMA 350	9	17.2200		B

Tukey: EDAD al 95% de confianza

EDAD	N	Media	Agrupación
60	18	23.9194	A
45	18	19.6422	B
30	18	12.4239	C

nexo 6 Relación h/t en materia verde.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
VARIEDAD	5	0.13074	0.026149	2.01	0.103
BLOQUE	2	0.10707	0.053535	4.11	0.025
EDAD	2	0.40323	0.201613	15.48	0.000
VARIEDAD*EDAD	10	0.07920	0.007920	0.61	0.796
Error	34	0.44293	0.013027		
Total	53	1.16316			

Tukey: VARIEDAD al 95% de confianza

VARIEDAD	N	Media	Agrupación
W-350	9	0.892222	A
ALABAMA 350	9	0.834444	A
THALIA	9	0.797778	A
ARAGON	9	0.791111	A
VULCAN	9	0.760000	A
ICON	9	0.743333	A

Tukey: EDAD al 95% de confianza

EDAD	N	Media	Agrupación
30	18	0.908889	A
45	18	0.803333	B
60	18	0.697222	C

Anexo 7 Relación h/t en materia seca

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
VARIEDAD	5	0.2255	0.04510	2.48	0.051
BLOQUE	2	0.1733	0.08667	4.76	0.015
EDAD	2	2.4412	1.22062	67.08	0.000
VARIEDAD*EDAD	10	0.1597	0.01597	0.88	0.562
Error	34	0.6187	0.01820		
Total	53	3.6185			

Tukey: VARIEDAD al 95% de confianza

VARIEDAD	N	Media	Agrupación
W-350	9	1.06889	A
ALABAMA 350	9	1.03889	A
THALIA	9	0.94778	A
ARAGON	9	0.92556	A
VULCAN	9	0.90889	A
ICON	9	0.90333	A

Tukey: EDAD al 95% de confianza

EDAD	N	Media	Agrupación
30	18	1.24944	A
45	18	0.90944	B
60	18	0.73778	C

Anexo 8 Análisis estadístico de altura de planta, cm

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
VARIEDAD	5	2527.90	505.58	19.42	0.000
BLOQUE	2	85.40	42.70	1.64	0.209
EDAD	2	3966.78	1983.39	76.20	0.000
VARIEDAD*EDAD	10	357.33	35.73	1.37	0.234
Error	34	884.94	26.03		
Total	53	7822.35			

Tukey: VARIEDAD al 95% de confianza

VARIEDAD	N	Media	Agrupación
VULCAN	9	56.3778	A
ICON	9	55.2222	A
THALIA	9	47.0222	B
W-350	9	46.0889	B
ALABAMA 350	9	45.3778	B
ARAGON	9	35.8444	C

Tukey: EDAD al 95% de confianza

EDAD	N	Media	Agrupación
60	18	58.5444	A
45	18	46.8222	B
30	18	37.6000	C

Análisis de varianza del valor nutricional de la alfalfa

Anexo 9 Análisis estadístico de Proteína cruda (%)

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
VARIEDAD	5	32.559	6.512	6.21	0.000
BLOQUE	2	4.885	2.443	2.33	0.113
EDAD	2	79.975	39.987	38.13	0.000
VARIEDAD*EDAD	10	29.261	2.926	2.79	0.012
Error	34	35.653	1.049		
Total	53	182.333			

Tukey: VARIEDAD al 95% de confianza

VARIEDAD	N	Media	Agrupación
ALABAMA 350	9	19.9933	A
W-350	9	19.9256	A
ARAGON	9	19.3989	A
THALIA	9	19.0667	A B
ICON	9	18.7933	A B
VULCAN	9	17.6978	B

Tukey: EDAD al 95% de confianza

EDAD	N	Media	Agrupación
45	18	20.4606	A
30	18	19.4506	B
60	18	17.5267	C

Anexo 10 Análisis estadístico de materia grasa (%)

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
VARIEDAD	5	0.8222	0.16445	3.44	0.013
BLOQUE	2	0.1527	0.07634	1.60	0.217
EDAD	2	1.9444	0.97221	20.34	0.000
VARIEDAD*EDAD	10	0.9100	0.09100	1.90	0.079
Error	34	1.6250	0.04779		
Total	53	5.4543			

