

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



Tesis

Rendimiento de tres variedades de alfalfa (*Medicago sativa L.*) en tres pisos ecológicos en la provincia de Chincheros, Apurímac - 2023

Asesor:

Dr. Acosta Valer, Ely Jesús

Autor:

Guillen Pareja, Andrés

Guillen Pareja, Jorge

Para optar el Título Profesional: Ingeniero Agrónomo

Abancay - Apurímac – Perú

2024

Acta de sustentación



Universidad Tecnológica de los Andes

Transformando vidas

ACTA DE EXAMEN DE TITULACIÓN N° 004-2024-UTEA-FI-DEPA.

Reunidos el Jurado Examinador constituido por los señores Docentes de la Escuela Profesional de Agronomía de la Universidad Tecnológica de los Andes:

- *Ing. Rosa Eufemia MARRUFO MONTOYA* PRESIDENTE DE JURADO
- *Dr. C. Juan ALARCÓN CAMACHO* DICTAMINANTE
- *Mg. Epifanio ACHAHUE CCASANI* REPLICANTE

El aspirante al TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO

Bachiller: GUILLEN PAREJA, Andrés.

Ha cumplido con las exigencias del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Tecnológica de los Andes, respecto al Examen de Sustentación, para optar al Título Profesional de Ingeniero Agrónomo.

SUSTENTACIÓN DE TESIS denominado: "**Rendimiento de tres variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en tres pisos ecológicos de la provincia de Chincheros, Apurímac - 2023**".

Habiendo aprobado con la nota de **Catorce (14)**.

Se extiende, conforme al Libro de Actas de Sustentación de Tesis, consignado en el tomo III de los folios N° 188 y 189.

Abancay, 20 de setiembre del 2024.


Ing. Rosa Eufemia MARRUFO MONTOYA
PRESIDENTE DEL JURADO


Dr. C. Juan ALARCÓN CAMACHO
DICTAMINANTE


Mg. Epifanio ACHAHUE CCASANI
REPLICANTE

C.c.
Archivo



Universidad Tecnológica de los Andes

Transformando vidas

ACTA DE EXAMEN DE TITULACIÓN N° 004-2024-UTEA-FI-DEPA.

Reunidos el Jurado Examinador constituido por los señores Docentes de la Escuela Profesional de Agronomía de la Universidad Tecnológica de los Andes:

- *Ing. Rosa Eufemia MARRUFO MONTOYA* PRESIDENTE DE JURADO
- *Dr. C. Juan ALARCÓN CAMACHO* DICTAMINANTE
- *Mg. Epifanio ACHAHUE CCASANI* REPLICANTE

El aspirante al TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO

Bachiller: GUILLEN PAREJA, Jorge.

Ha cumplido con las exigencias del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Tecnológica de los Andes, respecto al Examen de Sustentación, para optar al Título Profesional de Ingeniero Agrónomo.

SUSTENTACIÓN DE TESIS denominada: “Rendimiento de tres variedades de alfalfa (*Medicago savita L.*) en tres pisos ecológicos de la provincia de Chincheros, Apurímac - 2023”.

Habiendo aprobado con la nota de Catorce (14).

Se extiende, conforme al Libro de Actas de Sustentación de Tesis, consignado en el tomo III de los folios N° 188 y 189.

Abancay, 20 de setiembre del 2024.

Ing. Rosa Eufemia MARRUFO MONTOYA
PRESIDENTE DEL JURADO

Dr. C. Juan ALARCÓN CAMACHO
DICTAMINANTE

Mg. Epifanio ACHAHUE CCASANI
REPLICANTE

C.c.
Archivo

Reporte de similitud

"Rendimiento de tres variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en tres pisos ecológicos en la provincia de Chincheros, Apurímac - 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

11%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Universidad Tecnológica de los Andes

Trabajo del estudiante

7%

2

repositorio.unsch.edu.pe

Fuente de Internet

4%

3

repositorio.utea.edu.pe

Fuente de Internet

1%

4

repositorio.unp.edu.pe

Fuente de Internet

1%

5

www.grafiati.com

Fuente de Internet

1%

6

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1%

7

repositorio.unheval.edu.pe

Fuente de Internet

1%

8

repositorio.unamba.edu.pe

Fuente de Internet

1%

Metadatos

Datos del Autor	
Apellidos y nombres	: Guillén Pareja Andrés
Tipo de documento de identidad	: DNI
Número de documento de identidad	: 42342237
URL ORCID	: https://orcid.org/0009-0002-9387-9925
Apellidos y nombres	: Guillén Pareja Jorge
Tipo de documento de identidad	: DNI
Número de documento de identidad	: 42422789
URL ORCID	: https://orcid.org/0009-0000-8892-5363
Datos del Asesor	
Apellidos y nombres	Dr. Acosta Valer, Ely Jesús
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	31012360
URL ORCID	ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7330-4097
Datos de la investigación	
Facultad	Ingeniería
Escuela Profesional	Agronomía
Línea de investigación	Agricultura y Ambiente
Rango de años en la que se realizó la investigación	2023 - 2024
Fuente de financiamiento	Recursos propios
Porcentaje de similitud	22 %
URL de OCDE	https://purl.org/pe-repo/ocde/ford# 4.01.06

Dedicatoria

Agradecer A Dios por este momento maravilloso de haberme dado la oportunidad de haber culminados mis sueños tan anhelados.

Agradecer a mis queridos padres Ginés Viterbo Guillen Chávez y Alejandrina Pareja Duarte, quienes me apoyaron en todo momento de mi trayectoria de mis estudios y por su amor incondicional se merecen todo mi amor, cariño y admiración.

A mis queridos hermanos y hermanas por el apoyo integro en todo el trayecto de mi estudio y así mismo agradecerle infinitamente por el soporte emocional brindada en los momentos difíciles transcurridos durante la etapa de mis estudios

A mi esposa Reyna Nancy Román Hermoza y mis hijos (as) Andrés Emiliano guillen Quispe y Guadalupe Ángeles Guillen Román y Fernanda Antonella Guillen Román, por haber confiado en mis sueños anhelados para el desarrollo de mi vida profesional y que siempre estuvieron conmigo por ser la mayor razón de mi vida.

Andrés.

Agradecer A Dios por este momento maravilloso de haberme dado la oportunidad de haber culminados mis sueños tan anhelados.

Agradecer a mis queridos padres Ginés Viterbo Guillen Chávez y Alejandrina Pareja Duarte, quienes me apoyaron en todo momento de mi trayectoria de mis estudios y por su amor incondicional se merecen todo mi amor, cariño y admiración.

A mis queridos hermanos y hermanas por el apoyo integro en todo el trayecto de mi estudio y así mismo agradecerle infinitamente por el soporte emocional brindada en los momentos difíciles transcurridos durante la etapa de mis estudios.

A mi esposa Elizabeth Curo Ore y mis hijos (as) Jhorsh Piero Guillen Curo, Rubí Angela Guillen Curo, Jhordan Faviano Guillen Curo, Jorge Alexander Guillen Curo, por haber confiado en mis sueños anhelados para el desarrollo de mi vida profesional y que siempre estuvieron conmigo por ser la mayor razón de mi vida.

Jorge.

Agradecimiento

Nuestros sinceros agradecimientos a la Universidad Tecnológica de los Andes por convertirnos en profesionales agrónomos que nos apasiona y a todos los docentes de la Facultad de Ingeniería, especialmente los docentes de la Escuela Profesional de Agronomía Filial Andahuaylas, quienes supieron orientarnos acertadamente y perdurará dentro de nosotros.

Nuestro reconocimiento sincero al Dr. Sc. Juan Alarcón Camacho, Dr. Francisco Medina Raya, Dr. Ely Jesús Acosta Valer, Ing. Jorge Luís Vílchez Casas, Ing. Rosa Eufemia Marrufo Montoya, por sus enseñanzas y sus consejos incondicionales y dirección en la ejecución de la presente tesis de investigación.

A nuestros compañeros y amigos de la facultad y de otras escuelas profesionales de la Universidad Tecnológica de los Andes filial Andahuaylas, quienes nos dieron el apoyo moral y soporte emocional para seguir adelante en el desarrollo de la investigación.

Andrés y Jorge.

Resumen

El objetivo de esta investigación fue evaluar el rendimiento de tres variedades de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) en tres pisos ecológicos en la provincia de Chincheros, Apurímac 2023. El estudio se realizó con un diseño completamente aleatorizado (DCA) con un arreglo factorial 2x2 y tres repeticiones. La población consistió en 54 m² de alfalfa sembrados al voleo, y se tomó una muestra de 1 m² por cada unidad experimental (27 en total). En el primer corte, la altura de plantas fue mayor en Cercado Uripa (0.75 m), seguido por San Miguel Llimpe (0.40 m) y C.P. Tejahuasi (0.27 m). El número de hojas (u) fue mayor en San Miguel Llimpe (47.18 u), que en C.P. Tejahuasi (28.67 u), y menor Cercado Uripa (14.30 u). El número de tallos fue mayor en Cercado uripa (417.45 u/m²) seguido de san miguel llimpe (413.11) y C.P. Tejahuasi (285.33). En el segundo corte, los resultados de altura de plantas, fueron similares entre Cercado Uripa (68.78 m) y C.P. Tejahuasi (64.78 m), y menor en San Miguel Llimpe (64.37 m), en el tercer corte, en cuanto a las características agronómicas fueron similares entre los tres pisos ecológicos. En cuanto al rendimiento, en el primer corte, el peso fue similar entre Cercado Uripa (2.93 kg/m²) y San Miguel Llimpe (2.91 kg/m²) el segundo corte el peso, en San Miguel Llimpe (14.43 kg/m²) presento mayor rendimiento que el Cercado Uripa (12.96 kg/m²) mientras que el C.P. Tejahuasi mostro un rendimiento significativamente menor en todos los cortes.

Palabras clave: Rendimiento, variedad, alfalfa, pisos ecológicos.

Abstract

The objective of this research was to evaluate the performance of three varieties of alfalfa (*Medicago sativa* L.) in three ecological floors in the province of Chincheros, Apurímac 2023. The study was carried out with a completely randomized design (DCA) with a 2x2 factorial arrangement and three replications. The population consisted of 54 m² of alfalfa sown broadcast, and a sample of 1 m² was taken for each experimental unit (27 in total). In the first cut, the plant height was higher in Cercado Uripa (0.75 m), followed by San Miguel Llimpe (0.40 m) and C.P. Tejahuasi (0.27 m). The number of leaves (u) was higher in San Miguel Llimpe (47.18 u), than in C.P. Tejahuasi (28.67 u), and lower in Cercado Uripa (14.30 u). The number of stems was higher in Cercado Uripa (417.45 u/m²) followed by San Miguel Llimpe (413.11) and C.P. Tejahuasi (285.33). In the second cut, the results of plant height were similar between Cercado Uripa (68.78 m) and C.P. Tejahuasi (64.78 m), and lower in San Miguel Llimpe (64.37 m), in the third cut, as for the agronomic characteristics were similar between the three ecological floors. Regarding yield, in the first cut, the weight was similar between Cercado Uripa (2.93 kg/m²) and San Miguel Llimpe (2.91 kg/m²) The second cut, the weight in San Miguel Llimpe (14.43 kg/m²) showed a higher yield than Cercado Uripa (12.96 kg/m²) while C.P. Tejahuasi showed a significantly lower yield in all cuts.

Keywords: Yield, variety, alfalfa, ecological floor.

Índice

	Pág.
Portada.....	i
Acta de sustentación.....	ii
Reporte de similitud	iv
Metadatos.....	v
Dedicatoria	vi
Agradecimiento.....	viii
Resumen	ix
Abstract	x
Índice.....	xi
Índice de tablas.....	xiv
Indicé de figuras	xvii
I. Introducción	19
II. Planteamiento del problema.....	20
2.1. Descripción y formulación del problema	20
2.1.1. Problema general	20
2.1.2. Problema específico	21
2.2. Objetivos	21
2.2.1. Objetivo general	21
2.2.2. Objetivos específicos.....	21
2.3. Justificación de la investigación.....	21
2.4. Hipótesis.....	22
2.4.1. Hipótesis general.....	22
2.4.2. Hipótesis específicas.....	22
2.5. Variable	23
III. Marco Teórico.....	25
3.1. Antecedentes	25

3.2. Bases teóricas	29
3.2.1. Información General	29
3.2.2. Origen de la alfalfa	29
3.2.3. Posición taxonómica.....	30
3.2.4. Características Botánicas de la planta de alfalfa.....	30
3.2.5. Fenología del cultivo de alfalfa	31
3.2.6. La Densidad de siembra e inocuidad	32
3.2.7. Variedades de alfalfa	33
3.2.8. Labores agronómicas para el cultivo	34
3.2.9. Alimentación en base a forraje	39
3.2.10. Valor nutritivo de los pastos	40
3.2.11. Índice de conversión	40
3.3. Definición de términos.....	41
IV. Metodología	43
4.1. Tipo y nivel de investigación	43
4.2. Ámbito temporal y espacial.....	46
4.3. Población y muestra	47
4.3.1. Población.....	47
4.3.2. Muestra	47
4.3.3. Muestreo	47
4.4. Instrumentos.....	47
4.5. Procesamientos.....	47
4.6. Análisis de datos	48
4.7. Consideraciones éticas.....	48
V. Resultados y discusión	49
5.1. Resultados	49
5.2.1. Rendimiento de alfalfa.....	81
5.2. Discusión	90

VI.	Conclusiones.....	93
VII.	Recomendaciones	95
VIII.	Referencias	96
IX.	Anexos.....	99

Índice de tablas

Tabla 1 Operacionalización de variables	24
Tabla 2 Diseño completamente aleatorizado (DCA) con arreglo factorial 2x2.....	43
Tabla 3 Detalle de los tratamientos y número de repeticiones	44
Tabla 4 Detalles y dimensiones del área experimental en cada piso ecológico (Cercado Uripa, San Miguel Llimpe y C.P. Tejahuasi).....	44
Tabla 5 Datos observados de Altura de planta al momento del primer corte (m)	49
Tabla 6 Análisis de varianza de los promedios de Altura de planta al momento del primer corte (m).....	50
Tabla 7 Comparación múltiple de Tukey (95% de confiabilidad) de los promedios de Altura de planta al momento del primer corte (m)	51
Tabla 8 Datos observados de Número de hojas del primer corte.....	52
Tabla 9 Análisis de varianza de los promedios de Número de hojas al momento del primer corte	53
Tabla 10 Comparación múltiple de Tukey (95% de confiabilidad) de los promedios de Número de hojas al momento del primer corte.....	54
Tabla 11 Datos observados de Número de tallos (u/m^2) del primer corte.....	55
Tabla 12 Análisis de varianza de los promedios de Número de tallos (u/m^2) al momento del primer corte.....	56
Tabla 13 Comparación múltiple de Tukey (95% de confiabilidad) de los promedios de Número de tallos (u/m^2) al momento del primer corte	57
Tabla 14 Datos observados de Altura de planta del segundo corte (m)	58
Tabla 15 Análisis de varianza de los promedios de Altura de planta (m) al momento del segundo corte (m).....	60
Tabla 16 Comparación múltiple de Tukey (95% de confiabilidad) de los promedios de Altura de planta al momento del segundo corte (m).....	60
Tabla 17 Datos observados de Número de rebrotes del segundo corte.....	61

Tabla 18 Análisis de varianza de los promedios de Número de rebrotes al momento del segundo corte	63
Tabla 19 Comparación múltiple de Tukey (95% de confiabilidad) de los promedios de Número de rebrotes al momento del segundo corte	63
Tabla 20 Datos observados de Número de hojas del segundo corte	64
Tabla 21 Análisis de varianza de los promedios de Número de hojas al momento del segundo corte	66
Tabla 22 Datos observados de Número de tallos (u/m^2) del segundo corte	67
Tabla 23 Análisis de varianza de los promedios de Número de tallos (u/m^2) al momento del segundo corte	69
Tabla 24 Datos observados de Altura de planta del tercer corte (m).....	70
Tabla 25 Análisis de varianza de los promedios de Altura de planta al momento del tercer corte (m)	72
Tabla 26 Datos observados de Número de rebrotes del tercer corte	73
Tabla 27 Análisis de varianza de los promedios de Número de rebrotes al momento del tercer corte	74
Tabla 28 Datos observados de Número de hojas del tercer corte.....	76
Tabla 29 Análisis de varianza de los promedios de Número de hojas al momento del tercer corte	77
Tabla 30 Datos observados de Número de tallos (u/m^2) del tercer corte.....	78
Tabla 31 Análisis de varianza de los promedios de Número de tallos (u/m^2) al momento del tercer corte.....	80
Tabla 32 Datos observados de Peso (Tn/ha) del primer corte	81
Tabla 33 Análisis de varianza de los promedios de Peso (Tn/ha) al momento del primer corte	82
Tabla 34 Comparación múltiple de Tukey (95% de confiabilidad) de los promedios de Peso (Tn/ha) al momento del primer corte	83
Tabla 35 Datos observados de Peso (Tn/ha) del segundo corte.....	84

Tabla 36 Análisis de varianza de los promedios de Peso (Tn/ha) al momento del segundo corte	85
Tabla 37 Comparación múltiple de Tukey (95% de confiabilidad) de los promedios de Peso (Tn/ha) al momento del segundo corte	86
Tabla 38 Datos observados de Peso (Tn/ha) del tercer corte	87
Tabla 39 Análisis de varianza de los promedios de Peso (Tn/ha) al momento del tercer corte	88
Tabla 40 Comparación múltiple de Tukey (95% de confiabilidad) de los promedios de Peso (Tn/ha) al momento del tercer corte	89

Indicé de figuras

Figura 1 Croquis del área experimental para Cercado Uripa.....	45
Figura 2 Croquis del área experimental para San Miguel Llimpe	45
Figura 3 Croquis del área experimental para C.P. Tejahuasi	46
Figura 4 Promedios de Altura de planta al momento del primer corte (m)	50
Figura 5 Interacción de los promedios de los dos factores de Altura de planta al momento del primer corte (m)	51
Figura 6 Promedios de Número de hojas al momento del primer corte	53
Figura 7 Interacción de los promedios de los dos factores de Número de hojas al momento del primer corte	55
Figura 8 Promedios de Número de tallos al momento del primer corte	56
Figura 9 Interacción de los promedios de los dos factores de Número de tallos al momento del primer corte	58
Figura 10 Promedios de Altura de planta al momento del segundo corte (m).....	59
Figura 11 Interacción de los promedios de los dos factores de Altura de planta al momento del segundo corte (m)	61
Figura 12 Promedios de Número de rebrotes al momento del segundo corte	62
Figura 13 Interacción de los promedios de los dos factores de Número de rebrotes al momento del segundo corte.....	64
Figura 14 Promedios de Número de hojas al momento del segundo corte.....	65
Figura 15 Interacción de los promedios de los dos factores de Número de hojas al momento del segundo corte.....	67
Figura 16 Promedios de Número de tallos al momento del segundo corte.....	68
Figura 17 Interacción de los promedios de los dos factores de Número de tallos al momento del segundo corte.....	70
Figura 18 Promedios de Altura de planta al momento del tercer corte (m)	71
Figura 19 Interacción de los promedios de los dos factores de Altura de planta al momento del tercer corte (m).....	73

Figura 20 Promedios de Número de rebrotes al momento del tercer corte.....	74
Figura 21 Interacción de los promedios de los dos factores de Número de rebrotes al momento del tercer corte	75
Figura 22 Promedios de Número de hojas al momento del tercer corte	77
Figura 23 Interacción de los promedios de los dos factores de Número de hojas al momento del tercer corte	78
Figura 24 Promedios de Número de tallos al momento del tercer corte	79
Figura 25 Interacción de los promedios de los dos factores de Número de tallos al momento del tercer corte	81
Figura 26 Promedios de Peso (Tn/ha) al momento del primer corte.....	82
Figura 27 Interacción de los promedios de los dos factores de Peso (Tn/ha) al momento del primer corte.....	84
Figura 28 Promedios de Peso (Tn/ha) al momento del segundo corte	85
Figura 29 Interacción de los promedios de los dos factores de Peso (Tn/ha) al momento del segundo corte.	87
Figura 30 Promedios de Peso (Tn/ha) al momento del tercer corte.....	88
Figura 31 Interacción de los promedios de los dos factores de Peso (Tn/ha) al momento del tercer corte.....	90
Figura 32 Pesado preparación de semillas de alfalfa para su cultivo	110
Figura 33 Preparación de terreno para el cultivo de las tres variedades de alfalfa	110
Figura 34 Toma de datos en las primeras semanas después del cultivo	111
Figura 35 Medición de altura de planta	111
Figura 36 Medición de altura de planta de alfalfa	112
Figura 37 Medición de altura de planta de alfalfa	112
Figura 38 Medición del peso por unidad de área (m ²) primer corte	113
Figura 39 Medición del peso por unidad de área (m ²) segundo corte.....	113

I. Introducción

La alfalfa (*Medicago sativa* L.) es un cultivo forrajero perenne de la familia Fabaceae, es una planta de origen asiático que se ha cultivado durante siglos en todo el mundo. La alfalfa es un cultivo importante en la agricultura, ya que se utiliza como alimento, como fuente de forraje para el ganado, y como abono verde. En el contexto de la provincia de Chincheros, Apurímac, la alfalfa desempeña un papel fundamental en la economía agrícola local. La alfalfa es un cultivo importante para la producción de leche y carne en la provincia, también se utiliza como alimento para el ganado y animales menores como los cuyes, sin embargo, la variabilidad climática y los distintos pisos ecológicos presentes en la región plantean desafíos significativos para su producción. Los agricultores de la provincia de Chincheros enfrentan una serie de problemas, que incluyen: Variabilidad climática, suelo entre otros. La provincia de Chincheros experimenta una diversidad de condiciones climáticas, desde climas templados hasta climas fríos de montaña. Esta variabilidad climática puede dificultar el cultivo de alfalfa, ya que las diferentes variedades de alfalfa tienen requisitos climáticos específicos, por otro lado, la provincia de Chincheros se encuentra a una altitud que va desde los 2.500 hasta los 4.500 metros sobre el nivel del mar. Los diferentes pisos ecológicos tienen condiciones ambientales distintas, que pueden afectar el crecimiento y el rendimiento de la alfalfa, en este contexto esta investigación busca proporcionar una comprensión más profunda de cómo las variedades de alfalfa responden a las condiciones ambientales variables en la provincia de Chincheros. Los resultados de esta investigación ayudarán a los agricultores de la provincia a seleccionar las variedades de alfalfa más adecuadas para sus condiciones específicas.

II. Planteamiento del problema

2.1. Descripción y formulación del problema

La provincia de Chincheros, Apurímac, enfrenta una realidad agrícola marcada por la variabilidad climática y la presencia de diversos pisos ecológicos, lo que plantea desafíos sustanciales para la producción de alfalfa (*Medicago sativa* L.). A pesar de la importancia de este cultivo en la seguridad alimentaria de la ganadería y la economía local, la falta de investigaciones específicas sobre la adaptabilidad de variedades de alfalfa a los diferentes entornos ecológicos de la región ha generado incertidumbre y limitaciones en la eficiencia agrícola.

La carencia de información detallada sobre cómo las variedades de alfalfa responden a las condiciones específicas de cada piso ecológico impide a los agricultores optimizar sus prácticas de cultivo. La selección inadecuada de variedades puede resultar en rendimientos inconsistentes, afectando negativamente la productividad y la estabilidad económica de los agricultores locales. Además, la falta de estrategias adaptativas basadas en evidencia científica podría contribuir a la degradación del suelo y a la vulnerabilidad del sistema agrícola frente a eventos climáticos extremos.

Por lo tanto, esta problemática plantea la necesidad urgente de entender cómo tres variedades específicas de alfalfa se comportan en tres pisos ecológicos diferentes durante el año 2023. La ausencia de datos específicos sobre estas interacciones limita la capacidad de los agricultores y las autoridades locales para tomar decisiones informadas y adoptar prácticas agrícolas sostenibles y adaptativas. Este estudio aborda esta deficiencia de conocimiento, con la esperanza de proporcionar soluciones prácticas para mejorar la resiliencia y la eficiencia de la producción de alfalfa en la región.

2.1.1. *Problema general*

¿Cuál es el rendimiento de tres variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en tres pisos ecológicos en la provincia de Chincheros, Apurímac – 2023?

2.1.2. Problema específico

- ¿Cuáles son las características agronómicas de tres variedades de alfalfa (*Medicago sativa L.*) variedad California, Cuf 101 y Moapa 69 en tres pisos ecológicos (Cercado Uripa, ¿San Miguel Llimpe, C.P. Tejahuasi) en la provincia de Chincheros, Apurímac - 2023?
- ¿Cuál es el rendimiento de tres variedades de alfalfa (*Medicago sativa L.*) variedad California, Cuf 101 y Moapa 69 en tres pisos ecológicos (Cercado Uripa, San Miguel Llimpe, C.P. Tejahuasi) en la provincia de Chincheros, Apurímac – 2023?

2.2. Objetivos

2.2.1. Objetivo general

Evaluar el rendimiento de tres variedades de alfalfa (*Medicago sativa L.*) en tres pisos ecológicos en la provincia de Chincheros, Apurímac - 2023.

2.2.2. Objetivos específicos

- Comparar las características agronómicas de tres variedades de alfalfa (*Medicago sativa L.*) variedad California, Cuf 101 y Moapa 69 en tres pisos ecológicos (Cercado Uripa, San Miguel Llimpe, C.P. Tejahuasi) de la provincia de Chincheros, Apurímac - 2023.
- Determinar el rendimiento de tres variedades de alfalfa (*Medicago sativa L.*) variedad California, Cuf 101 y Moapa 69 en tres pisos ecológicos (Cercado Uripa, San Miguel Llimpe, C.P. Tejahuasi) de la provincia de Chincheros, Apurímac - 2023.

2.3. Justificación de la investigación

La justificación de esta investigación radica en la importancia de la alfalfa para la economía agrícola de la provincia de Chincheros, Apurímac. La alfalfa es un cultivo forrajero perenne que se utiliza como alimento para los animales, como fuente de forraje verde para el ganado, y por su alta producción de materia seca y contenido de proteína. En la provincia de Chincheros, la alfalfa es un cultivo de gran importancia para la

alimentación del ganado en la producción de leche y carne. También se utiliza para los animales menores como los cuyes, conejo, gallina, etc, por otro lado, es importante comprender cómo las diferentes variedades de alfalfa responden a las condiciones ambientales variables en la provincia de Chincheros. Los resultados de esta investigación ayudarán a los agricultores de la provincia a seleccionar las variedades de alfalfa más adecuadas para sus condiciones específicas. Esto conducirá a una mejora en la eficiencia productiva, la sostenibilidad y la resiliencia de la agricultura en la provincia de Chincheros.

Los resultados de esta investigación tendrán un impacto significativo en la producción de alfalfa en la provincia de Chincheros. Al proporcionar una comprensión más profunda de cómo las diferentes variedades de alfalfa responden a las condiciones ambientales variables, este estudio ayudará a los agricultores de la provincia a seleccionar las variedades de alfalfa más adecuadas para sus condiciones específicas. Esto conducirá a una mejora en la eficiencia productiva, la sostenibilidad y la resiliencia de la agricultura en la provincia de Chincheros.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

El rendimiento de tres variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en tres pisos ecológicos en la provincia de Chincheros, Apurímac - 2023 es mayor a 12 Tn/ha.

2.4.2. Hipótesis específicas

- Las características agronómicas de tres variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) variedad California, Cuf 101 y Moapa 69 en tres pisos ecológicos (Cercado Uripa, San Miguel Llimpe, C.P. Tejahuasi) de la provincia de Chincheros, Apurímac - 2023 son: en cuanto a la altura promedio de las plantas es mayor a 0.5m, en cuanto a número de hojas es mayor a 30u y en cuanto a número de tallos por metro cuadrado es mayor a 300 u/m².
- El rendimiento de tres variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) variedad California, Cuf 101 y Moapa 69 en tres pisos ecológicos (Cercado Uripa, San

Miguel Llimpe, C.P. Tejahuasi) de la provincia de Chincheros, Apurímac - 2023 es mayor a 3 kg/m².

2.5. Variable

A) Variable independiente 1: Variedades de alfalfa

Definición conceptual

En el contexto de la agricultura, las variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) se refieren a los diferentes tipos de esta planta leguminosa que han sido desarrollados a través de procesos de selección y mejoramiento genético. Cada variedad puede tener características particulares en términos de adaptación a condiciones ambientales, resistencia a enfermedades y plagas, y rendimiento.

