



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

**“EVALUACIÓN DE LA ADAPTABILIDAD DE VARIEDADES DE ALFALFA
(*Medicago sativa* L.), IBARRA”.**

Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario

AUTOR:

JIMÉNEZ RIVERA FRANCISCO XAVIER

DIRECTORA:

Lcda. Ima Sumac Sánchez de Cespedés M. Sc

Ibarra 2022

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA

**“EVALUACIÓN DE LA ADAPTABILIDAD DE VARIEDADES DE ALFALFA
(*Medicago sativa* L.), IBARRA”.**

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como requisito parcial para obtener Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

APROBADO:

Lcda. Ima Sánchez, MSc.

DIRECTORA



FIRMA

Ing. Julia Prado, PhD.

MIEMBRO TRIBUNAL



FIRMA

Ing. María José Romero, MSc.

MIEMBRO TRIBUNAL



FIRMA

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN A
FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
Cédula de identidad:	100351463-3
Apellidos y nombres:	Jiménez Rivera Francisco Xavier
Dirección:	Ibarra, Av. 13 de Abril y Zaruma
Email:	fxjimenezr@utn.edu.ec
Teléfono fijo:	-

DATOS DE LA OBRA	
Título:	“Evaluación de la Adaptabilidad de variedades de alfalfa (<i>Medicago sativa</i> L.), Ibarra”.
Autor:	Jiménez Rivera Francisco Xavier
Fecha:	12 de mayo del 2022
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
Programa	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
Título por el que opta	Ingeniero Agropecuario
Directora	Lcda. Ima Sánchez M. Sc

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo, sin los derechos de autores terceros, por lo tanto, la obra es original y es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 06 días del mes de julio del 2022

AUTOR



.....
Francisco Xavier Jiménez Rivera
C.I.: 100351463-3

ACEPTACIÓN

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 06 días del mes de julio del 2022

Francisco Xavier Jiménez Rivera: Evaluación de la adaptabilidad de variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.), Ibarra. Ingeniero Agropecuario.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 06 días del mes de julio del 2022.

DIRECTOR (A): Lcda. Ima Sánchez M. Sc

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar la adaptabilidad de variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en Ibarra.

Entre los objetivos específicos se encuentran: 1.- Determinar las características agronómicas y productivas de las variedades en estudio. 2.- Evaluar la susceptibilidad a plagas y enfermedades más representativas de la alfalfa. 3.- Valorar el contenido nutricional de las variedades de alfalfa mediante análisis de laboratorio.

.....
Lcda. Ima Sánchez M. Sc.
Directora del Trabajo de Grado

.....
Jiménez Rivera Francisco Xavier
Autor

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios por darme la oportunidad de prepararme profesionalmente, además de mi sincera gratitud a la Universidad Técnica del Norte por darme la oportunidad de formarme en el campo de la ciencia y la investigación, a mi facultad Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Carrera Ingeniería Agropecuaria, que forma personas éticas y muy preparadas para la vida laboral.

Mi reconocimiento y agradecimiento a la Lcda. Ima Sánchez, Dra. Julia Prado, Ing. María José Romero y a la señora Marisita por brindarme su apoyo para poder culminar mis estudios y por ser guías en todo mi proceso universitario.

A mi familia, por ser mi apoyo constante, especialmente a mis padres Emma y Félix; mi esposa Viviana Garzón por ser mi compañera de vida y la persona que lucha junto a mí para que cumpla mis metas.

DEDICATORIA

Este trabajo de tesis se lo dedico a todas las personas que creyeron en mí, como lo son: mis padres Emma y Félix, mi esposa Viviana, mi primo Pablito, mis hermanos Alejandro y Carito; también en memoria de mis abuelitos Luchito y Celia que siempre supieron darme su cariño y enseñanzas para ser un hombre de bien. Al Dr. Manly Espinoza que descansa en paz, por ser un amigo sincero y ayudarme a pensar en grande.

Finalmente, a la Ing. María José Romero y Doña Marisita por no dejarme recaer hasta culminar mi proceso universitario, agradezco infinitamente su paciencia y haber estado siempre para escuchar y aconsejar.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	9
ÍNDICE DE TABLAS	10
RESUMEN	12
ABSTRACT.....	13
CAPÍTULO I	14
INTRODUCCIÓN	14
1.1 Antecedentes	14
1.2 Problema.....	15
1.3 Justificación.....	15
1.4 Objetivos	17
1.4.1 Objetivo general.....	17
1.4.2 Objetivos específicos.	17
1.4.3 Formulación de hipótesis	17
CAPÍTULO II.....	18
MARCO TEÓRICO	18
2.1 Pastos en el Ecuador.....	18
2.2 Alfalfa.....	18
2.2.1 Taxonomía	19
2.2.2 Descripción botánica.....	20
2.2.3 Características agronómicas.....	24
2.2.4 Contenido nutricional.....	24
2.2.5 Variedades más comunes en el Ecuador y sus principales características:	25
2.2.5.1 Abunda verde.....	25
2.2.5.2 California	25
2.2.5.3 CUF-101	25
2.2.5.4 Génesis.....	25
2.2.5.5 Moapa mejorada	26
2.2.5.6 Sceptre	26
2.2.5.7 SWL-8210	26
2.2.5.8 WL 528HQ	26
2.2.6 Variedades en estudio	27
2.2.6.1 Alfalfa Siriver	27

2.2.6.2	Alfalfa Altiva.....	27
2.2.7	Plagas	28
2.2.7.1	Pulgones (<i>Acyrtosiphon pisum</i> Harris.).....	28
2.2.7.2	Palomillas (<i>Loxostege sticticalis</i> L.).....	29
2.2.7.3	Gorgojo o picudo de la alfalfa (<i>Hypera postica</i> Gyll.).....	29
2.2.7.4	Gusano verde (<i>Phytonomus variabilis</i> H.)	31
2.2.7.5	Trips (<i>Frankliniella</i> sp.)	31
2.2.7.6	Ácaros (<i>Tetranychus</i> sp.).....	31
2.2.7.7	Nematodos (<i>Ditylenchus dispaci</i> Kuhn, <i>Pratylenchus penetrans</i> Cobb, <i>Meloidogine</i> sp.)	31
2.2.8	Enfermedades.....	31
2.2.8.1	Antracnosis (<i>Colletotrichum trifolii</i> Bain and Essary.).....	31
2.2.8.2	Roya de la alfalfa (<i>Uromyces striatus</i> J. Schröt).....	32
2.2.8.3	Peca (<i>Pseudopeziza medicaginis</i> Lib.)	32
2.2.8.4	Mildiu de la alfalfa (<i>Peronospora trifoliorum</i> de Bary).....	33
2.3	Marco legal.....	34
CAPÍTULO III.....		35
MARCO METODOLÓGICO.....		35
3.1	Caracterización del área de estudio	35
3.1.1	Ubicación política y geográfica del área de estudio	35
3.2	Materiales, equipos, insumos y herramientas.....	36
3.3	Métodos.....	37
3.3.1	Variedades.....	37
3.3.2	Diseño experimental	37
3.3.3	Análisis estadístico.....	38
3.4	Variables.....	38
3.4.1	Porcentaje de germinación (%G).....	39
3.4.2	Porcentaje de prendimiento.....	39
3.4.3	Altura de planta (AP).....	40
3.4.4	Tallos por planta.	40
3.4.5	Incidencia de enfermedades y plagas (IE-IP).	40
3.4.6	Rendimiento (Materia Verde).....	43
3.4.7	Rendimiento (Materia seca).....	43
3.4.8	Valor nutritivo de la alfalfa.....	44
3.5	Manejo específico del experimento.....	44

3.5.1	Siembra	44
3.5.2	Análisis de suelo del área definitiva	44
3.5.3	Preparación del suelo	45
3.5.4	Delimitación de parcelas	45
3.5.5	Fertilización	45
3.5.6	Trasplante.....	46
3.5.7	Deshierbas.....	46
3.5.8	Riego.....	47
3.5.9	Toma de muestras	47
CAPÍTULO IV		49
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		49
4.1	Porcentaje de germinación	49
4.2	Porcentaje de prendimiento.....	49
4.3	Altura de planta	51
4.4	Tallos por planta.....	52
4.5	Roya (<i>Uromyces striatus</i> J. Schröt).....	54
4.5.1	Incidencia de roya (<i>Uromyces striatus</i> J. Schröt).....	54
4.5.2	Severidad de roya (<i>Uromyces striatus</i> J. Schröt).....	55
4.6	Pulgón (<i>Acyrtosiphon pisum</i> Harris.).....	57
4.6.1	Incidencia de pulgón (<i>Acyrtosiphon pisum</i> Harris.)	57
4.6.2	Población de pulgón (<i>Acyrtosiphon pisum</i> Harris.).....	58
4.7	Palomilla (<i>Loxostege sticticalis</i> L.).....	59
4.7.1	Incidencia de palomilla (<i>Loxostege sticticalis</i> L.)	59
4.7.2	Población de palomilla (<i>Loxostege sticticalis</i> L.).....	60
4.8	Picudo (<i>Hypera postica</i> Gyll.)	61
4.8.1	Incidencia de picudo (<i>Hypera postica</i> Gyll.).....	61
4.8.2	Población de picudo (<i>Hypera postica</i> Gyll.).....	62
4.9	Rendimiento materia verde.	64
4.10	Rendimiento materia seca.....	65
4.11	Valor nutritivo.	67
CAPÍTULO V		68
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		68
5.1	Conclusiones	68
5.2	Recomendaciones.....	68
CAPÍTULO VI		69

BIBLIOGRAFÍA	69
CAPÍTULO VII	73
ANEXOS	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Superficie con labor agropecuaria 2020.	18
Figura 2 <i>Raíz de la alfalfa</i>	20
Figura 3 <i>Corona de la alfalfa</i>	21
Figura 4 <i>Tallo de alfalfa</i>	21
Figura 5 <i>Hojas de la alfalfa</i>	22
Figura 6 <i>Inflorescencia de la alfalfa</i>	22
Figura 7 <i>Flor de la alfalfa</i>	23
Figura 8 <i>Fruto de la alfalfa</i>	23
Figura 9 <i>Semilla de alfalfa</i>	23
Figura 10 <i>Pulgones de alfalfa (Acyrtosiphon pisum Harris.)</i>	28
Figura 11 <i>Palomilla de la alfalfa (Loxostege sticticalis L.)</i>	29
Figura 12 <i>Gorgojo o picudo de la alfalfa (Hypera postica Gyll.)</i>	30
Figura 13 <i>Roya de la alfalfa (Uromyces striatus J. Schröt.)</i>	32
Figura 14 <i>Peca de la alfalfa (Pseudopeziza medicaginis Lib.)</i>	33
Figura 15 <i>Mildiu de la alfalfa (Peronospora trifoliorum de Bary)</i>	33
Figura 16 <i>Mapa de ubicación del experimento</i>	36
Figura 17 <i>Diseño de bloques completamente al azar</i>	38
Figura 18 <i>Germinación de variedades de alfalfa</i>	39
Figura 19 <i>Plantas de alfalfa luego del trasplante</i>	39
Figura 20 <i>Medición de plantas seleccionadas para toma de datos</i>	40
Figura 21 <i>Conteo de tallos de cada planta seleccionada para evaluación</i>	40
Figura 22 <i>Incidencia de roya (Uromyces striatus J. Schröt) en el cultivo de alfalfa</i>	41
Figura 23 <i>Incidencia de pulgón (Acyrtosiphon pisum Harris.) en el cultivo</i>	42
Figura 24 <i>Incidencia de picudo (Hypera postica Gyll.) de la alfalfa</i>	43
Figura 25 <i>Delimitación y distribución de las unidades experimentales</i>	45
Figura 26 <i>Trasplante de plántulas de alfalfa</i>	46
Figura 27 <i>Riego de las unidades experimentales</i>	47
Figura 28 <i>Corte una vez alcanzado el 10% de floración</i>	48
Figura 29 <i>Análisis de varianza para la variable altura de la planta</i>	52

Figura 30 <i>Análisis de varianza para la variable tallos por planta.</i>	53
Figura 31 <i>Análisis de varianza para variable incidencia de roya (Uromyces striatus J. Schröt).</i>	55
Figura 32 <i>Análisis de varianza para variable severidad de roya (Uromyces striatus J. Schröt).</i>	56
Figura 33 <i>Análisis de varianza para variable incidencia de pulgón (Acyrtosiphon pisum Harris.).</i>	58
Figura 34 <i>Análisis de varianza para variable población de pulgón (Acyrtosiphon pisum Harris.).</i>	59
Figura 35 <i>Análisis de varianza para variable incidencia de palomilla (Loxostege sticticalis L.).</i>	60
Figura 36 <i>Análisis de varianza para variable incidencia de palomilla (Loxostege sticticalis L.).</i>	61
Figura 37 <i>Análisis de varianza para variable incidencia de picudo (Hypera postica Gyll.).</i> ..	62
Figura 38 <i>Análisis de varianza para variable incidencia de picudo (Hypera postica Gyll.).</i> ..	63
Figura 39 <i>Análisis de varianza para la variable materia verde (kg ha-1)</i>	65
Figura 40 <i>Análisis de varianza para la variable materia seca (kg ha-1)</i>	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Clasificación taxonómica de la alfalfa (Medicago sativa L.).</i>	19
Tabla 2 <i>Características agronómicas de la alfalfa.</i>	24
Tabla 3 <i>Contenido nutricional de algunas variedades de alfalfa.</i>	24
Tabla 4 <i>Ubicación política y geográfica del área de estudio.</i>	35
Tabla 5 <i>Materiales, insumos y equipos.</i>	36
Tabla 6 <i>Variedades en estudio.</i>	37
Tabla 7 <i>Análisis de varianza (ANOVA) para adaptación de variedades de alfalfa.</i>	38
Tabla 8 <i>Umbral económico pulgón verde en alfalfa (Acyrtosiphon pisum Harris.).</i>	42
Tabla 9 <i>Contenido de nutrientes en el suelo y requerimientos del cultivo.</i>	45
Tabla 10 <i>Cantidad de cada fertilizante para el cultivo.</i>	46
Tabla 11 <i>Necesidades hídricas cultivo de alfalfa.</i>	47
Tabla 12 <i>Resultados de porcentaje de germinación.</i>	49
Tabla 13 <i>Análisis de varianza de porcentaje de prendimiento en la adaptabilidad de variedades de alfalfa (Medicago sativa L.) durante seis cortes.</i>	50
Tabla 14 <i>Porcentaje de prendimiento variedades de alfalfa.</i>	50
Tabla 15 <i>Análisis de varianza para altura de planta en la adaptabilidad de variedades de alfalfa (Medicago sativa L.) durante seis cortes.</i>	51

Tabla 16 <i>Análisis de varianza para tallos por planta en la adaptabilidad de variedades de alfalfa (Medicago sativa L.) durante seis cortes.</i>	53
Tabla 17 <i>Análisis de varianza para incidencia de roya (Uromyces striatus J. Schröt) en la adaptabilidad de variedades de alfalfa (Medicago sativa L.) durante seis cortes.</i>	54
Tabla 18 <i>Análisis de varianza para severidad de roya (Uromyces striatus J. Schröt) en la adaptabilidad de variedades de alfalfa (Medicago sativa L.) durante seis cortes.</i>	55
Tabla 19 <i>Análisis de varianza para incidencia de pulgón (Acyrtosiphon pisum Harris.) en la adaptabilidad de variedades de alfalfa (Medicago sativa L.) durante seis cortes.</i>	57
Tabla 20 <i>Análisis de varianza para población de pulgón (Acyrtosiphon pisum Harris.) variedades de alfalfa (Medicago sativa L.) durante seis cortes.</i>	58
Tabla 21 <i>Análisis de varianza de datos no paramétricos de la prueba de Friedman´s test para incidencia de palomilla (Loxostege sticticalis L.) en la adaptabilidad de variedades de alfalfa (Medicago sativa L.) durante seis cortes.</i>	59
Tabla 22 <i>Análisis de varianza de datos no paramétricos de la prueba de Friedman´s test para población de palomilla (Loxostege sticticalis L.) en la adaptabilidad de variedades de alfalfa (Medicago sativa L.) durante seis cortes.</i>	60
Tabla 23 <i>Análisis de varianza de datos no paramétricos de la prueba de Friedman´s test para incidencia de picudo (Hypera postica Gyll.) en la adaptabilidad de variedades de alfalfa (Medicago sativa L.) durante seis cortes.</i>	61
Tabla 24 <i>Análisis de varianza de datos no paramétricos de la prueba de Friedman´s test para población de picudo (Hypera postica Gyll.) en la adaptabilidad de variedades de alfalfa (Medicago sativa L.) durante seis cortes.</i>	63
Tabla 25 <i>Análisis de varianza para rendimiento de materia verde en la adaptabilidad de variedades de alfalfa (Medicago sativa L.) durante seis cortes.</i>	64
Tabla 26 <i>Análisis de varianza para rendimiento de materia seca en la adaptabilidad de variedades de alfalfa (Medicago sativa L.) durante seis cortes.</i>	65
Tabla 27 <i>Análisis foliar por variedad en adaptabilidad de variedades de alfalfa (Medicago sativa L.)</i>	67

**“EVALUACIÓN DE LA ADAPTABILIDAD DE VARIEDADES DE ALFALFA
(*Medicago sativa* L.), IBARRA”.**

Autor: Jiménez Rivera Francisco Xavier
Universidad Técnica del Norte
Correo: fxjimenezr@utn.edu.ec

RESUMEN

La alfalfa (*Medicago sativa* L.) es una leguminosa forrajera de importancia por sus características agronómicas, productivas y nutricionales. Dichas características definen el éxito en una explotación pecuaria, por lo que el objetivo de esta investigación fue evaluar la adaptabilidad de tres variedades de alfalfa (CUF-101, Altiva y Siriver) en Ibarra, mediante la determinación de características agronómicas y productivas; además de la susceptibilidad a plagas y enfermedades más representativas y contenido nutricional. Esto mediante 11 variables de las cuales destacan: altura de planta, tallos por planta, rendimiento e incidencia. Para el establecimiento del experimento, se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con tres bloques y variedades. Durante la investigación la mayor altura alcanzada por la variedad CUF-101 fue de 63.87 cm, siendo superior en un 13.82% a la mejor altura de la variedad Altiva que alcanzó los 55.04 cm, mientras que la variedad Siriver obtuvo 58.39 cm, siendo un 8.57% menor que la variedad CUF-101 pero un 5.74% mayor a la variedad Altiva, por otro lado, la variedad Altiva presentó el mejor valor para la variable tallos por planta con 10, no existiendo diferencias estadísticas en rendimiento de materia verde y materia seca. Todas las variedades presentaron un 100% de incidencia *Uromyces striatus* J. Schröt en los cortes 2, 3, 4, 5 y 6. Por lo contrario, presentaron resultados bajo el umbral económico en población de *Acyrtosiphon pisum* Harris., *Loxostege sticticalis* L. y *Hypera postica* Gyll. Finalmente, los niveles de proteína tampoco obtuvieron diferencias significativas, con promedio de 21%.