Tukey: VARIEDAD al 95% de confianza

VARIEDAD	N	Media	Agrupación
ALABAMA 350	9	2.39333	A
W-350	9	2.33889	A B
ARAGON	9	2.28333	A B
THALIA	9	2.22000	A B
ICON	9	2.09778	A B
VULCAN	9	2.05000	B

Tukey: EDAD al 95% de confianza

EDAD	N	Media	Agrupación
45	18	2.48444	A
60	18	2.17889	B
30	18	2.02833	B

Anexo 11 Análisis estadístico de fibra cruda (%)

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
VARIEDAD	5	169.51	33.902	12.68	0.000
BLOQUE	2	11.06	5.530	2.07	0.142
EDAD	2	67.55	33.776	12.64	0.000
VARIEDAD*EDAD	10	39.02	3.902	1.46	0.197
Error	34	90.88	2.673		
Total	53	378.02			

Tukey: VARIEDAD al 95% de confianza

VARIEDAD	N	Media	Agrupación
VULCAN	9	27.5100	A
ICON	9	26.9600	A
THALIA	9	26.5156	A B
ARAGON	9	24.5233	B C
W-350	9	23.5311	C
ALABAMA 350	9	22.8533	C

Tukey: EDAD al 95% de confianza

EDAD	N	Media	Agrupación
45	18	26.3678	A
60	18	25.8122	A
30	18	23.7667	B

Anexo 12 Análisis estadístico de fibra detergente neutro FDN (%)

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
VARIEDAD	5	85.41	17.082	3.64	0.010
BLOQUE	2	30.53	15.267	3.26	0.051
EDAD	2	88.16	44.080	9.40	0.001
VARIEDAD*EDAD	10	29.91	2.991	0.64	0.771
Error	34	159.40	4.688		
Total	53	393.41			

Tukey: VARIEDAD al 95% de confianza

VARIEDAD	N	Media	Agrupación
THALIA	9	53.0722	A
ICON	9	52.8778	A
VULCAN	9	52.2622	A
W-350	9	50.3256	A
ARAGON	9	50.2667	A
ALABAMA 350	9	50.2200	A

Tukey: EDAD al 95% de confianza

EDAD	N	Media	Agrupación
30	18	53.0078	A
45	18	51.6200	A B
60	18	49.8844	B

Anexo 13 Análisis estadístico de fibra detergente ácido FDA (%)

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
VARIEDAD	5	53.10	10.620	4.14	0.005
BLOQUE	2	14.94	7.471	2.91	0.068
EDAD	2	50.98	25.492	9.93	0.000
VARIEDAD*EDAD	10	25.22	2.522	0.98	0.476
Error	34	87.24	2.566		
Total	53	231.49			

Tukey: VARIEDAD al 95% de confianza

VARIEDAD	N	Media	Agrupación	
THALIA	9	30.3111	A	
VULCAN	9	30.2444	A	
ICON	9	30.0556	A	B
ARAGON	9	28.8267	A	B
W-350	9	28.1256	A	B
ALABAMA 350	9	27.9489		B

Tukey: EDAD al 95% de confianza

EDAD	N	Media	Agrupación
45	18	30.0039	A
30	18	29.8722	A
60	18	27.8800	B

Análisis estadístico del valor químico nutricional de la hoja de la alfalfa

Anexo 14 Análisis estadístico de proteína cruda (%) en hoja

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
VARIEDAD	5	13.474	2.6947	1.33	0.276
BLOQUE	2	1.498	0.7489	0.37	0.694
EDAD	2	84.758	42.3791	20.90	0.000
VARIEDAD*EDAD	10	49.168	4.9168	2.42	0.027
Error	34	68.953	2.0280		
Total	53	217.850			

Tukey: VARIEDAD al 95% de confianza

VARIEDAD	N	Media	Agrupación
THALIA	9	24.4978	A
VULCAN	9	24.2978	A
W-350	9	23.6433	A
ARAGON	9	23.4100	A
ALABAMA 350	9	23.3111	A
ICON	9	23.1822	A