Definición operacional

Para efectos de esta investigación, se consideran tres variedades específicas de alfalfa, las cuales serán identificadas y codificadas como Variedad 1, Variedad 2 y Variedad 3. Cada variedad será sembrada y evaluada bajo condiciones controladas en diferentes pisos altitudinales de la provincia de Chincheros.

B) Variable independiente 2: Pisos ecológicos

Definición conceptual

Los pisos altitudinales son zonas ecológicas definidas por la altitud en una región montañosa. Cada piso altitudinal tiene características climáticas y edáficas particulares que influyen en la biodiversidad y la productividad agrícola. En el contexto de la provincia de Chincheros, Apurímac, los pisos altitudinales son categorizaciones basadas en la elevación sobre el nivel del mar.

Definición operacional

Se definirán tres pisos altitudinales específicos dentro de la provincia de Chincheros. Estos pisos serán seleccionados y categorizados en función de su elevación sobre el nivel del mar, denominados como Piso 1 (baja altitud), Piso 2 (media altitud), y Piso 3 (alta altitud). La altitud exacta de cada piso será registrada y utilizada como criterio de clasificación.

C) Variable dependiente: Rendimiento de alfalfa

Definición conceptual

El rendimiento de alfalfa se refiere a la cantidad de biomasa (forraje) producida por la planta en una unidad de área (por ejemplo, toneladas por hectárea) durante un periodo de cultivo específico. Este rendimiento puede ser afectado por varios factores, incluyendo las condiciones ambientales, el manejo agronómico, y las características genéticas de la variedad cultivada.

Definición operacional

El rendimiento de alfalfa se medirá como la cantidad de forraje fresco (en toneladas) producido por hectárea en cada uno de los sitios experimentales. Las mediciones se realizarán al final del ciclo de cultivo, siguiendo procedimientos estándar de cosecha y pesaje. Los datos obtenidos serán analizados para comparar el rendimiento entre las diferentes variedades y pisos altitudinales.

D) Operacionalización de variables

Tabla 1
Operacionalización de variables

Variables	Dimensión	Indicadores	Indices
V.I. Variedades	Variedades de alfalfa	• California	Und.
		• Cuf 101	Und.
		• Moapa 69	Und.
Piso ecológico	Pisos ecológicos	• Cercado Uripa	Und.
		• San Miguel LLimpe	Und.
		• C.P. Tejahuasi	Und.
V. D. Rendimiento de alfalfa	Características agronómicas	• Altura de planta al momento de corte (cm./planta)	cm
		• Número de rebrotes	Und.
		• Número de hojas	Und.
		• Número de tallos	Und.
	Rendimiento	Rendimiento	• Número de corte
• Peso			U/m ² kg/m ²

Nota: Elaboración propia

III. Marco Teórico

3.1. Antecedentes

Rojas - García, A. R. (2017) En México evaluó la productividad de cinco tipos de alfalfa en función de diferentes intervalos de corte definidos según las estaciones del año. Su hipótesis planteada fue que la variedad San Miguelito sería la más productiva entre las variedades analizadas. Las variedades incluidas su estudio fueron San Miguelito, Júpiter, Atlixco, Vía Láctea y Cuf 101, las cuales se distribuyeron aleatoriamente en 20 parcelas experimentales de 12x9 m, utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Sus evaluaciones se centraron en varios parámetros: rendimiento de forraje, relación hoja-tallo, peso por tallo, densidad de tallos por m², densidad de plantas por m², y composición botánica y morfológica. Sus hallazgos mostraron que Júpiter y Cuf 101 tuvieron los rendimientos más altos (20,275 y 13,350 kg MS ha⁻¹, respectivamente). Mostró que la relación hoja-tallo fue mayor en Cuf 101 y menor en Júpiter. Así mismo en cuanto al peso por tallo, Júpiter presentó el valor más alto, mientras que Cuf 101 tuvo el menor. Continuó su investigación y mostró que la mayor densidad de tallos fue en Júpiter y Atlixco (641 tallos por m²), siendo Cuf 101 la variedad con menor densidad (417 tallos por m²). En su investigación durante el otoño e invierno, se registró una mayor proporción de hojas, mientras que en primavera se incrementó la presencia de arvenses, especialmente con Cuf 101. Su estacionalidad referente al rendimiento fue notable, con las mayores producciones que observó en primavera y verano, debido a una mayor densidad y peso por tallo. Concluyendo en su investigación que la variedad Júpiter fue la más productiva, mientras que Cuf 101 mostró la menor producción.

Sánchez-Rodríguez et al. (2022) realizó un estudio en España, evaluando el rendimiento y la calidad de la alfalfa en dos pisos ecológicos diferentes, a una altitud de 700 y 1.500 metros sobre el nivel del mar. Los resultados mostraron que la altura del cultivo tuvo un impacto significativo en el rendimiento y la calidad de la alfalfa. Las variedades de alfalfa que se adaptaron con adecuadas condiciones referente a la altitud más alta fueron aquellas que eran más tolerantes al frío y a la sequía. Su estudio fue relevante para su

investigación propuesta porque se realiza en condiciones similares a las de la provincia de Chincheros.

Montemayor Trejo et al. (2012), evaluó la producción de materia seca (MS) y el nivel de eficiencia en el uso del agua en el cultivo de alfalfa mediante la aplicación de cuatro dosis de fósforo (P) inyectadas a mediante de un régimen de riego subterráneo. La investigación se llevó a cabo durante los años 2007 y 2008 en la empresa denominada Vermiorganic., del municipio de Torreón, Coahuila. El sistema de riego que empleó consistió en cintas de goteo colocadas a una profundidad de 15 cm y separadas por 1.5 m. Se utilizó la variedad Excelente HQ Plus, que sembró a una densidad de 40 kg ha⁻¹. Los tratamientos que evaluó incluyeron cuatro diferentes dosis de fósforo, aplicadas después de cada corte: 0, 4, 8, y 12 kg P ha⁻¹. En su investigación empleó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, y la parcela experimental abarcó una superficie de 120 m². y realizó seis cortes para medir el rendimiento de materia seca, la lámina de riego aplicada, la lámina evaporada de un tanque cuyo tipo fue "A" y la eficiencia en el uso del agua. La aplicación de 12 kg de P ha⁻¹ incrementó la producción de materia seca en un 26% en comparación con el tratamiento sin aplicación. La mayor eficiencia en el uso del agua que observó en los cortes realizados a los 271 días (2.3 kg MS m⁻³ de agua) y 312 días después de la siembra (2.63 kg MS m⁻³ de agua). El consumo diario promedio de agua fue de 0.63 cm mientras que la evaporación 0.84 cm día⁻¹.

Alam y Ali (2022) en su estudio realizado en Pakistán, ha evaluado el rendimiento de la alfalfa en tres pisos ecológicos diferentes, a una altitud de 2.000, 2.500 y 3.000 metros sobre el nivel del mar. Los resultados mostraron que la altura del cultivo tuvo un impacto significativo en el rendimiento de la alfalfa. Las variedades de alfalfa que se adaptaron mejor a las condiciones de altitud más alta fueron aquellas que eran más tolerantes al frío y a la sequía.

Montes Cruz et al. (2016) Planteó que las curvas de acumulación de forraje, la tasa de crecimiento, la altura del forraje, la relación hoja y la composición botánica en una pradera de alfalfa con tres años de establecida. Se empleó un diseño experimental de

bloques completos al azar, con siete tratamientos y cuatro repeticiones. Los resultados mostraron que el mayor rendimiento de materia seca se alcanzó ($P < 0.01$) a los 49 días de rebrote en primavera, verano y otoño (2,794, 2,680 y 2,116 kg MS ha⁻¹, respectivamente), y a los 42 días en invierno (3,416 kg MS ha⁻¹). Las mayores tasas de crecimiento (61 kg MS ha⁻¹d⁻¹) y la menor relación hoja se registraron en invierno. Además, se observó una mayor presencia de otros pastos y malezas durante la primavera y el verano. Con base en estos hallazgos, se concluyó que los cortes deben realizarse cada 35 a 40 días en invierno y otoño, y cada 30 a 35 días en primavera y verano, en lugar de realizar cortes cada 40 días independientemente de la estación, como es la práctica común en la región.

Santana Yangali (2009) en el departamento de Ayacucho en Perú evaluó el rendimiento de la alfalfa en dos pisos ecológicos diferentes, a 2.750 y 3.480 metros sobre el nivel del mar. Los resultados indicaron que la alfalfa tuvo un mejor rendimiento en el piso ecológico más alto. El estudio de Santana Yangali (2009) destaca la influencia de la altitud en el rendimiento de la alfalfa en condiciones altoandinas, sugiriendo que variedades tolerantes al frío y la sequía podrían ser más eficaces en esas altitudes. La investigación es relevante para la provincia de Chincheros, que comparte condiciones similares, ya que se encuentra a una altitud de 2.500 a 4.500 metros sobre el nivel del mar.

Muñoz, A., & Quispe, E. (2012), ha realizado un estudio en el distrito de La Unión, provincia de Churcampa, Huancavelica, Perú, a una altitud de 3.000 metros sobre el nivel del mar, examinó el rendimiento de tres variedades de alfalfa bajo tres niveles de fertilización nitrogenada (0, 50 y 100 kg N/ha). Los resultados indicaron un mayor rendimiento de la alfalfa en el nivel de fertilización de 100 kg N/ha. La relevancia del estudio radica en proporcionar información sobre el impacto de la fertilización nitrogenada en el rendimiento de la alfalfa en condiciones altoandinas, sugiriendo que este enfoque puede mejorar el rendimiento en tales condiciones.

Chávez, J., & Quispe, J. (2013), ha realizado su estudio en el distrito de Urcos, provincia de Quispicanchi, Cusco, Perú, a una elevación de 3.000 msnm, evaluó el rendimiento de tres variedades de alfalfa en dos sistemas de manejo: uno tradicional y otro

intensivo. Los resultados revelaron un mayor rendimiento en el sistema de manejo intensivo. La relevancia de este estudio radica en proporcionar información sobre el impacto del sistema de manejo en el rendimiento de la alfalfa en condiciones alto andinas, indicando que el manejo intensivo puede aumentar la producción en estas circunstancias.

Aparicio y López (2010) ha realizado un estudio en el departamento de Junín en Perú donde evaluó el rendimiento de la alfalfa en dos pisos ecológicos a 3.500 y 4.000 metros sobre el nivel del mar, mostrando un mejor desempeño en el piso ecológico más alto. El trabajo de Aparicio y López (2010) destaca la importancia de la altitud en el rendimiento de la alfalfa en condiciones alto andinas, indicando un mayor rendimiento a 4.000 metros sobre el nivel del mar. Esto sugiere que variedades de alfalfa tolerantes al frío y la sequía podrían tener un mejor rendimiento en estas condiciones.

Meléndrez Neira (2022). En Huancabamba estudió la eficiencia del crecimiento productivo de cuatro variedades de alfalfa (T1: alfalfa Uchupata, T2: alfalfa WL625-UQ, T3: alfalfa Brown 6 y T4: alfalfa W350), así mismo realizó una investigación con el método de siembra en línea y a chorro continuo. En la fase de cosecha, realizada 88 días después del corte de nivelación, se obtuvieron muestras de forraje cortando 4,5 metros de las tres líneas centrales en cada subparcela. Se registraron y determinaron el rendimiento de forraje verde, la altura de planta, el macollamiento y la densidad. Además, se calculó el porcentaje de humedad y materia seca para determinar el rendimiento de materia seca. Realizó en su investigación en cuyos hallazgos indicó que no existieron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0,05$) entre los parámetros productivos evaluados. Los rendimientos promedio de forraje verde para las variedades T1, T2, T3 y T4 fueron 10,11, 10,86, 9,86 y 8,97 toneladas por hectárea por corte, respectivamente; el rendimiento promedio de materia seca fue 2,99, 3,07, 2,92 y 2,89 toneladas por hectárea por corte, respectivamente; la altura promedio de las plantas fue 27,90, 28,56, 30,62 y 26,87 cm, respectivamente; el macollamiento fue de 14,65, 20,52, 16,55 y 14,24 talluelos por planta, respectivamente; y la densidad fue 27,72, 21,00, 19,83 y 23,33 plantas por metro cuadrado, respectivamente. En su estudio concluyó que las variedades de alfalfa evaluadas no lograron desarrollar

plenamente su potencial forrajero y productivo debido al corto período de evaluación, lo que dificulta determinar cuál de ellas tiene mayor habilidad de adaptación a las condiciones agroecológicas del de la zona

Chávez y Quispe (2011) ha realizado su estudio en el departamento de Cusco en Perú examinó el rendimiento de la alfalfa en dos pisos ecológicos a 2.800 y 3.200 metros sobre el nivel del mar, revelando un mejor rendimiento en el piso ecológico más alto. La investigación de Chávez y Quispe (2011) destaca el impacto positivo de la altitud en el rendimiento de la alfalfa en condiciones alto andinas, indicando que variedades tolerantes al frío y la sequía podrían tener un mejor desempeño en altitudes más elevadas, especialmente a 3.200 metros sobre el nivel del mar.

3.2. Bases teóricas

3.2.1. Información General

La alfalfa, cuyo nombre científico es *Medicago sativa* L., es una especie de planta herbácea perteneciente a la familia de las faboideae o Leguminoseae, es un pasto que se utiliza ampliamente como forraje y se cultiva intensivamente mundialmente. Tiene un ciclo de permanencia entre cinco y doce años, dependiendo de la variedad utilizada, así como del clima y la intensidad de uso; en condiciones adecuadas de manejo la persistencia puede llegar a veinte años. La alfalfa alcanza alturas desde 60cm. a 100 cm., desarrollando densas agrupaciones de tallos y pequeñas flores púrpuras. Sus raíces suelen ser muy profundas, pudiendo alcanzar hasta 4 a 5 metros de profundidad en suelos franco arenosos. De esta manera, la planta muestra tolerancia a sequías prolongadas, a la persistencia en el campo y a los altos rendimientos (**Sulca Quispe, A. 2015**).

3.2.2. Origen de la alfalfa

La alfalfa tiene su origen en las regiones semiáridas correspondientes a Asia Menor, Asia Central, Persia y Afganistán, encontrándose especies y formas similares que crecen de manera silvestre. En la antigüedad, los romanos la valoraban como un excelente alimento para los caballos utilizados por sus fuerzas militares y la llevaron desde Grecia a Italia, posteriormente al sur de Francia y finalmente a España durante la ocupación árabe. Con

el tiempo, los colonizadores españoles la introdujeron en América Central (México) y Sudamérica (Perú y Chile). En su época, los romanos la denominaron "hierba médica" debido a su origen medo o persa; los griegos la llamaron "médipe" o "médike". Más adelante, en Europa se le conoció como "luzerme" debido a su amplio cultivo en Lucerna, Italia. Los árabes le dieron el nombre de "alfalfacah", que significa "el mejor alimento o forraje", de donde proviene su denominación actual como alfalfa o alfa. Gracias a las destacadas propiedades de la alfalfa, se han desarrollado numerosas ecotipos y variedades. Los esfuerzos en mejoramiento genético y cruzamientos han permitido expandir el área de cultivo de esta especie, superando a otras plantas forrajeras debido a su mayor rendimiento en comparación con la mayoría de las leguminosas y gramíneas bajo distintos entornos climáticos (**Sulca Quispe, A. 2015**).

3.2.3. Posición taxonómica

Según, **Solano (2006)**, la alfalfa pertenece al Reino Vegetal y se clasifica dentro del subreino Phanerogamae. En términos taxonómicos, se encuentra en la división Angiospermae, clase Dicotyledoneae, subclase Archyclamydeae, orden Rosales, familia Fabaceae, subfamilia Papilionoideae, tribu Trifoleae, con el género *Medicago* y la especie *Medicago sativa* L.

3.2.4. Características Botánicas de la planta de alfalfa

Según afirma **Argote, (2004)**, las características de la alfalfa son:

- **Raíz:** La raíz principal es gruesa, profunda y pivotante, alcanzando hasta 5 metros de longitud, con múltiples raíces laterales. Contiene una corona que sobresale del suelo, de la cual surgen los brotes que originan los tallos.
- **Tallos:** Son esbeltos y verticales, diseñados para sostener el peso tanto de las hojas como de las inflorescencias.
- **Hojas:** Son compuestas de tres folíolos, aunque las hojas iniciales verdaderas presentan una sola lámina. Los márgenes son uniformes, con bordes superiores que presentan un leve dentado.

- **Flores:** Características de la subfamilia Papilionoideae, presentan colores que van desde el azul hasta el púrpura y se agrupan en racimos que emergen de las axilas de las hojas. Algunas flores pueden ser moradas o violetas con diferentes tonalidades, también dispuestas en racimos.
- **Fruto:** Es una legumbre no dehiscente, sin espinas, que alberga entre 2 y 6 semillas de color amarillo, arriñonadas entre 1.5 a 2.5 mm de longitud. Mil semillas pueden pesar entre 2.1 y 2.5 gramos.
- **Variedad,** el termino variedad es una conocida unidad de la clasificación botánica del reino vegetal. Sin embargo, resulta claro que dentro de una especie puede haber muchos tipos diferentes de plantas. Los agricultores y los productores necesitan plantas con características particulares que se adapten a su entorno y prácticas de cultivo

3.2.5. Fenología del cultivo de alfalfa

Yzarra y López, (2012), describen las siguientes etapas fenológicas del cultivo de alfalfa, que incluyen cuatro fases principales:

- **Emergencia.** Es el momento en que los cotiledones emergen sobre la superficie del suelo, observable únicamente durante el primer año de cultivo. En años posteriores, esta fase se reemplaza por la observación de la fase de botón floral.
- **Botón floral.** Se identifica cuando comienzan a formarse los primeros botones florales.
- **Floración.** Se reconoce por la aparición de la primera flor.
- **Maduración.** Para el uso forrajero, se registra la fecha de corte, mientras que, para la producción de semillas, la madurez fisiológica se indica por el oscurecimiento de las vainas.

3.2.6. La Densidad de siembra e inocuidad

a) Densidad de siembra

Torres La Jara (2007), menciona que la densidad de siembra depende del método de siembra, la preparación del suelo, la calidad de la semilla y el uso de equipos sembradores especializados. Usualmente, en siembra al voleo se recomienda una cantidad de semilla de 25 a 30 kg/ha. En siembras en líneas o surcos, la densidad es menor, entre 12 y 15 kg/ha. En cultivos que actúan como protección o nodriza, como la cebada o avena, se puede utilizar entre el 20% de la densidad normal, es decir, de 15 a 20 kg/ha, para asegurar el establecimiento de las plantas con mínima competencia.

b) Proceso de inoculación de Leguminosas con Rhizobium

El Laboratorio de Rhizobiología (Programa de Investigación en Pastos y Ganadería – UNSCH) señala que las leguminosas requieren inoculación para optimizar la utilización del nitrógeno atmosférico disponible en el suelo. Esto permite disminuir la necesidad de fertilización nitrogenada, lo que a su vez reduce los gastos de producción agrícola.

c) Inoculación a la semilla

Para la inoculación simple, se prepara una solución azucarada al 10% (en una proporción de 100 g de azúcar / 1 lt de agua). A esta solución se le añade el inoculante RHIZOMACK específico para la alfalfa, y se mezcla bien hasta obtener una suspensión homogénea del inóculo. Luego, se incorporan las semillas, asegurándose de que queden completamente húmedas y cubiertas con la suspensión. Las semillas deben secarse en un área a la sombra antes de realizar la siembra, y esta siembra debe ser en horarios donde los rayos del sol son bajos, ya que la exposición directa al sol puede destruir las bacterias del inóculo.

d) Inoculación al suelo

Se recomienda cuando las semillas no estuvieron inoculadas. Para una hectárea se mezcla 3 kg de inoculante con 100kg de tierra. Se aplica al suelo al igual que con cualquier fertilizante. También es posible disolver el inoculante en agua y aplicarlo al suelo mediante un sistema de pulverización.

e) Dormancia o receso invernal

Según, **Torres La Jara (2007)**, para los campesinos pobladores en nuestra En la región Sierra Alto-andina, es fundamental comprender el concepto de receso invernal, también conocido como dormancia. Esta característica permite que ciertas variedades de alfalfa se adapten y sobrevivan en terrenos de secano y climas con heladas invernales. A diferencia de las variedades habituales cultivadas en el país, como Monsefú, Sanpedrana, Yaragua, Tambo, Carabalí, y algunas importadas como Moapa 69 y CUF 101, que no poseen esta capacidad de dormancia y, por lo tanto, tienden a desaparecer del terreno, las variedades con receso invernal mantienen su presencia y productividad.

3.2.3.1. Definición de dormancia

Es la habilidad de ciertas especies vegetales para permanecer vivas sin crecimiento durante períodos en los que las condiciones para su desarrollo son desfavorables, como en situaciones de estrés hídrico, frío extremo o problemas patológicos. Esta condición se mantiene hasta que las condiciones que provocaron la dormancia cambian. En el caso de la alfalfa, esta característica, conocida como latencia invernal o dormancia invernal, anteriormente se clasificaba en seis grados, pero con la proliferación de nuevas variedades, ahora se categoriza en once grados (G1-G11). Las variedades con el mayor período de dormancia se asignan al grado uno (G1), mientras que las que no presentan dormancia reciben el grado once (G11) (**Torres La Jara, 2007**).

3.2.7. Variedades de alfalfa

Según **Alabama S.A. (2020)**, se presentan a continuación las variedades de alfalfa disponibles en el medio

Alfalfa variedad Moapa 69. Esta variedad de leguminosa, desarrollada en Estados Unidos, presenta una dormancia de 8 y es resistente a suelos con un pH que varía entre 6.5 y 7.5. Se adapta a altitudes comprendidas entre 2,000 y 3,500 metros sobre el nivel del mar. Es versátil en su uso, siendo adecuada para pastoreo, corte, heno, entre otros. Su vida útil en la pradera puede llegar hasta 7 años, dependiendo del manejo y fertilización

aplicados. Ofrece una producción de forraje que permite entre 6 y 8 cortes por año y tiene un crecimiento erecto, con una rápida recuperación tras el corte.

Alfalfa variedad CUF 101. Se trata de una variedad con dormancia 9 que se adapta a altitudes que van desde 1,000 hasta 3,200 metros sobre el nivel del mar. Esta variedad, desarrollada en Estados Unidos, es utilizada para corte (el primer corte se realiza entre los 60 y 90 días), pastoreo y ensilaje. Su vida útil en la pradera varía de 4 a 6 años, dependiendo del manejo y la fertilización aplicados. La producción de forraje permite entre 6 y 10 cortes anuales. Además, presenta un desarrollo vertical y se caracteriza por una rápida recuperación

Alfalfa variedad Alta sierra. Es una variedad tradicional que está siendo reemplazada por nuevas opciones. De origen peruano y con dormancia 7, se adapta a altitudes que van desde 1,000 hasta 3,800 metros sobre el nivel del mar. Su uso incluye corte, pastoreo y ensilaje. En la pradera, puede durar entre 10 y 15 años, dependiendo del manejo y la fertilización. La producción de forraje permite realizar entre 8 y 10 cortes anuales. Además, tiene un crecimiento vertical, se recupera rápidamente y es altamente resistente a los pulgones.

3.2.8. Labores agronómicas para el cultivo

a) Preparación del terreno, antes de proceder con la siembra, es fundamental evaluar las cualidades del suelo, incluyendo su contenido de fósforo y potasio, sus condiciones de drenaje y, especialmente, su pH. El acondicionamiento del suelo comienza con un subsolado, que tiene como objetivo remover las capas profundas sin voltearlas ni mezclarlas, lo que mejora el drenaje y la capacidad de retención de agua del suelo. Esta práctica es crucial en el cultivo de alfalfa, ya que sus raíces son muy profundas, y el subsolado facilita su penetración. Posteriormente, se realizan varios gradeos para nivelar el terreno, reducir el riesgo de encharcamientos causados por el riego o las lluvias intensas, y eliminar las malezas presentes. Es recomendable combinar estas labores con la aplicación de abonos orgánicos y enmiendas en diferentes momentos, para mezclar los fertilizantes con la tierra y asegurar una distribución uniforme. Se sugiere realizar el

abonado de fondo y el encalado con dos meses de anticipación a la siembra, para permitir una reacción óptima, mejorar el pH y asegurar la descomposición de los abonos orgánicos, de modo que estén disponibles para la plántula después de la germinación (**Bustillo E., 1995**).

b) Siembra. - El sistema de siembra más común es al voleo o en hileras, utilizando sembradoras especializadas para praderas. Aunque en su mayoría se siembra únicamente alfalfa, también es posible combinarla con otras gramíneas. Los tiempos de siembra dependen de la rotación de cultivos en la explotación. La alfalfa puede establecerse en cualquier tipo de suelo, siempre y cuando el pH sea superior a 5.8 y no presente problemas de inundación. Sin embargo, para lograr un rendimiento óptimo y una mayor duración del cultivo, es esencial con precisión el terreno adecuado.

Para establecer un cultivo de alfalfa, es importante considerar lo siguiente:

- En terrenos con pastizales naturales donde crece el trébol silvestre, conocido como "layo" o "trebolillo", se puede asumir que la capa superficial del suelo no presenta problemas de acidez, por lo que es apto para la alfalfa sin grandes dificultades. Si se detectan niveles de acidez menores a un pH de 5 o 6, será necesario corregirlos mediante encalado.
- En terrenos con drenaje deficiente o propensos a inundaciones, especialmente en años lluviosos, se recomienda sembrar en surcos elevados (melgas) con drenes en ambos lados, o utilizar sistemas tradicionales como los Waru Waru (Torres La Jara, 2007).

c) Época de siembra. - En áreas cálidas y praderas de secano, la siembra debe realizarse en otoño, ya que el riesgo de heladas tempranas es bajo. Esto permite que la planta desarrolle su sistema radicular, acumule reservas y, al llegar la primavera siguiente, esté en un estado óptimo de producción. En regiones frías de secano, se recomienda sembrar en primavera. Para los cultivos irrigados, la siembra se efectúa en primavera, aunque hay que considerar que uno de los principales desafíos es el control de vegetación indeseada

d) Dosis de siembra. - Cuando se siembra alfalfa en combinación con gramíneas, la dosis recomendada es de 6-8 kg/ha para praderas destinadas al pastoreo y de 12-16 kg/ha para praderas de siega. En el caso de monocultivo de alfalfa, se debe usar una dosis de 25 kg/ha (Bernal M., 2005).

e) Profundidad de siembra. - La profundidad de siembra varía según el tipo de suelo: en suelos pesados, debe ser de 1 a 1.25 cm, mientras que, en suelos ligeros o arenosos, la profundidad recomendada es de 2.5 cm.

f) Abonado.-. Se debe aplicar una enmienda calcárea de manera dispersa y enterrarla a una profundidad de 10 cm antes de la siembra, ya que el calcio es crucial para el crecimiento de la planta y para la formación de nódulos. La presencia de manganeso y aluminio puede inhibir el crecimiento vegetal, afectando negativamente el desarrollo de las raíces. Además, existe una interacción adversa entre el fósforo y el aluminio; el aluminio libre en el suelo reduce la disponibilidad de fósforo.

f.1) Nitrógeno En circunstancias ideales de cultivo, cuando el pH es relativamente neutro y no hay deficiencia de elementos esenciales, la alfalfa obtiene nitrógeno a través de las bacterias en los nódulos de sus raíces. Sin embargo, durante la fase vegetativa inicial, las plántulas necesitan nitrógeno del suelo hasta que se desarrollen los nódulos y comience la fijación de nitrógeno. Por lo tanto, se recomienda aplicar 20 kg/ha de nitrógeno, ya que dosis mayores pueden tener un efecto negativo al reducir el desarrollo de nódulos.

f.2) Fósforo. - La aplicación de fósforo es crucial durante el año de establecimiento del cultivo, ya que favorece el desarrollo de las raíces. Dado que el fósforo se mueve lentamente en el suelo, se recomienda aplicarlo a una profundidad adecuada, incluso junto con la siembra. En alfalfares de riego situados en suelos arcillosos y profundos, se sugiere una dosis de 150-200 kg/ha de P_2O_5 como fertilizante de fondo para el ciclo completo del cultivo.

f.3) Potasio. - La alfalfa necesita grandes cantidades de potasio, ya que este elemento es esencial para su resistencia al frío, a la sequía y para el almacenamiento de reservas. Se recomienda aplicar un fertilizante potásico de fondo antes de la siembra, junto

con el fósforo. Además, el fertilizante potásico de mantenimiento debe aplicarse anualmente al final del invierno. En suelos con baja fertilidad, se sugiere una aplicación inicial de 200-300 kg/ha de potasio y reposiciones anuales de 100-200 kg/ha.

f.4) Molibdeno. - En suelos con alta acidez, puede haber deficiencia de molibdeno, lo que afecta la actividad de las bacterias que fijan nitrógeno. La presencia de fósforo y cal en el suelo ayuda a mejorar la absorción y disponibilidad del molibdeno. Los signos de esta deficiencia suelen parecerse a los de la falta de nitrógeno y son comunes en terrenos arenosos y muy ácidos. Cuando es necesario suplementar el molibdeno, se suele aplicar en forma de molibdato sódico o amónico.

f.5) Orgánicos, se utilizan enmiendas orgánicas, tanto de origen vegetal como animal, en distintos estados de descomposición, con el objetivo de mejorar la fertilidad y las características físicas del suelo. Los materiales orgánicos más comunes son el estiércol, los purines, los rastrojos y los restos de cosechas.

f.6) Enmiendas calizas, son materias que contienen calcio y magnesio en forma de óxidos, hidróxidos o carbonatos. La finalidad de la enmienda cálcica es mantener o incrementar el pH del suelo, así como mejorar las propiedades del mismo. Estas enmiendas se emplean principalmente en áreas con suelos ácidos.