Palabras clave: leguminosas forrajeras, nutrición animal, resiliencia, contenido nutricional, mielga.

"ADAPTABILITY OF VARIETIES OF ALFALFA (*Medicago sativa* L.), IBARRA".

Author: Jiménez Rivera Francisco Xavier

Universidad Técnica del Norte

Mail: fxjimenezr@utn.edu.ec

ABSTRACT

Alfalfa (*Medicago sativa* L.) is an important forage legume due to its agronomic, productive and nutritional characteristics. These characteristics define success in a livestock farm, so the objective of this research was to evaluate the adaptability of three varieties of alfalfa (CUF-101, Altiva and Siriver) in Ibarra, by determining agronomic and productive characteristics; in addition to the most representative pest and disease susceptibility and nutritional content. This through 11 variables of which stand out: plant height, stems per plant, yield and incidence. For the establishment of the experiment, a randomized complete block design was used, with three blocks and varieties. During the investigation, the highest height reached by the CUF-101 variety was 63.87 cm, being 13.82% higher than the best height of the Altiva variety, which reached 55.04 cm, while the Siriver variety obtained 58.39 cm, being 8.57 % lower than the CUF-101 variety but 5.74% higher than the Altiva variety, on the other hand, the Altiva variety presented the best value for the variable stems per plant with 10, with no statistical differences in yield of green matter and dry matter. All the varieties presented a 100% incidence of *Uromyces striatus* J. Schröt in cuts 2, 3, 4, 5 and 6. On the contrary, they presented results below the economic threshold in the population of *Acyrtosiphon pisum* Harris., *Loxostege sticticalis* L. and *Hypera postica* Gyll. Finally, protein levels did not show significant differences either, with an average of 21%.

Keywords: forage legumes, animal nutrition, resilience, nutritional content, mielga.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

De acuerdo con el Sistema de Información Pública Agropecuaria (SIPA, 2020), se puede observar la importancia del sector agropecuario en el Ecuador, debido a que durante ese año representó un 8.26% del Producto Interno Bruto (PIB) del país.

Dentro del sector agropecuario se encuentra la producción de pastos para la alimentación de ganado con fines comerciales, la cual fue de 2 067 795 ha (SIPA, 2020), siendo esta actividad económica de gran importancia, tanto por la generación de empleos como soporte a la soberanía alimentaria del Ecuador.

Durante el mismo año, la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC, 2020) determinó que, el Ecuador posee una superficie de 920 000 hectáreas de pastos naturales y 1.99 millones de hectáreas de pastos cultivados, en lo que respecta a Imbabura se sembraron unas 24 557 ha de pastos durante el año 2019.

Una alternativa viable y económica es el aprovechamiento de leguminosas como fuente nutricional para ganado, ya sean estas especies silvestres o cultivables ambas tienen como objetivo mejorar la dieta del animal y aumentar la oferta forrajera para la producción bovina, mismas que pueden ser establecidas en cercas vivas, bancos de proteína o pasto de corte.

Por otra parte, las leguminosas almacenan un alto contenido de nitrógeno a lo largo de su estructura ya sea en hojas, tallos, flores y frutos el que a la vez es aprovechable por la naturaleza digestiva de los rumiantes, de igual manera contribuye en el mejoramiento de la fertilidad del suelo aumentando la sostenibilidad del sistema productivo, por ser plantas fijadoras de nitrógeno atmosférico (Cordón, 2014).

De todo esto surge la necesidad de generar y propagar sistemas productivos que incentiven la alta producción de biomasa, la fotosíntesis, la capacidad de almacenar el carbono del aire y la acumulación de materia orgánica del suelo. Siendo estas alternativas prácticas de regulación ambiental (Yáñez, 2004).

Dentro de las leguminosas forrajeras, la de mayor importancia es la alfalfa (*Medicago sativa* L.) siendo la más difundida en el Ecuador y poseedora de características como: resistencia al pisoteo, alto porcentaje de proteína y fijación de nitrógeno para enriquecer los

suelos. Esta puede estar a disposición de los animales en verde (corte o pastoreo directo) y en seco (henolaje o ensilaje) (Dammer, 2004).

Además, esta leguminosa de gran valor nutritivo (24% de proteína en las hojas en Materia Seca (MS), 10% de proteína en los tallos), tiene una raíz principal profunda y es fijadora de Nitrógeno (N) por la simbiosis con la bacteria *Rhizobium* sp., se considera como un cultivo que ayuda a mejorar la calidad y conservación de suelos (Dammer, 2004).

Las bondades de esta planta también permiten un equilibrio en el ecosistema y la posibilidad de regenerar suelos que hayan perdido su fertilidad con el paso de los años o por el abuso de insecticidas y plaguicidas, así como los monocultivos y por otra parte el sobrepastoreo (Palacio et al., 2014).

A ello se añade el concepto de adaptabilidad y estabilidad agrícola generalmente utilizados en los programas de mejoramiento genético de las plantas. Adaptabilidad se define como el comportamiento de un genotipo con respecto a los factores ambientales que cambian a través de las localidades y estabilidad se define como el comportamiento del genotipo con respecto a los factores ambientales que cambian a través del tiempo, dentro de una localidad dada.

1.2 Problema

En los últimos años, se ha dirigido los esfuerzos a mejorar la calidad de la alfalfa, conocer su ciclo y demás características para su adecuado cultivo.

En la actualidad existen pocas investigaciones e información sobre el cultivo de alfalfa en el Ecuador, además de no tener alternativas de variedades comerciales, por lo cual se propuso el estudio de dos variedades de procedencia española por sus óptimas características tanto agronómicas como productivas y de adaptabilidad.

Por lo antes mencionado se realizó el cultivo de tres variedades de alfalfa (CUF-101, SIRIVER y ALTIVA) sin el uso de pesticidas, de esta manera se pudo determinar sus características productivas, resistencia a plagas y enfermedades y porcentaje de proteína, evaluando de esta manera si es o no adaptable al medio.

1.3 Justificación

La alfalfa por sus cualidades como palatabilidad, cantidad y calidad de proteínas, vitaminas y minerales que la constituyen, es parte esencial de los procesos vitales en el

metabolismo de los rumiantes, es una planta excelente como pastura para alimentar toda clase de ganado, incluyendo bovinos, porcinos y aves, debido a que produce más proteínas que las demás leguminosas (Toapanta, 2016).

Así esta planta se convierte en un eje de impulso productivo que va más allá del simple hecho de alimentar, pues se convierte en un ingreso de vitaminas y minerales esenciales para el crecimiento y reproducción de especies, haciendo referencia a los animales e inclusive el ser humano que puede utilizarla como un estimulante generador de energía y reparador de pérdidas proteínicas (Díaz et al., 2014).

Las variedades a evaluar poseen características óptimas de adaptabilidad y productividad. Por lo tanto, fueron consideradas como la mejor opción para el estudio, de esta manera las personas del sector agrícola y ganadero podrán conocer el cultivo de mejor manera y así maximizar su producción y calidad, además de obtener información sobre la alfalfa y de esta manera poder analizar la introducción de nuevas variedades.

En este caso las variedades seleccionadas para el estudio son: Alfalfa Siriver de origen, australiano, con crecimiento activo en invierno, sin parada invernal en climas cálidos; con un rebrote tras corte muy rápido y muy grande, producción por hectárea de forraje con excelente calidad y elevado contenido en proteína.

Otra variedad de preferencia es: Alfalfa Altiva, una leguminosa forrajera importante debido a su elevada productividad y calidad bromatológica, elevado contenido proteico con alta capacidad de rebrote, de gran adaptabilidad en todo tipo de suelos y condiciones físicas, pero prefiere los suelos básicos, profundos y bien drenados; su aprovechamiento principal es para siega debido a que presenta una baja resistencia al pastoreo.

Existen investigaciones como la realizada por Lloveras (2007), donde se pudieron determinar características productivas, genéticas, calidad de forraje y rebrote de las variedades Siriver y Altiva. Por otro lado, el mismo autor realizó una investigación en la cual pudo determinar el comportamiento y la variabilidad anual y estacional de la variedad Altiva en relación a otras tradicionales.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general.

Evaluar la adaptabilidad de variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en Ibarra.

1.4.2 Objetivos específicos.

- Determinar las características agronómicas y productivas de las variedades en estudio.
- Evaluar la susceptibilidad a plagas y enfermedades más representativas de la alfalfa.
- Valorar el contenido nutricional de las variedades de alfalfa mediante análisis de laboratorio.

1.4.3 Formulación de hipótesis

- **Ho:** Las variedades de alfalfa en estudio no se adaptan a las condiciones de estudio.
- **Ha:** Al menos una variedad de alfalfa se adapta a las condiciones de estudio.

CAPÍTULO II

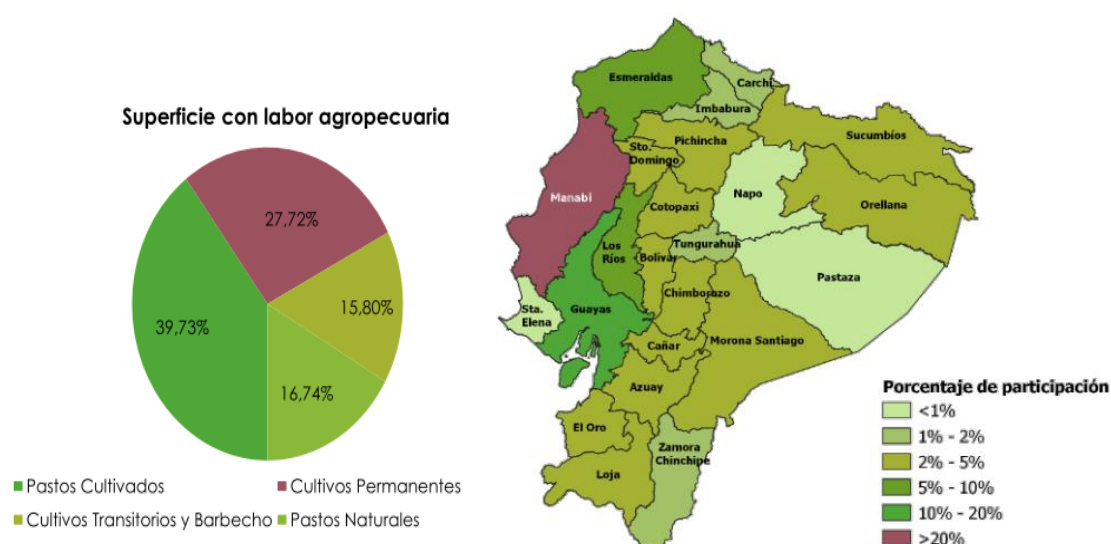
MARCO TEÓRICO

2.1 Pastos en el Ecuador

La superficie agropecuaria del Ecuador según la ESPAC (2020) fue de 5.20 millones de hectáreas, de las cuales el 39.73% estuvo destinado para pastos cultivados y el 16.74 para pastos naturales (Figura 1), de los cuales Imbabura tiene una participación del 2%.

Figura 1

Superficie con labor agropecuaria 2020.



Fuente: Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (2020).

Por otra parte, la ganadería en el Ecuador contribuye con un 8% del PIB. Sin embargo, existen limitaciones físicas en los suelos provocando un inadecuado manejo y producciones bajas, los pastos y forrajes constituyen el mejor alimento para animales, tanto para especies mayores como menores, esto debido a su gran adaptabilidad, composición nutritiva y variedad de especies, por este motivo son producidos por todo el mundo en grandes extensiones.

2.2 Alfalfa

La alfalfa (*Medicago sativa* L.) es una de las pocas alternativas forrajeras para zonas con sequías largas y fuentes de agua de riego escasas. Pertenece a la familia de las leguminosas y es de gran valor nutritivo (24% de proteína), tiene una raíz principal profunda y es fijadora de nitrógeno (N) por la simbiosis con bacterias del género *Rhizobium*, por lo antes mencionado se la considera como un cultivo que ayuda a mejorar la calidad y conservación de suelos. Su

uso no está restringido a forraje en verde para consumo directo, sino que se puede utilizar también las pacas (materia seca) de alfalfa en: ganado vacuno, ovino o de pequeñas especies, de esta manera se mantiene su valor nutritivo, se pueden almacenar y son fácilmente comerciables (Dammer, 2004).

Ramírez (2015) caracteriza a la alfalfa de calidad con una composición de fibra muy equilibrada, incluye un 8% de pectinas, un 10% de hemicelulosas, un 25% de celulosa y entre un 7 a 8% de lignina. Por ello, asegura un rápido tránsito digestivo, un aporte significativo de fibra soluble y una alta capacidad tampón.

Esto unido a su elevada palatabilidad, hace de la alfalfa un ingrediente de elección en piensos de vacas de alta producción y de conejos. En ganado porcino su uso práctico se limita a cerdas gestantes, donde contribuye a reducir problemas de estreñimiento. El valor energético digestible de la alfalfa es superior (hasta en un 20%) en animales adultos que en jóvenes.

La alfalfa es una buena fuente de macrominerales, especialmente de calcio, cloro y potasio, lo que a veces puede ser un inconveniente. Sus niveles de fósforo y magnesio son aceptables. Además, el fosforo de la alfalfa no se encuentra en forma de fitatos por lo que su disponibilidad en monogástricos es muy elevada.

El contenido en microminerales (manganeso, zinc, cobre, hierro), vitaminas (especialmente vitamina E, vitamina D, biotina, colina y provitamina A) y pigmentos es elevado. El contenido de hierro depende del grado de contaminación con tierra, y el de potasio de la fertilización del terreno.

2.2.1 Taxonomía

A continuación, en la Tabla 1, encontramos la clasificación taxonómica la alfalfa, la más importante leguminosa como parte de la alimentación animal.

Tabla 1

Clasificación taxonómica de la alfalfa (Medicago sativa L.).

Clasificación	Taxonomía
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Rosidae

Familia:	Fabaceae
Género:	<i>Medicago</i>
Especie:	<i>M. sativa</i>
Nombre Científico:	<i>Medicago sativa</i> L.
Nombre Común:	Alfalfa

Fuente: Pombosa (2016).

2.2.2 Descripción botánica

En una investigación realizada por Pombosa (2016), se describe la alfalfa de la siguiente manera.

- **Raíces**

Son abundantes y profundas. Tiene una raíz principal, robusta y pivotante con numerosas raíces secundarias como se puede observar a continuación (Figura 2).

Figura 2

Raíz de la alfalfa.



Fuente: Martín (2012).

- **Corona**

Es característica en esta forrajera como en otras leguminosas trifoliadas, esta constituye la zona terminal de la parte superior de la raíz principal, es una superficie que está a continuación de la raíz y su función es la de emitir nuevas yemas que originarán los nuevos tallos, en esta estructura se van almacenando los nutrientes necesarios para que la planta pueda emitir nuevos brotes después del corte (Figura 3).

Figura 3

Corona de la alfalfa



Fuente: Martín (2012).

- **Tallos**

Son delgados, cilíndricos de color verde y erecto para soportar el peso de las hojas y de las inflorescencias, además son muy consistentes, por tanto, es una planta muy adecuada para la siega. La parte superior de la raíz principal contiene todas las yemas vegetativas de las cuales nacen todos los tallos del primer corte, sin embargo, en los rebrotes subsiguientes, los tallos pueden desarrollarse también a partir de yemas axilares, ubicadas en los nudos basales de los tallos cortados (Figura 4).

Figura 4

Tallo de alfalfa.



Fuente: Martín (2012).

- **Hojas**

Hojas compuestas que constan de estípulas, pecíolo, raquis y folíolos. Las estípulas son una pareja de apéndices, que en el caso del género *Medicago* se encuentran soldadas a lo largo de uno de sus bordes, formando una sola pieza. El pecíolo es a modo de un pequeño tallo que une el raquis al resto de la planta. Se prolonga este pecíolo en el raquis o eje mediano de la hoja, donde se insertan los distintos folíolos, estos folíolos como conjunto, forman la hoja propiamente dicha (Figura 5).

Figura 5

Hojas de la alfalfa



Fuente: Martín (2012).

- **Inflorescencia**

Nacen en racimos oblongos multifloros (8-10 flores por racimo) sobre pedúnculo no aristado, con colores vistosos que suele variar del amarillo al violeta (Figura 6).

Figura 6

Inflorescencia de la alfalfa.



Fuente: Rapoport et al. (2011).

- **Flores**

En la base de cada flor, el receptáculo está encerrado por el tubo del cáliz consistiendo de 5 sépalos finalizados por 5 lóbulos. El receptáculo sirve como la base de la corola, pistilo, estámen y nectario. La alfalfa tiene una corola papilionacea que consiste de cinco pétalos: un estandarte largo, dos pétalos alados laterales, y dos pétalos fusionados o quillas. Los 10 estámenes forman un tubo en los cuales 9 están fusionados y el décimo está cerca del estandarte y es libre (Figura 7).

Figura 7

Flor de la alfalfa.



Fuente: Martín (2012).

- **Fruto**

Es una legumbre, mismo que da el nombre a la familia de las leguminosas. Este es un fruto seco, alargado y comprimido, aunque adopta diversas formas, dehiscente, con las semillas en una fila correspondiendo con la posición de los óvulos en el ovario (Figura 8). Usualmente contiene de una a ocho semillas.

Figura 1

Fruto de la alfalfa.



Fuente: Rapoport et al. (2011).

- **Semillas**

Son de 1.5 por 2.5 mm y pesan en promedio 0.8 mg, cada fruto contiene un número variable de semillas arriñonadas (Figura 9).

Figura 9

Semilla de alfalfa



Fuente: Rapoport et al. (2011).

2.2.3 Características agronómicas

Mora (2005) describe ciertas características para el cultivo de alfalfa como podemos observar a continuación:

Figura 2

Características agronómicas de la alfalfa.

Clima: se adapta desde un clima cálido seco hasta el templado y frío, es decir, desde el nivel del mar hasta 3 000 msnm. La mejor altura esta entre los 1 500 y 2 500 msnm.

Pluviometría: de 900 a 1500 mm anuales de lluvia bien repartida para un buen desarrollo del cultivo. Es sensible al exceso de humedad.