Tukey: EDAD al 95% de confianza

EDAD	N	Media	Agrupación
45	18	25.4494	A
60	18	23.2083	B
30	18	22.5133	B

Anexo 15 Análisis estadístico de materia grasa (%) en hoja

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
VARIEDAD	5	0.6222	0.1244	0.96	0.458
BLOQUE	2	0.2768	0.1384	1.06	0.356
EDAD	2	1.2367	0.6183	4.75	0.015
VARIEDAD*EDAD	10	2.2666	0.2267	1.74	0.111
Error	34	4.4214	0.1300		
Total	53	8.8236			

Tukey: VARIEDAD al 95% de confianza

VARIEDAD	N	Media	Agrupación
THALIA	9	2.48222	A
VULCAN	9	2.48111	A
ALABAMA 350	9	2.47111	A
ARAGON	9	2.42444	A
W-350	9	2.40444	A
ICON	9	2.17556	A

Tukey: EDAD al 95% de confianza

EDAD	N	Media	Agrupación
30	18	2.57278	A
60	18	2.44000	A B
45	18	2.20667	B

Anexo 16 Análisis estadístico de fibra cruda (%) en hoja

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	MC	Valor	Valor
		Ajust.	Ajust.	F	p
VARIEDAD	5	6.775	1.3550	0.34	0.885
BLOQUE	2	1.661	0.8307	0.21	0.813
EDAD	2	132.879	66.4396	16.65	0.000
VARIEDAD*EDAD	10	28.848	2.8848	0.72	0.697
Error	34	135.643	3.9895		
Total	53	305.807			

Tukey: VARIEDAD al 95% de confianza

VARIEDAD	N	Media	Agrupación
W-350	9	18.3133	A
ARAGON	9	18.1600	A
THALIA	9	18.0100	A
ALABAMA 350	9	17.8911	A
ICON	9	17.5222	A
VULCAN	9	17.2944	A

Tukey: EDAD al 95% de confianza

EDAD	N	Media	Agrupación
45	18	19.2278	A
30	18	18.7000	A
60	18	15.6678	B

Anexo 17 Análisis estadístico de fibra detergente neutro (%) en hoja.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
VARIEDAD	5	38.93	7.785	0.95	0.463
BLOQUE	2	15.90	7.948	0.97	0.390
EDAD	2	660.94	330.472	40.25	0.000
VARIEDAD*EDAD	10	69.06	6.906	0.84	0.594
Error	34	279.15	8.210		
Total	53	1063.98			

Tukey: VARIEDAD al 95% de confianza

VARIEDAD	N	Media	Agrupación
ICON	9	54.3167	A
THALIA	9	53.7267	A
W-350	9	53.1033	A
VULCAN	9	52.5089	A
ALABAMA 350	9	52.3422	A
ARAGON	9	51.8234	A

Tukey: EDAD al 95% de confianza

EDAD	N	Media	Agrupación
45	18	55.9623	A
30	18	54.8867	A
60	18	48.0617	B

Anexo 18 Análisis estadístico de fibra detergente ácido (%) en hoja

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
VARIEDAD	5	22.526	4.505	1.00	0.430
BLOQUE	2	8.670	4.335	0.97	0.391
EDAD	2	372.962	186.481	41.58	0.000
VARIEDAD*EDAD	10	34.736	3.474	0.77	0.652
Error	34	152.498	4.485		
Total	53	591.391			

Tukey: VARIEDAD al 95% de confianza

VARIEDAD	N	Media	Agrupación
ICON	9	30.7911	A
THALIA	9	30.4356	A
W-350	9	29.8433	A
VULCAN	9	29.3322	A
ALABAMA 350	9	29.2800	A
ARAGON	9	29.0078	A

Tukey: EDAD al 95% de confianza

EDAD	N	Media	Agrupación
45	18	32.3244	A
30	18	30.8578	A
60	18	26.1628	B

Análisis estadístico del valor químico nutricional del tallo de la alfalfa

Anexo 19 Análisis estadístico de proteína cruda (%) en tallo

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
VARIEDAD	5	24.521	4.9042	6.90	0.000
BLOQUE	2	4.156	2.0782	2.92	0.067
EDAD	2	116.850	58.4250	82.15	0.000
VARIEDAD*EDAD	10	35.399	3.5399	4.98	0.000
Error	34	24.180	0.7112		
Total	53	205.107			