A continuación, se detallan las principales enmiendas cálcicas y magnésicas utilizadas, junto con sus tipos y el contenido de nutrientes fertilizantes que aportan.

g) Riego, la cantidad de agua que se debe suministrar está influenciada por la capacidad de retención de agua del suelo, la eficiencia del sistema de riego y la profundidad de las raíces. Durante la primavera, los requerimientos de agua son menores; las pérdidas de agua solo se vuelven significativas cuando las tasas de evaporación son altas y el crecimiento de las plantas es bajo. En áreas con estaciones húmedas y secas bien definidas, el riego garantiza un suministro adecuado durante sequías en periodos que normalmente serían húmedos y facilita la producción de heno o pasto en estaciones secas. El volumen de agua necesario para riego por inundación es de 1000 m³/ha, mientras que

para riego por aspersión es de 880 m³/ha. La frecuencia del riego se adapta según la textura y estructura del suelo.

h) Control de malezas, el manejo de las malas hierbas en las etapas iniciales del cultivo se realiza mediante prácticas culturales adecuadas. En los alfalfaes ya establecidos, la invasión de malas hierbas ocurre antes del rebrote primaveral, lo que debilita la alfalfa y retrasa su crecimiento. Las malas hierbas de verano, especialmente las gramíneas perennes como las gramas, afectan negativamente a los alfalfaes de riego, especialmente durante las altas temperaturas estivales. Para cultivos destinados a la producción de heno o deshidratación, se recomienda aplicar herbicidas en el segundo o tercer año. La selección y aplicación de herbicidas dependerán del tipo de hierba y del estado vegetativo de la alfalfa.

h.1) Tratamientos de pre-siembra, reducen la proliferación de plantas no deseadas antes de la emergencia de las plántulas de alfalfa, permitiendo que estas se fortalezcan antes de enfrentar la competencia. El control se enfoca principalmente en las Hierbas de crecimiento continuo

h.2) Tratamientos de post-emergencia, principalmente en las Hierbas de crecimiento continuo Durante el primer año de cultivo, la alfalfa desarrolla sus primeras hojas verdaderas, las cuales son menos vulnerables a los tratamientos herbicidas.

h.3) Tratamientos de alfalfaes ya establecidos, cuando un alfalfar es invadido por malas hierbas, ya sea por debilidad de las plantas de alfalfa en cualquier época del año, la producción disminuye y el cultivo se degenera rápidamente. La correcta gestión del cultivo a través de siegas contribuye a controlar las malas hierbas, favoreciendo la preservación y el rendimiento del alfalfar.

i) Manejo del follaje. - En un alfalfar de secano, si las condiciones climáticas han sido favorables, el primer corte se puede realizar aproximadamente a los 120 días después de la siembra. Durante este período, se observa un 10% de floración, lo que indica que las plantas han acumulado suficientes reservas en sus raíces para permitir un nuevo crecimiento a partir de los rebrotes. Sin embargo, en áreas situadas a más de 3,500 metros sobre el nivel del mar, el indicador de floración no es confiable debido a la falta de calor,

que impide la floración de las plantas. En estas zonas, se debe observar el crecimiento de los rebrotes en la corona; cuando estos alcanzan entre 5 y 7 centímetros, se considera que la planta está madura.

En regiones con climas muy fríos, típicos de altitudes superiores a los 4,000 metros sobre el nivel del mar, es común que a los 120 días de siembra (generalmente en abril), las plantas no hayan acumulado las reservas necesarias para soportar el invierno severo. Por ello, es recomendable no cortar el follaje hasta bien entrada la primavera siguiente y permitir que la planta se marchite de forma gradual durante el invierno, como señala Torres La Jara (2007).

i.1) Frecuencia del corte, la periodicidad de los cortes varía según el manejo del cultivo. Cortes más frecuentes pueden llevar al agotamiento de la planta, resultando en una disminución de su rendimiento y densidad de la vegetación. A medida que la planta avanza en su estado vegetativo antes de cada corte, el rebrote en la siguiente etapa tiende a ser más rápido. Este rebrote depende del nivel de reservas acumuladas en la planta y de las condiciones climáticas. Las reservas disponibles disminuyen cuando los cortes se realizan frecuentemente antes de la formación de las yemas florales.

i.2) Altura de corte, el rebrote de la alfalfa no solo depende de las reservas de carbohidratos en las raíces, sino también de la biomasa residual que queda después del corte. Cuando el corte se realiza a mayor altura, se preservan tallos ramificados y yemas, lo que facilita un rebrote continuo. La altura de corte es un factor crucial, especialmente si los cortes se realizan con frecuencia en etapas tempranas del crecimiento, ya que esto puede reducir el rendimiento y disminuir la densidad de las plantas debido a la falta de reservas suficientes en los órganos de almacenamiento, lo que lleva al agotamiento y eventual muerte de las plantas. La mayor producción se logra con cortes a menor altura y realizados en intervalos más largos.

3.2.9. Alimentación en base a forraje

Ortiz Polo, B. Y. (2017) indica que el cuy necesita una alimentación adecuada para su crecimiento y producción. Aunque puede desarrollarse con forraje, su dieta debe incluir

una ración balanceada rica en proteínas y nutrientes para una óptima producción de carne. Además, requiere mayor cantidad de fibra que aves y cerdos para un correcto funcionamiento digestivo, ya que puede digerir celulosa y hemicelulosa gracias a su flora microbiana. Resalta la importancia de la vitamina C, que el cerdo no puede sintetizar y debe obtener de su dieta, principalmente de forrajes verdes que también aportan vitaminas del complejo B. Además, menciona que los cambios de alimentación deben realizarse gradualmente en un periodo de 5 a 8 días, siendo más delicado el cambio entre gramíneas y leguminosas para evitar problemas digestivos como el meteorismo en el ciego

3.2.10. Valor nutritivo de los pastos

Palomino León, D. E. (2010), señala que las leguminosas, como el trébol rojo y blanco, son ricas en proteínas que promueven el crecimiento y desarrollo de los animales. Por otro lado, las gramíneas aportan carbohidratos que proporcionan energía y vigor, además de contener vitaminas como la E y K, que previenen la infertilidad y erosionan menos el suelo. La combinación más nutritiva para el ganado incluye un 70% de gramíneas y un 30% de leguminosas, aportando tanto energía como minerales esenciales. Gramíneas como el rye grass son fuentes de carbohidratos, mientras que las leguminosas ofrecen minerales y vitaminas que contribuyen a la producción de carne, leche, cuero y huesos. Se recomienda realizar cualquier cambio en la dieta de manera progresiva.

3.2.11. Índice de conversión

Ruiz (2008), señala que la carga animal se refiere al número de animales de una categoría específica que pastorean en una superficie determinada durante un tiempo definido. Para gestionar estas equivalencias, se utiliza el concepto de Unidad Animal (UA), que permite convertir diferentes tipos de ganado, considerando aspectos como especie, raza, tamaño, sexo y edad. Esto se logra mediante las Equivalencias de Unidad Animal (UAE), calculadas con base en el peso metabólico de los animales, lo cual se determina mediante la relación entre el peso vivo del animal y su superficie corporal: $\text{Peso vivo} \times 0.75$ Kg.

3.3. Definición de términos

1. **Volumen de producción de forraje.** El volumen de producción de forraje se expresa generalmente en unidades de peso, como toneladas o kilogramos, y puede incluir diferentes tipos de forraje, como pasto, heno, ensilaje u otros alimentos vegetales destinados a la alimentación animal (**AGROTENDENCIA, 2021**)
2. **Variedad de alfalfa.** Las variedades de alfalfa son creadas y mejoradas a través de técnicas de mejoramiento genético, como la selección y el cruzamiento de plantas con rasgos deseables. Estas variedades pueden diferir en términos de su ciclo de desarrollo, altura de la alfalfa, producción tallos y hojas, contenido de proteínas, tolerancia a enfermedades y plagas, resistencia a condiciones climáticas adversas y otras características (**Alabama S.A., 2020**).
3. **Materia verde.** En el contexto de la acuicultura, la "materia verde" se refiere a la biomasa vegetal presente en el agua del sistema acuícola. Esta biomasa puede incluir diferentes tipos de organismos vegetales, como algas y plantas acuáticas (**Ruiz, 2008**).
4. **Consumo de forraje.** El consumo de forraje se refiere a la cantidad de alimento vegetal consumido por los animales, especialmente aquellos que se alimentan principalmente de pasto y forraje, como el ganado, las ovejas, las cabras y otros rumiantes (**Ortiz Polo, B. Y., 2017**).
5. **Fenología.** La fenología de la planta se refiere al estudio de los eventos y fases recurrentes en el ciclo de vida de una planta, desde la germinación hasta la reproducción y la senescencia. Estos eventos están influenciados por factores ambientales como la temperatura, la luz, la humedad y la disponibilidad de nutrientes (**Yzarra y López, 2012**).
6. **Corte de alfalfa.** El corte de alfalfa se refiere al proceso de cosecha de la planta de alfalfa (*Medicago sativa L.*) para su uso como forraje. La alfalfa es una planta

forrajera ampliamente utilizado debido a su alto contenido de nutrientes y su valor como alimento para el ganado (**Alabama S.A., 2020**)

- 7. Pisos ecológicos.** Los "pisos ecológicos" son divisiones o categorías que se utilizan para clasificar y delimitar áreas geográficas en función de sus características climáticas, topográficas, vegetales y de suelos. Estas divisiones permiten entender y estudiar los diferentes ecosistemas y sus interacciones. Varios autores han contribuido al desarrollo y la aplicación de este concepto, como Humboldt, Rangel-Ch., Holdridge y otros (**Argote, 2004**)
- 8. Cultivo de alfalfa.** El cultivo de alfalfa se refiere a la práctica agrícola de cultivar la planta de alfalfa (*Medicago sativa L.*) con el propósito de utilizarla como forraje o como cultivo de cobertura. La alfalfa es una leguminosa perenne ampliamente cultivada en todo el mundo debido a su alta calidad como alimento para el ganado y su habilidad para establecer nitrógeno para la producción agrícola (**Yzarra y López, 2012**).
- 9. Leguminosa.** Una leguminosa es una planta que forma parte de la familia Fabaceae (también conocida como Leguminosae). Las leguminosas son reconocidas por su destreza para posicionar el nitrógeno atmosférico dentro del suelo a través de una simbiosis con bacterias conocidas como bacterias fijadoras de nitrógeno. Estas plantas tienen una gran importancia en la agricultura y la nutrición humana debido a su elevado contenido de proteínas y otros nutrientes (**Sulca Quispe, A. 2015**).
- 10. Pasto.** El pasto es una planta herbácea que forma la base de muchas praderas y pastizales. Es una palabra general empleado para definir a varias especies de plantas pertenecientes a diferentes géneros, como *Poa*, *Lolium*, *Cynodon* y *Festuca*, entre otros (**Alabama S.A., 2020**).

IV. Metodología

4.1. Tipo y nivel de investigación

A) Tipo de investigación

La presente investigación se categoriza como una investigación experimental, puesto que implica la manipulación deliberada de variables independientes (variedades de alfalfa y pisos ecológicos) para observar sus efectos sobre una variable dependiente (rendimiento de alfalfa). Las pruebas se llevan a término en condiciones controladas para asegurar que cualquier cambio en la variable dependiente se deba a las manipulaciones de las variables independientes.

B) Nivel de investigación

El nivel de investigación es explicativo, dado que el objetivo principal es entender la relación causal entre las variedades de alfalfa y los pisos ecológicos sobre el rendimiento de la alfalfa. La investigación busca explicar cómo y por qué las diferentes variedades y condiciones ecológicas afectan el rendimiento, proporcionando un conocimiento profundo de los factores que afectan la producción de alfalfa en diferentes entornos ecológicos.

C) Metodología de la investigación

Asignación de tratamientos

Tabla 2

Diseño completamente aleatorizado (DCA) con arreglo factorial 2x2.

		Pisos ecológicosa		
		Cercado Uripa	San Miguel LLimpe	C.P. Tejahuasi
Variedad de alfalfa	California	T1	T2	T3
	Cuf 101	T4	T5	T6
	Moapa 69	T7	T8	T9

Nota: Elaboración propia

Tabla 3*Detalle de los tratamientos y número de repeticiones*

Tratamiento	Detalle (factor A)	Detalle (factor B)	Repeticiones	Cortes	Tipo de siembra
T1	California	Cercado Uripa	3	3	Voleo
T2	California	San Miguel LLimpe	3	3	Voleo
T3	California	C.P. Tejahuasi	3	3	Voleo
T4	Cuf 101	Cercado Uripa	3	3	Voleo
T5	Cuf 101	San Miguel LLimpe	3	3	Voleo
T6	Cuf 101	C.P. Tejahuasi	3	3	Voleo
T7	Moapa 69	Cercado Uripa	3	3	Voleo
T8	Moapa 69	San Miguel LLimpe	3	3	Voleo
T9	Moapa 69	C.P. Tejahuasi	3	3	Voleo
Total			27		

Nota: Elaboración propia

Especificaciones del área experimental**Tabla 4***Detalles y dimensiones del área experimental en cada piso ecológico (Cercado Uripa, San Miguel Llimpe y C.P. Tejahuasi).*

N.º	Detalle	Valor	Unidad
1	Largo de la unidad experimental	3	m
2	Ancho de la unidad experimental	2	m
3	Área de la unidad experimental	6	m ²
4	Ancho del pasadizo	0.5	m
5	Número de unidades experimentales por largo	3	u
6	Número de unidades experimentales por ancho	3	u
7	Largo del área experimental	11	m
8	Ancho del área experimental	8	m
9	Área total	88	m ²

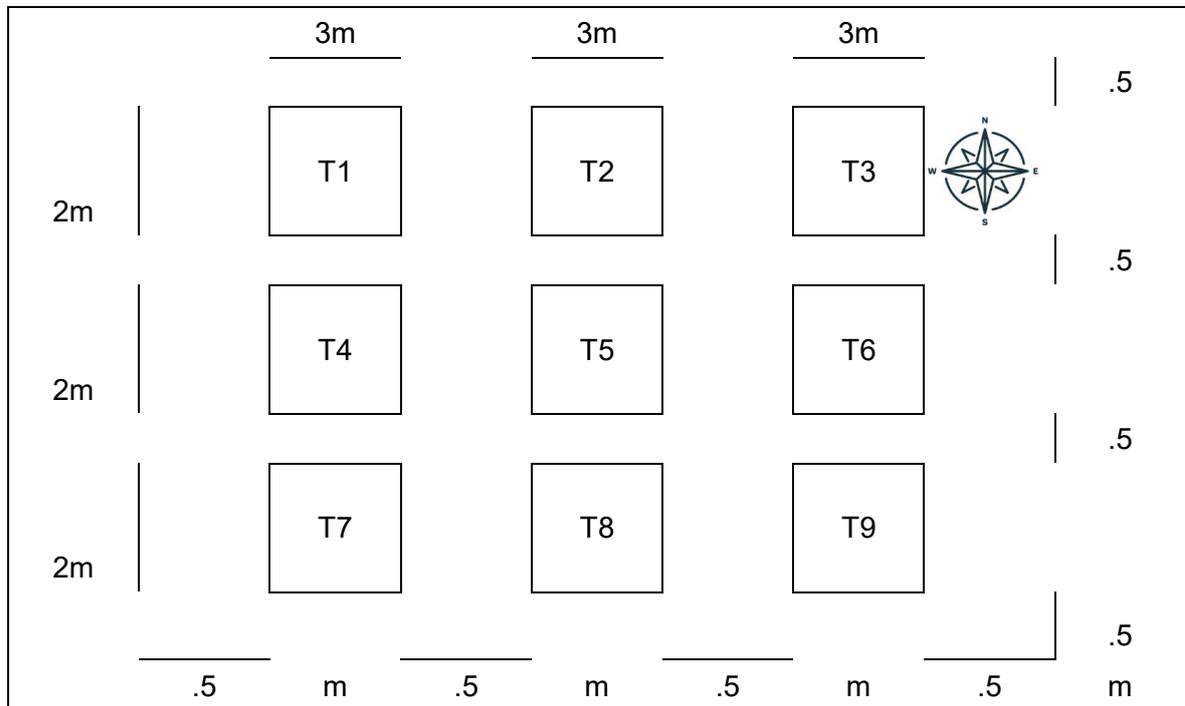
Nota: Elaboración propia

La tabla (4) muestra los detalles y dimensiones del área experimental.

Croquis del área experimental

Figura 1

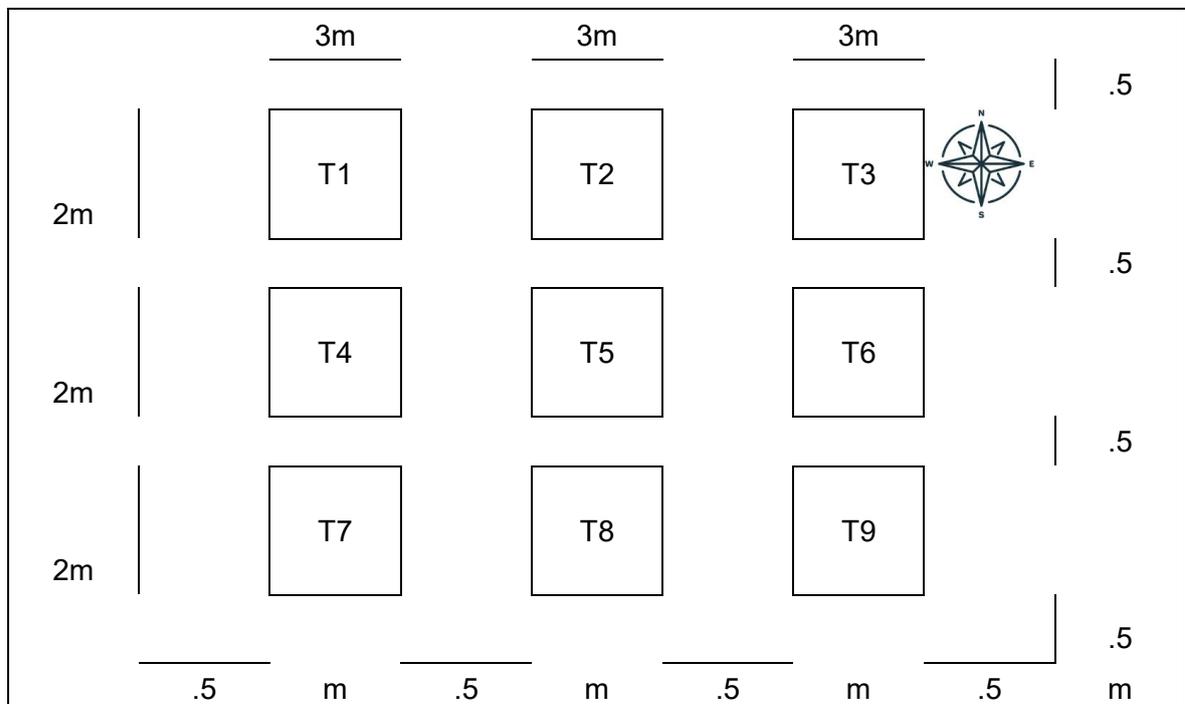
Croquis del área experimental para Cercado Uripa



Nota: Elaboración propia

Figura 2

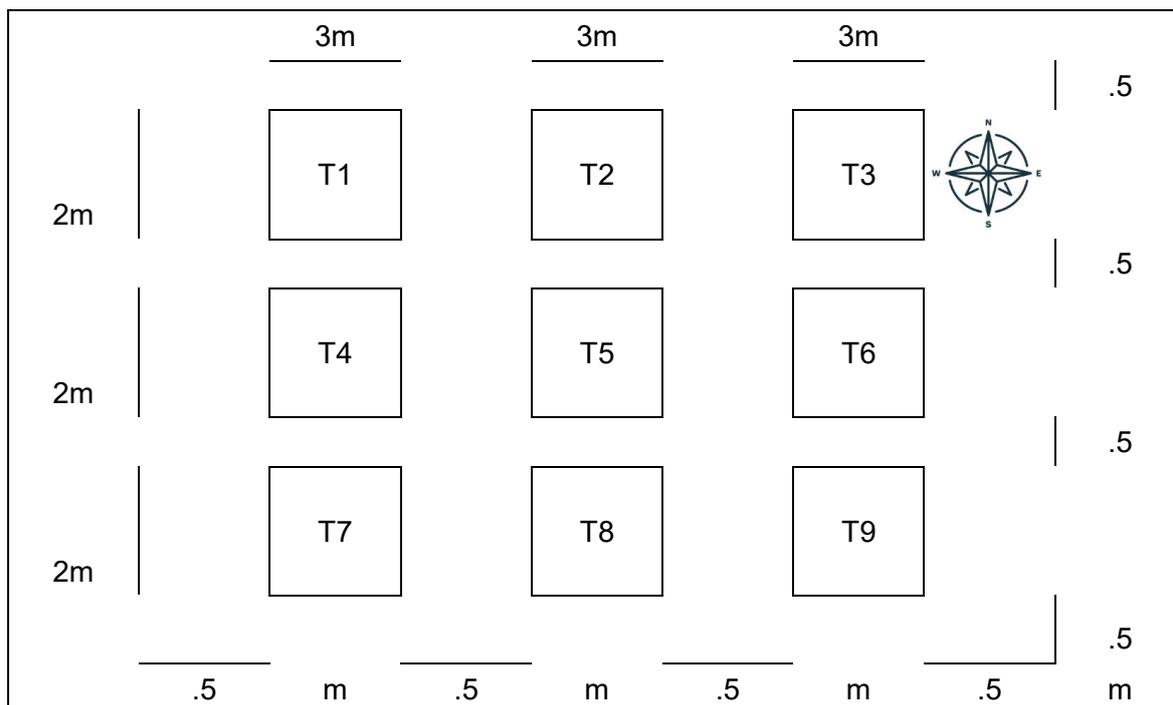
Croquis del área experimental para San Miguel Llimpe



Nota: Elaboración propia

Figura 3

Croquis del área experimental para C.P. Tejahuasi



Nota: Elaboración propia

Diseño experimental

El grupo experimental está constituido por 27 unidades experimentales y por tratamiento se tiene 3 repeticiones distribuidos con un diseño completamente aleatorizado (DCA) con arreglo factorial 2x2.

4.2. Ámbito temporal y espacial

A) Ámbito temporal

La presente tesis se ha realizado en el año 2023 desde enero a diciembre es decir en un periodo de 12 meses.

B) Ámbito espacial

Esta investigación se lleva a cabo en la provincia de Chincheros, ubicada en la región de Apurímac, Perú, específicamente en el distrito de Chincheros. El estudio abarca tres localidades dentro de esta área: Cercado Uripa, San Miguel Llimpe y C.P. Tejahuasi. Cercado Uripa ubicado a una altitud de 3200 metros m.s.n.m, cuyas coordenadas geográficas son 13° 31' 5" de latitud sur y 73° 43' 21" de longitud oeste. San Miguel Llimpe está situado a una altitud de 2799 m.s.n.m, con las mismas coordenadas geográficas. Por

último, C.P. Tejahuasi se localiza a una altitud de 2586 m.s.n.m, también compartiendo las mismas coordenadas. La región hidrográfica de estudio incluye la cuenca del Río Pampas, la subcuenca del Río Apurímac y la microcuenca del Río Chincheros, proporcionando un contexto ecológico diverso para evaluar la eficiencia del desempeño de tres variedades de alfalfa en distintos pisos altitudinales.

4.3. Población y muestra

4.3.1. Población

Siendo el área de cada tratamiento 6.00m², haciendo un total de 54.00 m² área total de los tratamientos.

4.3.2. Muestra

Para el presente trabajo de investigación se tomó de un tratamiento de 1 m², siendo el total de muestra de 27 muestras.

4.3.3. Muestreo

El muestreo utilizado ha sido probabilístico aleatorio simple o al azar.

4.4. Instrumentos

Para la obtención de datos en el marco de este estudio, se emplearon diversos instrumentos y técnicas estandarizadas. Primero, se empleó un diseño experimental de parcelas divididas para sembrar las tres variedades de alfalfa en los variados pisos altitudinales. Se emplearon balanzas digitales precisas para medir el rendimiento de la alfalfa en términos de biomasa fresca por hectárea. Además, se utilizaron registros de campo y formularios de recolección de datos para documentar las condiciones ambientales, fechas de siembra y cosecha, y cualquier incidencia relevante durante el periodo de crecimiento. Estos registros permitieron mantener un control riguroso y consistente sobre las variables independientes y dependientes del estudio.

4.5. Procesamientos

El procesamiento de datos inició con la recolección de los valores de rendimiento de alfalfa desde cada parcela experimental. Estos datos fueron ingresados en una hoja de cálculo electrónica, donde se realizó una revisión inicial para identificar y corregir cualquier

error de registro. Posteriormente, se realizaron cálculos preliminares, como la media y desviación estándar del rendimiento para cada variedad de alfalfa en los diferentes pisos altitudinales. Los datos se codificaron y organizaron en tablas para facilitar su análisis. Se utilizaron gráficos y diagramas para visualizar tendencias y patrones emergentes en los datos recolectados, lo que ayudó a identificar variaciones significativas entre las diferentes condiciones experimentales.

4.6. Análisis de datos

El análisis de datos se realizó utilizando técnicas estadísticas avanzadas. Se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) para determinar si existían diferencias significativas en el rendimiento de alfalfa entre las distintas variedades y pisos altitudinales. Además, se utilizó la prueba de Tukey para comparaciones variadas, lo que permitió identificar cuáles pares de tratamientos diferían significativamente entre sí. Se complementaron estos análisis con gráficos de interacción para visualizar cómo las variables independientes interactuaban entre sí afectando el rendimiento de la alfalfa. Los resultados del análisis estadístico fueron “analizados considerando las condiciones ambientales particulares de cada piso altitudinal, proporcionando una comprensión profunda de los factores que influyen en el rendimiento de la alfalfa en la provincia de Chincheros.

4.7. Consideraciones éticas

El autor de esta investigación cuenta con una buena formación ética adquiridos en la Universidad Tecnológica de los Andes. También se ha hecho uso sostenible de recursos ya que ha implicado la utilización de recursos naturales, como suelo y agua. Se ha considerado la sostenibilidad y el impacto ambiental de las prácticas experimentales.