Temperatura: la temperatura óptima de la alfalfa es de 18°C a 28°C. Temperaturas superiores a 38°C resultan letales para las plántulas.

Suelo: tiene una notable adaptabilidad a diversas clases de suelos, sin embargo, para un buen desarrollo de la planta es indispensable suelos profundos, con subsuelos permeables y bien drenados.

pH: el ideal es neutro o ligeramente alcalino 6.2 – 7.8.

Fuente: Mora (2005).

2.2.4 Contenido nutricional

La alfalfa cumple con las características adecuadas para ser considerada un pasto de gran calidad, como principal factor presenta un alto contenido de proteína con un promedio de 24%, mismo que disminuye según el estado de madures de la planta. A continuación, se puede observar la tabla comparativa de estos valores en tres variedades de alfalfa (Tabla 3).

Tabla 3

Contenido nutricional de algunas variedades de alfalfa.

Análisis	Cultivares		
	Génesis	Sceptre	Swl-8210
Proteína (%)	27.15	25.67	25.17
Fibra (%)	22.73	25.84	25.19
Ca (%)	1.45	1.36	1.36
P (%)	0.28	0.28	0.27

Mg (%)	0.15	0.14	0.15
K (%)	2.85	3.12	3.06
Na (%)	0.05	0.05	0.06
Cu (ppm)	9	8	7
Fe (ppm)	182	148	152
Mn (ppm)	88	89	79
Zn (ppm)	31	37	32

Fuente: (Mora, 2005).

2.2.5 Variedades más comunes en el Ecuador y sus principales características:

Existen algunas variedades de alfalfa en el mercado ecuatoriano; a continuación, se presentan las variedades más comunes según Mora (2005):

2.2.5.1 Abunda verde

- Adaptabilidad: 1500-3500 msnm.
- Uso: en verde, heno y ensilaje.
- Rendimiento: 12.6 Tn/ha de materia fresca y 3.2 Tn/ha de materia seca.
- Características: 25% de proteína, buen crecimiento y resistente al frío.

2.2.5.2 California

- Adaptación: alturas de 2 200 a 3 000 m.s.n.m.
- Uso: excelente calidad en verde, heno y ensilaje.
- Rendimiento: 8.81 Tn/ha
- Características: crecimiento erecto, rápida recuperación. Resistente a *Fusarium* sp., *Phytophthora* sp. y *Colletotrichum trifolii* Bain and Essary.

2.2.5.3 CUF-101

- Adaptación: alturas de 2 200 a 3 000 m.s.n.m.
- Uso: corte, pastoreo, heno, silo y henolaje.
- Rendimiento: 150 – 180 Tn/ha.
- Características: se caracteriza por tener plantas con un buen macollaje, pH de 5.6 a 7.

2.2.5.4 Génesis

- Adaptabilidad: 2 300 a 3 000 msnm.

- Uso: apta para corte, henificación y pastoreo.
- Rendimiento: alto rendimiento.
- Características: excelente adaptación a la altura y a temperaturas bajas (heladas), se adapta a varios tipos de suelo, gran cantidad de hojas, rebrote acelerado, rotación corta, establecimiento rápido, excelente macollamiento.

2.2.5.5 Moapa mejorada

- Adaptación: alturas de 2 000 a 3 100 m.s.n.m.
- Uso: corte, pastoreo, heno, silo y henolaje.
- Rendimiento: alto rendimiento.
- Características: tiene un gran desarrollo inicial que le permite competir con las malezas durante su período de establecimiento. Su recuperación después del corte es rápido.

2.2.5.6 Sceptre

- Adaptación: alturas de 2 000 a 3 100 m.s.n.m.
- Uso: corte, pastoreo, heno, silo y henolaje.
- Rendimiento: 160 a 200 Tn/ha.
- Características: de crecimiento erecto, con rápida recuperación después del corte corona amplia, soporta el pisoteo, muy relación hoja tallo y excelente vigor de rebrote.

2.2.5.7 SWL-8210

- Adaptación: de 2400 - 3200 m.s.n.m.
- Uso: corte o pastoreo.
- Rendimiento: 6 a 12 cortes por año.
- Características: De crecimiento erecto, con rápida recuperación después del corte, corona amplia, soporta el pisoteo, 27 % de proteína y 3.54 kilocalorías/kilo.

2.2.5.8 WL 528HQ

- Adaptación: alturas de 2200 a 3400 m.s.n.m.
- Uso: Corte, pastoreo, heno, silo y henolaje.
- Rendimiento: 180 a 200 Tn/ha.
- Características: crecimiento erecto, con rápida recuperación después del corte corona amplia, soporta el pisoteo, muy buena relación hoja tallo y excelente vigor de rebrote.

2.2.6 Variedades en estudio

2.2.6.1 Alfalfa Siriver

Descripción según la empresa FOREROAGRO (2019):

- Origen: Australia
- Perennidad: Muy elevada
- Dormancia: 9, con crecimiento activo en invierno, sin parada invernal en climas cálidos.
- Rebrote tras corte: Muy rápido
- Altura de planta: Alta, muy erecto, bien adaptada a la siega.
- Precocidad a floración: Media
- Producción potencial: Muy grande, producción por hectárea de forraje es aumentada, proporciona un forraje de excelente calidad y elevado contenido en proteína.
- Contenido en proteína: >22%
- Tolerancia al frío: Baja
- Enfermedades foliares: Buena tolerancia, resistencia a distintas especies de pulgón
- Dosis de siembra: 25-40 kg/ha

2.2.6.2 Alfalfa Altiva

Según la empresa Fitoagrícola (2021) se encuentra la siguiente descripción:

- Leguminosa forrajera más importante debido a su elevada productividad y calidad bromatológica, elevado contenido proteico
- Es una planta perenne, vivaz y de porte erecto.
- Presenta una raíz pivotante muy profunda lo que le permite resistir a la sequía en periodos desfavorables.
- Alta capacidad de rebrote.
- Gran adaptabilidad en todo tipo de suelos y condiciones físicas, pero prefiere los suelos básicos, profundos y bien drenados. La alfalfa tolera cierta salinidad, pero no la acidez.
- Su aprovechamiento principal es para siega debido a que presenta una baja resistencia al pastoreo, de gran calidad y palatabilidad. Su pastoreo debe ser controlado debido a que causa problemas de meteorización en el ganado.
- Elevada resistencia a enfermedades y plagas.
- Dosis de siembra 25 - 30 kg / ha.

2.2.7 Plagas

Son individuos o grupos de estos que se alimentan y cumplen sus ciclos en los cultivos, siendo considerados plaga cuando provocan daños a los mismos. Seguidamente se enumeró las principales plagas del cultivo de alfalfa.

2.2.7.1 Pulgones (*Acyrtosiphon pisum* Harris)

Son insectos hemípteros, chupadores de cuerpo globoso y su tamaño es de 1-2 mm, estos insectos extraen la savia, depositando toxinas que necrosan los tejidos circundantes. Además, segregan un jugo azucarado que se impregna a la planta, siendo este un caldo de cultivo para los hongos, pudiendo modificar el sabor del forraje y haciéndolo poco apetecible para el ganado (Figura 10).

Figura 10

Pulgones de alfalfa (Acyrtosiphon pisum Harris.).



Ciclo biológico:

- Ninfa recién nacida: Son amarillentas, con una coloración uniforme y se destacan sus ojos oscuros.
- Ninfa áptera: La ninfa recién nacida pasa por cuatro fases en las que efectúa la correspondiente muda del exoesqueleto, originando la última fase, la adulta áptera. Son de diversos colores como verdes, amarillas, rosadas, entre otros, además, su cuerpo puede presentar algunas manchas oscuras.
- Adulto áptero: Normalmente son de forma ovalada, su cuerpo es de color verde, amarillo, negro, blanco o rojo, con manchas longitudinales oscuras, poseen antenas largas en su base, no tienen tórax y abdomen separados, y poseen un aparato bucal succionador-picador.

2.2.7.2 Palomillas (*Loxostege sticticalis* L.).

Las mariposas tienen las alas (su envergadura llega a medir de 2-3 cm) de color pardo o marrón con tintes de color verde oscuro. Las larvas son de color gris verde, con bandas más oscuras a lo largo del dorso. Atacan a las yemas y a las hojas (Figura 11).

Figura 11

Palomilla de la alfalfa (*Loxostege sticticalis* L.).



Ciclo biológico: Las larvas (hasta 2,5 cm) son verde claras o verde amarillentas y brillantes, con un par de manchas triangulares o semicirculares en el dorso de cada segmento, son activas y al molestarlas caminan hacia atrás. Se ha observado una mayor densidad de individuos en diciembres secos y con altas temperaturas. Pasa el invierno como pupa enterrada a varios centímetros de profundidad.

2.2.7.3 Gorgojo o picudo de la alfalfa (*Hypera postica* Gyll.).

Las larvas son redondas, sin patas, con bordes desarrollados en la parte inferior del cuerpo que parecen patas, de color verde con una raya media dorsal de color blanco. Se alimenta del interior del tallo y emergen en la punta de la planta. Los adultos son de color café grisáceo o casi negro, con pelos grises cortos que dan la apariencia manchada. Miden de 3 a 6 mm de largo, con un pico que mide más o menos la mitad de largo del tórax, proyectándose hacia abajo desde la frente de la cabeza.

Figura 12

Gorgojo o picudo de la alfalfa (Hypera postica Gyll.).



Ciclo biológico.

Los huevos poseen un color amarillo pálido y son depositados por la hembra dentro del tallo de la planta. Coloca unos 22 huevos aproximadamente.

La larva se caracteriza por su color verde, su cuerpo en segmentos y por tener la capsula cefálica de color castaño oscuro con la línea dorsal blanca. Estas emergen al exterior por el orificio de puesta.

Atraviesan 4 fases: Las de la primera fase alcanzan una longitud de 1,45 mm y su color es blanco ópalo. Su cuerpo está dividido en 12 segmentos con pelos. La larva de la segunda fase aumenta de tamaño hasta los 2.55mm de longitud, pero mantiene el color. En esta fase aumenta el número de pelos en todos los segmentos. La larva de la tercera fase presenta un cambio de color, pasa del blanco ópalo a verde claro y aumenta su tamaño hasta los 6,8 mm. La larva de la cuarta fase mantiene el color de la anterior, lo que cambia es su longitud que alcanza los 9 m, además posee una banda blanca que recupera el cuerpo por el medio en longitud. En la última fase las larvas pupan en el interior de un capullo que construyen a partir de las hojas.

El capullo es muy característico de la especie por su color blanco y el aspecto de encaje que muestra. Transcurren aproximadamente 27 días desde que emerge la larva.

La pupa cuando se forma tiene un color pálido, es una pupa amarilla muy característica ya que posee la forma del futuro adulto.

El adulto tiene un tamaño de aproximadamente 10 mm de longitud y su forma es ovalada- alargada. Las piezas bucales se localizan al final de la trompa. Una forma de diferenciar la hembra del macho es observar los segmentos del abdomen. Tienen un color

marrón oscuro los ejemplares viejos y su cuerpo está cubierto de escamas y pelos con destellos metálicos. Los ejemplares más jóvenes poseen tonos marrones más claros.

2.2.7.4 Gusano verde (*Phytonomus variabilis* H.)

Es un coleóptero de 10 mm de longitud, cuya larva de color verde con una línea blanca ataca a los brotes jóvenes para terminar alimentándose de tejidos más adultos.

2.2.7.5 Trips (*Frankliniella* sp.)

Son insectos muy pequeños que se alimentan de las células de las plantas, y al romper los tejidos aparecen manchas blanquecinas en las hojas, peciolo y yemas.

2.2.7.6 Ácaros (*Tetranychus* sp.)

Se trata de un pequeño arácnido, que se concentra en la parte inferior de las hojas, de las que se alimenta y en las que pone sus huevos. Los síntomas se manifiestan con puntos translúcidos que se tornan marrones o negros con el tiempo.

2.2.7.7 Nemátodos (*Ditylenchus dispaci* Kuhn, *Pratylenchus penetrans* Cobb, *Meloidogine* sp.)

Son organismos de pequeño tamaño (inferior a 1 mm.). Considerada una de las plagas que afecta a la producción de alfalfa, ya que todo el ciclo de vida lo realiza en sus tejidos, aunque es considerado como una plaga de suelo por sobrevivir en el mismo junto a los restos de cosecha.

De la misma manera la alfalfa generalmente se ve afectada por numerosas enfermedades que atacan las hojas, tallos, corona y raíces. Las cuales provocan una baja productividad y calidad de forraje.

2.2.8 Enfermedades

A continuación, se hace referencia a las enfermedades más comunes de las variedades de alfalfa presentes en el Ecuador.

2.2.8.1 Antracnosis (*Colletotrichum trifolii* Bain and Essary.)

Es una enfermedad que afecta a las partes aéreas de la planta sobre todo en los tallos, llegando hasta el cuello. La planta se marchita, estrechándose los folíolos que se amarillan, hasta terminar marchitándose. En los tallos aparecen unas manchas fusiformes de color pardo, impidiendo el movimiento de agua y nutrientes, dando lugar a la muerte de las partes aéreas

superiores. Esta enfermedad es más común en alfalfares ya establecidos que en los recién sembrados, y especialmente en los últimos cortes.

2.2.8.2 Roya de la alfalfa (*Uromyces striatus* J. Schröt)

Es una enfermedad típica de zonas cálidas. No suele llegar a producir la muerte de la planta, esta enfermedad afecta a la producción y calidad del forraje. Los síntomas son fundamentalmente en la hoja, aparecen unas postulas de color marrón o pardo de hasta medio milímetro de diámetro, las hojas amarillan y paulatinamente caen. Para combatir se produce un corte precoz (Figura 13).

Figura 13

Roya de la alfalfa (Uromyces striatus J. Schröt).



2.2.8.3 Peca (*Pseudopeziza medicaginis* Lib.)

Ocasiona manchas redondeadas de color café en las hojas de alfalfa, con la posterior defoliación de la planta.

Esta enfermedad es similar a la roya, especialmente ataca las plantas jóvenes y las partes donde se encuentran densamente distribuidas (las hojas inferiores). Sus síntomas son unas manchas redondas y de color pardo en las hojas. En los cultivos establecidos se deberá adelantar el corte y su regado deberá ser muy bajo (Figura 14).

Figura 14

Peca de la alfalfa (Pseudopeziza medicaginis Lib.).



2.2.8.4 Mildiu de la alfalfa (*Peronospora trifoliorum* de Bary)

El ataque es peligroso en cultivos establecidos, en cambio en alfalfa adulta solo una parte resulta afectada. El ataque se localiza en los tallos, los folíolos se amarillan con aspecto variegado, llegando al envés tomando un aspecto aterciopelado con un color grisáceo. Esta enfermedad se produce en temperaturas húmedas (Figura 15).

Figura 15

Mildiu de la alfalfa (Peronospora trifoliorum de Bary).



2.3 Marco legal

Esta investigación está basada en las leyes que rigen al estado ecuatoriano, según la Constitución Política (2008), donde:

Art. 71.- Establece los derechos de la naturaleza.

Art. 13.- Acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos. El Estado ecuatoriano promoverá la soberanía alimentaria. Constitución Política (2008).

Art. 15.- Uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto.

Adicionalmente la Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria (LORSA, 2011), en el Capítulo III, estipula:

Artículo 9.- “El Estado asegurará y desarrollará la investigación científica y tecnológica en materia agroalimentaria, que tendrá por objeto mejorar la calidad nutricional de los alimentos, la productividad, la sanidad alimentaria, así como proteger y enriquecer la agrobiodiversidad”.

Además, se asegurará la transferencia de la tecnología generada en la investigación, para facilitar una asistencia técnica, sustentada en un diálogo e intercambio de conocimientos con los productores, valorando así el conocimiento de mujeres y hombres.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Caracterización del área de estudio

La investigación se llevó a cabo en un lote de terreno ubicado en la provincia de Imbabura, cantón Ibarra, Parroquia Sagrario, Barrio Huertos Familiares Centro.

3.1.1 Ubicación política y geográfica del área de estudio

La información sobre el área de estudio donde se realizó el experimento de adaptabilidad de variedades de alfalfa se presenta a continuación (Tabla 4).

Tabla 4

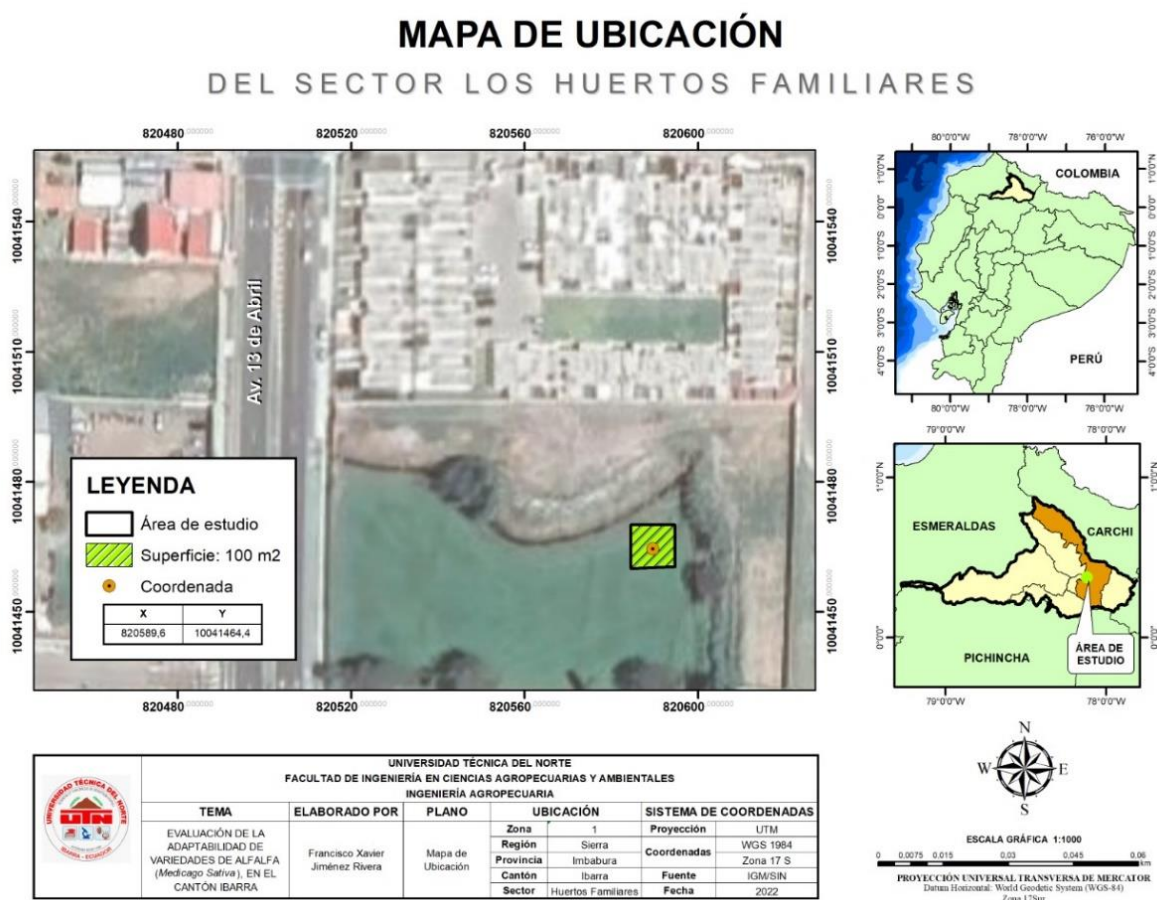
Ubicación política y geográfica del área de estudio.