Tukey: VARIEDAD al 95% de confianza

VARIEDAD	N	Media	Agrupación		
W-350	9	15.3244	A		
ALABAMA 350	9	15.1144	A	B	
ARAGON	9	14.2833	A	B	C
ICON	9	14.0722		B	C
THALIA	9	13.8433			C
VULCAN	9	13.4267			C

Tukey: EDAD al 95% de confianza

EDAD	N	Media	Agrupación	
30	18	16.3633	A	
60	18	13.7678		B
45	18	12.9011		C

Anexo 20 análisis estadístico de materia grasa (%) en tallo

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
VARIEDAD	5	1.5427	0.30855	4.89	0.002
BLOQUE	2	0.1429	0.07147	1.13	0.334
EDAD	2	0.7721	0.38607	6.11	0.005
VARIEDAD*EDAD	10	1.2025	0.12025	1.90	0.079
Error	34	2.1471	0.06315		
Total	53	5.8073			

Tukey: VARIEDAD al 95% de confianza

VARIEDAD	N	Media	Agrupación		
ARAGON	9	1.78889	A		
ALABAMA 350	9	1.69667	A	B	
W-350	9	1.59444	A	B	C
THALIA	9	1.49556	A	B	C
ICON	9	1.40111		B	C
VULCAN	9	1.29333			C

Tukey: EDAD al 95% de confianza

EDAD	N	Media	Agrupación
60	18	1.71278	A
30	18	1.47944	B
45	18	1.44278	B

Anexo 21 Análisis estadístico de fibra cruda (%) en tallo

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
VARIEDAD	5	302.80	60.561	13.23	0.000
BLOQUE	2	7.68	3.839	0.84	0.441
EDAD	2	443.68	221.839	48.46	0.000
VARIEDAD*EDAD	10	96.63	9.663	2.11	0.051
Error	34	155.64	4.578		
Total	53	1006.43			

Tukey: VARIEDAD al 95% de confianza

VARIEDAD	N	Media	Agrupación
VULCAN	9	35.3689	A
ICON	9	34.3900	A
THALIA	9	34.2656	A
ARAGON	9	30.6267	B
W-350	9	29.7911	B
ALABAMA 350	9	29.6700	B

Tukey: EDAD al 95% de confianza

EDAD	N	Media	Agrupación
45	18	36.0683	A
60	18	31.8961	B
30	18	29.0917	C

Anexo 22 Análisis estadístico de fibra detergente neutro (%) en tallo

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
VARIEDAD	5	250.64	50.128	7.12	0.000
BLOQUE	2	60.81	30.407	4.32	0.021
EDAD	2	213.02	106.510	15.14	0.000
VARIEDAD*EDAD	10	155.52	15.552	2.21	0.042
Error	34	239.21	7.036		
Total	53	919.20			

Tukey: VARIEDAD al 95% de confianza

VARIEDAD	N	Media	Agrupación		
ICON	9	54.9589	A		
THALIA	9	54.4900	A		
VULCAN	9	53.9889	A	B	
W-350	9	50.6356	B		C
ARAGON	9	50.0378	C		
ALABAMA 350	9	50.0067	C		

Tukey: EDAD al 95% de confianza

EDAD	N	Media	Agrupación	
45	18	55.1556	A	
30	18	51.1139	B	
60	18	50.7894	B	

Anexo 23 Análisis estadístico de fibra detergente ácido (%) en tallo

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
VARIEDAD	5	186.49	37.297	13.37	0.000
BLOQUE	2	14.87	7.436	2.66	0.084
EDAD	2	166.10	83.051	29.76	0.000
VARIEDAD*EDAD	10	82.19	8.219	2.95	0.009
Error	34	94.87	2.790		
Total	53	544.53			

Tukey: VARIEDAD al 95% de confianza

VARIEDAD	N	Media	Agrupación
VULCAN	9	32.4422	A
ICON	9	32.2333	A
THALIA	9	31.8233	A
W-350	9	28.6433	B
ARAGON	9	28.5133	B
ALABAMA 350	9	28.2656	B

Tukey: EDAD al 95% de confianza

EDAD	N	Media	Agrupación
45	18	32.7889	A
60	18	29.2933	B
30	18	28.8783	B

Fuente: SENAMHI / DRD

Donde:

* T = Trazas.