V. Resultados y discusión

5.1. Resultados

PRIMER CORTE

a) Altura de planta al momento de corte (m)

Tabla 5

Datos observados de Altura de planta al momento del primer corte (m)

	Cercado Uripa			San Miguel Llimpe			C. P. Tejahuasi		
	California	Cuf 101	Moapa 69	California	Cuf 101	Moapa 69	California	Cuf 101	Moapa 69
T1	0.72	0.73	0.68	0.36	0.47	0.44	0.26	0.29	0.28
T2	0.81	0.69	0.73	0.46	0.39	0.41	0.24	0.22	0.30
T3	0.78	0.80	0.77	0.39	0.32	0.39	0.32	0.26	0.22
Total	2.31	2.22	2.18	1.21	1.18	1.24	0.82	0.77	0.80
Prom.	0.77	0.74	0.73	0.40	0.39	0.41	0.27	0.26	0.27
D. Est.	0.05	0.06	0.05	0.05	0.08	0.03	0.04	0.04	0.04

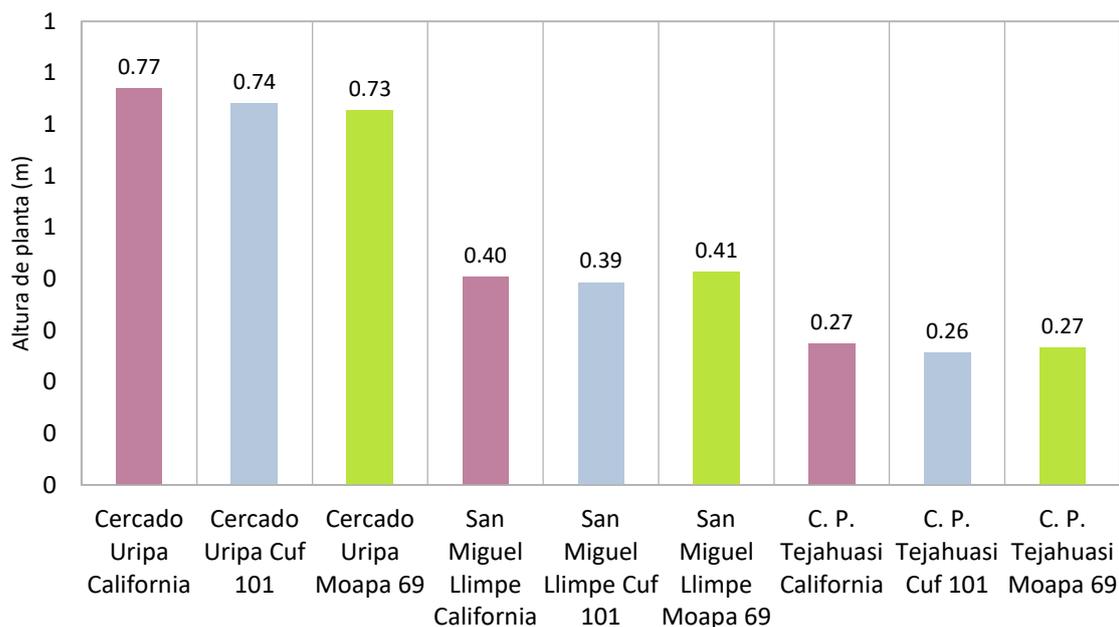
Nota: Elaboración propia

La tabla (5) presenta los datos observados de Altura de planta al momento del primer corte (m) realizada para el estudio del rendimiento de tres variedades de alfalfa (*Medicago sativa L.*) variedad California, Cuf 101 y Moapa 69 en tres pisos ecológicos en la provincia de Chincheros, Apurímac - 2023, en ella se observa que en el piso ecológico de Cercado Uripa el promedio de Altura de planta E6 (m) de la variedad California es 0.77m, de la variedad Cuf 101 es 0.74m y de la variedad Moapa 69 es 0.73m, mientras en el piso ecológico de San Miguel de Llimpe el promedio de Altura de planta E6 (m) de la variedad California es 0.40m, de la variedad Cuf 101 es 0.39m y de la variedad Moapa 69 es es 0.41m, y en el piso ecológico del Centro poblado Tejahuasi el promedio de Altura de planta E6 (m) de la variedad California es 0.27m, de la variedad Cuf 101 es 0.26m y de la variedad Moapa 69 es 0.27m.

La información consignada líneas arriba se puede visualizar gráficamente en la figura (4).

Figura 4

Promedios de Altura de planta al momento del primer corte (m)



Nota: Elaboración propia

Tabla 6

Análisis de varianza de los promedios de Altura de planta al momento del primer corte (m)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	P valor	Sig.
Piso ecológico	2	1.1	0.55	237.49	0.000	**
Variedad de alfalfa	2	0.00	0.00	0.37	0.70	NS
Piso ecológico: Variedad de alfalfa	4	0.00	0.00	0.25	0.91	NS
Error	18	0.04	0.00			
Total	26	1.15	0.55			
C. V. (%)	10.2			Promedio	0.47	

Nota: Elaboración propia

** : Significativa al 99.9 % de confiabilidad

NS : No significativa

La tabla (6) evidencia el análisis de varianza de los promedios de Altura de planta al momento del primer corte (m) en ella se observa que entre los pisos ecológicos tiene un P valor de 0.000 menor a 0.001, por lo tanto existe diferencia altamente significativa entre al menos dos de los pisos ecológicos, mientras que entre las variedades de alfalfa tiene un P valor de 0.698 mayor a 0.05, por lo tanto no existe diferencia entre las variedades de alfalfa es decir los tratamientos son estadísticamente iguales, y entre la interacción de piso ecológico y variedad de alfalfa tiene un P valor de 0.908 mayor a 0.05, por lo tanto no existe

diferencia entre las interacciones de los dos factores es decir los tratamientos son estadísticamente iguales con un coeficiente de variación de 10.2%.

En la figura (5) se muestra la interacción de los promedios de los factores Piso ecológico y Variedad de alfalfa.

Tabla 7

Comparación múltiple de Tukey (95% de confiabilidad) de los promedios de Altura de planta al momento del primer corte (m)

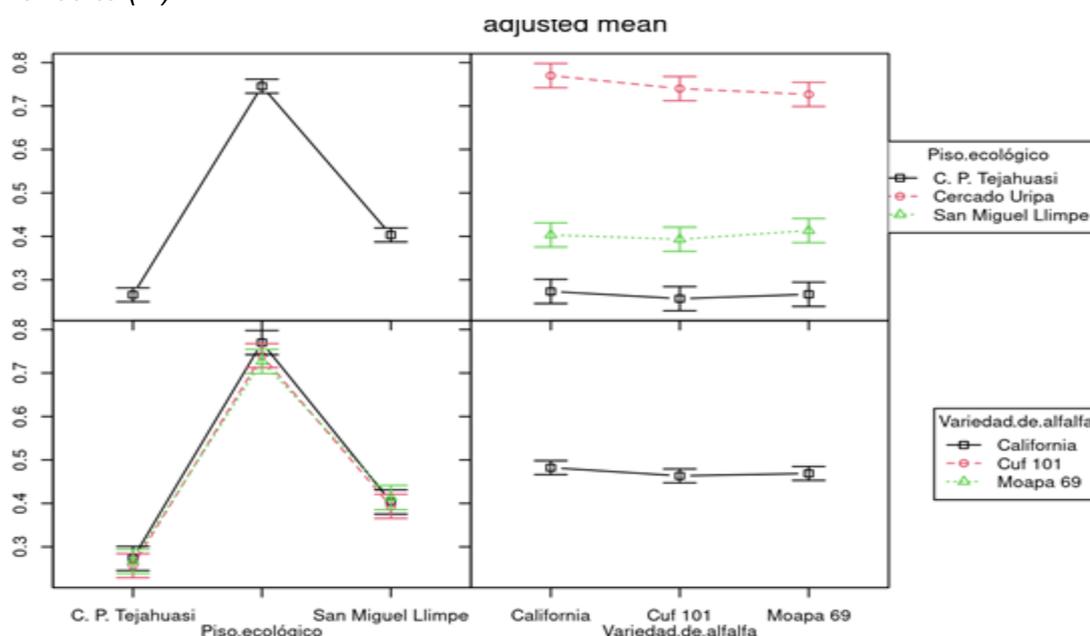
Piso ecológico	Promedio	grupo
Cercado Uripa	0.75	a
San Miguel Llimpe	0.40	b
C. P. Tejahuasi	0.27	c

Nota: Elaboración propia

La tabla (7) muestra la comparación múltiple de Tukey a un nivel de confianza de 5% de los promedios de Altura de planta al momento del primer corte (m) en ella se observa que las medias de altura de planta para Cercado Uripa (a) y San Miguel Llimpe (b) son significativamente diferentes ($p < 0.05$). La altura de planta es mayor en Cercado Uripa que en San Miguel Llimpe. La media de altura de planta para C.P. Tejahuasi (c) es significativamente menor que la media de altura de planta para Cercado Uripa (a) ($p < 0.05$). La altura de planta es menor en C.P. Tejahuasi que en Cercado Uripa.

Figura 5

Interacción de los promedios de los dos factores de Altura de planta al momento del primer corte (m)



Nota: Elaboración propia

b) Número de hojas

Tabla 8

Datos observados de Número de hojas del primer corte

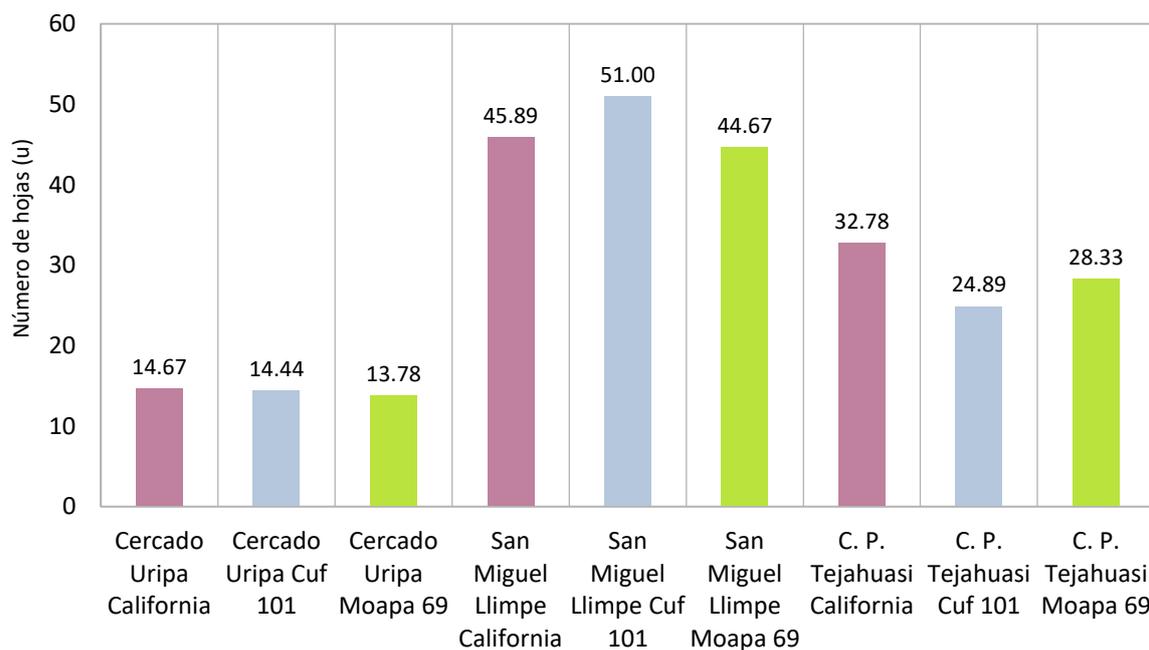
	Cercado Uripa			San Miguel Llimpe			C. P. Tejahuasi		
	California	Cuf 101	Moapa 69	California	Cuf 101	Moapa 69	California	Cuf 101	Moapa 69
T1	13.67	15.00	13.67	49.00	54.00	47.00	55.00	23.33	24.33
T2	14.67	13.00	13.33	48.33	56.00	42.00	15.33	33.33	28.00
T3	15.67	15.33	14.33	40.33	43.00	45.00	28.00	18.00	32.67
Total	44.01	43.33	41.33	137.66	153.00	134.00	98.33	74.66	85.00
Prom.	14.67	14.44	13.78	45.89	51.00	44.67	32.78	24.89	28.33
D. Est.	1.00	1.26	0.51	4.82	7.00	2.52	20.26	7.78	4.18

Nota: Elaboración propia

La tabla (8) muestra los datos observados de Número de hojas al momento del primer corte realizada para el estudio del rendimiento de tres variedades de alfalfa (*Medicago sativa L.*) variedad California, Cuf 101 y Moapa 69 en tres pisos ecológicos en la provincia de Chincheros, Apurímac - 2023, en ella se observa que en el piso ecológico de Cercado Uripa el promedio de N.º de hojas E6 de la variedad California es 14.67 u, de la variedad Cuf 101 es 14.44 u y de la variedad Moapa 69 es 13.78u, mientras en el piso ecológico de San Miguel de Llimpe el promedio de N.º de hojas E6 de la variedad California es 45.89 u, de la variedad Cuf 101 es 51 u y de la variedad Moapa 69 es 44.67 u, y en el piso ecológico del Centro poblado Tejahuasi el promedio de N.º de hojas E6 de la variedad California es 32.78 u, de la variedad Cuf 101 es 24.89 u y de la variedad Moapa 69 es 28.33 u. La información consignada líneas arriba se puede visualizar gráficamente en la figura (6).

Figura 6

Promedios de Número de hojas al momento del primer corte



Nota: Elaboración propia

Tabla 9

Análisis de varianza de los promedios de Número de hojas al momento del primer corte

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	P valor	Sig.
Piso ecológico	2	4893	2446.5	38.627	0.000	**
Variedad de alfalfa	2	22	10.8	0.170	0.845	NS
Piso ecológico: Variedad de alfalfa	4	141	35.3	0.558	0.696	NS
Error	18	1140	63.3			
Total	26	6196	2555.9			
C. V. (%)	26.49			Promedio	30.05	

Nota: Elaboración propia

** : Significativa al 99.9 % de confiabilidad
 NS : No significativa

La tabla (9) evidencia el análisis de varianza de los promedios de Número de hojas al momento del primer corte en ella se observa que entre los pisos ecológicos tiene un P valor de 0.000 menor a 0.001, por lo tanto existe diferencia altamente significativa entre al menos dos de los pisos ecológicos, mientras que entre las variedades de alfalfa tiene un P valor de 0.845 mayor a 0.05, por lo tanto no existe diferencia entre las variedades de alfalfa es decir los tratamientos son estadísticamente iguales, y entre la interacción de piso ecológico y variedad de alfalfa tiene un P valor de 0.696 mayor a 0.05, por lo tanto no existe

diferencia entre las interacciones de los dos factores es decir los tratamientos son estadísticamente iguales con un coeficiente de variación de 26.49%.

En la figura (7) se muestra la interacción de los promedios de los factores Piso ecológico y Variedad de alfalfa.

Tabla 10

Comparación múltiple de Tukey (95% de confiabilidad) de los promedios de Número de hojas al momento del primer corte

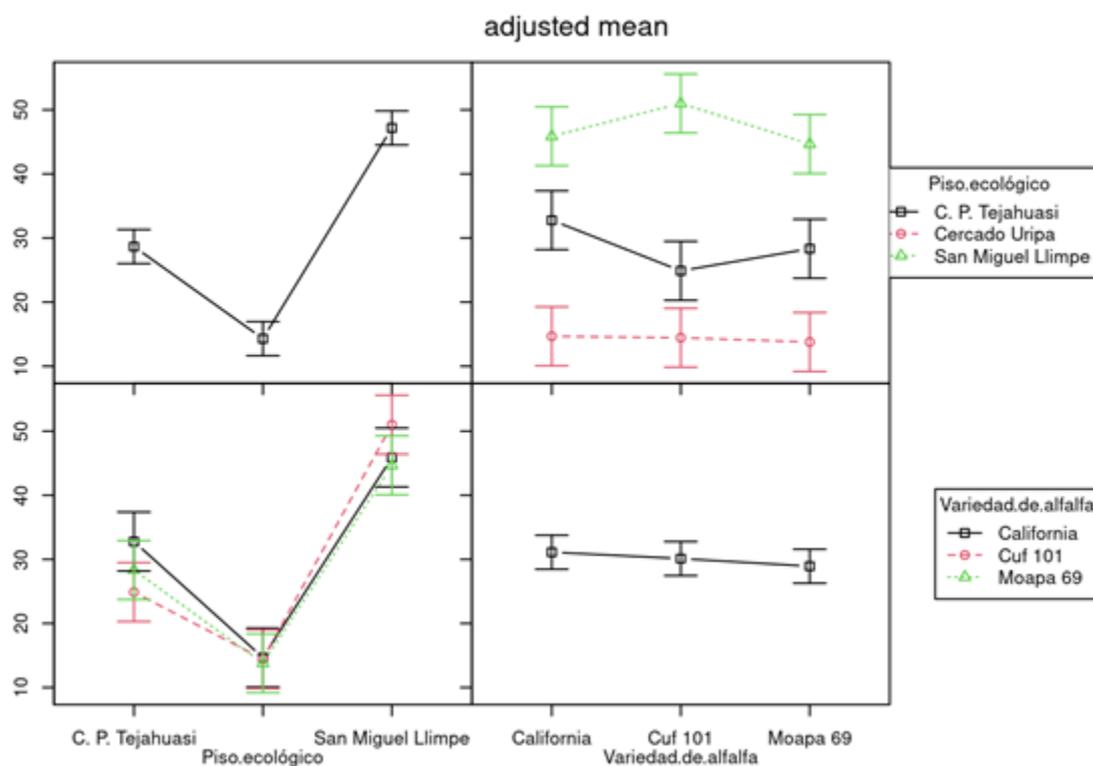
Piso ecológico	Promedio	grupo
San Miguel Llimpe	47.18	a
C. P. Tejahuasi	28.67	b
Cercado Uripa	14.30	c

Nota: Elaboración propia

La tabla (10) muestra la comparación múltiple de Tukey a un nivel de confianza de 5% de los promedios de Número de hojas al momento del primer corte en ella se observa que las medias de número de hojas para San Miguel Llimpe (a) y C.P. Tejahuasi (b) son significativamente diferentes ($p < 0.05$). El número de hojas es mayor en San Miguel Llimpe que en C.P. Tejahuasi. La media de número de hojas para Cercado Uripa (c) es significativamente menor que la media de número de hojas para San Miguel Llimpe (a) ($p < 0.05$). El número de hojas es menor en Cercado Uripa que en San Miguel Llimpe.

Figura 7

Interacción de los promedios de los dos factores de Número de hojas al momento del primer corte



Nota: Elaboración propia

c) Número de tallos (u/m²)

Tabla 11

Datos observados de Número de tallos (u/m²) del primer corte

	Cercado Uripa			San Miguel Llimpe			C. P. Tejahuasi		
	Californi a	Cuf 101	Moapa 69	Californi a	Cuf 101	Moapa 69	Californi a	Cuf 101	Moapa 69
T1	473.00	405.00	387.00	515.00	383.00	330.00	273.00	298.00	258.00
T2	327.00	414.00	418.00	349.00	424.00	432.00	298.00	302.00	305.00
T3	494.00	377.00	462.00	475.00	398.00	412.00	279.00	205.00	350.00
		1,196.			1,205.				
Total	1,294.00	00	1,267.00	1,339.00	00	1,174.00	850.00	805.00	913.00
Prom.	431.33	398.67	422.33	446.33	401.67	391.33	283.33	268.33	304.33
D. Est.	90.96	19.30	37.69	86.63	20.74	54.05	13.05	54.88	46.00

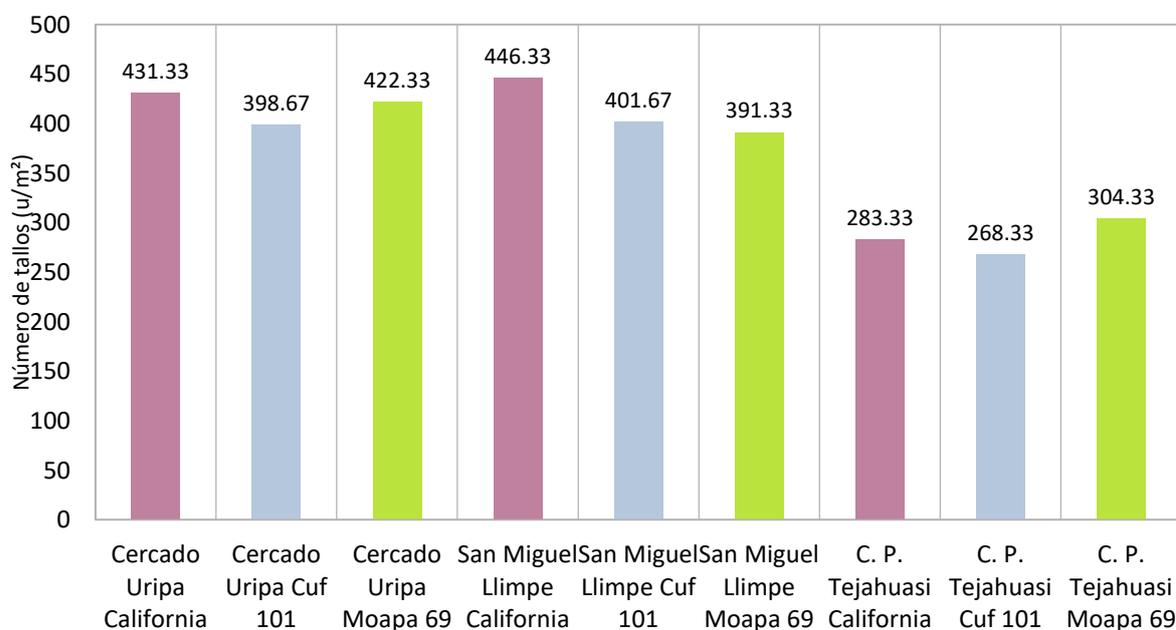
Nota: Elaboración propia

La tabla (11) muestra los datos observados de Número de tallos (u/m²) al momento del primer corte realizada para el estudio del rendimiento de tres variedades de alfalfa (*Medicago sativa L.*) variedad California, Cuf 101 y Moapa 69 en tres pisos ecológicos en la provincia de Chincheros, Apurímac - 2023, en ella se observa que en el piso ecológico

de Cercado Uripa el promedio de N.º de tallos E6 (u/m^2) de la variedad California es 431.33 u, de la variedad Cuf 101 es 398.67u y de la variedad Moapa 69 es 422.33 u, mientras en el piso ecológico de San Miguel de Llimpe el promedio de N.º de tallos E6 (u/m^2) de la variedad California es 446.33 u, de la variedad Cuf 101 es 401.67u y de la variedad Moapa 69 es 391.33 u, y en el piso ecológico del Centro poblado Tejahuasi el promedio de N.º de tallos E6 (u/m^2) de la variedad California es 283.33 u, de la variedad Cuf 101 es 268.33 u y de la variedad Moapa 69 es 304.33 u. La información consignada líneas arriba se puede visualizar gráficamente en la figura (8).

Figura 8

Promedios de Número de tallos al momento del primer corte



Nota: Elaboración propia

Tabla 12

Análisis de varianza de los promedios de Número de tallos (u/m^2) al momento del primer corte

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	P valor	Sig.
Piso ecológico	2	101398	50699	17.400	0.000	**
Variedad de alfalfa	2	4269	2135	0.733	0.494	NS
Piso ecológico: Variedad de alfalfa	4	4528	1132	0.388	0.814	NS
Error	18	52446	2914			
Total	26	162641	56880			
C. V. (%)	14.51			Promedio	371.96	

Nota: Elaboración propia

** : Significativa al 99.9 % de confiabilidad

NS : No significativa

La tabla (12) muestra el análisis de varianza de los promedios de Número de tallos (u/m^2) al momento del primer corte en ella se observa que entre los pisos ecológicos tiene un P valor de 0.000 menor a 0.001, por lo tanto existe diferencia altamente significativa entre al menos dos de los pisos ecológicos, mientras que entre las variedades de alfalfa tiene un P valor de 0.494 mayor a 0.05, por lo tanto no existe diferencia entre las variedades de alfalfa es decir los tratamientos son estadísticamente iguales, y entre la interacción de piso ecológico y variedad de alfalfa tiene un P valor de 0.814 mayor a 0.05, por lo tanto no existe diferencia entre las interacciones de los dos factores es decir los tratamientos son estadísticamente iguales con un coeficiente de variación de 14.51%.

En la figura (9) se muestra la interacción de los promedios de los factores Piso ecológico y Variedad de alfalfa.

Tabla 13

Comparación múltiple de Tukey (95% de confiabilidad) de los promedios de Número de tallos (u/m^2) al momento del primer corte

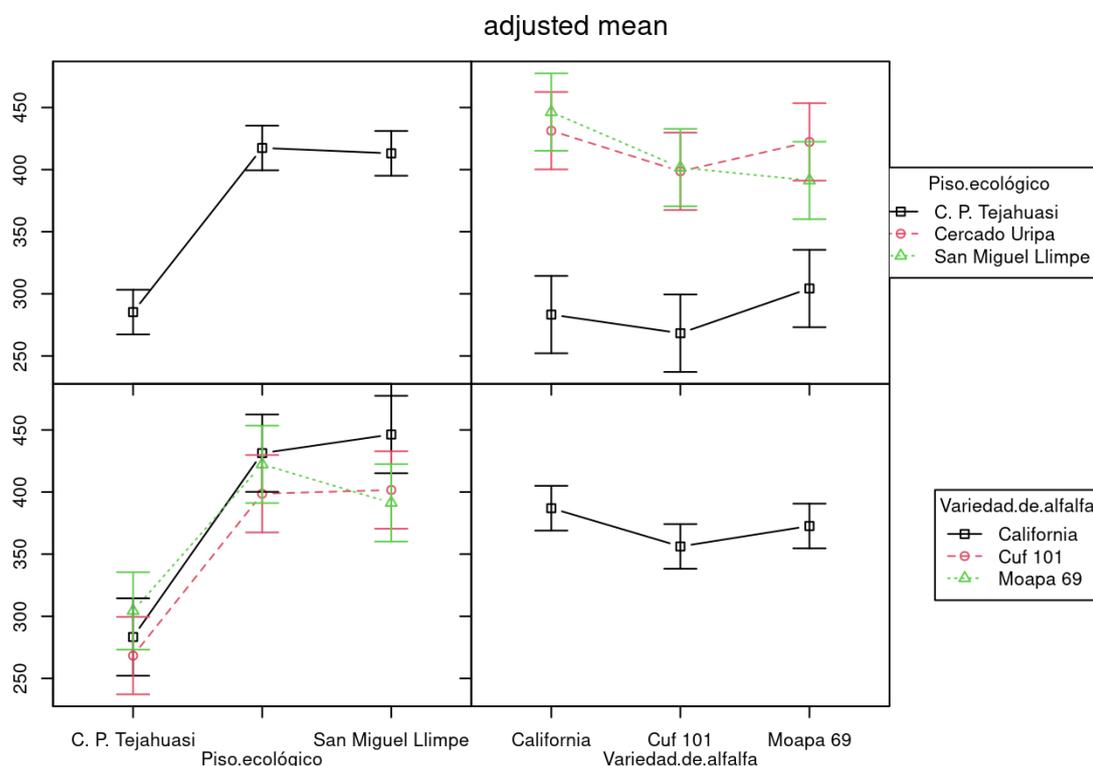
Piso ecológico	Promedio	grupo
Cercado Uripa	417.44	a
San Miguel Llimpe	413.11	a
C. P. Tejahuasi	285.33	b

Nota: Elaboración propia

La tabla (13) muestra la comparación múltiple de Tukey a un nivel de confianza de 5% de los promedios de Número de tallos (u/m^2) al momento del primer corte en ella se observa que las medias de Número de tallos (u/m^2) para Cercado Uripa (a) y San Miguel Llimpe (a) son significativamente iguales ($p > 0.05$). El Número de tallos (u/m^2) es similar en Cercado Uripa y San Miguel Llimpe. La media de número de tallos para C.P. Tejahuasi (b) es significativamente menor que la media de número de tallos para Cercado Uripa (a) y San Miguel Llimpe (a) ($p < 0.05$). El número de tallos es menor en C.P. Tejahuasi que en Cercado Uripa y San Miguel Llimpe.