Área de estudio	Huertos Familiares
Provincia	Imbabura
Cantón	Ibarra
Parroquia	Sagrario
Sector	Huertos Familiares Centro
Altitud	2210 msnm
Latitud*	00° 37' 48.20" N
Longitud*	78° 12' 03.25" O
Temperatura promedio anual	16.3 ° C
Humedad Relativa	40%
Precipitación	623 mm al año

A continuación, encontramos el mapa de ubicación tanto del área en donde se realizó el estudio, como su ubicación nacional y provincial (Figura 16).

Figura 16

Mapa de ubicación del experimento.



3.2 Materiales, equipos, insumos y herramientas

En la siguiente tabla se mencionan los materiales, equipos e insumos que fueron utilizados durante la investigación (Tabla 5).

Tabla 5

Materiales, insumos y equipos.

Equipos	Herramientas	Insumos
· Horno eléctrico	· Azadón	Semillas de alfalfa CUF-101
· Balanza gramara	· Rastrillo	Semillas de alfalfa SIRIVER
	· Flexómetro	Semillas de alfalfa ALTIVA
	· Cuadrante	
	· Piola	
	· Estacas	

- Fundas plásticas perforadas
- Sobres manila
- Rótulos de identificación

3.3 Métodos

3.3.1 Variedades

Las variedades evaluadas y su código para el estudio se mencionan en la Tabla 6.

Tabla 6

Variedades en estudio.

Código	Descripción
T	Alfalfa CUF-101
V1	Alfalfa Altiva
V2	Alfalfa Siriver

3.3.2 Diseño experimental

Para la presente investigación se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) (Figura 17).

Características del experimento

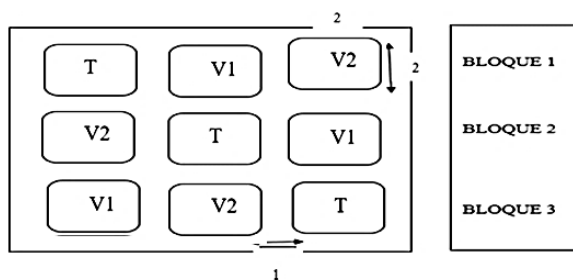
- Variedades: 3
- Bloques: 3
- Total, de unidades experimentales: 9
- Área total del experimento: 100 m²

Características de la unidad experimental

- Área total de la unidad experimental: 4 m² (2m x 2m)
- Separación entre bloques: 1 m
- Espacios entre plantas: 20 cm.
- Trasplante: 30 días (hileras)
- Cantidad plantas: 100 plantas por UE, 300 por variedad, 900 en total.

Figura 17

Diseño de bloques completamente al azar



3.3.3 Análisis estadístico

Para el análisis de datos, se realizaron los respectivos análisis de varianza (ANOVA) para identificar diferencias entre las variables en estudio se utilizaron con pruebas de medias LSD Fisher ($\alpha=0.05$) a través del programa InfoStat versión 2020.

Finalmente se realizó los análisis de comparación de Test: LSD Fisher al 5% de los datos paramétricos y la prueba de Friedman`s test de los datos no paramétricos.

Las características del análisis estadístico o análisis de varianza (ANOVA) se encuentran en la tabla 7.

Tabla 7

Análisis de varianza (ANOVA) para adaptación de variedades de alfalfa.

Fuentes de variación	Grados de libertad (GL)
Total	8
Variedades de alfalfa	2
Bloques	2
E. exp.	4

3.4 Variables

Para determinar la adaptabilidad de variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en el barrio Huertos Familiares Centro del cantón Ibarra se tomaron las siguientes variables.

3.4.1 Porcentaje de germinación (%G).

Para la variable porcentaje de germinación se seleccionaron 400 semillas de cada variedad, las cuales colocaron en bandejas de germinación con la finalidad de comprobar la calidad de las semillas, el resultado se expresó en porcentaje (%) (Figura 18).

$$\% \text{ de Germinación} = \frac{\text{Semillas germinadas}}{\text{N}^{\circ} \text{ de semillas sembradas}} \times 100$$

Figura 18

Germinación de variedades de alfalfa.



3.4.2 Porcentaje de prendimiento

Treinta días posteriores a la siembra se realizó el trasplante de las variedades de alfalfa al sitio definitivo, para lo cual, se tomó con cuidado cada plántula de alfalfa y se las sembró procurando de que la corona quede apenas cubierta por el suelo, posteriormente se procedió a sacar el aire del suelo apretándolo con las manos desde la parte inferior hasta la superior. Finalmente, 30 días luego del trasplante se procedió al conteo del total de plántulas que prendieron y se las comparó con las plántulas sembradas, el resultado se presenta en porcentaje como lo podemos observar en la siguiente fórmula (Figura 19).

$$\% \text{ de Prendimiento} = \frac{\text{plántulas prendidas}}{\text{N}^{\circ} \text{ de plántulas trasplantadas}} \times 100$$

Figura 19

Plantas de alfalfa luego del trasplante.



3.4.3 Altura de planta (AP).

Se registró la altura de todas las ramas de 5 plantas seleccionadas al azar de las hileras centrales de la parcela neta. La altura se midió con la ayuda de un flexómetro desde el suelo hasta el punto más alto de la rama; sin estirarla y sin cortar la inflorescencia, la medida se representó en cm (Murillo, 2000) (Figura 20).

Figura 20

Medición de plantas seleccionadas para toma de datos.



3.4.4 Tallos por planta.

Los tallos por planta se midieron antes de cada corte, su medición se realizó mediante la selección de 5 plantas al azar de la parcela neta las cuales representaron 0.20 m² y se procedió a contar los tallos/planta (Murillo, 2000) (Figura 21).

$$\text{Cobertura} = \text{tallos/planta}$$

Figura 21

Conteo de tallos de cada planta seleccionada para evaluación.



3.4.5 Incidencia de enfermedades y plagas (IE-IP).

Para el presente estudio se evaluarán las principales enfermedades y plagas presentes en el cultivo de alfalfa.

- **Enfermedades.**

Incidencia de roya en la alfalfa (*Uromyces striatus* J. Schröt). -

Para el análisis de esta variable se procedió a seleccionar 5 plantas al azar y de igual manera una rama de cada una de ellas, se clasificó las hojas sin afectación y las que presentaban síntomas de roya (*Uromyces striatus* J. Schröt) (pústulas con masas de color café rojizo o pardas y cuando son abundantes las hojas se vuelven cloróticas, se marchitan y se caen), para posteriormente hacer un cálculo para determinar el porcentaje de incidencia. A continuación, también se puede observar rangos de incidencia (Mora, 2005) (Figura 22).

Rangos de incidencia:

- (1) Sin afectación: 0%
- (2) Bajo: 1%-30%
- (3) Medio: 31%-60%
- (4) Alto: mayor a 61%

$$\text{Incidencia de roya (\%)} = \frac{\text{hojas con roya}}{\text{total hojas}} \times 100$$

Figura 22

Incidencia de roya (Uromyces striatus J. Schröt) en el cultivo de alfalfa.



- **Plagas**

Pulgón (*Acyrtosiphon pisum* Harris.):

Para la evaluación de la incidencia del pulgón verde en la alfalfa se tomaron 5 plantas al azar en cada etapa de crecimiento, de cada planta se tomó una rama de las más desarrolladas y se procedió a contar el número de pulgones (*Acyrtosiphon pisum* Harris.) presentes en el envés de las hojas y en las yemas tiernas de la planta, pudiendo también compararlo con el umbral económico descrito por Imwinkelried et al. (2013) (Tabla 8) (Figura 23).

Tabla 8

Umbral económico pulgón verde en alfalfa (*Acyrtosiphon pisum* Harris.).

Estado del cultivo	Número de pulgones/tallo
Plántula	2-5
< 30 cm	20-25
>30 cm	30-40

Fuente: Imwinkelried et al. (2013).

A continuación, en la figura 23 se puede observar una población de pulgones (*Acyrtosiphon pisum* Harris.) presentes en las hojas de alfalfa.

Figura 23

Incidencia de pulgón (*Acyrtosiphon pisum* Harris.) en el cultivo.



Palomilla (*Loxostege sticticalis* L.). –

El mayor daño de la palomilla (*Loxostege sticticalis* L.) en alfalfa fue en las yemas y hojas por lo que se revisaron de manera cuidadosa 5 plantas en cada corte, esto debido a que es un insecto volador. Además, según Mora (2005) se puede determinar la presencia o ausencia del insecto en los siguientes rangos.

- (1) Sin afectación = Ausencia del insecto
- (2) Bajo = De 1 - 5 larvas por planta
- (3) Alto = > 5 larvas por planta

Picudo (*Hypera postica* Gyll.). -

Según el método utilizado por Zúñiga et al. (2008), se realizó una revisión de 5 plantas en cada corte buscando adultos de picudo (*Hypera postica* Gyll.) de la alfalfa, los cuales se ubicaron en los rebrotes y zonas tiernas de la planta (Figura 24). Los resultados se expresaron en individuos por planta, valores que posteriormente fueron comparados con el umbral económico de esta plaga, bajo los siguientes rangos:

(1) Sin presencia = 0 individuos

(2) Bajo = 1- 7

(3) Media = 8 - 14

(4) Alta = 15-20

Figura 24

*Incidencia de picudo (*Hypera postica* Gyll.) de la alfalfa.*



3.4.6 Rendimiento (Materia Verde).

Se arrojó 4 veces el cuadrante de 0.25m² (50cm x 50cm) dentro de la parcela neta, cuando el cultivo alcanzó un 10% de floración, posteriormente se procedió a cortar con una hoz el material vegetal dentro del cuadrante, 5 cm por encima de la corona de la alfalfa, la muestra fue colocada en bolsas de papel y posteriormente se tomó su peso con la ayuda de una balanza gramara. Los resultados fueron expresados en gr/m²/corte y multiplicados por el factor 10 para ser transformados finalmente en kg/ha/corte.

$$\text{Rendimiento (MV)} = \text{peso en gr/m}^2/\text{corte}$$

$$\text{Rendimiento kg/ha/corte} = \text{peso en gr/m}^2/\text{corte} \times 10$$

3.4.7 Rendimiento (Materia seca).

Se tomó una muestra representativa de 500g de la materia verde obtenida en cada corte, misma que se llevó a un horno de inducción con ventilación a una temperatura de 100°C por

90 minutos, removiendo el material cada 30 minutos para un secado uniforme, este proceso aseguro la deshidratación del material, pero evitó que se altere la composición nutricional del forraje.

La expresión de este parámetro se lo realizó grMS, para posteriormente ser convertido en %MS y rendimiento de materia seca como lo observamos a continuación.

$$\% MS = \frac{\text{Peso seco (peso finalizado proceso de deshidratación)} \times 100}{\text{Peso verde (500gr)}}$$

$$\text{Rendimiento (MS)} = \frac{\text{Peso verde (MV obtenida en campo)} \times \% MS}{100}$$

3.4.8 Valor nutritivo de la alfalfa.

Se determinó el contenido nutricional de cada variedad mediante un análisis de laboratorio, para lo cual se procedió a pesar 133.33 gr de cada bloque dando un total de 400 gr por variedad, la cual fue colocada en una funda plástica con perforaciones y luego en una bolsa de papel tipo manilla, etiquetada y enviada al laboratorio. Con lo cual se determinó el porcentaje de proteína, indicador fundamental en cuanto a contenido nutricional para consumo de ganado.

3.5 Manejo específico del experimento

3.5.1 Siembra

La siembra se realizó en bandejas de germinación para obtener plantas individuales, las cuales nos sirvieron para ser trasplantadas al sitio definitivo de los tratamientos a evaluar. El número de semillas cultivadas fueron 400 por variedad, con lo que contamos con las plantas necesarias para los tratamientos (Mora, 2005). En la siembra también se realizó una fertilización básica con lo que ayudar con los nutrientes necesarios para el desarrollo inicial.

3.5.2 Análisis de suelo del área definitiva

Se tomaron 20 sub muestras de suelo con un barreno mediante el método de zigzag, posteriormente se procedió a mezclar bien y se tomó un peso representativo total de 1 kg, el cual fue enviado al laboratorio, con lo que se determinó la cantidad de nutrientes presentes en el área de estudio (tabla 9).

Tabla 9

Contenido de nutrientes en el suelo y requerimientos del cultivo.

Nutriente	Unidad	Niveles		
		óptimos	Resultado	Requerimiento
(NO ₃ +NH ₄)-N	mg/kg	**15 - 25	3,6	21,4
Fósforo (P)	mg/kg	20 - 35	23,3	11,7
Potasio (K)	mg/kg	125 - 320	31	289

3.5.3 Preparación del suelo

Se realizó 1 pase de arado y 2 pases de rastra, con lo que el suelo quedo suelto y favorable para el trasplante.

3.5.4 Delimitación de parcelas

Una vez preparado el área de estudio se delimito los bloques y las unidades experimentales (Figura 25).

Figura 25

Delimitación y distribución de las unidades experimentales.



3.5.5 Fertilización

Se aplicó mediante el estudio de los datos obtenidos en el análisis de suelo y los requerimientos nutricionales del cultivo (Tabla 9), el resultado fue de 1359.17 kg/ha, valor que se fraccio por unidad experimental y a su vez por corte dando un valor de 90.61 gr/UE/corte.

A continuación, podemos observar las cantidades de cada fertilizante y su respectivo calculo (Tabla 10).

Tabla 10*Cantidad de cada fertilizante para el cultivo.*

Fertilizante	kg/ha	gr/m2	gr/4m2	Fraccionamiento (6 cortes)
Urea(46%N)	91,41	9,14	36,57	6,09 gr/UE/corte
Fosfato Diamónico (18-46-0)	63,59	6,36	25,43	4,24 gr/UE/corte
Muriato de Potasio (46%K)	1204,17	120,42	481,67	80,28 gr/UE/corte
Total	1359,17	135,92	543,67	90,61 gr/UE/corte

3.5.6 Trasplante

Las variedades de alfalfa tuvieron un periodo de emergencia desde los 10 a 15 días, el trasplante a campo se lo realizó a los 30 días de germinado el material, cuando la mayor parte de las plántulas alcanzaron la altura de 30cm. Al momento del trasplante el terreno estuvo previamente regado, las plántulas se las colocó mediante siembra en hileras o sistema marco real a raíz pelada con una distancia entre planta de 20 cm y entre surco 20 cm, dando como resultado 100 plantas de alfalfa por cada unidad experimental (Mora, 2005) (Figura 26).

Figura 26

Trasplante de plántulas de alfalfa.

3.5.7 Deshierbas

La deshierba se realizó manualmente en los primeros estadios de la planta y posteriormente con la ayuda de un azadón después de cada corte. Esta práctica fue indispensable para todos los tratamientos en estudio con el fin de evitar la competencia de agua y nutrientes con el cultivo.

3.5.8 Riego

El primer riego se realizó un día antes de la siembra, el cual permitió que la semilla tenga suficiente humedad para su proceso de germinación (Figura 27). En los siguientes meses se realizó riegos según la necesidad del cultivo y en relación a las precipitaciones (Tabla 11).

Tabla 11

Necesidades hídricas cultivo de alfalfa.

Valores característicos	Unidades	Fase de cultivo			
		Siembra, germinación y plántula	Botón floral	Floración	Maduración
Etc	mm/día	3.89 - 7.44	5.43 - 7.44	1.23 - 5.43	1.23 - 2.22

El riego se lo hizo manual con baldes de 20 litros, para lo cual se realizó el siguiente calculo:

Necesidad de la planta (mm/día=ltrs/m²/día) x área unidad experimental (4m²)

$$\text{Riego} = 7.5 \text{ ltrs/m}^2/\text{día} \times 4\text{m}^2$$

$$\text{Riego} = 30 \text{ ltrs/UE/día} \text{ (1.5 baldes)}$$

Figura 27

Riego de las unidades experimentales.



3.5.9 Toma de muestras

El primer corte se lo realizó manualmente con una hoz cuando las variedades alcanzaron un 10% de floración, este corte fue sobre los 5 centímetros de la superficie del suelo, ya que a

esa altura no se dañó la corona de la planta ni los rebrotes, los cuales fueron el forraje del siguiente corte (Bazán et al., 2017) (Figura 28).

Dependiendo del promedio de tiempo para alcanzar el 10% de la floración de las variedades (dos meses) y como no existieron investigaciones similares previas en la zona, se procedió a realizar un número de 6 cortes para la investigación, que van en relación a un año de producción.

Figura 28

Corte una vez alcanzado el 10% de floración.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Porcentaje de germinación

De acuerdo con el análisis de resultados obtenidos en la presente investigación se pudo identificar a CUF-101 como la variedad con un mayor porcentaje de germinación con un 95%, siendo Siriver y Altiva menores en un 5% y 12% respectivamente (Tabla 12).

Tabla 12

Resultados de porcentaje de germinación.

Germinación	
Variedad	(%)
CUF-101	95
Siriver	90
Altiva	83

Lloveras et al. (2020) mencionan que un porcentaje óptimo de germinación para variedades certificadas del cultivo de alfalfa supera el 80%. Por lo tanto, se podría decir que son adecuadas para las condiciones del presente estudio debido a que las tres variedades superan este porcentaje. Sin embargo, la variedad CUF-101 obtuvo los mejores resultados (95%) aproximándose a los datos obtenidos por Oñate (2019) donde obtuvieron un 96% de germinación para esta variedad.

La germinación de la semilla de alfalfa que viene reportada en las etiquetas de los sacos es la obtenida en condiciones óptimas de humedad y temperatura, normalmente va del 80 al 95 % (Cadena, 2016).