Estación : ANTA ANCACHURO

Departamento : CUSCO

Provincia : ANTA

Distrito : ZURITE

Latitud : 13°28'20.71"

Longitud : 72°13'7.54"

Altitud : 3324 msnm.

Tipo : CO - Meteorológica

Código :

113035

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día) TOTAL
	MAX	MIN		
01/02/2023	15.5	8	90.4	3.8
02/02/2023	21.3	8.5	81.5	2.6
03/02/2023	16	7.9	89.3	1.6
04/02/2023	15.9	8.5	87.1	2
05/02/2023	17.7	8	90.3	0.1
06/02/2023	18.8	7.5	84.8	0.6
07/02/2023	20.3	6	83.2	0.9
08/02/2023	21.5	6.8	81.4	4.8
09/02/2023	20.9	7	83.7	1.4
10/02/2023	21.7	8.5	81.3	1
11/02/2023	19.9	8.9	85.2	0.2
12/02/2023	19.3	7.8	85.8	4.1
13/02/2023	21.3	8	85.2	15
14/02/2023	18.6	8.3	89.6	1.6
15/02/2023	18.8	6.5	85.1	4.1
16/02/2023	21.6	8	82.3	2.2
17/02/2023	20.9	5	83.4	3.1
18/02/2023	16.8	8	90.8	1.5
19/02/2023	21.8	6	82.8	0.1
20/02/2023	22.3	7	79.5	4.9
21/02/2023	20.8	5.5	82.7	1.5
22/02/2023	21.6	6	81.1	10.2
23/02/2023	21.9	4	75.6	0.1
24/02/2023	21.7	6	87.6	0
25/02/2023	18.7	3.6	86.1	0.1
26/02/2023	22.1	1.5	83	0.7
27/02/2023	19.3	4.3	84.1	1.5
28/02/2023	21.9	3.5	76	0

Fuente: SENAMHI / DRD

Donde:

* T = Trazas.

Estación : ANTA ANCACHURO

Departamento : CUSCO

Provincia : ANTA

Distrito : ZURITE

Latitud : 13°28'20.71"

Longitud : 72°13'7.54"

Altitud : 3324 msnm.

Tipo : CO - Meteorológica

Código :

113035

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día) TOTAL
	MAX	MIN		
01/03/2023	22.1	6.5	81.8	0
02/03/2023	22.8	6	80.8	2.1
03/03/2023	21.7	5.5	84.8	0
04/03/2023	22	1	84.9	1.5
05/03/2023	17.8	4	88.6	0.3
06/03/2023	20.8	4.5	85.3	0
07/03/2023	22	2.5	77	0
08/03/2023	21.9	3.5	77.8	0
09/03/2023	19.1	4	91.6	4.6
10/03/2023	18.6	5.8	90	0
11/03/2023	21	3.2	86	0.2
12/03/2023	19.8	6	83.7	6.3
13/03/2023	21.6	8	85.8	6.8
14/03/2023	18.6	8	83.9	1.7
15/03/2023	21	6.5	84.8	9.1
16/03/2023	19	7.5	89.7	2.9
17/03/2023	18.4	8	88	5.1
18/03/2023	17.6	6.8	85.5	8.1
19/03/2023	18.8	6.5	86	11.2
20/03/2023	18.6	6.3	87.3	2.9
21/03/2023	18	6.3	87.2	4.6
22/03/2023	18.8	7.5	85.3	3.2
23/03/2023	19.8	7	87.7	4
24/03/2023	17.8	7.5	85.5	2.7
25/03/2023	20.8	6.5	86.3	0.9
26/03/2023	19.9	2.5	84.6	0.1
27/03/2023	19.2	5	80.5	0.6
28/03/2023	19.8	8	86.4	3.8
29/03/2023	22.6	7.5	84	3.5
30/03/2023	20.2	5	89.2	0
31/03/2023	18.8	6.5	88.4	0

Fuente: SENAMHI / DRD

Leyenda:

* T = Trazas.