Figura 9

Interacción de los promedios de los dos factores de Número de tallos al momento del primer corte



Nota: Elaboración propia

SEGUNDO CORTE

a) Altura de planta al momento de corte (m)

Tabla 14

Datos observados de Altura de planta del segundo corte (m)

	Cercado Uripa			San Miguel Llimpe			C. P. Tejahuasi		
	Californi a	Cuf 101	Moapa 69	Californi a	Cuf 101	Moapa 69	Californi a	Cuf 101	Moapa 69
T1	67.00	60.33	73.00	62.33	68.00	62.00	63.33	64.33	65.67
T2	73.00	69.00	69.00	66.33	62.67	62.67	57.33	67.33	67.33
T3	65.00	71.33	71.33	64.67	65.33	65.33	66.33	65.67	65.67
Total	205.00	200.66	213.33	193.33	196.00	190.00	186.99	197.33	198.67
Prom.	68.33	66.89	71.11	64.44	65.33	63.33	62.33	65.78	66.22
D. Est.	4.16	5.80	2.01	2.01	2.67	1.76	4.58	1.50	0.96

Nota: Elaboración propia

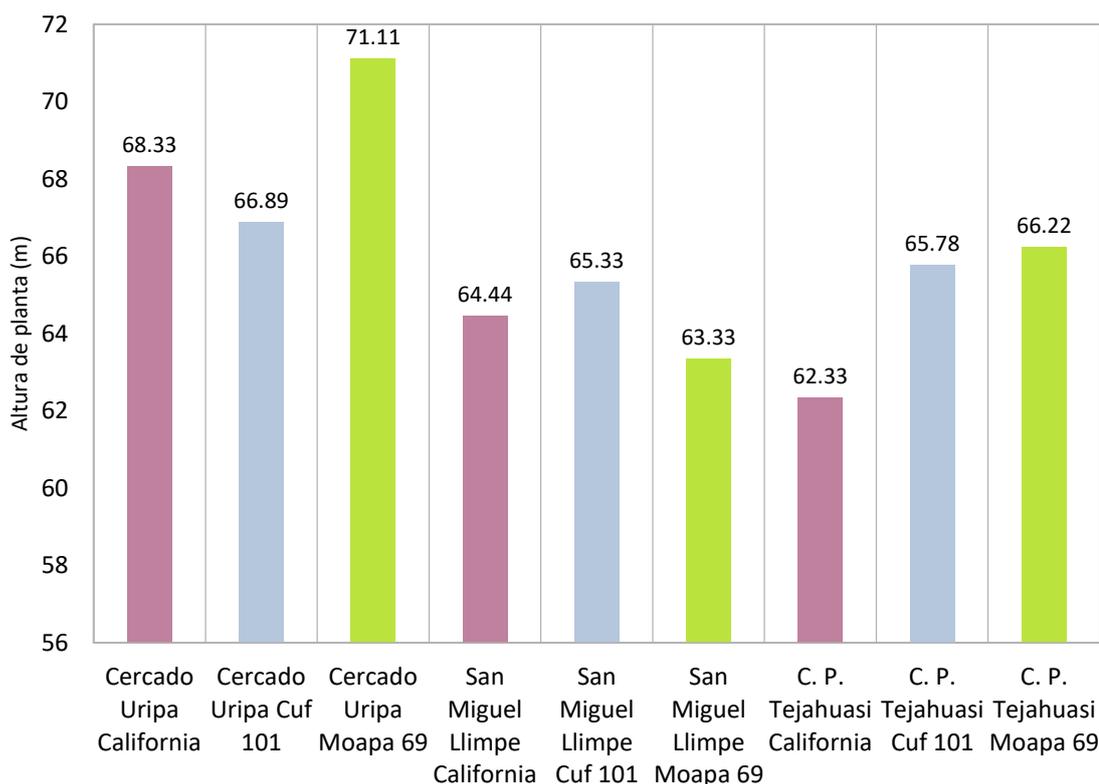
La tabla (14) muestra los datos observados de Altura de planta al momento del segundo corte (m) realizada para el estudio del rendimiento de tres variedades de alfalfa (*Medicago sativa L.*) variedad California, Cuf 101 y Moapa 69 en tres pisos ecológicos en

la provincia de Chincheros, Apurímac - 2023, en ella se observa que en el piso ecológico de Cercado Uripa el promedio de Altura de planta E12 (m) de la variedad California es 68.33 m, de la variedad Cuf 101 es 66.89 m y de la variedad Moapa 69 es 71.11 m, mientras en el piso ecológico de San Miguel de Llimpe el promedio de Altura de planta E12 (m) de la variedad California es 64.44 m, de la variedad Cuf 101 es 65.33 m y de la variedad Moapa 69 es 63.33 m, y en el piso ecológico del Centro poblado Tejahuasi el promedio de Altura de planta E12 (m) de la variedad California es 62.33 m, de la variedad Cuf 101 es 65.78 m y de la variedad Moapa 69 es 66.22 m.

La información consignada líneas arriba se puede visualizar gráficamente en la figura (10).

Figura 10

Promedios de Altura de planta al momento del segundo corte (m)



Nota: Elaboración propia

Tabla 15

Análisis de varianza de los promedios de Altura de planta (m) al momento del segundo corte (m)

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	P valor	Sig.
Piso ecológico	2	106.75	53.38	5.144	0.017	*
Variedad de alfalfa	2	15.46	7.73	0.745	0.489	NS
Piso ecológico: Variedad de alfalfa	4	45.44	11.36	1.095	0.389	NS
Error	18	186.78	10.38			
Total	26	354.43	82.85			
C. V. (%)	4.88			Promedio	65.97	

Nota: Elaboración propia

- * : Significativa al 95 % de confiabilidad
 NS : No significativa

La tabla (15) muestra el análisis de varianza de los promedios de Altura de planta al momento del segundo corte (m) en ella se observa que entre los pisos ecológicos tiene un P valor de 0.017 menor a 0,05, por lo tanto existe diferencia significativa entre al menos dos de los pisos ecológicos, mientras que entre las variedades de alfalfa tiene un P valor de 0.489 mayor a 0.05, por lo tanto no existe diferencia entre las variedades de alfalfa es decir los tratamientos son estadísticamente iguales, y entre la interacción de piso ecológico y variedad de alfalfa tiene un P valor de 0.389 mayor a 0.05, por lo tanto no existe diferencia entre las interacciones de los dos factores es decir los tratamientos son estadísticamente iguales con un coeficiente de variación de 4.88%.

En la figura (11) se muestra la interacción de los promedios de los factores Piso ecológico y Variedad de alfalfa.

Tabla 16

Comparación múltiple de Tukey (95% de confiabilidad) de los promedios de Altura de planta al momento del segundo corte (m)

Piso ecológico	Promedio	grupo
Cercado Uripa	68.78	a
C. P. Tejahuasi	64.78	b
San Miguel Llimpe	64.37	b

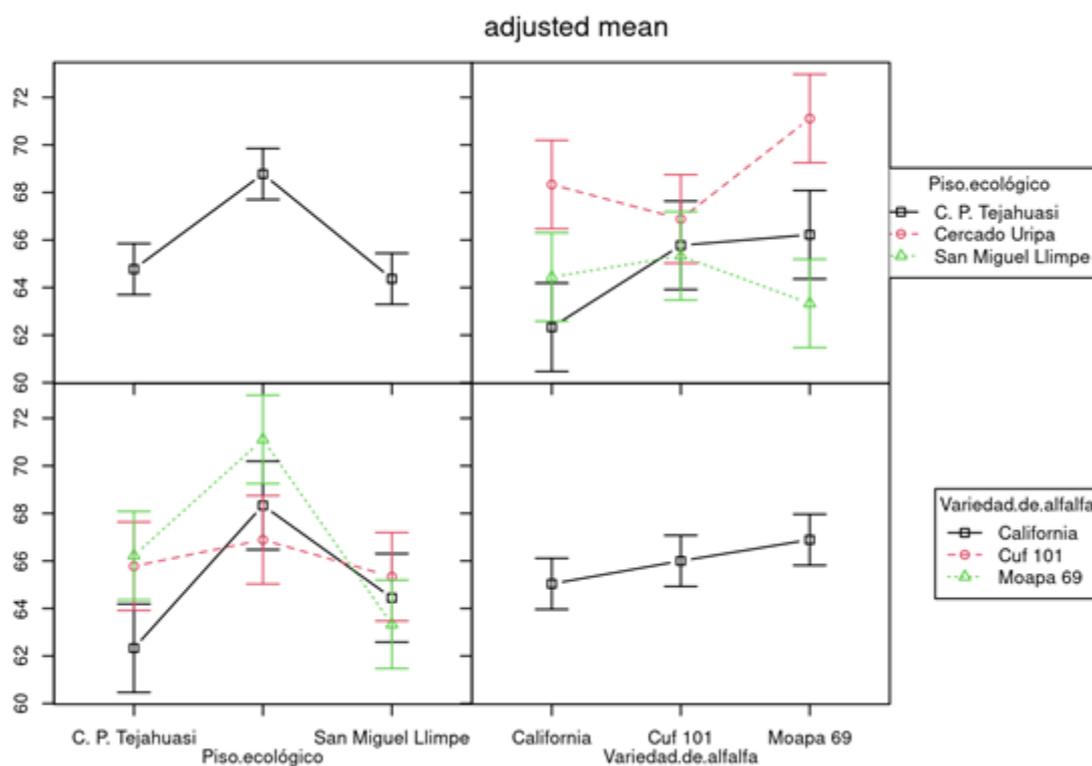
Nota: Elaboración propia

La tabla (16) muestra la comparación múltiple de Tukey a un nivel de confianza de 5% de los promedios de Altura de planta al momento del segundo corte (m) en ella se observa que las medias de altura de planta para Cercado Uripa (a) y C.P. Tejahuasi (b) son significativamente diferentes ($p < 0.05$). La altura de planta es mayor en Cercado Uripa que en C.P. Tejahuasi. La media de altura de planta para San Miguel Llimpe (b) es

significativamente menor que la media de altura de planta para Cercado Uripa (a) pero similar a la de C.P. Tejahuasi (b) ($p > 0.05$). La altura de planta es menor en San Miguel Llimpe que en Cercado Uripa y C.P. Tejahuasi.

Figura 11

Interacción de los promedios de los dos factores de Altura de planta al momento del segundo corte (m)



Nota: Elaboración propia

d) Número de rebrotes

Tabla 17

Datos observados de Número de rebrotes del segundo corte

	Cercado Uripa			San Miguel Llimpe			C. P. Tejahuasi		
	Californi a	Cuf 101	Moapa 69	Californi a	Cuf 101	Moapa 69	Californi a	Cuf 101	Moapa 69
T1	5.33	5.67	5.00	5.00	4.33	3.67	4.67	5.67	4.33
T2	5.33	5.33	5.33	4.67	3.33	3.33	3.67	4.33	4.33
T3	5.33	5.67	5.67	3.67	3.33	3.33	4.33	5.33	5.33
Total	15.99	16.67	16.00	13.34	10.99	10.33	12.67	15.33	13.99
Prom.	5.33	5.56	5.33	4.45	3.66	3.44	4.22	5.11	4.66
D. Est.	0.00	0.20	0.34	0.69	0.58	0.20	0.51	0.70	0.58

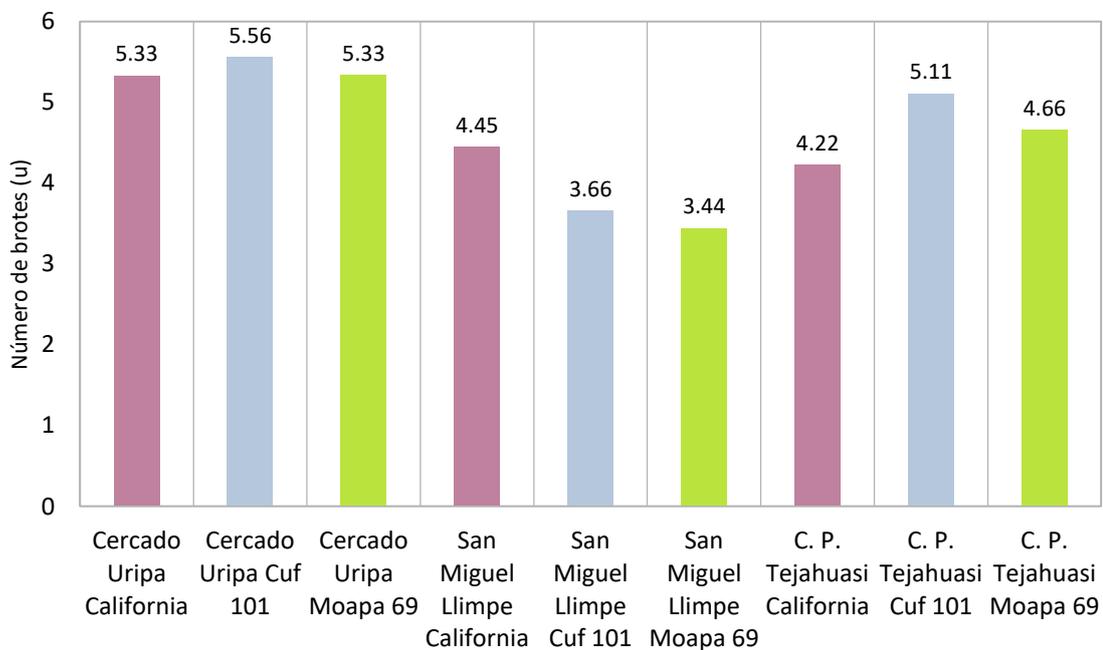
Nota: Elaboración propia

La tabla (17) muestra los datos observados de Número de rebrotes al momento del segundo corte realizada para el estudio del rendimiento de tres variedades de alfalfa (*Medicago sativa L.*) variedad California, Cuf 101 y Moapa 69 en tres pisos ecológicos en la provincia de Chincheros, Apurímac - 2023, en ella se observa que en el piso ecológico de Cercado Uripa el promedio de N.º de rebrotes E12 de la variedad California es 5.33 u, de la variedad Cuf 101 es 5.56 u y de la variedad Moapa 69 es 5.33 u, mientras en el piso ecológico de San Miguel de Llimpe el promedio de N.º de rebrotes E12 de la variedad California es 4.45 u, de la variedad Cuf 101 es 3.66 u y de la variedad Moapa 69 es 3.44 u, y en el piso ecológico del Centro poblado Tejahuasi el promedio de N.º de rebrotes E12 de la variedad California es 4.22 u, de la variedad Cuf 101 es 5.11 u y de la variedad Moapa 69 es 4.66 u.

La información consignada líneas arriba se puede visualizar gráficamente en la figura (12).

Figura 12

Promedios de Número de rebrotes al momento del segundo corte



Nota: Elaboración propia

Tabla 18

Análisis de varianza de los promedios de Número de rebrotes al momento del segundo corte

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	P valor	Sig.
Piso ecológico	2	10.897	5.448	23.583	9.36e-06	**
Variedad de alfalfa	2	0.405	0.202	0.876	0.4334	NS
Piso ecológico: Variedad de alfalfa	4	2.544	0.636	2.753	0.0601	NS
Error	18	4.159	0.231			
Total	26	18.01	6.52			
C. V. (%)	10.35			Promedio	4.64	

Nota: Elaboración propia

** : Significativa al 99.9 % de confiabilidad

NS: No significativa

La tabla (18) muestra el análisis de varianza de los promedios de Número de rebrotes al momento del segundo corte en ella se observa que entre los pisos ecológicos tiene un P valor de 0.000 menor a 0.001, por lo tanto existe diferencia altamente significativa entre al menos dos de los pisos ecológicos, mientras que entre las variedades de alfalfa tiene un P valor de 0.4334 mayor a 0.05, por lo tanto no existe diferencia entre las variedades de alfalfa es decir los tratamientos son estadísticamente iguales, y entre la interacción de piso ecológico y variedad de alfalfa tiene un P valor de 0.0601 mayor a 0.05, por lo tanto no existe diferencia entre las interacciones de los dos factores es decir los tratamientos son estadísticamente iguales con un coeficiente de variación de 10.35%.

En la figura (13) se muestra la interacción de los promedios de los factores Piso ecológico y Variedad de alfalfa.

Tabla 19

Comparación múltiple de Tukey (95% de confiabilidad) de los promedios de Número de rebrotes al momento del segundo corte

Piso ecológico	Promedio	grupo
Cercado Uripa	5.41	a
C. P. Tejahuasi	4.67	b
San Miguel Llimpe	3.85	c

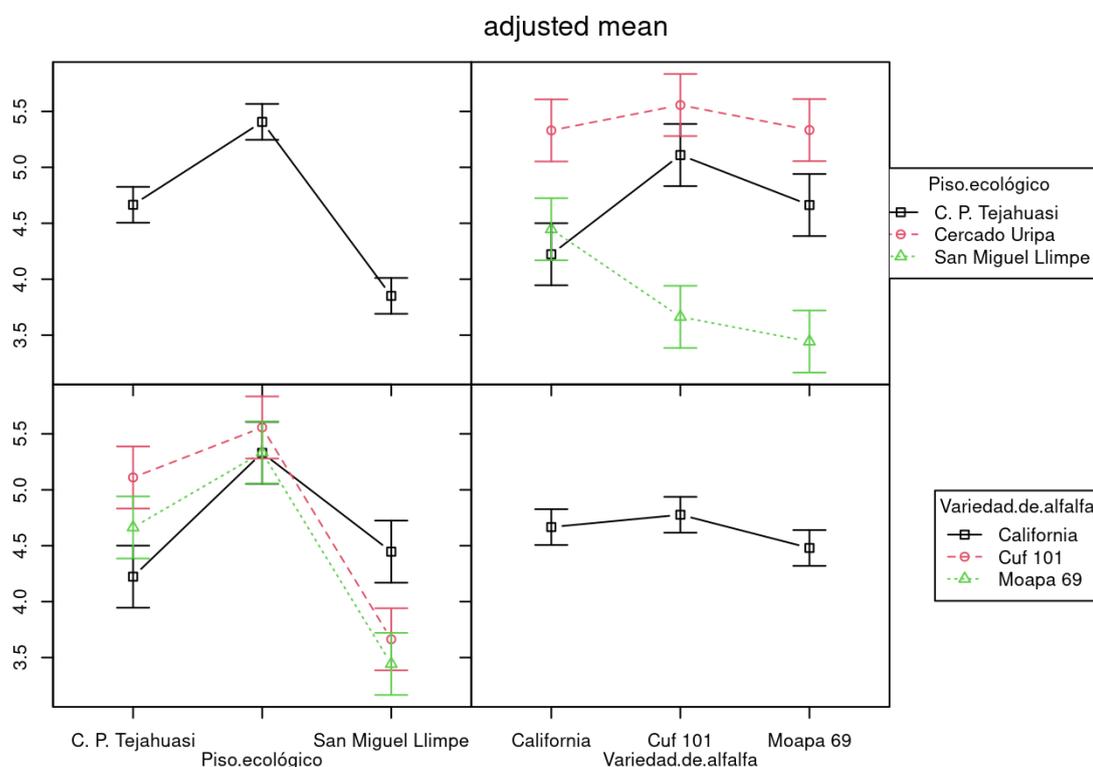
Nota: Elaboración propia

La tabla (19) muestra la comparación múltiple de Tukey a un nivel de confianza de 5% de los promedios de Número de rebrotes al momento del segundo corte en ella se observa que las medias de número de rebrotes para Cercado Uripa (a) y C.P. Tejahuasi (b) son significativamente diferentes ($p < 0.05$). El número de rebrotes es mayor en Cercado Uripa que en C.P. Tejahuasi. La media de número de rebrotes para San Miguel Llimpe (c)

es significativamente menor que la media de número de rebrotes para Cercado Uripa (a) ($p < 0.05$). El número de rebrotes es menor en San Miguel Llimpe que en Cercado Uripa.

Figura 13

Interacción de los promedios de los dos factores de Número de rebrotes al momento del segundo corte



Nota: Elaboración propia

e) Número de hojas

Tabla 20

Datos observados de Número de hojas del segundo corte

	Cercado Uripa			San Miguel Llimpe			C. P. Tejahuasi		
	Californi a	Cuf 101	Moapa 69	Californi a	Cuf 101	Moapa 69	Californi a	Cuf 101	Moapa 69
T1	59.67	53.67	60.00	56.00	61.33	56.33	56.33	59.67	58.00
T2	43.67	58.67	58.67	55.00	48.00	48.00	61.33	53.33	53.33
T3	47.00	52.33	52.33	49.67	54.33	54.33	53.33	66.00	66.00
Total	150.34	164.67	171.00	160.67	163.66	158.66	170.99	179.00	177.33
Prom.	50.11	54.89	57.00	53.56	54.55	52.89	57.00	59.67	59.11
D. Est.	8.44	3.34	4.10	3.40	6.67	4.35	4.04	6.34	6.41

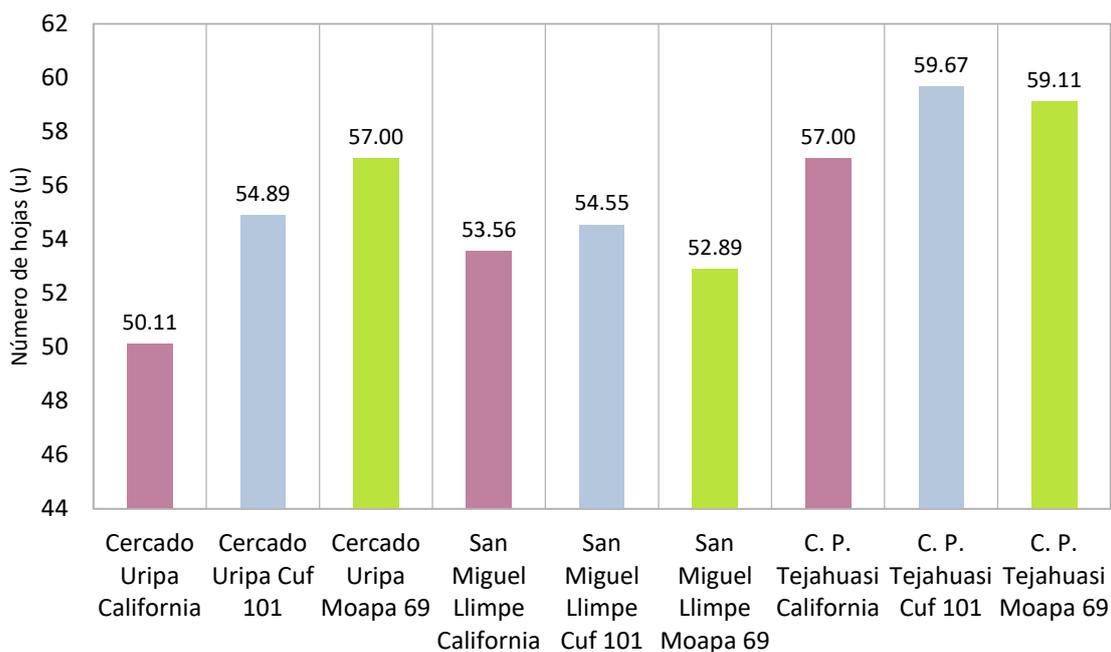
Nota: Elaboración propia

La tabla (20) muestra los datos observados de Número de hojas al momento del segundo corte realizada para el estudio del rendimiento de tres variedades de alfalfa

(*Medicago sativa L.*) variedad California, Cuf 101 y Moapa 69 en tres pisos ecológicos en la provincia de Chincheros, Apurímac - 2023, en ella se observa que en el piso ecológico de Cercado Uripa el promedio de N.º de hojas E12 de la variedad California es 50.11 u, de la variedad Cuf 101 es 54.89 u y de la variedad Moapa 69 es 57.00 u, mientras en el piso ecológico de San Miguel de Llimpe el promedio de N.º de hojas E12 de la variedad California es 53.56 u, de la variedad Cuf 101 es 54.55 u y de la variedad Moapa 69 es 52.89 u, y en el piso ecológico del Centro poblado Tejahuasi el promedio de N.º de hojas E12 de la variedad California es 57.00 u, de la variedad Cuf 101 es 59.67 u y de la variedad Moapa 69 es 59.11 u. La información consignada líneas arriba se puede visualizar gráficamente en la figura (14).

Figura 14

Promedios de Número de hojas al momento del segundo corte



Nota: Elaboración propia

Tabla 21*Análisis de varianza de los promedios de Número de hojas al momento del segundo corte*

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	P valor	Sig.
Piso ecológico	2	136.3	68.16	2.258	0.133	NS
Variedad de alfalfa	2	46.9	23.45	0.777	0.475	NS
Piso ecológico: Variedad de alfalfa	4	43.9	10.98	0.364	0.831	NS
Error	18	543.4	30.19			
Total	26	770.5	132.78			
C. V. (%)	9.91			Promedio	55.42	

Nota: Elaboración propia

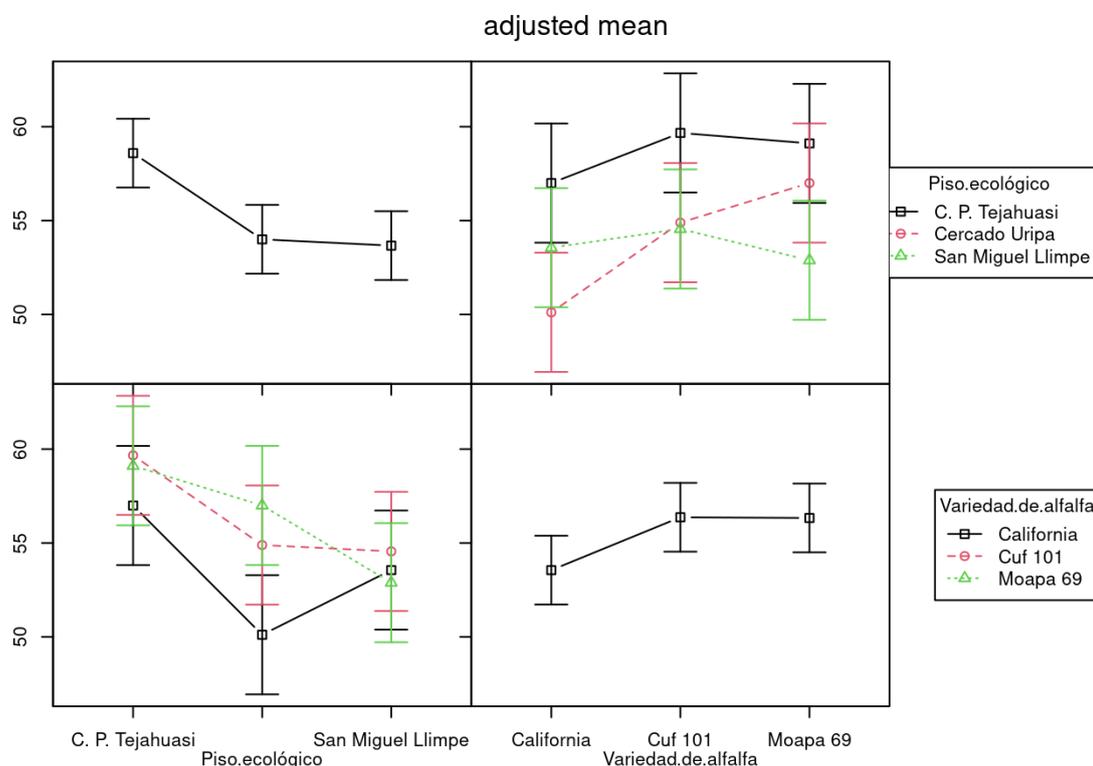
NS : No significativa

La tabla (21) muestra el análisis de varianza de los promedios de Número de hojas al momento del segundo corte en ella se observa que entre los pisos ecológicos tiene un P valor de 0.133 mayor a 0.05, por lo tanto no existe diferencia entre los pisos ecológicos es decir los tratamientos son estadísticamente iguales, mientras que entre las variedades de alfalfa tiene un P valor de 0.475 mayor a 0.05, por lo tanto no existe diferencia entre las variedades de alfalfa es decir los tratamientos son estadísticamente iguales, y entre la interacción de piso ecológico y variedad de alfalfa tiene un P valor de 0.831 mayor a 0.05, por lo tanto no existe diferencia entre las interacciones de los dos factores es decir los tratamientos son estadísticamente iguales con un coeficiente de variación de 9.91%.

En la figura (15) se muestra la interacción de los promedios de los factores Piso ecológico y Variedad de alfalfa.