4.2 Porcentaje de prendimiento.

Una vez realizado el análisis de varianza se identificó que no existen diferencias significativas para la variable porcentaje de prendimiento ($F= 1.86$; $gl= 2.4$; $p=0.2689$) (Tabla 13).

Tabla 13

Análisis de varianza de porcentaje de prendimiento en la adaptabilidad de variedades de alfalfa (Medicago sativa L.) durante seis cortes.

Fuentes de variación	Grados de libertad FV	Grados de libertad Ex	Valor F	Valor p
Variedad	2	4	1.86	0.2689

Sobre el porcentaje de prendimiento, la variedad Altiva superó a la variedad CUF-101 y Siriver en 1.67 % y 2.33% respectivamente. Estos resultados distan de los obtenidos en la germinación donde la variedad CUF-101 fue superior a la Altiva en un 12%. Por lo tanto, a pesar de que la variedad Altiva obtuvo mejores resultados en el prendimiento, estos no fueron significativos en relación a las otras variedades (Tabla 14).

Los promedios generales del porcentaje de prendimiento de la alfalfa fueron de 97.69 y 97.14%, respectivamente, con coeficientes de variación de 2.36 y 2.35%, coeficientes adecuados para este tipo de variable (Mora, 2005).

Tabla 14

Porcentaje de prendimiento variedades de alfalfa.

Variedad	Variable	Media	S.E.
Altiva	Porc prendimiento	99.00	0.00
Cuf-101	Porc prendimiento	97.33	1.67
Siriver	Porc prendimiento	96.67	0.33

De acuerdo con Mora (2005) en el cantón Sangolquí se alcanzó un porcentaje de prendimiento en alfalfa variedad CUF-101 de 93.75% a los 30 días después del trasplante, sin embargo, en la presente investigación dicha variedad alcanzó un 97% de prendimiento en el mismo periodo de tiempo. Tomando como referencia lo mencionado anteriormente, todas las variedades en estudio se encontrarían con óptimas características en lo que a esta variable se refiere.

4.3 Altura de planta

En el presente estudio se determinó que para la variable altura de la planta existe interacción entre las variables variedad y corte de acuerdo con análisis de varianza ($F= 4.60$; $gl= 10.1713$; $p<0.001$) (Tabla 15).

Tabla 15

Análisis de varianza para altura de planta en la adaptabilidad de variedades de alfalfa (Medicago sativa L.) durante seis cortes.

Fuentes de variación	Grados de libertad FV	Grados de libertad Ex	Valor F	Valor p
Corte	5	1713	251.82	<0.0001
Variedad	2	1713	75.48	<0.0001
Corte: Variedad	10	1713	4.60	<0.0001

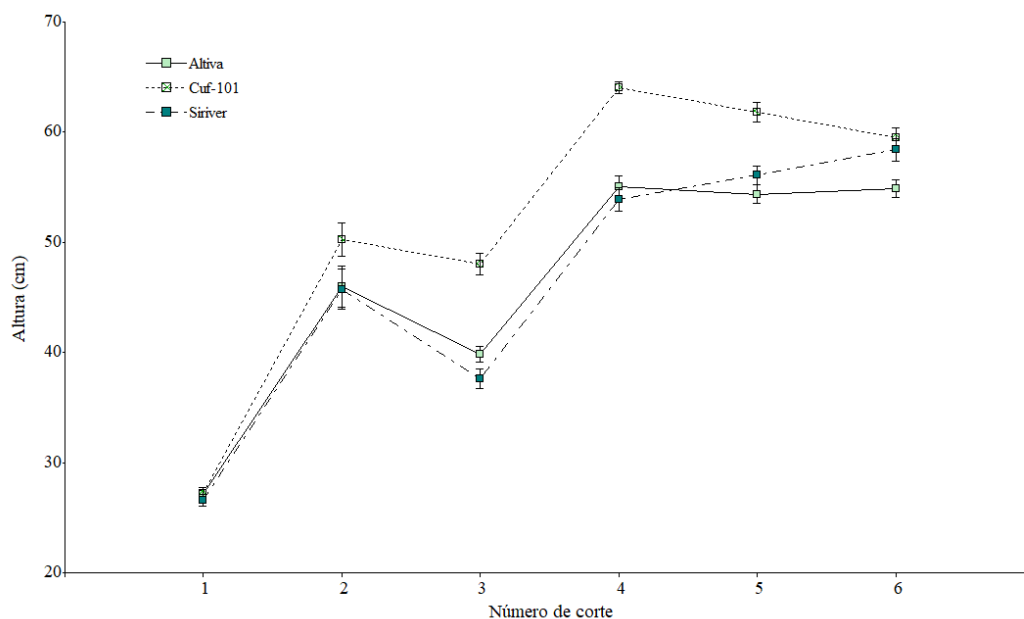
Como se puede observar en la Figura 29 la variedad CUF-101 obtuvo los mejores resultados en la variable altura de planta en los cortes 2, 3, 4 y 5 donde fue significativamente diferente a Altiva y Siriver. Mientras que las variedades Altiva y Siriver no mostraron diferencia estadística en los cortes 2, 4 y 5. Además, durante el sexto corte las variedades CUF-101 y Siriver presentaron diferencias con respecto a la Altiva.

Las variedades en su primer corte no presentaron diferencias significativas, mientras que en el segundo corte la variedad CUF-101 obtuvo una mayor altura con 50cm sobre las variedades Altiva y Siriver que alcanzaron los 46cm de altura. Sin embargo, en el tercer corte la variedad CUF-101 fue mayor a la variedad Altiva y Siriver en 10 cm. Por otra parte, en el cuarto corte las variedades Altiva y Siriver con valor promedio de 54.44 cm fueron menores a Cuf-101 que obtuvo un valor de 63.87 cm, de la misma manera en el corte 5 estas dos variedades fueron menores a la variedad CUF-101 en un 10.5%. Finalmente, la variedad CUF-101 en el sexto corte fue menor a Siriver y Altiva en 4 cm aproximadamente.

Reportaron en 7 variedades de alfalfa, en dos años de producción y en dos localidades, en promedio alturas de 66 cm y una producción de 21710 kg MS ha⁻¹, siendo la variedad Verko la que obtuvo la mayor altura con 77.2 cm, mayor rendimiento y tasa de crecimiento, en el segundo año de producción (Rojas et al., 2016).

Figura 29

Análisis de varianza para la variable altura de la planta.



Según Vega (2017), en la fisiología del cultivo de alfalfa existe un aumento de tamaño a partir del segundo corte, presentándose alturas que varían desde los 60 a los 90 cm, ya que la variedad CUF-101 fue la única que se encontró dentro de este rango en los cortes 4 (63.87 cm) y 5 (61.69 cm).

Sin embargo, Camacho y García (2003) especifican que en la variedad Cuf-101 antes del corte o pastoreo presenta un promedio de altura de 41.7 cm, similar al mejor resultado obtenido por Mostacero (2020) con 43.8 cm. Finalmente Gaytán et al. (2019) señalan en su investigación que se alcanzó un valor máximo de 37 cm de altura siendo un 42.07% menor al mejor valor logrado en el presente trabajo.

4.4 Tallos por planta

Como se observa en la Tabla 16 una vez realizado el análisis de varianza se determinó que para la variable tallos por planta, no existe interacción entre variedades y cortes ($F = 1.33$; $gl = 10.250$; $p = 0.2171$). De igual manera no existió diferencia significativa para la variedad ($F = 0.19$; $gl = 2.250$; $p = 0.8230$). Por lo contrario, si existe diferencia significativa para corte ($F = 223.03$; $gl = 5.250$; $p = <0.0001$) independientemente de la variedad.

Tabla 16

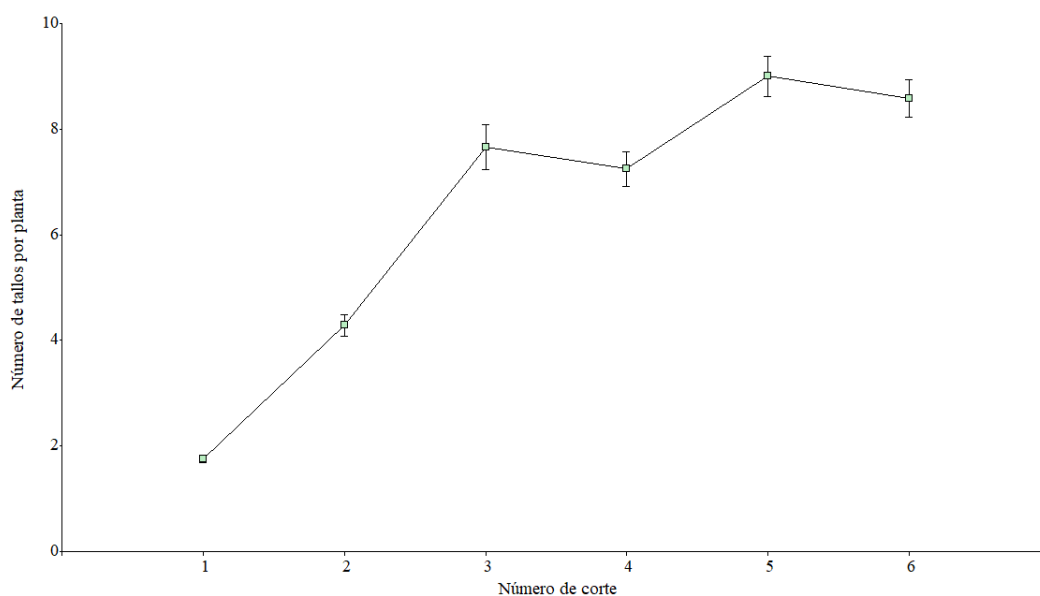
Análisis de varianza para tallos por planta en la adaptabilidad de variedades de alfalfa (Medicago sativa L.) durante seis cortes.

Fuentes de variación	Grados de libertad FV	Grados de libertad Ex	Valor F	Valor p
Corte	5	250	223.03	<0.0001
Variedad	2	250	0.19	0.8230
Corte: variedad	10	250	1.33	0.2171

Los resultados de la variable tallos por planta presentaron una tendencia creciente durante toda la investigación, no obstante, los cortes 5 y 6 fueron similares entre sí con una media de 8.79 tallos/planta siendo superiores en un 17.91% a los cortes 3 y 4 que también fueron similares con una media de 7.46 tallos/panta, estos a su vez fueron superiores al corte 2 en un 73.78% y el ultimo en mención superior al corte 1 en un 143.75% (Figura 30).

Figura 30

Análisis de varianza para la variable tallos por planta.



En esta variable se observa que los valores que aumentan según los cortes, esto podría deberse a lo expuesto por Dammer (2004), que existe un desarrollo tanto de la corona como de la raíz, aumentando así los rebrotes.

Con respecto al número de tallos por planta Dammer (2004) obtuvo resultados de 678 tallos/m² en el segundo corte de la variedad CUF-101, mientras que en la presente investigación y en el mismo corte se obtuvo un 85.73% menos con un valor de 96.75 tallos/m². Cabe mencionar que en la actual investigación se utilizó 0,23 gr de semilla/m² un 97.69% menos que en la investigación realizada por dicha investigadora que fue de 3,63 gr de semilla/m², por ende, el número de plantas/m² es menor.

Además, Valladares (2021) obtuvo un valor de 5.85 tallos/planta en el segundo corte en la variedad CUF-101, al igual que Timana (2015) que obtuvo 4.1 tallos/planta, un 33.84% y 5.6% más respectivamente, esto en relación al valor obtenido en esta investigación que fue de 3.87 tallos/planta. No obstante, el mejor valor para esta variable se alcanzó en el quinto y sexto corte con un promedio de 8.79 tallos/m².

4.5 Roya (*Uromyces striatus* J. Schröt).

4.5.1 Incidencia de roya (*Uromyces striatus* J. Schröt).

Según el análisis de varianza para la variable incidencia de roya (*Uromyces striatus* J. Schröt) se determinó que existen diferencias significativas entre corte y variedad (F =10; gl = 34.6.91; p <0.0001) (Tabla 17).

Tabla 17

*Análisis de varianza para incidencia de roya (*Uromyces striatus* J. Schröt) en la adaptabilidad de variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) durante seis cortes.*

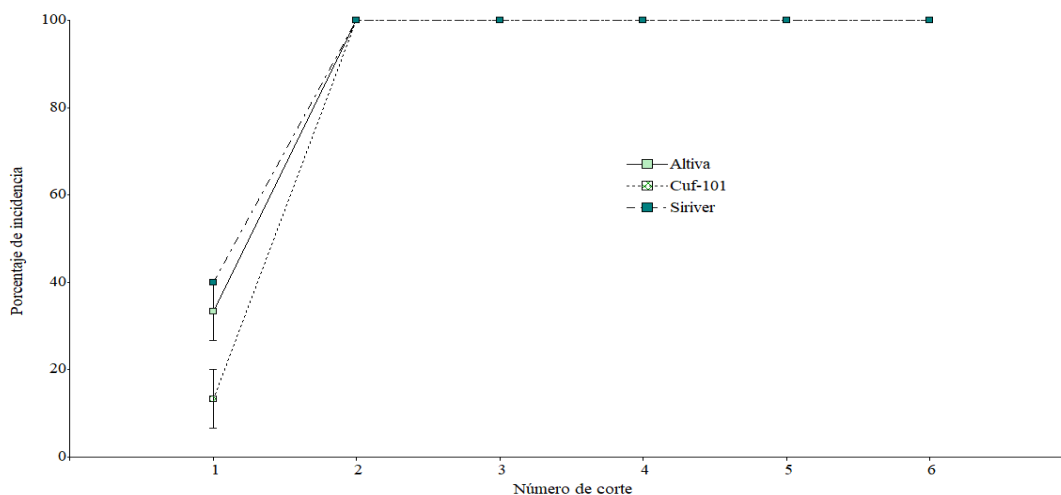
Fuentes de variación	Grados de libertad FV	Grados de libertad Ex	Valor F	Valor p
Corte	5	34	544.00	<0.0001
Variedad	2	34	6.91	0.0030
Corte: variedad	10	34	6.91	<0.0001

En la figura 31 podemos observar que no existe diferencia significativa en la incidencia de roya (*Uromyces striatus* J. Schröt) entre las variedades Altiva y Siriver, sin embargo, CUF-

101 si presenta una diferencia estadística con respecto a las demás en el primer corte, siendo esta menor en un 20% para Altiva y 26% para Siriver. Además, a partir del segundo corte no existe diferencia entre las variedades, ya que todas presentaron la enfermedad.

Figura 31

Análisis de varianza para variable incidencia de roya (Uromyces striatus J. Schröt).



4.5.2 Severidad de roya (*Uromyces striatus* J. Schröt).

Para la variable severidad de roya (*Uromyces striatus* J. Schröt), los resultados estadísticos muestran que existe una interacción entre variedad y corte con ($F = 10$; $gl = 250.2.31$; $p = 0.0129$) como muestra la tabla 18.

Tabla 18

Análisis de varianza para severidad de roya (Uromyces striatus J. Schröt) en la adaptabilidad de variedades de alfalfa (Medicago sativa L.) durante seis cortes.

Fuentes de variación	Grados de libertad FV	Grados de libertad Ex	Valor F	Valor p
Corte	5	250	92.63	<0.0001
Variedad	2	250	1.51	0.2226
Corte: variedad	10	250	2.31	0.0129

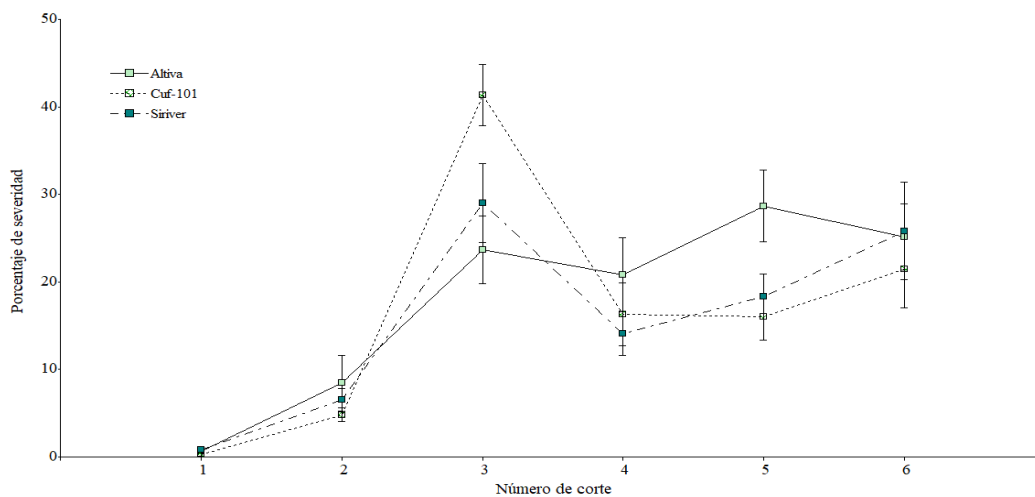
Una vez realizada la prueba de LSD Fisher al 5% se determinó que no existieron diferencias entre variedades en los cortes 1, 2, 4, y 6. No obstante, se observó una diferencia de 11% en el tercer corte entre la variedad CUF-101 con un 41.33% de severidad en

comparación con las variedades Altiva y Siriver que se encontraron por debajo del 30%. En relación al quinto corte la variedad Altiva presentó un 30% de severidad, un 10% mayor aproximadamente con respecto a CUF-101 y Siriver que se encontraron por debajo del 20%.

De manera que la variedad con mayor severidad de roya (*Uromyces striatus* J. Schröt) fue la CUF-101 en el tercer corte (41.33%), donde Siriver también se vio más afectada por la enfermedad (29%). Por lo que se refiere a la variedad Altiva presentó su mayor porcentaje de severidad en el quinto corte (28.67%) (Figura 32).

Figura 32

Análisis de varianza para variable severidad de roya (*Uromyces striatus* J. Schröt).



Según los rangos de incidencia encontrados en la investigación de Mora (2005), se puede determinar que en el primer corte existió una incidencia baja de roya (*Uromyces striatus* J. Schröt) en la variedad CUF-101 (13.33%). A su vez, las variedades Altiva (33.33%) y Siriver (40%) presentaron una incidencia media. Por lo contrario, los cortes 2, 3, 4, 5 y 6 presentaron una incidencia alta del 100% para todas las variedades, de esta manera, aunque esta enfermedad no produce la muerte de la planta, afecta a la producción y a la calidad del forraje.