Estación : ANTA ANCACHURO

Departamento : CUSCO Provincia : ANTA Distrito : ZURITE
 Latitud : 13°28'20.71" Longitud : 72°13'7.54" Altitud : 3324 msnm.
 Tipo : Meteorológica Código : 113035

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día) TOTAL
	MAX	MIN		
01/04/2023	18.5	3	89.8	5.3
02/04/2023	21.4	5.5	78.9	0.1
03/04/2023	21.5	6.6	83.8	0
04/04/2023	18.6	6.5	89	8.3
05/04/2023	21.8	3.5	78.9	0.1
06/04/2023	20.6	0.1	84.9	4
07/04/2023	17	3.9	91.3	0.1
08/04/2023	16.8	3.5	91.6	0
09/04/2023	20	2.6	83.4	0
10/04/2023	20.8	2.5	82.6	0
11/04/2023	20.7	4.1	87.5	0
12/04/2023	20.8	3.5	89.5	0
13/04/2023	19.9	2	89.8	0
14/04/2023	20.4	1.2	90	0
15/04/2023	20	1.5	88.6	11.7
16/04/2023	20.8	4.5	84.1	0
17/04/2023	19	6	83.1	0
18/04/2023	20.8	3	86	0
19/04/2023	21.1	0.5	83.5	0
20/04/2023	17.4	3	91.7	0
21/04/2023	21.6	2	84.8	4.1
22/04/2023	23.2	0.1	83.1	0
23/04/2023	20.8	2	85.9	0
24/04/2023	20.8	2	88.3	0
25/04/2023	21.8	2.8	84.6	0
26/04/2023	21.6	-0.1	82.3	0
27/04/2023	21.7	1	85.2	0
28/04/2023	22	0.8	82.5	0
29/04/2023	21.3	0.5	82.5	0
30/04/2023	21.7	-1.6	85.3	0

Fuente: SENAMHI / DRD

Donde:

* T = Trazas

Estación : ANTA ANCACHURO

Departamento : CUSCO

Provincia : ANTA

Distrito : ZURITE

Latitud : 13°28'20.71"

Longitud : 72°13'7.54"

Altitud : 3324 msnm.

Tipo : CO - Meteorológica

Código :

113035

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día) TOTAL
	MAX	MIN		
01/05/2023	21.6	-0.3	84.3	0
02/05/2023	21.3	-0.4	82.9	0
03/05/2023	18.8	1	90.8	0
04/05/2023	18.2	0.1	91.5	0.2
05/05/2023	15.6	1.2	95.1	4.1
06/05/2023	18.5	5.5	89.9	2.8
07/05/2023	12.8	5.5	96.8	34.5
08/05/2023	8.8	0.1	96.4	20.7
09/05/2023	16.3	0.6	93.1	0.8
10/05/2023	19.3	1.2	84.9	0
11/05/2023	18.3	-1	87.5	0.1
12/05/2023	17.6	3.3	96.1	0.1
13/05/2023	18.8	2.3	89.9	0
14/05/2023	21.6	-2.5	82	0
15/05/2023	21.3	-1	84.2	0
16/05/2023	21.8	-3	79.5	0
17/05/2023	20.8	-0.2	83.4	0
18/05/2023	20.4	-1.8	84.8	0
19/05/2023	20.6	-1.5	84.7	0
20/05/2023	19.5	-0.4	89.7	0
21/05/2023	20.3	3.5	81.2	0
22/05/2023	21	-0.5	81	0
23/05/2023	21.7	-0.8	86	0
24/05/2023	20.8	-0.3	85.5	0
25/05/2023	19.5	-2	85.9	0
26/05/2023	18.6	0.3	90.7	0
27/05/2023	18.8	0.6	89	0
28/05/2023	18.1	0.2	90.3	0
29/05/2023	19.5	0.5	91.2	0
30/05/2023	21.8	-1	82.2	0
31/05/2023	21.8	-2.2	80.3	0

Fotografías

Figura 10 *Vista panorámica de las parcelas demostrativas.*



Figura 11 *Identificación de las parcelas*



Figura 12 *Medida de la altura de la planta en alfalfa.*



Figura 13 *Submuestra para la evaluación de materia seca MS.*



Figura 14 *Materiales utilizados en el laboratorio para los análisis correspondientes.*