Figura 15

Interacción de los promedios de los dos factores de Número de hojas al momento del segundo corte



Nota: Elaboración propia

f) Número de tallos (u/m^2)

Tabla 22

Datos observados de Número de tallos (u/m^2) del segundo corte

	Cercado Uripa			San Miguel Llimpe			C. P. Tejahuasi		
	Californi a	Cuf 101	Moapa 69	Californi a	Cuf 101	Moapa 69	Californi a	Cuf 101	Moapa 69
T1	585.00	602.00	822.00	595.00	608.00	824.00	662.00	700.00	304.00
T2	648.00	880.00	712.00	715.00	880.00	659.00	528.00	671.00	720.00
T3	632.00	614.00	732.00	627.00	610.00	737.00	613.00	465.00	532.00
Total	1,865.00	2,096.00	2,266.00	1,937.00	2,098.00	2,220.00	1,803.00	1,836.00	1,556.00
Prom.	621.67	698.67	755.33	645.67	699.33	740.00	601.00	612.00	518.67
D. Est.	32.75	157.1	58.59	62.14	156.4	82.54	67.80	128.1	208.32

Nota: Elaboración propia

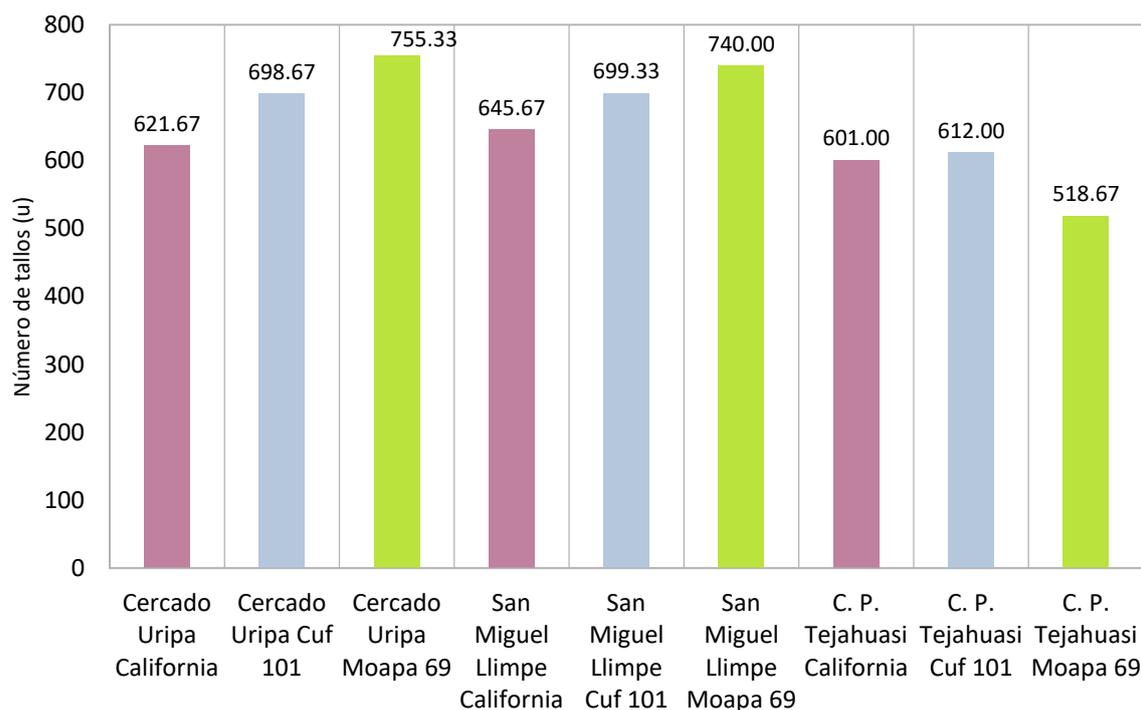
La tabla (22) muestra los datos observados de Número de tallos (u/m^2) al momento del segundo corte realizada para el estudio del rendimiento de tres variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) variedad California, Cuf 101 y Moapa 69 en tres pisos ecológicos en

la provincia de Chincheros, Apurímac - 2023, en ella se observa que en el piso ecológico de Cercado Uripa el promedio de N.º de tallos E12 (u/m^2) de la variedad California es 621.67 u, de la variedad Cuf 101 es 698.67 u y de la variedad Moapa 69 es 755.33 u, mientras en el piso ecológico de San Miguel de Llimpe el promedio de N.º de tallos E12 (u/m^2) de la variedad California es 645.67 u, de la variedad Cuf 101 es 699.33 u y de la variedad Moapa 69 es 740 u, y en el piso ecológico del Centro poblado Tejahuasi el promedio de N.º de tallos E12 (u/m^2) de la variedad California es 601 u, de la variedad Cuf 101 es 612 u y de la variedad Moapa 69 es 518.67 u.

La información consignada líneas arriba se puede visualizar gráficamente en la figura (16).

Figura 16

Promedios de Número de tallos al momento del segundo corte



Nota: Elaboración propia

Tabla 23

Análisis de varianza de los promedios de Número de tallos (u/m²) al momento del segundo corte

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	P valor	Sig.
Piso ecológico	2	81089	40545	2.834	0.0851	NS
Variedad de alfalfa	2	13768	6884	0.481	0.6258	NS
Piso ecológico: Variedad de alfalfa	4	42282	10571	0.739	0.5777	NS
Error	18	257540	14308			
Total	26	394679	72308			
C. V. (%)	18.27			Promedio	654.7	

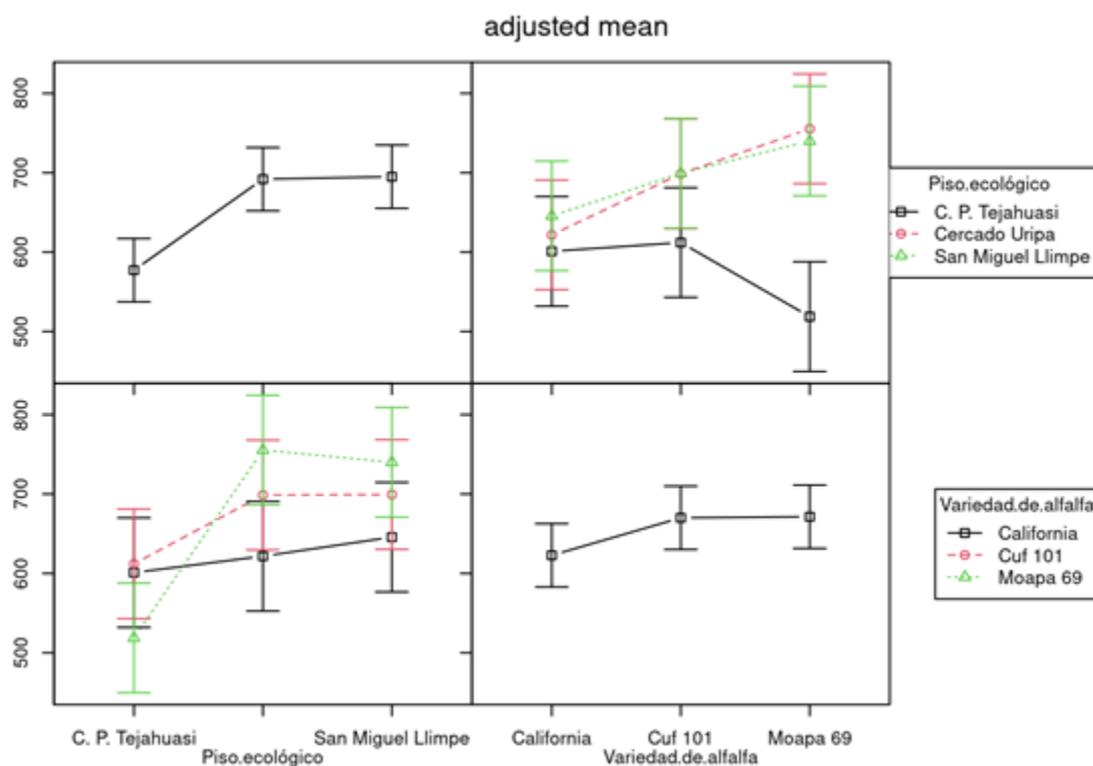
Nota: Elaboración propia

NS : No significativa

La tabla (23) muestra el análisis de varianza de los promedios de Número de tallos (u/m²) al momento del segundo corte en ella se observa que entre los pisos ecológicos tiene un P valor de 0.0851 mayor a 0.05, por lo tanto no existe diferencia entre los pisos ecológicos es decir los tratamientos son estadísticamente iguales, mientras que entre las variedades de alfalfa tiene un P valor de 0.6258 mayor a 0.05, por lo tanto no existe diferencia entre las variedades de alfalfa es decir los tratamientos son estadísticamente iguales, y entre la interacción de piso ecológico y variedad de alfalfa tiene un P valor de 0.5777 mayor a 0.05, por lo tanto no existe diferencia entre las interacciones de los dos factores es decir los tratamientos son estadísticamente iguales con un coeficiente de variación de 18.27%. En la figura (17) se muestra la interacción de los promedios de los factores Piso ecológico y Variedad de alfalfa.

Figura 17

Interacción de los promedios de los dos factores de Número de tallos al momento del segundo corte



Nota: Elaboración propia

TERCER CORTE

a) Altura de planta al momento de corte (m)

Tabla 24

Datos observados de Altura de planta del tercer corte (m)

	Cercado Uripa			San Miguel Llimpe			C. P. Tejahuasi		
	Californi a	Cuf 101	Moapa 69	Californi a	Cuf 101	Moapa 69	Californi a	Cuf 101	Moapa 69
T1	59.00	62.00	65.67	60.00	62.67	66.33	62.67	62.67	65.67
T2	72.67	68.33	68.33	73.33	70.67	70.67	73.00	68.00	68.00
T3	73.67	72.33	72.33	71.67	71.67	71.67	72.33	72.00	72.00
Total	205.34	202.66	206.33	205.00	205.01	208.67	208.00	202.67	205.67
Prom.	68.45	67.55	68.78	68.33	68.34	69.56	69.33	67.56	68.56
D. Est.	8.20	5.21	3.35	7.26	4.93	2.84	5.78	4.68	3.20

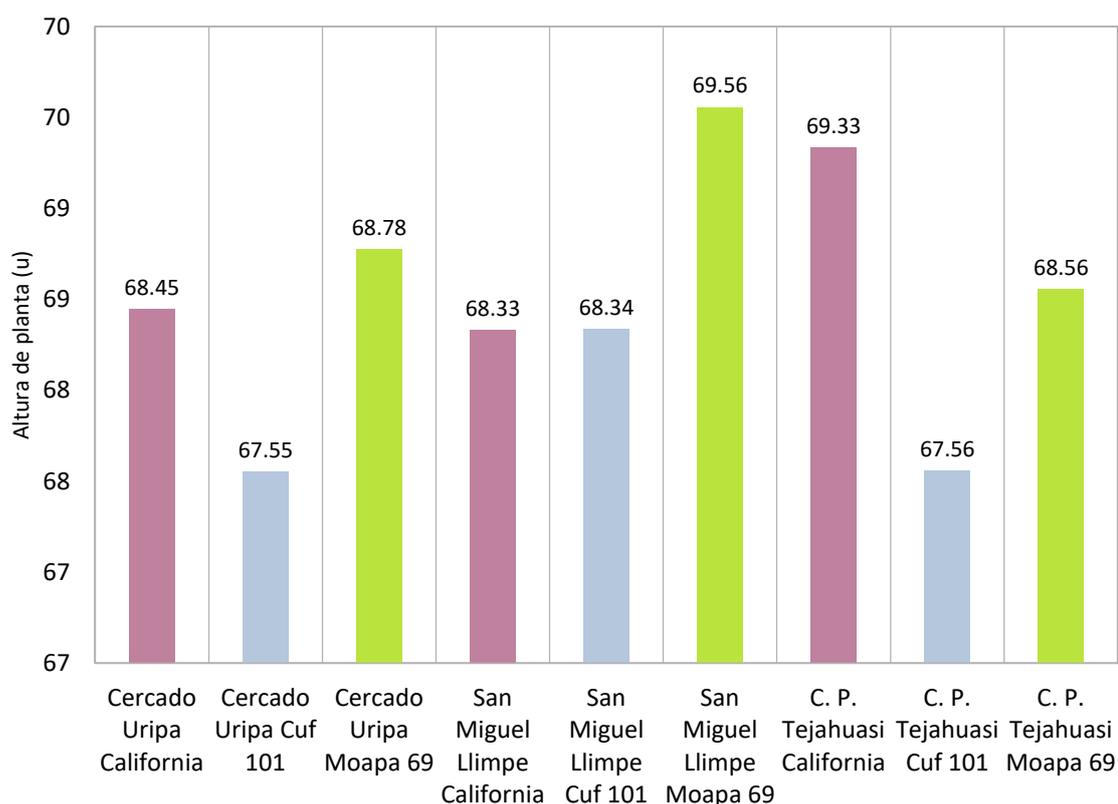
Nota: Elaboración propia

La tabla (24) muestra los datos observados de Altura de planta al momento del tercer corte (m) realizada para el estudio del rendimiento de tres variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) variedad California, Cuf 101 y Moapa 69 en tres pisos ecológicos en

la provincia de Chincheros, Apurímac - 2023, en ella se observa que en el piso ecológico de Cercado Uripa el promedio de Altura de planta E18 (m) de la variedad California es 68.45 m, de la variedad Cuf 101 es 67.55 m y de la variedad Moapa 69 es 68.78 m, mientras en el piso ecológico de San Miguel de Llimpe el promedio de Altura de planta E18 (m) de la variedad California es 68.33 m, de la variedad Cuf 101 es 68.34 m y de la variedad Moapa 69 es 69.56 m, y en el piso ecológico del Centro poblado Tejahuasi el promedio de Altura de planta E18 (m) de la variedad California es 69.33 m, de la variedad Cuf 101 es 67.56 m y de la variedad Moapa 69 es 68.56 m. La información consignada líneas arriba se puede visualizar gráficamente en la figura (18).

Figura 18

Promedios de Altura de planta al momento del tercer corte (m)



Nota: Elaboración propia

Tabla 25*Análisis de varianza de los promedios de Altura de planta al momento del tercer corte (m)*

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	P valor	Sig.
Piso ecológico	2	1.1	0.527	0.018	0.982	NS
Variedad de alfalfa	2	6.5	3.262	0.115	0.892	NS
Piso ecológico: Variedad de alfalfa	4	3.6	0.906	0.032	0.998	NS
Error	18	512.6	28.476			
Total	26	523.8	33.17			
C. V. (%)	7.79			Promedio	68.5	

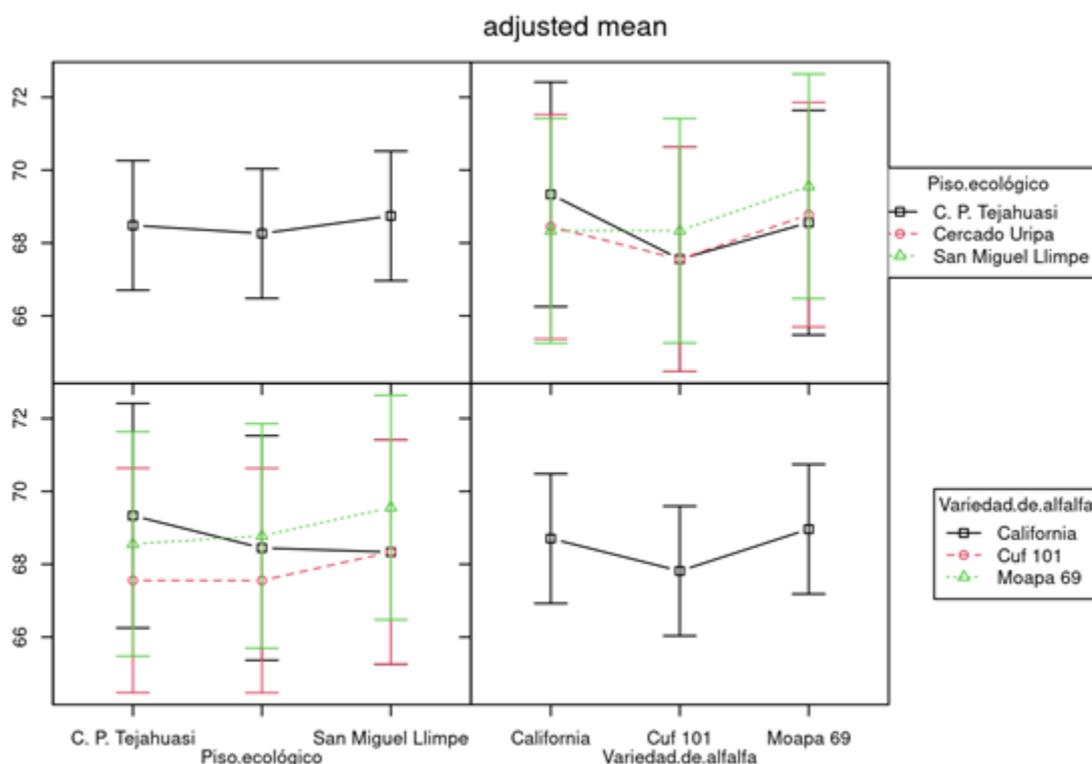
Nota: Elaboración propia

NS : No significativa

La tabla (25) muestra el análisis de varianza de los promedios de Altura de planta al momento del tercer corte (m) en ella se observa que entre los pisos ecológicos tiene un P valor de 0.982 mayor a 0.05, por lo tanto no existe diferencia entre los pisos ecológicos es decir los tratamientos son estadísticamente iguales, mientras que entre las variedades de alfalfa tiene un P valor de 0.892 mayor a 0.05, por lo tanto no existe diferencia entre las variedades de alfalfa es decir los tratamientos son estadísticamente iguales, y entre la interacción de piso ecológico y variedad de alfalfa tiene un P valor de 0.998 mayor a 0.05, por lo tanto no existe diferencia entre las interacciones de los dos factores es decir los tratamientos son estadísticamente iguales con un coeficiente de variación de 7.79%. En la figura (19) se muestra la interacción de los promedios de los factores Piso ecológico y Variedad de alfalfa.

Figura 19

Interacción de los promedios de los dos factores de Altura de planta al momento del tercer corte (m)



Nota: Elaboración propia

b) Número de rebrotes

Tabla 26

Datos observados de Número de rebrotes del tercer corte

	Cercado Uripa			San Miguel Llimpe			C. P. Tejahuasi		
	Californi a	Cuf 101	Moapa 69	Californi a	Cuf 101	Moapa 69	Californi a	Cuf 101	Moapa 69
T1	5.33	5.67	5.00	5.00	4.33	3.67	4.67	5.67	4.33
T2	5.33	5.33	5.33	4.67	3.33	3.33	3.67	4.33	4.33
T3	5.33	5.67	5.67	3.67	3.33	3.33	4.33	5.33	5.33
Total	15.99	16.67	16.00	13.34	10.99	10.33	12.67	15.33	13.99
Prom.	5.33	5.56	5.33	4.45	3.66	3.44	4.22	5.11	4.66
D. Est.	0.00	0.20	0.34	0.69	0.58	0.20	0.51	0.70	0.58

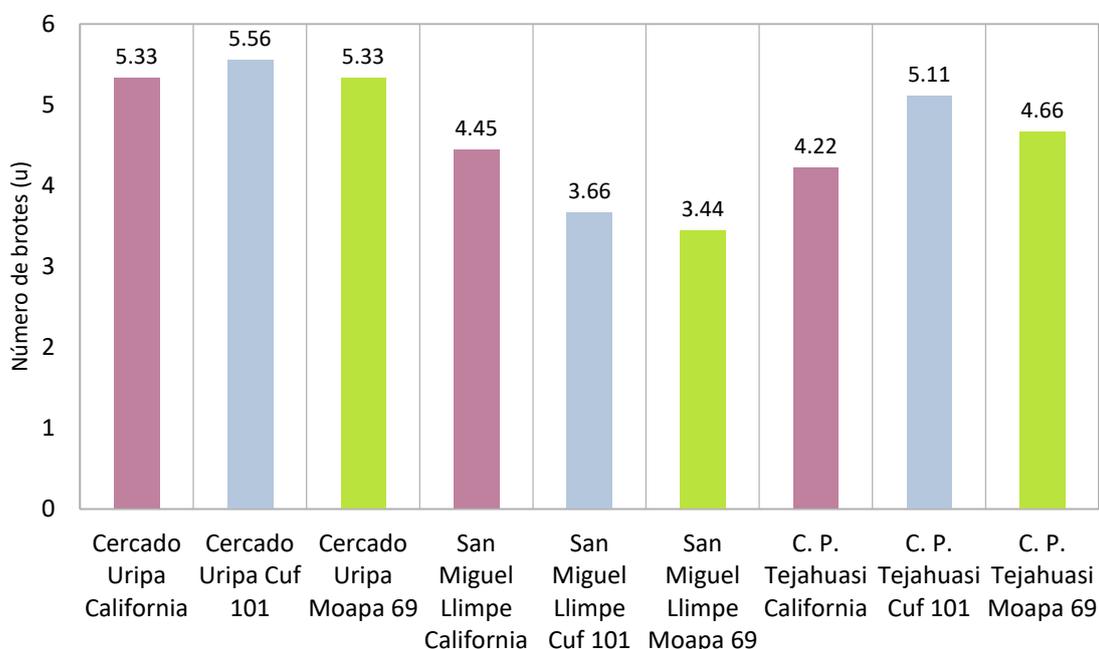
Nota: Elaboración propia

La tabla (26) muestra los datos observados de Número de rebrotes al momento del tercer corte realizada para el estudio del rendimiento de tres variedades de alfalfa (*Medicago sativa L.*) variedad California, Cuf 101 y Moapa 69 en tres pisos ecológicos en la provincia de Chincheros, Apurímac - 2023, en ella se observa que en el piso ecológico

de Cercado Uripa el promedio de N.º de rebrotes E12 de la variedad California es 5.33 u, de la variedad Cuf 101 es 5.56 u y de la variedad Moapa 69 es 5.33 u, mientras en el piso ecológico de San Miguel de Llimpe el promedio de N.º de rebrotes E12 de la variedad California es 4.45 u, de la variedad Cuf 101 es 3.66 u y de la variedad Moapa 69 es 3.44 u, y en el piso ecológico del Centro poblado Tejahuasi el promedio de N.º de rebrotes E12 de la variedad California es 4.22 u, de la variedad Cuf 101 es 5.11 u y de la variedad Moapa 69 es 4.66 u. La información consignada líneas arriba se puede visualizar gráficamente en la figura (20).

Figura 20

Promedios de Número de rebrotes al momento del tercer corte



Nota: Elaboración propia

Tabla 27

Análisis de varianza de los promedios de Número de rebrotes al momento del tercer corte

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	P valor	Sig.
Piso ecológico	2	0.6623	0.3311	3.096	0.0699	NS
Variedad de alfalfa	2	0.7576	0.3788	3.541	0.0505	NS
Piso ecológico: Variedad de alfalfa	4	0.1995	0.0499	0.466	0.7596	NS
Error	18	1.9253	0.1070			
Total	26	3.54	0.87			
C. V. (%)	5.77			Promedio	5.67	

Nota: Elaboración propia

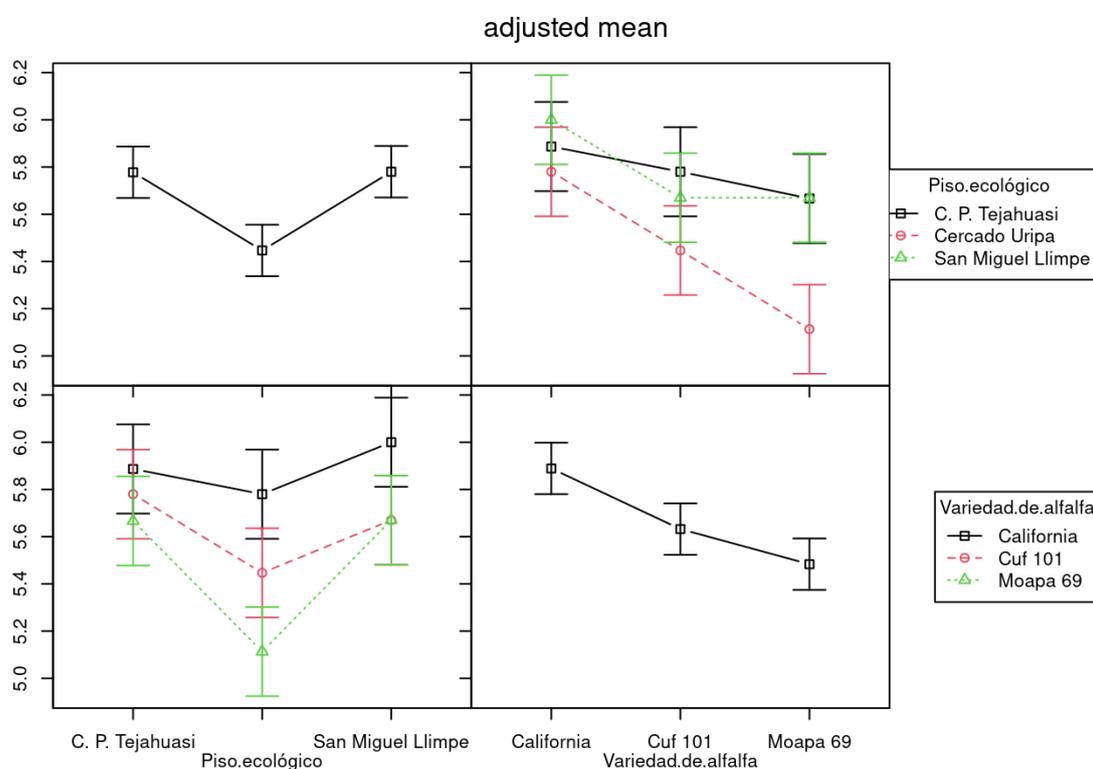
NS : No significativa

La tabla (27) muestra el análisis de varianza de los promedios de Número de rebrotes al momento del tercer corte en ella se observa que entre los pisos ecológicos tiene un P valor de 0.0699 mayor a 0.05, por lo tanto no existe diferencia entre los pisos ecológicos es decir los tratamientos son estadísticamente iguales, mientras que entre las variedades de alfalfa tiene un P valor de 0.0505 mayor a 0.05, por lo tanto no existe diferencia entre las variedades de alfalfa es decir los tratamientos son estadísticamente iguales, y entre la interacción de piso ecológico y variedad de alfalfa tiene un P valor de 0.7596 mayor a 0.05, por lo tanto no existe diferencia entre las interacciones de los dos factores es decir los tratamientos son estadísticamente iguales con un coeficiente de variación de 5.77%.

En la figura (21) se muestra la interacción de los promedios de los factores Piso ecológico y Variedad de alfalfa.

Figura 21

Interacción de los promedios de los dos factores de Número de rebrotes al momento del tercer corte



Nota: Elaboración propia

c) Número de hojas

Tabla 28

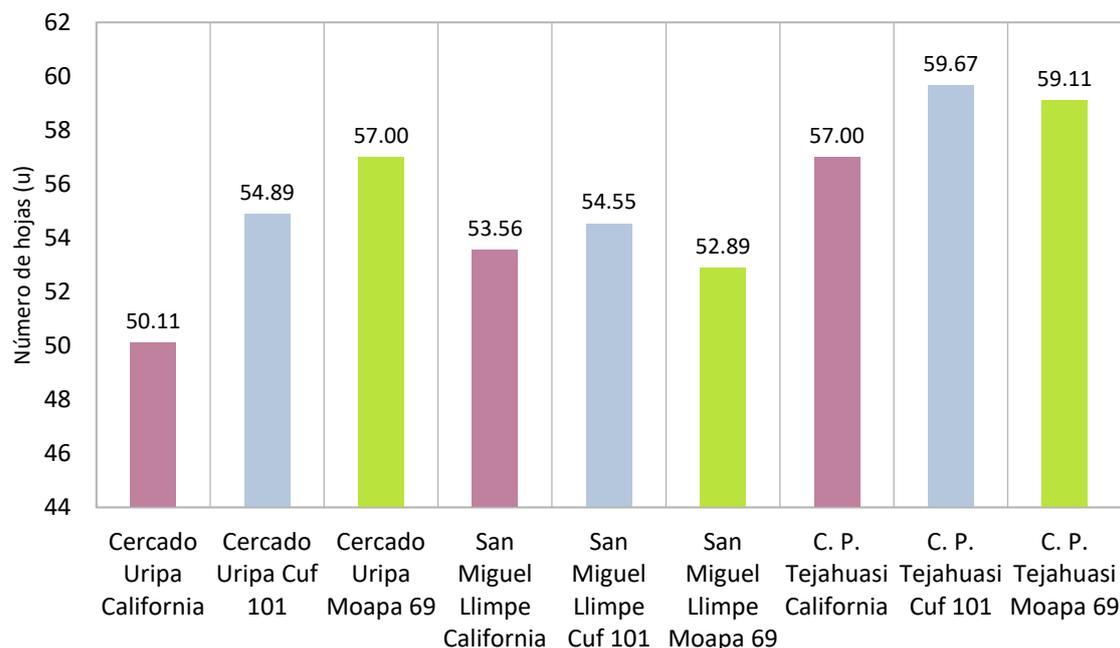
Datos observados de Número de hojas del tercer corte

	Cercado Uripa			San Miguel Llimpe			C. P. Tejahuasi		
	Californi a	Cuf 101	Moapa 69	Californi a	Cuf 101	Moapa 69	Californi a	Cuf 101	Moapa 69
T1	59.67	53.67	60.00	56.00	61.33	56.33	56.33	59.67	58.00
T2	43.67	58.67	58.67	55.00	48.00	48.00	61.33	53.33	53.33
T3	47.00	52.33	52.33	49.67	54.33	54.33	53.33	66.00	66.00
Total	150.34	164.67	171.00	160.67	163.66	158.66	170.99	179.00	177.33
Prom.	50.11	54.89	57.00	53.56	54.55	52.89	57.00	59.67	59.11
D. Est.	8.44	3.34	4.10	3.40	6.67	4.35	4.04	6.34	6.41

Nota: Elaboración propia

La tabla (28) muestra los datos observados de Número de hojas al momento del tercer corte realizada para el estudio del rendimiento de tres variedades de alfalfa (*Medicago sativa L.*) variedad California, Cuf 101 y Moapa 69 en tres pisos ecológicos en la provincia de Chincheros, Apurímac - 2023, en ella se observa que en el piso ecológico de Cercado Uripa el promedio de N.º de hojas E12 de la variedad California es 50.11 u, de la variedad Cuf 101 es 54.89 u y de la variedad Moapa 69 es 57 u, mientras en el piso ecológico de San Miguel de Llimpe el promedio de N.º de hojas E12 de la variedad California es 53.56u, de la variedad Cuf 101 es 54.55 u y de la variedad Moapa 69 es 52.89 u, y en el piso ecológico del Centro poblado Tejahuasi el promedio de N.º de hojas E12 de la variedad California es 57 u, de la variedad Cuf 101 es 59.67 u y de la variedad Moapa 69 es 59.11u.