En cuanto a severidad se refiere la roya (*Uromyces striatus* J. Schröt) alcanzó su máxima afectación en el tercer corte siendo la variedad CUF-101 (41.33%) la que presenta el valor más elevado, probablemente a que se encontraba en época de desarrollo y en verano, condiciones adecuadas para la infección de esta enfermedad, ya que este hongo tolera un amplio rango de temperatura que van de los 15 a 25 °C (Alarcón et al., 2008), precisamente la

temperatura promedio de la ciudad de Ibarra es de 16.3 °C y una Humedad relativa de 40% (Tabla 3), por lo que se encontraría en este rango.

4.6 Pulgón (*Acyrtosiphon pisum* Harris.).

4.6.1 Incidencia de pulgón (*Acyrtosiphon pisum* Harris.)

Los resultados estadísticos muestran que para esta variable no existe una interacción entre corte y variedad con (F=10; gl=34.0.49; p=0.8845). Así mismo, la variedad con (F=2; gl=34.1.39; p=0.2639). En cuanto a la variable corte existe una diferencia significativa (F=5; gl=34.25.16; p<0.0001) como se expresa en la tabla 19.

Tabla 19

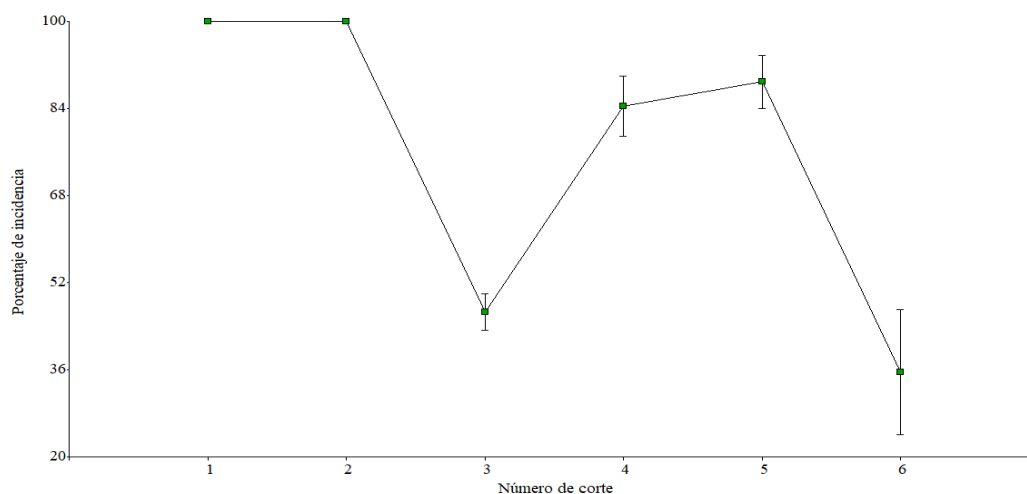
*Análisis de varianza para incidencia de pulgón (*Acyrtosiphon pisum* Harris.) en la adaptabilidad de variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) durante seis cortes.*

Fuentes de variación	Grados de libertad FV	Grados de libertad Ex	Valor F	Valor p
Corte	5	34	25.16	<0.0001
Variedad	2	34	1.39	0.2639
Corte: variedad	10	34	0.49	0.8845

Mediante el análisis de varianza se pudo determinar que las variedades en estudio no tienen diferencias significativas entre sí, por lo que tienen una resistencia similar al pulgón (*Acyrtosiphon pisum* Harris.). Por otro lado, los valores de incidencia se encuentran determinados por el número de corte siendo el 1 y 2 los que presentan un 100%, seguidos del 4 y 5 con un 85% aproximadamente y finalmente el 3 y 6 con valores inferiores al 50% de incidencia.

Figura 33

Análisis de varianza para variable incidencia de pulgón (*Acyrtosiphon pisum* Harris.).



4.6.2 Población de pulgón (*Acyrtosiphon pisum* Harris.).

Para la variable población de pulgón (*Acyrtosiphon pisum* Harris.), los resultados estadísticos muestran que existe una interacción entre corte y variedad con ($F = 10$; $gl = 250.1.80$; $p = 0.0412$) como muestra la tabla 20.

Tabla 20

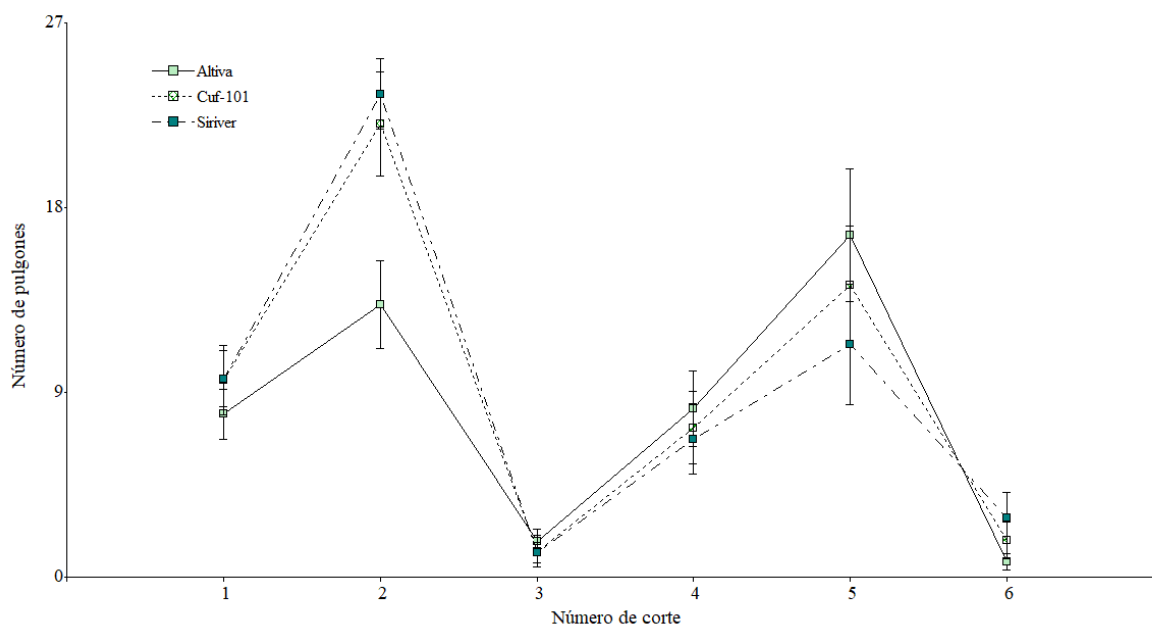
Análisis de varianza para población de pulgón (*Acyrtosiphon pisum* Harris.) variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) durante seis cortes.

Fuentes de variación	Grados de libertad FV	Grados de libertad Ex	Valor F	Valor p
Corte	5	250	60.73	<0.0001
Variedad	2	250	0.57	0.5690
Corte: variedad	10	250	1.80	0.0412

Mediante los datos obtenidos, se determinó que en el segundo corte existe diferencia entre las variedades CUF-101 y Siriver con valores promedio cercanos a los 23 pulgones, lo cual difiere de la variedad Altiva con 12 pulgones aproximadamente. Por el contrario, no existe diferencia en los cortes 1, 3, 4, 5 y 6.

Figura 34

Análisis de varianza para variable población de pulgón (Acyrtosiphon pisum Harris.).



Mediante el umbral económico descrito por Mora (2005), en el cual el valor para plantas mayores a 30 cm es de 30-40 individuos por tallo, se pudo determinar que todos los cortes y variedades se encontraron por debajo de este valor.

4.7 Palomilla (*Loxostege sticticalis* L.).

4.7.1 Incidencia de palomilla (*Loxostege sticticalis* L.).

El análisis de datos no paramétricos de la prueba de Friedman's test indica que existe una interacción entre corte y variedad ($p= 0.0001$), resultados que se muestran a continuación en la tabla 21.

Tabla 21

*Análisis de varianza de datos no paramétricos de la prueba de Friedman's test para incidencia de palomilla (*Loxostege sticticalis* L.) en la adaptabilidad de variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) durante seis cortes.*

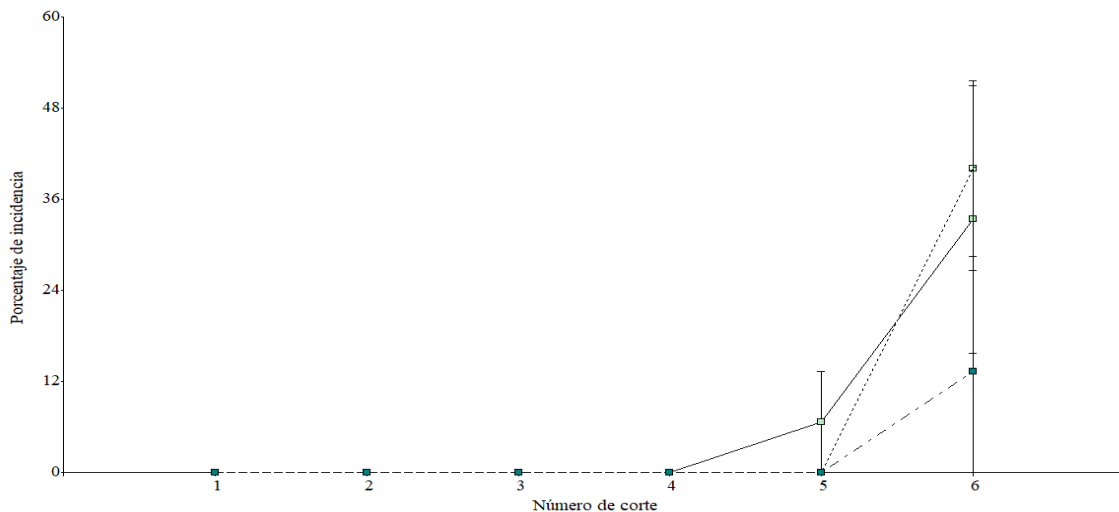
Valor T ²	Valor p
4.38	0.0001

Mediante el análisis de Friedman al 5% para incidencia de palomilla (*Loxostege sticticalis* L.) se pudo determinar resultados nulos en los cortes 1, 2, 3, 4 para todas las variedades, es decir que en estos cortes no existió palomilla. En cambio, en el corte 5 ya se

observó un incremento del 6.67% en variedad Altiva. Con respecto al corte 6, la variedad CUF-101 (40%) presentó el mayor valor de incidencia seguido de la variedad Altiva (33.33%) y Siriver (13.33%) que fue la de menor incidencia.

Figura 35

Análisis de varianza para variable incidencia de palomilla (Loxostege sticticalis L.).



4.7.2 Población de palomilla (*Loxostege sticticalis* L.).

A través de la prueba de Friedman's test podemos determinar una interacción entre corte y variedad ($p= 0.0001$), resultados que se muestran en la tabla 22.

Tabla 22

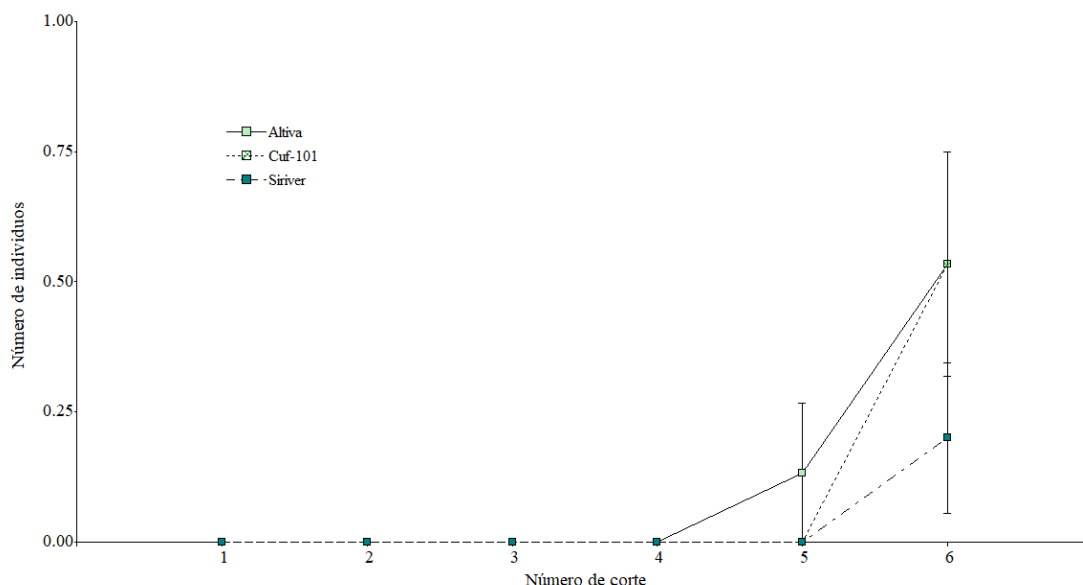
Análisis de varianza de datos no paramétricos de la prueba de Friedman's test para población de palomilla (Loxostege sticticalis L.) en la adaptabilidad de variedades de alfalfa (Medicago sativa L.) durante seis cortes.

Valor T ²	Valor p
5.52	<0.0001

Una vez realizada la prueba de Friedman al 5% se obtuvieron valores nulos para la variable severidad de palomilla (*Loxostege sticticalis* L.) en los cuatro primeros cortes. En lo que se refiere al corte 5 la variedad Altiva presentó una media de 0.13 individuos. Por otro lado, la variedad CUF-101 y Altiva mostraron una media similar de 0.53 individuos de palomilla (*Loxostege sticticalis* L.) en el sexto corte, mismo en el que la variedad Siriver presentó una media de 0.20 individuos. En otras palabras, la mayor severidad se presentó en el sexto corte, en todas las variedades.

Figura 36

Análisis de varianza para variable población de palomilla (*Loxostege sticticalis* L.).



Según el nivel de población descrita por Mora (2005) existiría una ausencia del insecto en los cortes 1, 2, 3 y 4. Por lo contrario, el corte 5 y 6 aunque tuvieron presencia del insecto presentan un rango bajo con un número menor a los 5 individuos por planta, en todas las variedades.

Además, debemos mencionar que el sitio de cultivo se encontraba en un descanso de dos años, tiempo en el cual se cortan los ciclos de las plagas, entendiéndose por descanso o barbecho a un período de tiempo en el cual el lote estará sin ninguna siembra (Escobar, 2014).

4.8 Picudo (*Hypera postica* Gyll.).

4.8.1 Incidencia de picudo (*Hypera postica* Gyll.).

Según la prueba de Friedman's test se puede observar una interacción entre corte y variedad ($p= 0.0136$) (Tabla 23).

Tabla 23

Análisis de varianza de datos no paramétricos de la prueba de Friedman's test para incidencia de picudo (*Hypera postica* Gyll.) en la adaptabilidad de variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) durante seis cortes.

Valor T ²	Valor p
2.43	0.0136

Como se puede observar en la figura 37 las tres variedades presentaron resultados nulos para incidencia de picudo (*Hypera postica* Gyll.) en el primer corte. Por lo contrario, a partir del segundo corte se observó porcentajes diferentes en cada variedad.

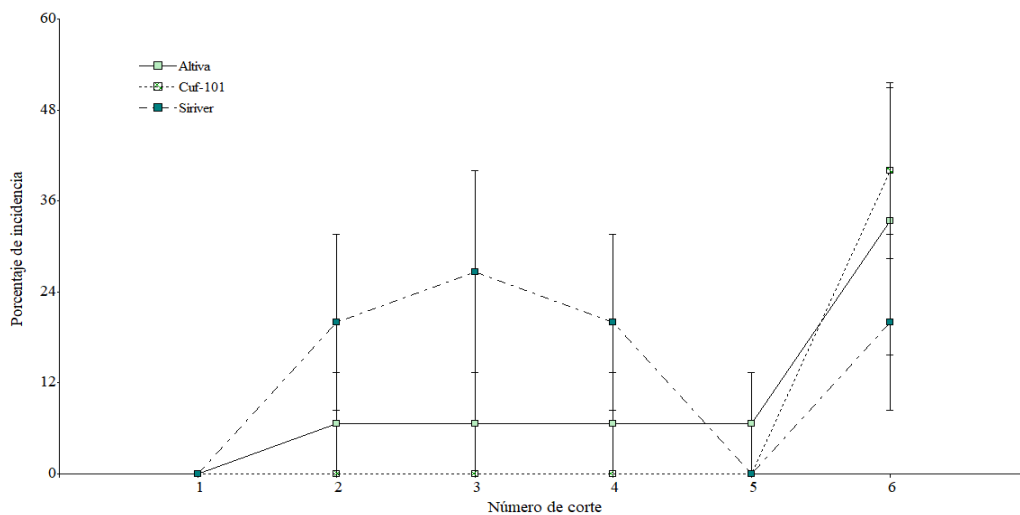
De esta manera, la variedad Siriver presentó valores nulos en el corte 1 y 5, mostrando aumentos de incidencia en los cortes 2, 3 y 6. Por lo que el corte 2 aumenta un 20% en relación al corte 1, del mismo modo en el corte 3 donde aumentó un 6,67% con respecto al corte 2. Finalmente, en un 20% en el corte 6 de esta variable.

Así mismo, la variedad Altiva aumentó su porcentaje de incidencia de picudo (*Hypera postica* Gyll.) en el corte 2 con un 6.67% en relación al corte 1. Por lo contrario, en los cortes 3, 4, y 5 la incidencia se mantuvo (6.67%). Para terminar, en el corte 6 esta variedad obtuvo su mayor aumento, con un valor de 26.66% con relación al corte 5.

Por otra parte, la variedad CUF-101 no presentó incidencia en los cortes 1, 2, 3, 4 y 5. De tal forma, el único aumento de incidencia se presentó en el corte 6 con un valor de 40%.

Figura 37

Análisis de varianza para variable incidencia de picudo (*Hypera postica* Gyll.).



4.8.2 Población de picudo (*Hypera postica* Gyll.).

Los datos observados con la prueba de Friedman's test mostraron una interacción entre corte y variedad ($p= 0.0001$), resultados que se muestran en la tabla 24.

Tabla 24

Análisis de varianza de datos no paramétricos de la prueba de Friedman's test para población de picudo (Hypera postica Gyll.) en la adaptabilidad de variedades de alfalfa (Medicago sativa L.) durante seis cortes.