La información consignada líneas arriba se puede visualizar gráficamente en la figura (22).

Figura 22*Promedios de Número de hojas al momento del tercer corte**Nota: Elaboración propia***Tabla 29***Análisis de varianza de los promedios de Número de hojas al momento del tercer corte*

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	P valor	Sig.
Piso ecológico	2	8.0	4.00	0.070	0.933	NS
Variedad de alfalfa	2	2.8	1.41	0.025	0.976	NS
Piso ecológico: Variedad de alfalfa	4	9.4	2.36	0.041	0.996	NS
Error	18	1031.7	57.32			
Total	26	1051.9	65.09			
C. V. (%)	10.8			Promedio	70.16	

Nota: Elaboración propia

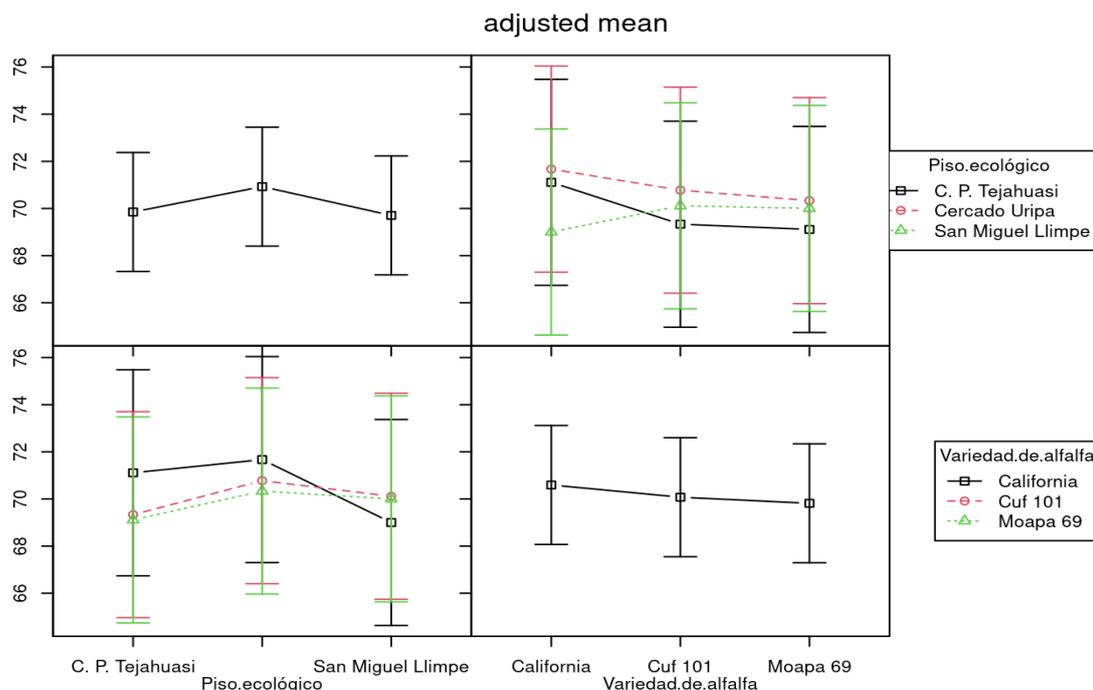
NS : No significativa

La tabla (29) muestra el análisis de varianza de los promedios de Número de hojas al momento del tercer corte en ella se observa que entre los pisos ecológicos tiene un P valor de 0.933 mayor a 0.05, por lo tanto no existe diferencia entre los pisos ecológicos es decir los tratamientos son estadísticamente iguales, mientras que entre las variedades de alfalfa tiene un P valor de 0.976 mayor a 0.05, por lo tanto no existe diferencia entre las variedades de alfalfa es decir los tratamientos son estadísticamente iguales, y entre la interacción de piso ecológico y variedad de alfalfa tiene un P valor de 0.996 mayor a 0.05, por lo tanto no existe diferencia entre las interacciones de los dos factores es decir los tratamientos son estadísticamente iguales con un coeficiente de variación de 10.8%.

En la figura (23) se muestra la interacción de los promedios de los factores Piso ecológico y Variedad de alfalfa.

Figura 23

Interacción de los promedios de los dos factores de Número de hojas al momento del tercer corte



Nota: Elaboración propia

d) Número de tallos (u/m^2)

Tabla 30

Datos observados de Número de tallos (u/m^2) del tercer corte

	Cercado Uripa			San Miguel Llimpe			C. P. Tejahuasi		
	Californi a	Cuf 101	Moapa 69	Californi a	Cuf 101	Moapa 69	Californi a	Cuf 101	Moapa 69
T1	585.00	602.00	822.00	595.00	608.00	824.00	662.00	700.00	304.00
T2	648.00	880.00	712.00	715.00	880.00	659.00	528.00	671.00	720.00
T3	632.00	614.00	732.00	627.00	610.00	737.00	613.00	465.00	532.00
Total	1,865.00	2,096.00	2,266.00	1,937.00	2,098.00	2,220.00	1,803.00	1,836.00	1,556.00
Prom.	621.67	698.67	755.33	645.67	699.33	740.00	601.00	612.00	518.67
D. Est.	32.75	157.15	58.59	62.14	156.40	82.54	67.80	128.10	208.32

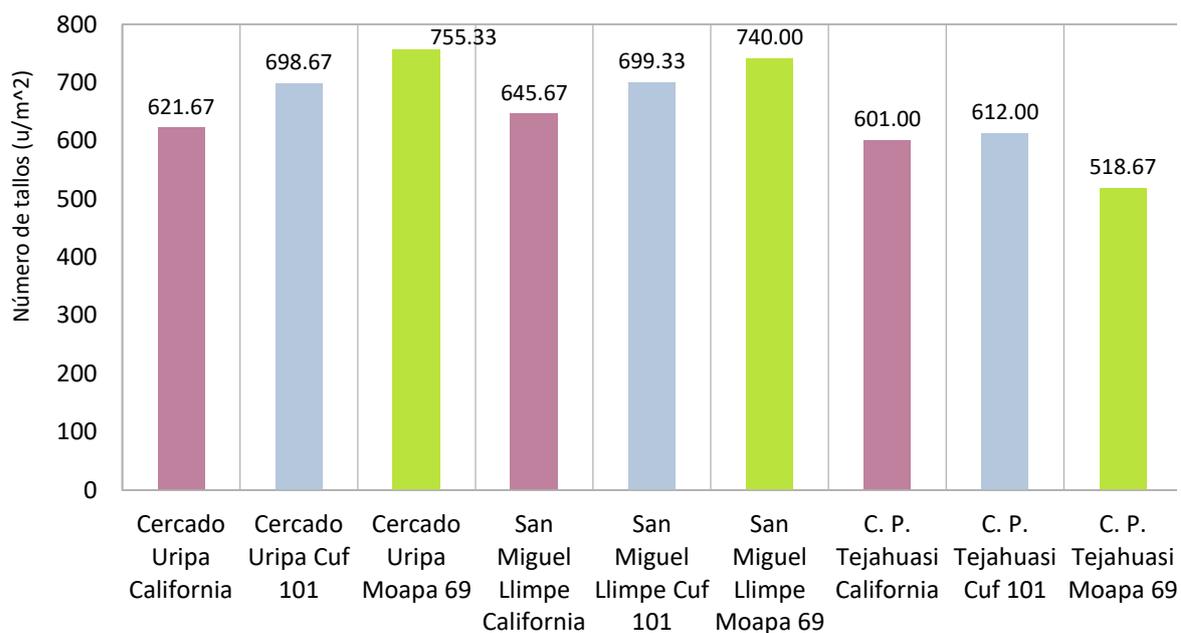
Nota: Elaboración propia

La tabla (30) muestra los datos observados de Número de tallos (u/m^2) al momento del tercer corte realizada para el estudio del rendimiento de tres variedades de alfalfa

(*Medicago sativa L.*) variedad California, Cuf 101 y Moapa 69 en tres pisos ecológicos en la provincia de Chincheros, Apurímac - 2023, en ella se observa que en el piso ecológico de Cercado Uripa el promedio de N.º de tallos E12 (u/m^2) de la variedad California es 621.67 u, de la variedad Cuf 101 es 698.67 u y de la variedad Moapa 69 es 755.33 u, mientras en el piso ecológico de San Miguel de Llimpe el promedio de N.º de tallos E12 (u/m^2) de la variedad California es 645.67 u, de la variedad Cuf 101 es 699.33 u y de la variedad Moapa 69 es 740 u, y en el piso ecológico del Centro poblado Tejahuasi el promedio de N.º de tallos E12 (u/m^2) de la variedad California es 601 u, de la variedad Cuf 101 es 612 u y de la variedad Moapa 69 es 518.67 u. La información consignada líneas arriba se puede visualizar gráficamente en la figura (24).

Figura 24

Promedios de Número de tallos al momento del tercer corte



Nota: Elaboración propia

Tabla 31

Análisis de varianza de los promedios de Número de tallos (u/m²) al momento del tercer corte

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	P valor	Sig.
Piso ecológico	2	14516	7258	1.492	0.251	NS
Variedad de alfalfa	2	12140	6070	1.248	0.311	NS
Piso ecológico: Variedad de alfalfa	4	14943	3736	0.768	0.560	NS
Error	18	87571	4865			
Total	26	129170	21929			
C. V. (%)	9.57			Promedio	729.07	

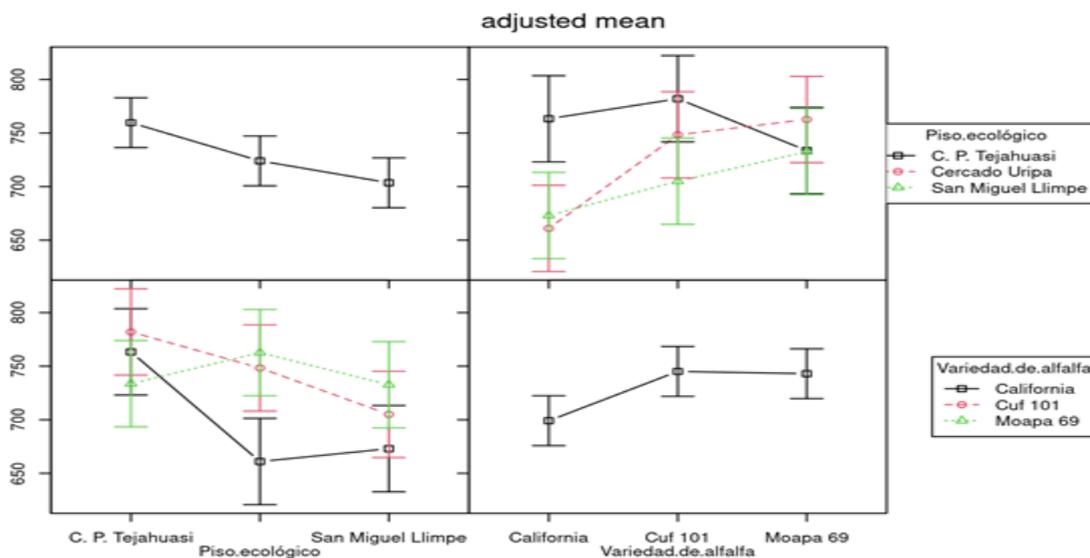
Nota: Elaboración propia

NS : No significativa

La tabla (31) muestra el análisis de varianza de los promedios de Número de tallos (u/m²) al momento del tercer corte en ella se observa que entre los pisos ecológicos tiene un P valor de 0.251 mayor a 0.05, por lo tanto no existe diferencia entre los pisos ecológicos es decir los tratamientos son estadísticamente iguales, mientras que entre las variedades de alfalfa tiene un P valor de 0.311 mayor a 0.05, por lo tanto no existe diferencia entre las variedades de alfalfa es decir los tratamientos son estadísticamente iguales, y entre la interacción de piso ecológico y variedad de alfalfa tiene un P valor de 0.56 mayor a 0.05, por lo tanto no existe diferencia entre las interacciones de los dos factores es decir los tratamientos son estadísticamente iguales con un coeficiente de variación de 9.57%. En la figura (25) se muestra la interacción de los promedios de los factores Piso ecológico y Variedad de alfalfa.

Figura 25

Interacción de los promedios de los dos factores de Número de tallos al momento del tercer corte



Nota: Elaboración propia

5.2.1. Rendimiento de alfalfa

PRIMER CORTE

a) Peso (Tn/ha)

Tabla 32

Datos observados de Peso (Tn/ha) del primer corte

	Cercado Uripa			San Miguel Llimpe			C. P. Tejahuasi		
	Californi a	Cuf 101	Moapa 69	Californi a	Cuf 101	Moapa 69	Californi a	Cuf 101	Moapa 69
T1	2.33	0.00	3.50	2.50	0.00	3.20	2.00	1.20	0.90
T2	2.78	3.70	3.36	3.00	3.80	3.50	1.10	1.80	2.10
T3	3.89	3.04	3.80	3.70	3.20	3.30	1.50	1.10	2.86
Total	9.00	6.74	10.66	9.20	7.00	10.00	4.60	4.10	5.86
Prom.	3.00	2.25	3.55	3.07	2.33	3.33	1.53	1.37	1.95
D. Est.	0.80	1.97	0.22	0.60	2.04	0.15	0.45	0.38	0.99

Nota: Elaboración propia

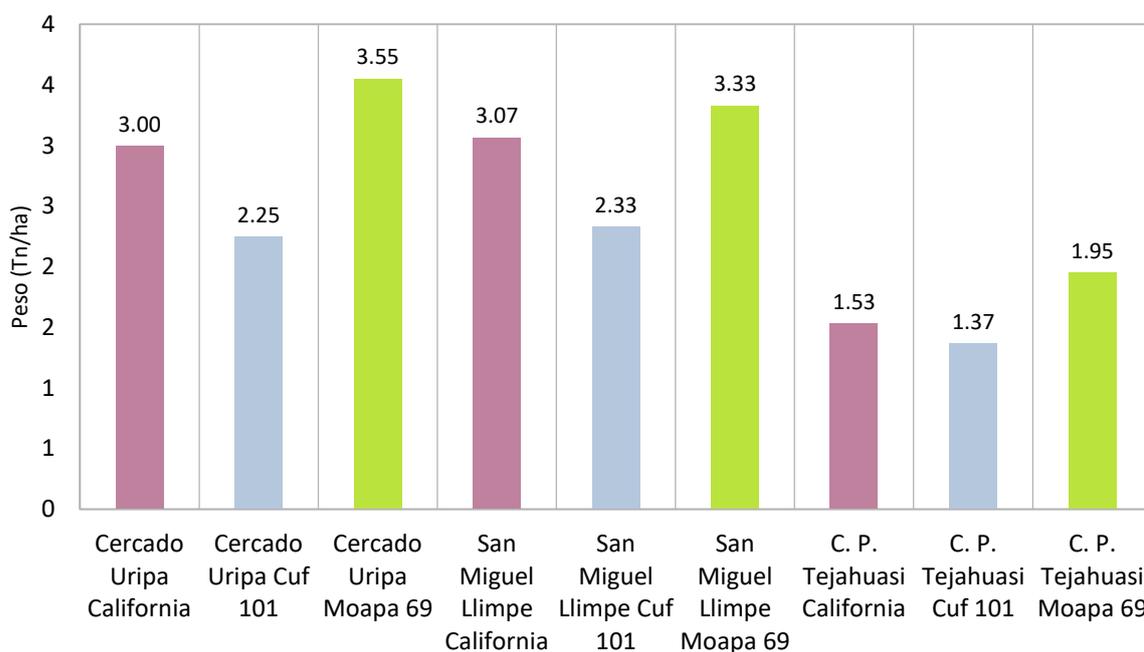
La tabla (32) muestra los datos observados de Peso (Tn/ha) al momento del primer corte realizada para el estudio del rendimiento de tres variedades de alfalfa (*Medicago sativa L.*) variedad California, Cuf 101 y Moapa 69 en tres pisos ecológicos en la provincia de Chincheros, Apurímac - 2023, en ella se observa que en el piso ecológico de Cercado Uripa el promedio de Peso E16 (Tn/ha) de la variedad California es 3Tn/ha, de la variedad Cuf 101 es 2.25 Tn/ha y de la variedad Moapa 69 es 3.55 Tn/ha, mientras en el piso

ecológico de San Miguel de Llimpe el promedio de Peso E16 (Tn/ha) de la variedad California es 3.07 Tn/ha, de la variedad Cuf 101 es 2.33 Tn/ha y de la variedad Moapa 69 es 3.33 Tn/ha, y en el piso ecológico del Centro poblado Tejahuasi el promedio de Peso E16 (Tn/ha) de la variedad California es 1.53Tn/ha, de la variedad Cuf 101 es 1.37 Tn/ha y de la variedad Moapa 69 es 1.95Tn/ha.

La información consignada líneas arriba se puede visualizar gráficamente en la figura (26).

Figura 26

Promedios de Peso (Tn/ha) al momento del primer corte



Nota: Elaboración propia

Tabla 33

Análisis de varianza de los promedios de Peso (Tn/ha) al momento del primer corte

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	P valor	Sig.
Piso ecológico	2	10.212	5.106	4.388	0.028	*
Variedad de alfalfa	2	4.214	2.107	1.811	0.192	NS
Piso ecológico: Variedad de alfalfa	4	0.524	0.131	0.113	0.976	NS
Error	18	20.946	1.164			
Total	26	35.9	8.51			
C. V. (%)	43.37			Promedio	2.49	

Nota: Elaboración propia

* : Significativa al 95% de confiabilidad

NS : No significativa

La tabla (33) muestra el análisis de varianza de los promedios de Peso (Tn/ha) al momento del primer corte en ella se observa que entre los pisos ecológicos tiene un P valor de 0.028 menor a 0,05, por lo tanto existe diferencia significativa entre al menos dos de los pisos ecológicos, mientras que entre las variedades de alfalfa tiene un P valor de 0.192 mayor a 0.05, por lo tanto no existe diferencia entre las variedades de alfalfa es decir los tratamientos son estadísticamente iguales, y entre la interacción de piso ecológico y variedad de alfalfa tiene un P valor de 0.976 mayor a 0.05, por lo tanto no existe diferencia entre las interacciones de los dos factores es decir los tratamientos son estadísticamente iguales con un coeficiente de variación de 43.37%.

En la figura (27) se muestra la interacción de los promedios de los factores Piso ecológico y Variedad de alfalfa.

Tabla 34

Comparación múltiple de Tukey (95% de confiabilidad) de los promedios de Peso (Tn/ha) al momento del primer corte

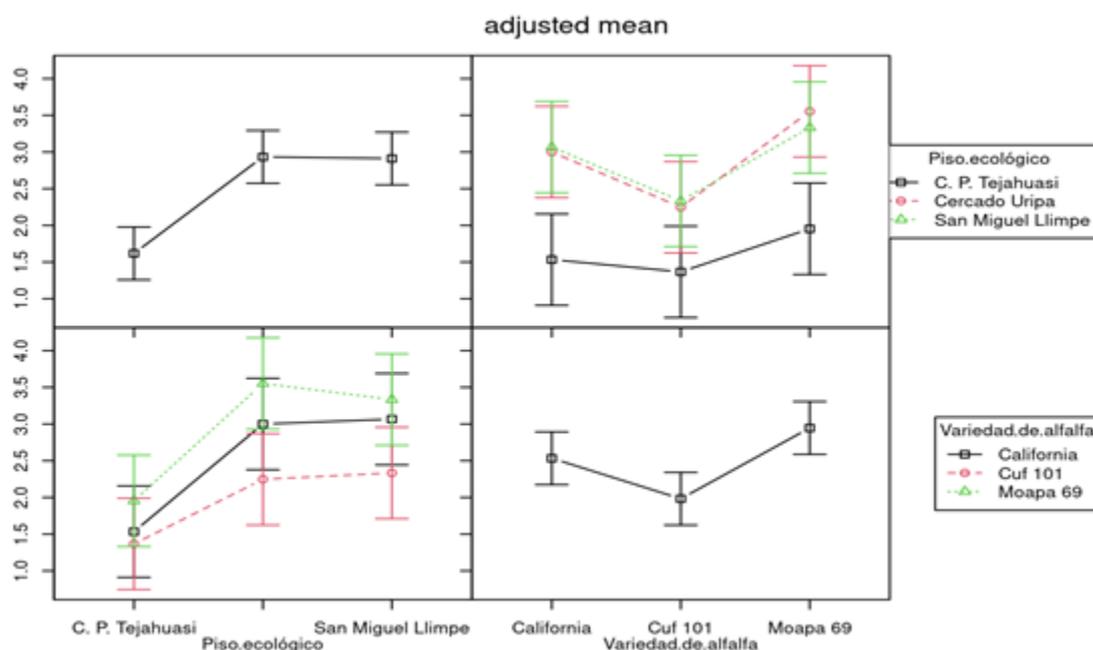
Piso ecológico	Promedio	grupo
Cercado Uripa	2.93	a
San Miguel Llimpe	2.91	ab
C. P. Tejahuasi	1.61	b

Nota: Elaboración propia

La tabla (34) muestra la comparación múltiple de Tukey a un nivel de confianza de 5% de los promedios de Peso (Tn/ha) al momento del primer corte en ella se observa que las medias de peso para Cercado Uripa (a) y San Miguel Llimpe (ab) son significativamente iguales ($p > 0.05$). El peso es similar en Cercado Uripa y San Miguel Llimpe. La media de peso para C.P. Tejahuasi (b) es significativamente menor que la media de peso para Cercado Uripa (a) y San Miguel Llimpe (ab) ($p < 0.05$). El peso es menor en C.P. Tejahuasi que en Cercado Uripa y San Miguel Llimpe.

Figura 27

Interacción de los promedios de los dos factores de Peso (Tn/ha) al momento del primer corte



Nota: Elaboración propia

SEGUNDO CORTE

a) Peso (Tn/ha)

Tabla 35

Datos observados de Peso (Tn/ha) del segundo corte

	Cercado Uripa			San Miguel Llimpe			C. P. Tejahuasi		
	Californi a	Cuf 101	Moapa 69	Californi a	Cuf 101	Moapa 69	Californi a	Cuf 101	Moapa 69
T1	13.40	10.75	12.15	15.15	13.16	14.75	5.60	4.55	1.55
T2	13.97	13.70	11.65	12.65	17.70	14.25	2.40	3.70	5.20
T3	13.62	14.68	12.70	12.65	14.90	14.72	2.35	3.20	3.85
Total	40.99	39.13	36.50	40.45	45.76	43.72	10.35	11.45	10.60
Prom.	13.66	13.04	12.17	13.48	15.25	14.57	3.45	3.82	3.53
D. Est.	0.29	2.05	0.53	1.44	2.29	0.28	1.86	0.68	1.85

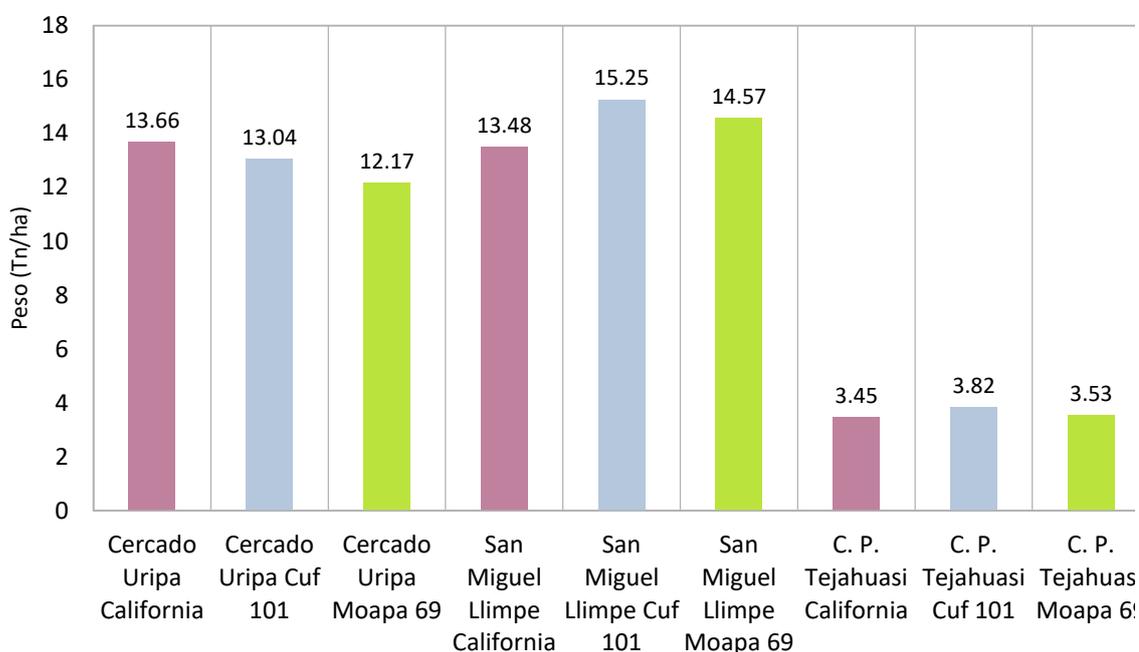
Nota: Elaboración propia

La tabla (35) muestra los datos observados de Peso (Tn/ha) al momento del segundo corte realizada para el estudio del rendimiento de tres variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) variedad California, Cuf 101 y Moapa 69 en tres pisos ecológicos en la provincia de Chincheros, Apurímac - 2023, en ella se observa que en el piso ecológico de Cercado Uripa el promedio de Peso E12 (Tn/ha) de la variedad California es 13.66

Tn/ha, de la variedad Cuf 101 es 13.04 Tn/ha y de la variedad Moapa 69 es 12.17 Tn/ha, mientras en el piso ecológico de San Miguel de Llimpe el promedio de Peso E12 (Tn/ha) de la variedad California es 13.48 Tn/ha, de la variedad Cuf 101 es 15.25 Tn/ha y de la variedad Moapa 69 es 14.57 Tn/ha, y en el piso ecológico del Centro poblado Tejahuasi el promedio de Peso E12 (Tn/ha) de la variedad California es 3.45 Tn/ha, de la variedad Cuf 101 es 3.82 Tn/ha y de la variedad Moapa 69 es 3.53 Tn/ha. La información consignada líneas arriba se puede visualizar gráficamente en la figura (28).

Figura 28

Promedios de Peso (Tn/ha) al momento del segundo corte



Nota: Elaboración propia

Tabla 36

Análisis de varianza de los promedios de Peso (Tn/ha) al momento del segundo corte

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	P valor	Sig.
Piso ecológico	2	621.6	310.78	144.994	0.000	**
Variedad de alfalfa	2	1.9	0.97	0.450	0.644	NS
Piso ecológico: Variedad de alfalfa	4	6.5	1.62	0.754	0.568	NS
Error	18	38.6	2.14			
Total	26	668.6	315.51			
C. V. (%)	14.17			Promedio	10.33	

Nota: Elaboración propia

** : Significativa al 99.9% de confiabilidad

NS : No significativa

La tabla (36) muestra el análisis de varianza de los promedios de Peso (Tn/ha) al momento del segundo corte en ella se observa que entre los pisos ecológicos tiene un P valor de 0.000 menor a 0.001, por lo tanto existe diferencia altamente significativa entre al menos dos de los pisos ecológicos, mientras que entre las variedades de alfalfa tiene un P valor de 0.644 mayor a 0.05, por lo tanto no existe diferencia entre las variedades de alfalfa es decir los tratamientos son estadísticamente iguales, y entre la interacción de piso ecológico y variedad de alfalfa tiene un P valor de 0.568 mayor a 0.05, por lo tanto no existe diferencia entre las interacciones de los dos factores es decir los tratamientos son estadísticamente iguales con un coeficiente de variación de 14.17%.

En la figura (29) se muestra la interacción de los promedios de los factores Piso ecológico y Variedad de alfalfa.

Tabla 37

Comparación múltiple de Tukey (95% de confiabilidad) de los promedios de Peso (Tn/ha) al momento del segundo corte

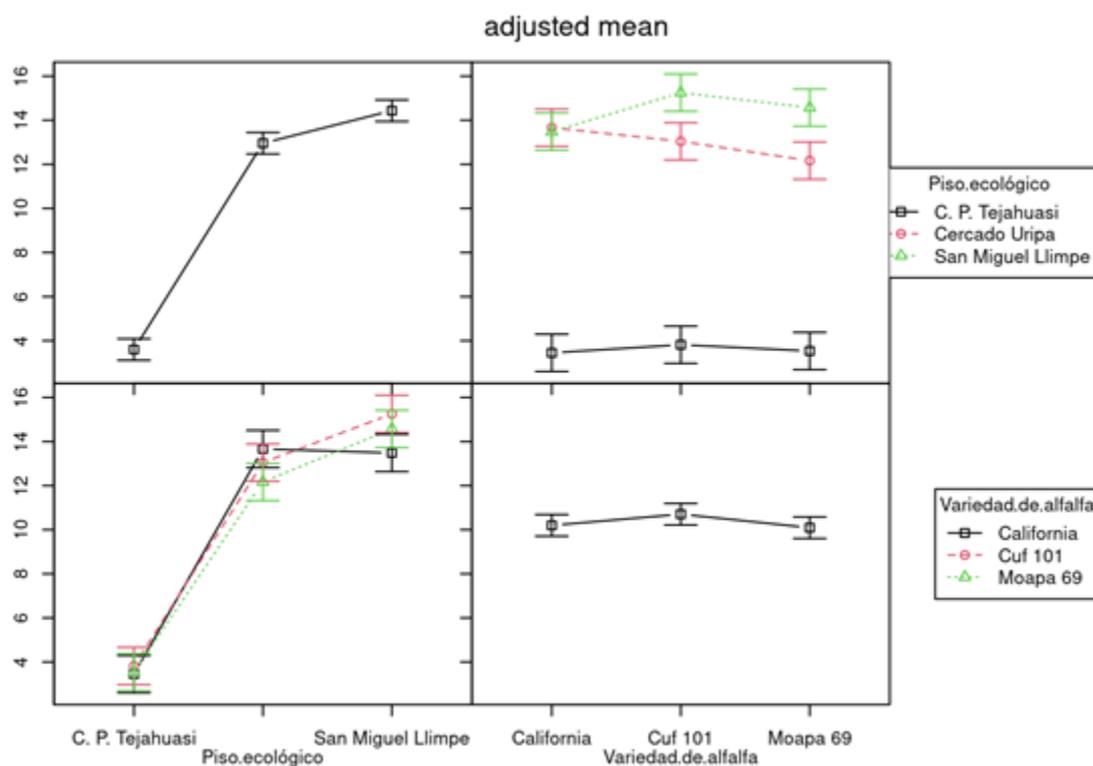
Piso ecológico	Promedio	grupo
San Miguel Llimpe	14.43	a
Cercado Uripa	12.96	a
C. P. Tejahuasi	3.60	b

Nota: Elaboración propia

La tabla (37) muestra la comparación múltiple de Tukey a un nivel de confianza de 5% de los promedios de Peso (Tn/ha) al momento del segundo corte en ella se observa que las medias de peso para San Miguel Llimpe (a) y Cercado Uripa (a) son significativamente iguales ($p > 0.05$). El peso es similar en San Miguel Llimpe y Cercado Uripa. La media de peso para C.P. Tejahuasi (b) es significativamente menor que la media de peso para San Miguel Llimpe (a) y Cercado Uripa (a) ($p < 0.05$). El peso es menor en C.P. Tejahuasi que en San Miguel Llimpe y Cercado Uripa.

Figura 29

Interacción de los promedios de los dos factores de Peso (Tn/ha) al momento del segundo corte.



Nota: Elaboración propia

TERCER CORTE

a) Peso (Tn/ha)

Tabla 38

Datos observados de Peso (Tn/ha) del tercer corte

	Cercado Uripa			San Miguel Llimpe			C. P. Tejahuasi		
	Californi a	Cuf 101	Moapa 69	Californi a	Cuf 101	Moapa 69	Californi a	Cuf 101	Moapa 69
T1	12.60	13.30	14.50	14.25	15.68	15.87	10.80	8.66	8.05
T2	18.40	14.20	18.90	15.80	16.50	15.60	8.99	13.47	10.49
T3	14.10	19.30	15.90	13.59	15.20	14.95	9.45	11.88	8.86
Total	45.10	46.80	49.30	43.64	47.38	46.42	29.24	34.01	27.40
Prom.	15.03	15.60	16.43	14.55	15.79	15.47	9.75	11.34	9.13
D. Est.	3.01	3.24	2.25	1.13	0.66	0.47	0.94	2.45	1.24

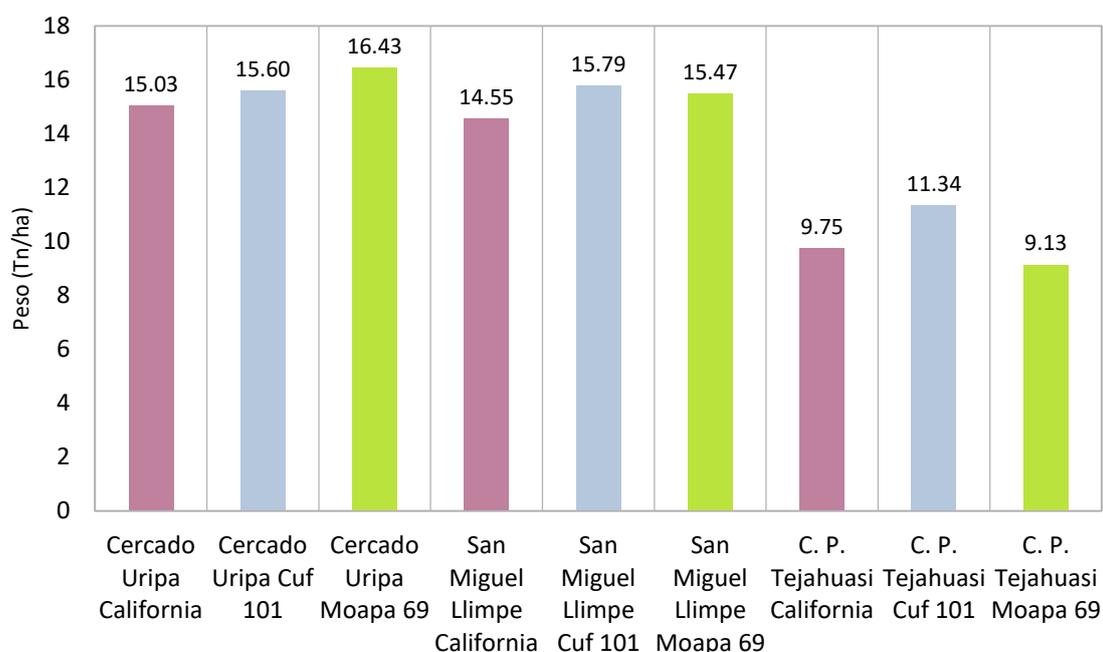
Nota: Elaboración propia

La tabla (38) muestra los datos observados de Peso (Tn/ha) al momento del tercer corte realizada para el estudio del rendimiento de tres variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) variedad California, Cuf 101 y Moapa 69 en tres pisos ecológicos en la provincia

de Chincheros, Apurímac - 2023, en ella se observa que en el piso ecológico de Cercado Uripa el promedio de Peso E18 (Tn/ha) de la variedad California es 15.03 Tn/ha, de la variedad Cuf 101 es 15.60 Tn/ha y de la variedad Moapa 69 es 16.43 Tn/ha, mientras en el piso ecológico de San Miguel de Llimpe el promedio de Peso E18 (Tn/ha) de la variedad California es 14.55 Tn/ha, de la variedad Cuf 101 es 15.79 Tn/ha y de la variedad Moapa 69 es 15.47 Tn/ha, y en el piso ecológico del Centro poblado Tejahuasi el promedio de Peso E18 (Tn/ha) de la variedad California es 9.75 Tn/ha, de la variedad Cuf 101 es 11.34 Tn/ha y de la variedad Moapa 69 es 9.13 Tn/ha. La información consignada líneas arriba se puede visualizar gráficamente en la figura (30).

Figura 30

Promedios de Peso (Tn/ha) al momento del tercer corte



Nota: Elaboración propia

Tabla 39

Análisis de varianza de los promedios de Peso (Tn/ha) al momento del tercer corte

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	P valor	Sig.
Piso ecológico	2	176.25	88.12	22.684	0.000	**
Variedad de alfalfa	2	5.79	2.90	0.745	0.489	NS
Piso ecológico:Variedad de alfalfa	4	7.46	1.86	0.480	0.750	NS
Error	18	69.93	3.88			
Total	26	259.43	96.76			
C. V. (%)	14.41			Promedio	13.68	

Nota: Elaboración propia

** : Significativa al 99.9% de confiabilidad

NS : No significativa

La tabla (39) muestra el análisis de varianza de los promedios de Peso (Tn/ha) al momento del tercer corte en ella se observa que entre los pisos ecológicos tiene un P valor de 0.000 menor a 0.001, por lo tanto existe diferencia altamente significativa entre al menos dos de los pisos ecológicos, mientras que entre las variedades de alfalfa tiene un P valor de 0.489 mayor a 0.05, por lo tanto no existe diferencia entre las variedades de alfalfa es decir los tratamientos son estadísticamente iguales, y entre la interacción de piso ecológico y variedad de alfalfa tiene un P valor de 0.75 mayor a 0.05, por lo tanto no existe diferencia entre las interacciones de los dos factores es decir los tratamientos son estadísticamente iguales con un coeficiente de variación de 14.41%.

En la figura (31) se muestra la interacción de los promedios de los factores Piso ecológico y Variedad de alfalfa.

Tabla 40

Comparación múltiple de Tukey (95% de confiabilidad) de los promedios de Peso (Tn/ha) al momento del tercer corte

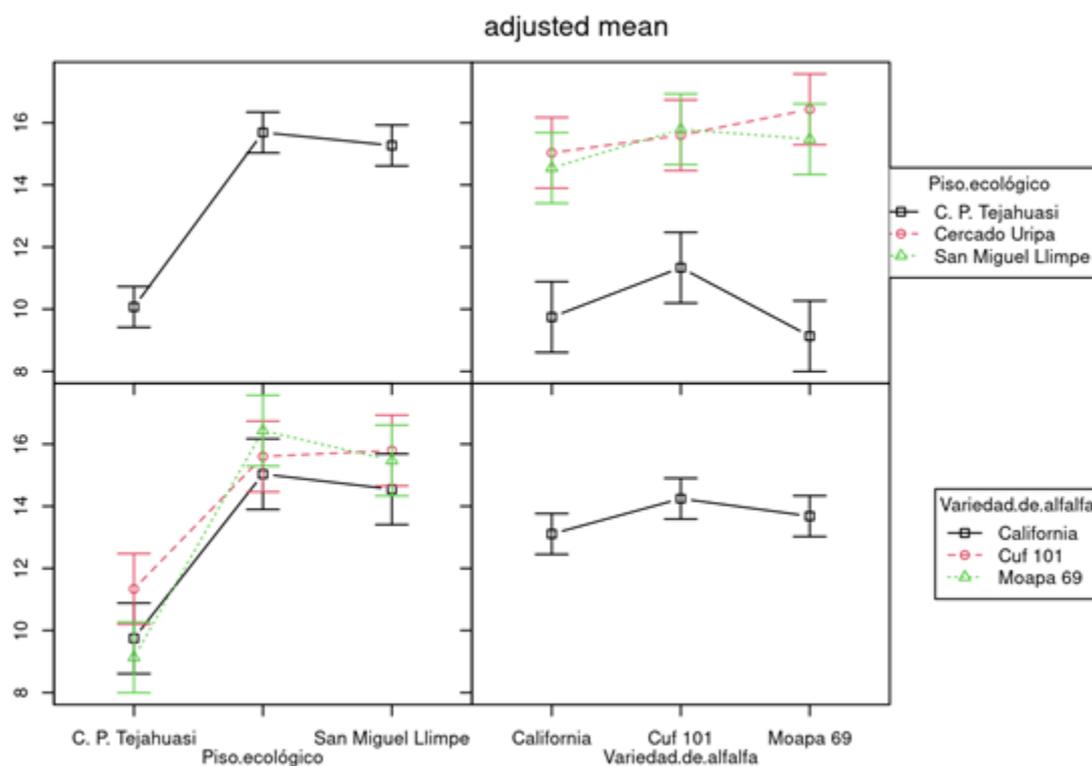
Piso ecológico	Promedio	grupo
Cercado Uripa	15.69	a
San Miguel Llimpe	15.27	a
C. P. Tejahuasi	10.07	b

Nota: Elaboración propia

La tabla (40) muestra la comparación múltiple de Tukey a un nivel de confianza de 5% de los promedios de Peso (Tn/ha) al momento del tercer corte en ella se observa que las medias de peso para Cercado Uripa (a) y San Miguel Llimpe (a) son significativamente iguales ($p > 0.05$). El peso es similar en Cercado Uripa y San Miguel Llimpe. La media de peso para C.P. Tejahuasi (b) es significativamente menor que la media de peso para Cercado Uripa (a) y San Miguel Llimpe (a) ($p < 0.05$). El peso es menor en C.P. Tejahuasi que en Cercado Uripa y San Miguel Llimpe.

Figura 31

Interacción de los promedios de los dos factores de Peso (Tn/ha) al momento del tercer corte



Nota: Elaboración propia

5.2. Discusión

En el estudio realizado por Rojas-García (2017) en México las variedades Júpiter y Cuf 101 obtuvieron los mayores rendimientos de forraje, con 20,275 y 13,350 kg de materia seca por hectárea, respectivamente. La relación hoja: tallo fue mayor en la variedad Cuf 101 y menor en Júpiter. En cuanto al peso por tallo, Júpiter presentó los valores más altos, mientras que Cuf 101 mostró los más bajos. Júpiter y Atlxco presentaron la mayor densidad de tallos, con 641 tallos por m², mientras que Cuf 101 mostró la menor densidad, con 417 tallos por m². Durante el otoño e invierno se observó una mayor cantidad de hojas, mientras que en primavera aumentó la presencia de arvenses en la variedad Cuf 101, sin embargo, no han abordado la soportabilidad de dichos forrajes. Por otro lado, el estudio realizado por Montes Cruz et al. (2016) el mayor rendimiento de materia seca se registró a los 49 días de rebrote en primavera, verano y otoño, con 2,794 kg, 2,680 kg y 2,116 kg de materia seca

por hectárea, respectivamente. En invierno, el mayor rendimiento se alcanzó a los 42 días, con 3,416 kg de materia seca por hectárea. Además, se observaron las mayores tasas de crecimiento (61 kg de materia seca por hectárea por día) y la menor relación hoja: tallo durante el invierno, también Apráez-Guerrero et al. (2008) menciona que la ganancia de peso, la conversión alimenticia, el consumo de alimento y materia seca, así como el porcentaje de rendimiento de la canal y la composición nutricional de la carne, fueron adecuados en general. Sin embargo, en este trabajo de investigación se ha encontrado que, en el primer corte de la alfalfa, existe una diferencia significativa en las alturas de las plantas entre las localidades de Cercado Uripa y San Miguel Llimpe, con 0.75 metros y 0.4 metros respectivamente, siendo mayor la altura en Cercado Uripa. Además, la altura media en C.P. Tejahuasi (0.27 metros) fue significativamente inferior a las de Cercado Uripa y San Miguel Llimpe. En cuanto al número de hojas, se observó una disparidad significativa entre San Miguel Llimpe (47.18 hojas) y C.P. Tejahuasi (28.67 hojas), siendo mayor en San Miguel Llimpe. Por otro lado, la cantidad media de hojas en Cercado Uripa (14.30 hojas) fue significativamente menor que en San Miguel Llimpe. Respecto al número de tallos por metro cuadrado, no se encontraron diferencias significativas entre Cercado Uripa (417.45 tallos) y San Miguel Llimpe (413.11 tallos), indicando similitud en este aspecto. Sin embargo, la media de tallos por metro cuadrado en C.P. Tejahuasi (285.33 tallos) fue significativamente inferior a la de Cercado Uripa y San Miguel Llimpe. En el segundo corte de la alfalfa, las alturas medias en Cercado Uripa (68.78 cm) y C.P. Tejahuasi (64.78 cm) fueron similares, mientras que la altura media en San Miguel Llimpe (64.37 cm) fue significativamente menor que en Cercado Uripa, pero comparable a la de C.P. Tejahuasi. En el tercer corte de la alfalfa, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en las alturas de las plantas, el número de hojas y el número de tallos por metro cuadrado entre los tres pisos ecológicos. En cuanto al rendimiento de la alfalfa, en el primer corte, los promedios de peso en Cercado Uripa (2.93 kg) y San Miguel Llimpe (2.91 kg) fueron estadísticamente similares, lo que indica que el peso fue comparable en ambas ubicaciones. Sin embargo, la media de peso para C.P. Tejahuasi (1.61 kg) fue

significativamente inferior a la de Cercado Uripa, aunque similar a la de San Miguel Llimpe. En el segundo corte de alfalfa, las medias de peso para San Miguel Llimpe (14.43 kg) y Cercado Uripa (12.96 kg) fueron estadísticamente equivalentes ($p > 0.05$), lo que sugiere que el peso en San Miguel Llimpe y Cercado Uripa fue comparable. Por otro lado, la media de peso para C.P. Tejahuasi (3.6 kg) fue significativamente menor que la media de peso para Cercado Uripa y San Miguel Llimpe. En el tercer corte de alfalfa, los promedios de peso para Cercado Uripa (15.69 kg) y San Miguel Llimpe (15.27 kg) fueron estadísticamente idénticos ($p > 0.05$). Sin embargo, la media de peso para C.P. Tejahuasi (10.07 kg) fue significativamente inferior tanto a la media de peso para Cercado Uripa como a la de San Miguel Llimpe ($p < 0.05$).

VI. Conclusiones

- En el primer corte de la alfalfa, se evidencia una diferencia significativa en las alturas medias de las plantas entre Cercado Uripa (75 cm) y San Miguel Llimpe (40 cm), siendo mayor la altura en Cercado Uripa. Además, la altura media en C.P. Tejahuasi (27 cm) es significativamente inferior a las de Cercado Uripa y San Miguel Llimpe. Respecto al número de hojas, se observa una disparidad significativa entre San Miguel Llimpe (47.18 u) y C.P. Tejahuasi (28.67 u), siendo mayor en San Miguel Llimpe. Por otro lado, la cantidad media de hojas en Cercado Uripa (14.30 u) es significativamente menor que en San Miguel Llimpe. En cuanto al número de tallos por metro cuadrado, no se encontraron diferencias significativas entre Cercado Uripa (417.45 u) y San Miguel Llimpe (413.11 u), indicando similitud en este aspecto. Sin embargo, la media de tallos por metro cuadrado en C.P. Tejahuasi (285.33 u) es significativamente inferior a la de Cercado Uripa y San Miguel Llimpe. En el segundo corte de alfalfa, las alturas medias en Cercado Uripa (68.78 cm) y C.P. Tejahuasi (64.78cm) son similares, mientras que la altura media en San Miguel Llimpe (64.37cm) es significativamente menor que en Cercado Uripa, pero comparable a la de C.P. Tejahuasi. En el tercer corte de alfalfa, la altura de planta no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, en número de hojas y en número de tallos por metro cuadrado entre los tres pisos ecológicos.
- En cuanto al rendimiento de la alfalfa, en el primer corte, los promedios de peso en Cercado Uripa (2.93 Tn/ha) y San Miguel Llimpe (2.91 Tn/ha) son estadísticamente similares, lo que indica que el peso es comparable en ambas ubicaciones. Sin embargo, la media de peso para C.P. Tejahuasi (1.61 Tn/ha) es significativamente inferior a la de Cercado Uripa, aunque similar a la de San Miguel Llimpe. En el segundo corte de alfalfa, las medias de peso para San Miguel Llimpe (14.43 Tn/ha) y Cercado Uripa (12.96 Tn/ha) son estadísticamente equivalentes ($p > 0.05$), lo que sugiere que el peso en San

Miguel Llimpe y Cercado Uripa es comparable. Por otro lado, la media de peso para C.P. Tejahuasi (3.6 Tn/ha) es significativamente menor que la media de peso para Cercado Uripa y San Miguel Llimpe. En el tercer corte de alfalfa, el peso promedio para Cercado Uripa (15.69 Tn/ha) y San Miguel Llimpe (15.27 Tn/ha) son estadísticamente idénticos ($p > 0.05$). Sin embargo, la media de peso para C.P. Tejahuasi (10.07 Tn/ha) es significativamente inferior tanto a la media de peso para Cercado Uripa como a la de San Miguel Llimpe ($p < 0.05$).

VII. Recomendaciones

- Para el primer corte, se sugiere considerar prácticas de manejo que favorezcan alturas de planta más altas, ya que en Cercado Uripa se observa una altura significativamente mayor en comparación con San Miguel Llimpe.
- Dado que el número de hojas es significativamente mayor en San Miguel Llimpe, se sugiere adoptar estrategias que promuevan un aumento en el número de hojas para mejorar el rendimiento de la alfalfa en general.
- Aunque las medias de Número de tallos (u/m^2) son estadísticamente iguales en Cercado Uripa y San Miguel Llimpe, se debe prestar atención a la diferencia significativa en C.P. Tejahuasi, donde el Número de tallos (u/m^2) es inferior. Esto podría indicar la necesidad de ajustar las prácticas de manejo en esta ubicación.
- En relación al rendimiento, se destaca que en cada corte las condiciones varían. Para el primer corte, donde los pesos son parecidos en Cercado Uripa y San Miguel Llimpe, se sugiere mantener las prácticas de manejo de alfalfa que han contribuido a esta similitud. Sin embargo, en C.P. Tejahuasi, donde el peso es inferior, se recomienda adoptar estrategias para mejorar su rendimiento.
- En el segundo y tercer corte, donde el peso promedio es comparable entre San Miguel Llimpe y Cercado Uripa, pero menor en C.P. Tejahuasi, se recomienda considerar adoptar las prácticas de San Miguel de Llimpe y Cercado Uripa en C.P. Tejahuasi, para mejorar los promedios de rendimiento.

VIII. Referencias

- AGROTENDENCIA, (2021). Pastos y forrajes: conoce sus tipos, producción y manejo
- Alabama, 2020. Catálogo de semillas de pastos y forrajes. Consultado 10 enero 2020.
Disponibile en <https://www.alabama.com.pe/>.
- Alam, M. S., & Ali, M. S. (2022). Effect of altitude on growth and yield of alfalfa (*Medicago sativa* L.) cultivars. *International Journal of Forestry Research*, 2022, 1-8.
- Aparicio, G., & López, E. (2010). Rendimiento de forraje de cuatro variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en dos pisos ecológicos del departamento de Junín.
- Argote, G. (2004). Cultivo de alfalfa, instalación, producción y manejo (en línea). Estación Experimental Illpa. Puno - Perú. CARE PERU. Consultado 10 ene 2020. Disponible en <https://n9.cl/9rwu>
- Bustillo E. (1995). Alfalfas de alta rentabilidad. Como lograrlo. Manual de divulgación técnica Buenos Aires Argentina.
- Chávez, J., & Quispe, J. (2011). Rendimiento de forraje de tres variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en dos pisos ecológicos del departamento de Cusco.
- Chávez, J., & Quispe, J. (2013). Rendimiento de forraje de tres variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en dos sistemas de manejo en el distrito de Urcos, provincia de Quispicanchi, departamento del Cusco.
- Meléndrez Neira, E. J. (2022). Evaluación de cuatro variedades de alfalfa (*Medicago sativa*), en el caserío Jicate, distrito y provincia de Huancabamba.
- Meléndrez Neira, E. J. (2022). Evaluación de cuatro variedades de alfalfa (*Medicago sativa*), en el caserío Jicate, distrito y provincia de Huancabamba.
- Montemayor Trejo, J. A., Woo Reza, J. L., Munguía López, J., Román López, A., Segura Castruita, M. Á., Yescas Coronado, P., & Frías Ramírez, E. (2012). Producción de

- alfalfa (*Medicago sativa* L.) cultivada con riego sub-superficial y diferentes niveles de fósforo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(7), 1321–1332.
- Montemayor Trejo, J. A., Woo Reza, J. L., Munguía López, J., Román López, A., Segura Castruita, M. Á., Yescas Coronado, P., & Frías Ramírez, E. (2012). Producción de alfalfa (*Medicago sativa* L.) cultivada con riego sub-superficial y diferentes niveles de fósforo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(7), 1321–1332.
- Montes Cruz, F. J., Castro Rivera, R., Aguilar Benítez, G., Sandoval Torres, S., & Solís Oba, M. M. (2016). Acumulación estacional de biomasa aérea de alfalfa Var. Oaxaca criolla (*Medicago sativa* L.). *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 7(4), 539–552.
- Montes Cruz, F. J., Castro Rivera, R., Aguilar Benítez, G., Sandoval Torres, S., & Solís Oba, M. M. (2016). Acumulación estacional de biomasa aérea de alfalfa Var. Oaxaca criolla (*Medicago sativa* L.). *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 7(4), 539–552.
- Muñoz, A., & Quispe, E. (2012). Evaluación de la respuesta de tres variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) a tres niveles de fertilización nitrogenada en el distrito de La Unión, provincia de Churcampa, departamento de Huancavelica.
- Ortiz Polo, B. Y. (2017). Evaluación de dos raciones alimenticias en el peso y edad óptima de empadre en cuyes hembras de la raza Perú (*cavia porcellus*), en Andahuaylas-Apurímac.
- Palomino León, D. E. (2010). Evaluación y determinación de la soportabilidad de los pastizales en la comunidad campesina de Yauli-La Oroya.
- Palomino León, D. E. (2010). Evaluación y determinación de la soportabilidad de los pastizales en la comunidad campesina de Yauli-La Oroya.
- Rojas-García, A. R., Torres-Salado, N., Joaquín-Cancino, S., Hernández-Garay, A., Maldonado-Peralta, M. de los Á., & Sánchez-Santillán, P. (2017). Componentes del

rendimiento en variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Agrociencia*, 51(7), 697–708.

Rojas-García, A. R., Torres-Salado, N., Joaquín-Cancino, S., Hernández-Garay, A., Maldonado-Peralta, M. de los Á., & Sánchez-Santillán, P. (2017). Componentes del rendimiento en variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Agrociencia*, 51(7), 697–708.

Ruiz, J (2 008) Recuperación de Praderas Naturales - Centro de Investigación

Sánchez-Rodríguez, S., García-Ortiz, C., & García-Cano, M. J. (2022). Yield and quality of alfalfa (*Medicago sativa* L.) as affected by altitude and harvest management. *Agronomy*, 12(3), 648.

Santana Yangali, A. A. (2009). Rendimiento de forraje en ocho variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en dos pisos ecológicos del departamento de Ayacucho.

Sulca Quispe, A. (2015). Producción en forraje de cinco variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L). Ticllas a 2395 msnm-Ayacucho.

Torejs La J H. (2007). Cultivo de Alfalfa en el Altiplano de Puno

Torres de la Jara, H. (2007). Cultivo de Alfalfa en el Altiplano de Puno (en línea). Consultado el 25 de abril 2020. Disponible en <https://n9.cl/v5up>

y Capacitación Campesina UNALM. Lima - Perú.

Yzarra, W., López, F. (2012). Manual de observaciones fenológicas (en línea). Consultado el 11 de abril 2020. Disponible en <https://n9.cl/kuvb>