Valor T ²	Valor p
3.26	<0.0001

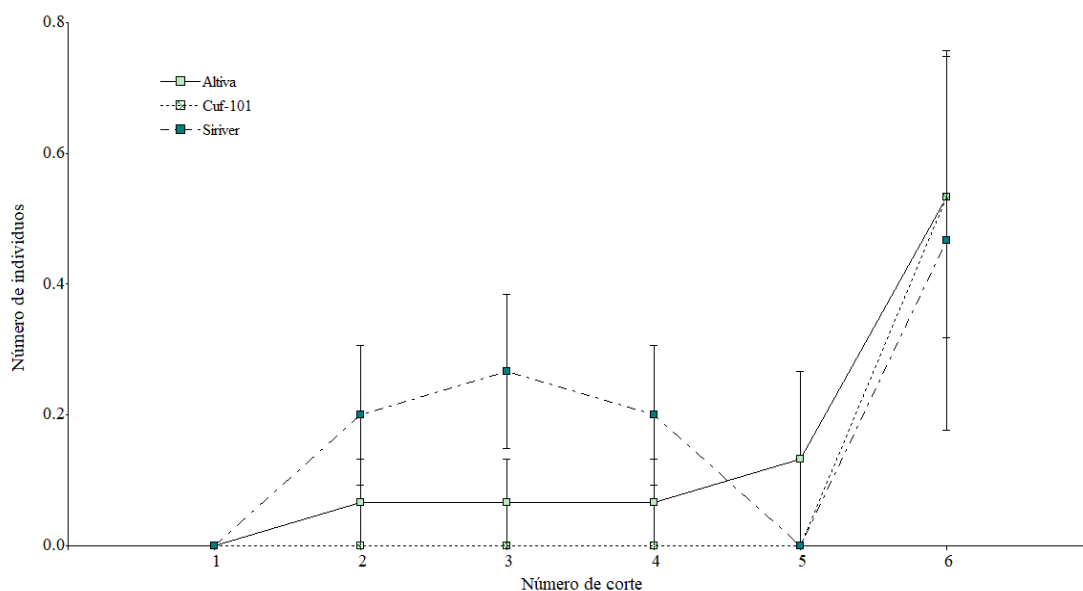
Según el análisis de la figura 38, podemos observar que existe diferencia entre la variedad Siriver con una media de 0.27 individuos con relación a las variedades Altiva (0.07) y CUF-101(0), todo esto en el tercer corte.

En lo que respecta a la mayor severidad, las variedades CUF-101 y Altiva obtuvieron valores similares con una media de 0.53 individuos/planta en el corte 6, corte en el que la variedad Siriver también presentó su mayor severidad con una media de 0.47 individuos/planta.

Cabe señalar que, la variedad CUF-101 no presentó incidencia en los cortes 1, 2, 3, 4, y 5; de igual forma, la variedad Siriver en los cortes 1 y 5 y la variedad Altiva en el corte 1.

Figura 38

Análisis de varianza para variable incidencia de picudo (Hypera postica Gyll.).



Se pudo observar que existió diferencias significativas en el tercer corte donde, la variedad Siriver tuvo una mayor incidencia de picudo de la alfalfa en relación a las variedades Altiva y CUF-101.

De acuerdo a los rangos establecidos por Zúñiga et al. (2008) se pudo determinar que las variedades en estudio presentaron un rango bajo de severidad durante toda la investigación, es decir, menos de 1-7 individuos de picudo (*Hypera postica* Gyll.) por planta.

4.9 Rendimiento materia verde.

En la tabla 25 se puede visualizar el análisis de varianza para rendimiento de materia verde, en el cual no se encontró interacción entre variedad y corte ($F = 1.23$; $gl = 10.34$; $p = 0.3097$), de la misma manera no existe diferencia significativa para la variedad ($F = 0.12$; $gl = 2.34$; $p = 0.8910$). Por lo contrario, hay una diferencia significativa para corte ($F = 65.79$; $gl = 5.34$; $p = <0.0001$) como se puede observar a continuación.

Tabla 25

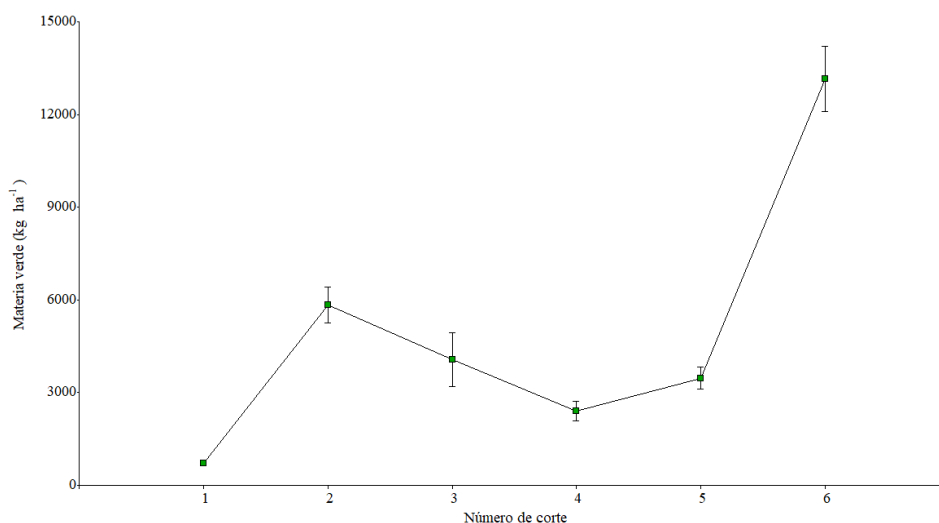
Análisis de varianza para rendimiento de materia verde en la adaptabilidad de variedades de alfalfa (Medicago sativa L.) durante seis cortes.

Fuentes de variación	Grados de libertad FV	Grados de libertad Ex	Valor F	Valor p
Corte	5	34	65.79	<0.0001
Variedad	2	34	0.12	0.8910
Corte: variedad	10	34	1.23	0.3097

A través del análisis de varianza se pudo determinar que el mejor rendimiento se encontró en el corte 6 con una media de 13.15 Ton/ha, de la misma manera, este valor fue superior en un 74.93% en relación con el promedio de los cortes 1, 2, 3, 4 y 5 que fue de 3.29 Ton/ha. Sin embargo, el corte 2 y 3 presentaron rendimientos similares con una media de 4.95 Ton/ha, algo semejante ocurre con los cortes 3, 4 y 5 con una media de 3.32 Ton/ha. Por el contrario, el corte 1 fue menor al corte 6 en un 94.68% (Figura 39).

Figura 39

Análisis de varianza para la variable materia verde (kg ha⁻¹)



En una investigación realizada en el sector de Pailones por Mora (2005) se obtuvo el valor de 4.19 Ton/ha de materia verde en la variedad CUF-101(segundo corte), en la presente investigación, en el mismo corte y variedad se obtuvo 6.04 Ton/ha, un 30% más que dicha investigación. El mejor valor obtenido fue de 15 Ton/ha en el sexto corte, siendo un 33.33% mayor al obtenido por Murillo (2000) con un rendimiento de forraje verde de 10 Ton/ha, de la misma manera un 38% superior a lo obtenido por Mora (2005) con 9.3 Ton/ha y menor en un 21% al promedio de lo establecido por Bedriñana et al. (2019) con un valor de 26 Ton/ha.

4.10 Rendimiento materia seca.

Una vez realizado el análisis de varianza para la variable rendimiento de materia seca se pudo observar que no existe interacción entre corte y variedad ($F = 1.77$; $gl = 10.34$; $p = 0.1057$), de la misma forma, no presenta diferencias la variedad ($F = 0.18$; $gl = 2.34$; $p = 0.8329$). En cambio, si existe diferencia para corte ($F = 70.63$; $gl = 5.34$; $p < 0.0001$) (Tabla 26).

Tabla 26

Análisis de varianza para rendimiento de materia seca en la adaptabilidad de variedades de alfalfa (*Medicago sativa L.*) durante seis cortes.

Fuentes de variación	Grados de libertad FV	Grados de libertad Ex	Valor F	Valor p

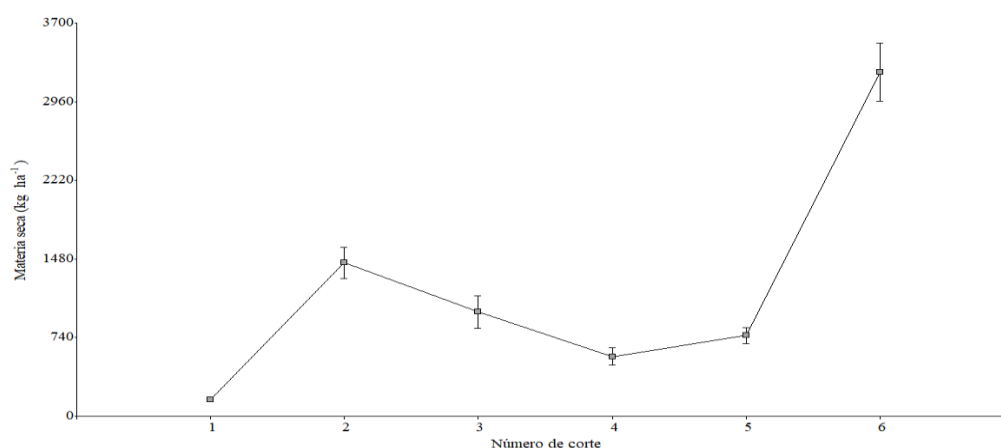
Corte	5	34	70.63	<0.0001
Variedad	2	34	0.18	0.8329
Corte:	10	34	1.77	0.1057
variedad				

Mediante los resultados del análisis de varianza para la variable rendimiento de materia seca se pudo observar que el corte 2 (1.44 Ton/ha) es superior al corte 1 (0.15 Ton/ha) en un 89%. Luego de lo cual se presentó una disminución de peso en los cortes 3 y 4 en un 32% y 61.03% respectivamente, en relación al segundo corte. No obstante, el corte 5 aumenta su valor llegando a ser superior en un 26.01% sobre el corte 4. Finalmente, el corte 6 (3.23 Ton/ha) presentó un valor de 75.88% mayor al promedio de los otros cortes (0.88 Ton/ha).

La producción de materia seca en otra investigación mostró diferencias altamente significativas ($p < 0,01$) en tres variedades introducidas con las diferentes dosis de fertilización fosfatada; donde obtuvieron 4.52 t/ha por corte para la alfalfa flor morada y entre 2.12 y 2.79 t/ha (Oñate, 2019).

Figura 40

Análisis de varianza para la variable materia seca (kg ha⁻¹)



En cuanto a la variable rendimiento de materia seca se refiere, encontramos que la mejor producción se encontró en el corte 6 independientemente de la variedad, valores que se encuentran sobre las 2.5 Ton/ha.

Dammer (2004) obtuvo un rendimiento máximo de materia seca de la variedad CUF-101 de 3.32 Ton/ha en el segundo corte (210 días). Sin embargo, en el presente estudio dicha variedad alcanzó un rendimiento similar al sexto corte (365 días) con una media de 3.72

Ton/ha. No obstante Mora (2005) obtuvo un rendimiento de 2.73 Ton/ha a los 183 días, un 26.61% menos que el valor anteriormente mencionado.

4.11 Valor nutritivo.

A continuación, en la tabla 27 encontramos los resultados del análisis de laboratorio de las tres variedades en estudio.

Tabla 27

Análisis foliar por variedad en adaptabilidad de variedades de alfalfa (Medicago sativa L.).

Análisis	Unidad de medida	* Niveles	Variedad Altiva	Variedad CUF-101	Variedad Siriver
		considerados como "Normal" para Hojas de Alfalfa			
Proteína	%	-	21,3	21,2	22,1
Nitrógeno Total (N)	%	4,50 - 5,00	3,4	3,39	3,54
Fósforo (P)	%	0,26 - 0,70	0,35	0,4	0,32
Potasio (K)	%	2,00 - 3,50	1,96	2,34	2,24
Magnesio (Mg)	%	0,30 - 1,00	0,41	0,31	0,41
Calcio (Ca)	%	1,80 - 3,00	1,16	0,96	1,53
Azufre (S)	%	0,26 - 0,50	0,22	0,22	0,24
Sodio (Na)	%	0,02 - 0,20	0,09	0,14	0,22
Hierro (Fe)	ppm	30 - 250	125	149	149
Manganeso (Mn)	ppm	30 - 100	226	210	238
Cobre (Cu)	ppm	7-30	6,8	5,9	6,2
Zinc (Zn)	ppm	20 - 70	18,7	15	15,7
Boro (B)	ppm	30 - 80	68,8	47	70,4

A través de los resultados obtenidos se pudo determinar que no existe una diferencia marcada entre las variedades respecto a la proteína, la cual presenta un valor promedio de 21.53%. Sin embargo, López (2011) encontró un porcentaje de 17.24% a 18.10% de proteína empleando la vinaza como fertilizante, siendo un 3.86% menor. No obstante, Jhan et al. (2000) manifiestan que, con un corte temprano en la alfalfa, se pueden obtener porcentajes superiores al 25 % de proteína, es decir un 3.5 más que lo obtenido. De la misma manera, Dammer (2004) indica que la alfalfa presenta un 24% de proteína, un 2.5% más que la presente investigación.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Las características agronómicas y productivas de las variedades en estudio fueron satisfactorias, de esta manera se pudo determinar que son una alternativa para los productores, por su elevado porcentaje de germinación (>80%), altura de planta (63.87cm), tallos por planta (10), rendimiento de materia verde (15 Ton/ha) y materia seca (3.72 Ton/ha). Datos que ayudaran al conocimiento sobre la planificación de siembra y posterior cultivo.

En relación a la susceptibilidad a plagas y enfermedades, se debe tener muy en cuenta a la roya (*Uromyces striatus* J. Schröt) como una enfermedad de interés y monitoreo debido a que presentó una incidencia alta (100%) en todas las variedades. Por lo contrario, todas las plagas se encontraron bajo el lumbral económico, es decir, estas variedades tendrían aparente resistencia a las mismas.

Finalmente, se determinó un adecuado contenido de proteína (21%), factor fundamental para el establecimiento de este forraje como alimento de interés para especies menores y mayores.

5.2 Recomendaciones

Realizar investigaciones en localidades con diferentes características altitudinales y edafoclimáticas, poniendo énfasis en la susceptibilidad a plagas y enfermedades para poder realizar discusiones con los datos obtenidos, debido a la poca o nula información existente.

Se recomienda tener en cuenta los datos climáticos, para determinar ciclos tanto del cultivo como de plagas y enfermedades.

Probar la producción con repelentes o bioles para una mejor producción y acortar los ciclos.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

- Alarcón, B., Espinosa, T., Galicia, M. y Espinosa, O. (2008). Manual de Plagas y Enfermedades de la Alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Fundación Hidalgo Produce A.C. México*, 1(1), 65. https://www.researchgate.net/publication/308929400_MANUAL_DE_PLAGAS_Y_ENFERMEDADES_DE_LA_ALFALFA_Medicago_sativa_L/citation/download
- Bazán, R. V., Yamada, A. G., Coronado, S. L. y Fuentes, N. N. (2017). Comportamiento productivo de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) de la variedad Caravelí sometida al pastoreo en el Valle de Huaral. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 28(3), 743-749.
- Bedriñana, J., Peinado, D., Schwartz, P. (2019). Evaluación de compost de guano de pollo en el rendimiento y calidad nutricional de la alfalfa en la sierra central del Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(4), 1562-1568. <https://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i4.15756>
- Cadena, M. (2016). *Técnicas de evaluación para el establecimiento de la alfalfa*. México: Agrobiotech. Obtenido de <http://www.agrobiotech.com.mx/test/wp-content/uploads/2016/01/Tecnicas-de-Evaluacion-Siembra-de-Alfalfa.pdf>
- Camacho, G. y García J. (2003). Producción y calidad del forraje de cuatro variedades de alfalfa asociadas con trébol blanco, ballico perenne, festuca alta y pasto ovilla. *Vet Mex*. 34(2),149-177
- Constitución Política del Ecuador. (2008). Art. 13, 15, 71.
- Cordón, S. Y. (2014). *Plantas útiles para la implementación de sistemas ganaderos sostenibles Irquis* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio Institucional Universidad Nacional Abierta y a Distancia. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/2734/1049372078.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Díaz, L., Tarifa, P., Olivera, S., Gerje, F., Benítez, M., & Ercoli, P. (2014). *Alimentos: Historia, presente y futuro*. Obtenido de <http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL005266.pdf>

- Escobar, R. (2014). El cultivo de secano. *Revista de Geografía Agrícola*, 1(52), 61-113. <https://www.redalyc.org/pdf/757/75749284005.pdf>
- ESPAC. (2020). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) 2019*. Quito-Ecuador: INEC.
- Dammer, M. (2004). Adaptación de cuatro variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en la zona de Cananvalle. *La Granja*, 5(1), 11-19. <https://doi.org/10.17163/lgr.n5.de.02>
- Fitoagícola. (2019). Descripción alfalfa ALTIVA. Castellón, España. Empresa Fitoagícola.
- FOREROAGRO. (2019). Descripción alfalfa SIRIVER. La Albuera, España. Empresa FOREROAGRO.
- Gaytán, J. A., Castro, R., Villegas, Y., Aguilar, G., Solís, M. M., Carrillo, J. C. y Negrete, L. O. (2019). Rendimiento de alfalfa (*Medicago sativa* L.) a diferentes edades de la pradera y frecuencias de defoliación. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 10(2), 353–366. <https://doi.org/https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i2.4319>
- Imwinkelried, J. M., Fava, F. D. y Trumpe, E. V. (2013). Pulgones (Hemiptera: Aphidoidea) de la alfalfa. *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria*. 1(1), 6. <https://www.manualfitosanitario.com/InfoNews/INTA%20Pulgones%20de%20la%20alfalfa.pdf>
- Ley Organica del Regimen de la Soberania Alimentaria[LORSA] (2011). Art. 9
- Lloveras, J. (2007). *Técnicas de cultivo y manejo de la alfalfa para la mejora de la calidad*. Repositorio de búsqueda de Cataluña (RECERCAT). <https://www.recercat.cat/bitstream/handle/2072/4648/Informe%20final%20T%C3%A9cnicas%20del%20cultivo%20y%20manejo%20de%20la%20alfalfa.pdf?sequence=1>
- Lloveras, J., Delgado, I. y Chocarro, C. (Ed.). (2020). *La alfalfa: agronomía y utilización*. Edicions de la Universitat de Lleida. <https://elibro.net/es/lc/utnorte/titulos/135256>
- López, A. (2011). *Evaluación de diferentes niveles de vinaza aplicados basalmente en la producción forrajera del Medicago sativa L (alfalfa)*. [Tesis pregrado, Escuela superior técnica del Chimborazo]. Repositorio digital de la Escuela superior técnica del Chimborazo. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1019>

- Martín, D. (2012). *Imágenes de la botánica de la alfalfa*. Portal de fauna exótica. <https://www.faunaexotica.net/threads/plantas-silvestres-identificacion-frecuencia-alimentaria-valor-nutricional.83519/>
- Mora, J. (2005). *Adaptación de ocho variedades comerciales de alfalfa (Medicago sativa L.) sobre los 2900 m.s.n.m. en el sector de Pailones en la hacienda El Prado* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica del Ejército]. Repositorio Escuela Superior Politécnica del Ejército. <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/5135>
- Mostacero, J. (2020). Adaptabilidad del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en un sistema silvopastoril para mejorar el cuidado del medioambiente en el Distrito de San Ignacio, Región Cajamarca, 2018. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales E Ingeniería*, 3(1), 60-66. doi:<http://dx.doi.org/10.25127/ucni.v3i1.594>
- Murillo, J. (2000). *Evaluación de la adaptación y potencial forrajero de 21 cultivares comerciales de leguminosas forrajeras en la hacienda “El Prado”* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica del Ejército]. Repositorio Escuela Superior Politécnica del Ejército. <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5135/1/T-ESPE-002945.pdf>
- Oñate, W.V. (2019). *Fenología, composición química y manejo de las variedades de alfalfa en el cantón Riobamba*. [Tesis doctoral, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional Universidad Nacional Agraria La Molina. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/browse?type=author&value=O%C3%B1ate+Viteri%2C+Wilson+Vitaliano>
- Palacio, D., Suárez, S., & Del Puerto, A. (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 372-387. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/hie/v52n3/hig10314.pdf>
- Pombosa, A. P. (2016). *Determinación de las etapas fenológicas del cultivo de alfalfa (Medicago sativa L.) var. morada paisana bajo las condiciones climáticas del cantón Cevallos* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/19819>
- Ramírez, C. A. (2015). *Utilización de Trichoderma sp. y humus líquido (trico-humus) como abono foliar en la fertilización de Medicago sativa L. (alfalfa) y su efecto en los rendimientos productivos* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de

- Chimborazo]. Repositorio Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5284>
- Rapoport, E. H., Sanz, E. H. y Ladio, A. H. (2011). *Plantas silvestres comestibles de la Patagonia Argentino-Chilena*. Ediciones de imaginaria.
- Rojas, A. R., Hernández, A. C., Maldonado, S. J., Mendoza, M., Álvarez, I. S., Joaquín, B. M. (2016). Comportamiento productivo de cinco variedades de alfalfa. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(8), 1855-1866. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v7n8/2007-0934-remexca-7-08-1855.pdf>
- Sistema de Información Pública Agropecuaria. (2020). *Aporte del sector agropecuario al PIB real*. <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/indicador-agroeconomico>
- Timana, N. (2015). *Efectos de la fertilización química-orgánica en el rendimiento de dos variedades de Alfalfa (Medicago sativa L.), en la Comunidad de Calpaquí, provincia de Imbabura* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo]. Repositorio Universidad Técnica de Babahoyo. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/738>
- Toapanta, A. D. (2016). *Efecto de la trichoderma más una base estándar de humus en la producción primaria forrajera de alfalfa (Medicago sativa L.)* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo], Repositorio Escuela Superior Politécnica de Chimborazo <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5324>
- Valladares, G. F. (2021). *Evaluación de la melaza en la simbiosis de bacterias fijadoras de nitrógeno con el cultivo de alfalfa (Medicago sativa L.), Cumbayá-Pichincha* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio Universidad Técnica del Norte. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/11152>
- Vega, A. (2017). *Determinación de la influencia de urea y melaza como aditivos en el ensilaje de alfalfa (Medicago sativa L.) en fundas de polietileno para la alimentación de bovinos*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio Universidad Técnica del Norte. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/6311>
- Yáñez, A. (2004). La captura de carbono en bosques: ¿una herramienta para la gestión ambiental?. *Gaceta Ecológica*, 1(70), 5-18. <https://www.redalyc.org/pdf/539/53907001.pdf>

Zúñiga, B., Trujillo, E., Juárez, M. y Carrillo, O. (2008). Manual de Plagas y Enfermedades de la Alfalfa (*Medicago sativa*. L.). *Fundación Hidalgo Produce A.C.* 1(1), 37. https://www.researchgate.net/publication/308929400_MANUAL_DE_PLAGAS_Y_ENFERMEDADES_DE_LA_ALFALFA_Medicago_sativa_L

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1.

Tabla de medias y error estándar para porcentaje de prendimiento

Variedad	Medias	E.E.	
Altiva	99.00	0.98	A
Cuf-101	97.33	0.98	A
Siriver	96.67	0.98	A

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

Anexo 2.

*LSD Fisher 5% para altura de planta (corte*variedad)*

Corte	Variedad	Medias	E.E.					
4	Cuf-101	63.87	1.30	A				
5	Cuf-101	61.69	1.26	A	B			
6	Cuf-101	59.43	1.28		B	C		
6	Siriver	58.39	1.28			C	D	
5	Siriver	56.08	1.23				D	E
4	Altiva	55.04	1.34					E
6	Altiva	54.78	1.23					E
5	Altiva	54.29	1.24					E
4	Siriver	53.84	1.30					E
2	Cuf-101	50.03	1.59					F
3	Cuf-101	48.03	1.33					F G
2	Altiva	46.20	1.55					G
2	Siriver	45.49	1.47					G
3	Altiva	39.88	1.26					H

3	Siriver	37.44	1.30		H
1	Cuf-101	27.22	2.12		I
1	Altiva	26.86	2.15		I
1	Siriver	26.63	2.15		I

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

Anexo 3.

*LSD Fisher 5% para número de tallos (corte) (corte*variedad).*

Corte	Medias	E.E.			
5	9.00	0.40	A		
6	8.58	0.36	A	B	
3	7.67	0.44	B		C
4	7.24	0.34	C		
2	4.29	0.22	D		
1	1.76	0.12	E		

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

Corte	Variedad	Medias	E.E.					
6	Altiva	9.60	0.61	A				
5	Siriver	9.47	0.68	A	B			
5	Altiva	9.07	0.68	A	B	C		
5	Cuf-101	8.47	0.68	A	B	C	D	
3	Altiva	8.47	0.74	A	B	C	D	E
6	Siriver	8.07	0.61	A	B	C	D	E
6	Cuf-101	8.07	0.61	A	B	C	D	E
4	Siriver	7.53	0.57	B		C	D	E
3	Siriver	7.53	0.74	B		C	D	E
4	Cuf-101	7.47	0.57	C			D	E
3	Cuf-101	7.00	0.74	D				E
4	Altiva	6.73	0.57	E				
2	Siriver	4.87	0.35	F				
2	Altiva	4.13	0.35	F G				
2	Cuf-101	3.87	0.35	G				

1	Cuf-101	1.80	0.16	H
1	Siriver	1.73	0.16	H
1	Altiva	1.73	0.16	H

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

Anexo 4.

*LSD Fisher 5% para incidencia de roya (*Uromyces striatus* J. Schröt) (corte*variedad).*

Corte	Variedad	Medias	E.E.	
2	Siriver	100.00	2.22	A
2	Cuf-101	100.00	2.22	A
6	Cuf-101	100.00	2.22	A
6	Altiva	100.00	2.22	A
3	Cuf-101	100.00	2.22	A
2	Altiva	100.00	2.22	A
5	Cuf-101	100.00	2.22	A
6	Siriver	100.00	2.22	A
4	Siriver	100.00	2.22	A
3	Altiva	100.00	2.22	A
4	Altiva	100.00	2.22	A
4	Cuf-101	100.00	2.22	A
3	Siriver	100.00	2.22	A
5	Siriver	100.00	2.22	A
5	Altiva	100.00	2.22	A
1	Siriver	40.00	2.22	B
1	Altiva	33.33	2.22	C
1	Cuf-101	13.33	2.22	D

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

Anexo 5.

*LSD Fisher 5% para severidad de roya (*Uromyces striatus* J. Schröt) (corte*variedad).*

Corte	Variedad	Medias	E.E.
-------	----------	--------	------

3	Cuf-101	41.33	3.96	A							
3	Siriver	29.00	3.96		B						
5	Altiva	28.67	3.20		B						
6	Siriver	25.80	4.64		B	C					
6	Altiva	25.13	4.64		B	C	D				
3	Altiva	23.67	3.96		B	C	D				
<hr/>											
6	Cuf-101	21.47	4.64		B	C	D				
4	Altiva	20.80	3.51		B	C	D				
5	Siriver	18.33	3.20			C	D				
4	Cuf-101	16.27	3.51			C	D	E			
5	Cuf-101	16.00	3.20			C	D	E			
4	Siriver	14.13	3.51				D	E	F		
2	Altiva	8.47	2.04					E	F	G	
2	Siriver	6.53	2.04						F	G	
2	Cuf-101	4.80	2.04						G	H	
1	Siriver	0.80	0.23							H	I
1	Altiva	0.67	0.23								I
1	Cuf-101	0.27	0.23								I

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

Anexo 6.

*LSD Fisher 5% para incidencia de pulgón (*Acyrtosiphon pisum* Harris.) (corte) (corte*variedad).*

Corte	Medias	E.E.	
1	100.00	7.02	A
2	100.00	7.02	A
5	88.89	7.02	A
4	84.44	7.02	A
3	46.67	7.02	B
6	35.56	7.02	B

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

Corte	Variedad	Medias	E.E.	
1	Altiva	100.00	10.54	A

1	Siriver	100.00	10.54	A				
1	Cuf-101	100.00	10.54	A				
2	Altiva	100.00	10.54	A				
2	Cuf-101	100.00	10.54	A				
2	Siriver	100.00	10.54	A				
5	Altiva	93.33	10.54	A				
<hr/>								
5	Siriver	93.33	10.54	A				
4	Siriver	93.33	10.54	A				
5	Cuf-101	80.00	10.54	A	B			
4	Altiva	80.00	10.54	A	B			
4	Cuf-101	80.00	10.54	A	B			
3	Siriver	53.33	10.54		B	C		
3	Cuf-101	46.67	10.54			C	D	
6	Siriver	46.67	10.54			C	D	
3	Altiva	40.00	10.54			C	D	
6	Cuf-101	40.00	10.54			C	D	
6	Altiva	20.00	10.54				D	

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

Anexo 7.

LSD Fisher 5% para población de pulgón (*Acyrtosiphon pisum* Harris.) (corte*variedad).

Corte	Variedad	Medias	E.E.						
2	Siriver	23.53	2.17	A					
2	Cuf-101	22.07	2.17	A					
5	Altiva	16.67	3.03	A	B				
5	Cuf-101	14.20	3.03		B	C			
2	Altiva	13.27	2.17		B	C			
5	Siriver	11.33	3.03		B	C	D		
1	Siriver	9.67	1.46			C	D		
1	Cuf-101	9.60	1.46			C	D		
4	Altiva	8.20	1.76			C	D		
1	Altiva	7.93	1.46			C	D		
4	Cuf-101	7.27	1.76				D		
4	Siriver	6.73	1.76				D	E	
6	Siriver	2.87	0.93					E	F
6	Cuf-101	1.80	0.93						F
3	Altiva	1.73	0.66						F

3	Cuf-101	1.27	0.66	F
3	Siriver	1.20	0.66	F
6	Altiva	0.73	0.93	F

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

Anexo 8.

Friedman's test para incidencia palomilla (*Loxostege sticticalis* L.).

Corte	Variedad	Variable	Medias	E.E.
1	Altiva	inc	0.00	0.00
1	Cuf-101	inc	0.00	0.00
1	Siriver	inc	0.00	0.00
2	Altiva	inc	0.00	0.00
2	Cuf-101	inc	0.00	0.00
2	Siriver	inc	0.00	0.00
3	Altiva	inc	0.00	0.00
3	Cuf-101	inc	0.00	0.00
3	Siriver	inc	0.00	0.00
4	Altiva	inc	0.00	0.00
4	Cuf-101	inc	0.00	0.00
4	Siriver	inc	0.00	0.00
5	Altiva	inc	6.67	6.67
5	Cuf-101	inc	0.00	0.00
5	Siriver	inc	0.00	0.00
6	Altiva	inc	33.33	17.64
6	Cuf-101	inc	40.00	11.55
6	Siriver	inc	13.33	13.33

Anexo 9.

Friedman's test para población de palomilla (*Loxostege sticticalis* L.).

Corte	Variedad	Variable	Medias	E.E.
1	Altiva	palomilla	0.00	0.00
1	Cuf-101	palomilla	0.00	0.00

1	Siriver	palomilla	0.00	0.00
2	Altiva	palomilla	0.00	0.00
2	Cuf-101	palomilla	0.00	0.00
2	Siriver	palomilla	0.00	0.00
3	Altiva	palomilla	0.00	0.00
3	Cuf-101	palomilla	0.00	0.00
3	Siriver	palomilla	0.00	0.00
4	Altiva	palomilla	0.00	0.00
4	Cuf-101	palomilla	0.00	0.00
4	Siriver	palomilla	0.00	0.00
5	Altiva	palomilla	0.13	0.13
5	Cuf-101	palomilla	0.00	0.00
5	Siriver	palomilla	0.00	0.00
6	Altiva	palomilla	0.53	0.22
6	Cuf-101	palomilla	0.53	0.22
6	Siriver	palomilla	0.20	0.14

Anexo 10.

Friedman's test para incidencia de picudo (Hypera postica Gyll.).

Corte	Variedad	Variable	Medias	E.E.
1	Altiva	inc	0.00	0.00
1	Cuf-101	inc	0.00	0.00
1	Siriver	inc	0.00	0.00
2	Altiva	inc	6.67	6.67
2	Cuf-101	inc	0.00	0.00
2	Siriver	inc	20.00	11.55
3	Altiva	inc	6.67	6.67
3	Cuf-101	inc	0.00	0.00
3	Siriver	inc	26.67	13.33
4	Altiva	inc	6.67	6.67
4	Cuf-101	inc	0.00	0.00
4	Siriver	inc	20.00	11.55
5	Altiva	inc	6.67	6.67

5	Cuf-101	inc	0.00	0.00
5	Siriver	inc	0.00	0.00
6	Altiva	inc	33.33	17.64
6	Cuf-101	inc	40.00	11.55
6	Siriver	inc	20.00	11.55

Anexo 11.

Friedman's test para población de picudo (Hypera postica Gyll.).

Corte	Variedad	Variable	Medias	E.E.
1	Altiva	picudo	0.00	0.00
1	Cuf-101	picudo	0.00	0.00
1	Siriver	picudo	0.00	0.00
2	Altiva	picudo	0.07	0.07
2	Cuf-101	picudo	0.00	0.00
2	Siriver	picudo	0.20	0.11
3	Altiva	picudo	0.07	0.07
3	Cuf-101	picudo	0.00	0.00
3	Siriver	picudo	0.27	0.12
4	Altiva	picudo	0.07	0.07
4	Cuf-101	picudo	0.00	0.00
4	Siriver	picudo	0.20	0.11
5	Altiva	picudo	0.13	0.13
5	Cuf-101	picudo	0.00	0.00
5	Siriver	picudo	0.00	0.00
6	Altiva	picudo	0.53	0.22
6	Cuf-101	picudo	0.53	0.22
6	Siriver	picudo	0.47	0.29

Anexo 12.

*LSD Fisher 5% para rendimiento de materia verde (corte) (corte*variedad).*

Corte	Medias	E.E.	
6	13150.00	1045.40	A

2	5827.16	634.77	B	
3	4079.26	893.21	B	C
5	3469.14	322.55		C
4	2404.32	287.42		C
1	700.52	38.42		D

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

Corte	Variedad	Medias	E.E.					
6	Cuf-101	15000.00	1810.13	A				
6	Altiva	13350.00	1810.13	A				
6	Siriver	11100.00	1810.13	A				
2	Siriver	6287.04	1098.55		B			
2	Cuf-101	6037.04	1098.55		B			
3	Altiva	5305.56	1546.43		B	C		
2	Altiva	5157.41	1098.55		B	C		
3	Siriver	4287.04	1546.43		B	C	D	
5	Cuf-101	4138.89	556.86		B	C	D	
5	Siriver	3703.71	556.86		B	C	D	
4	Cuf-101	3120.37	495.80		B	C	D	
3	Cuf-101	2645.19	1546.43		B	C	D	E
5	Altiva	2564.82	556.86			C	D	E
4	Siriver	2166.67	495.80			C	D	E
4	Altiva	1925.92	495.80				D	E
1	Altiva	722.20	49.16					E
1	Siriver	694.43	49.16					E
1	Cuf-101	684.93	49.16					E

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

Anexo 13.

LSD Fisher 5% para rendimiento de materia seca (corte) (corte*variedad).

Corte	Medias	E.E.	
6	3236.12	252.83	A
2	1443.47	161.94	B
3	981.89	152.57	C

5	760.26	66.01		C
4	562.51	64.28		D
1	154.74	9.79		E

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

Corte	Variedad	Medias	E.E.					
6	Cuf-101	3724.49	437.92	A				
6	Altiva	3376.57	437.92	A				
6	Siriver	2607.31	437.92	A	B			
2	Siriver	1610.60	280.48		B	C		
2	Cuf-101	1410.41	280.48			C	D	
2	Altiva	1309.39	280.48			C	D	
3	Altiva	1228.82	264.26			C	D	
3	Cuf-101	1001.90	264.26			C	D	E
5	Cuf-101	915.63	114.34				D	E
4	Cuf-101	794.02	111.33				D	E
5	Siriver	785.17	114.34				D	E
3	Siriver	714.95	264.26				D	E
5	Altiva	579.97	114.34					E
4	Siriver	457.04	111.33					E
4	Altiva	436.46	111.33					E
1	Siriver	166.66	16.96					F
1	Altiva	157.21	16.96					F
1	Cuf-101	140.33	16.96					F

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

Anexo 14.

Análisis inicial de suelo

	Análisis	Unidades	*Método de Extracción	*Niveles Óptimos para Alfalfa - Cultivo Intensivo	Resultado
Características del Suelo	Materia Orgánica	%	-	3 - 12	2,5
	Conductividad (CE)	mS/cm	Vol. 1:2	0,2 - 0,4	0,18
	pH (en H ₂ O)	-	Vol. 1:2	-	8,7
	pH (en KCl)	-	Vol. 1:2	6,2 - 7,5	7,5
Macronutrientes	Nitrato (NO ₃ -N)	mg/kg	Extracto Agua	-	2,9
	Amonio (NH ₄ -N)	mg/kg	NaCl 0.05 M	-	0,7
	(NO ₃ +NH ₄)-N	mg/kg	-	**15 - 25	3,6
	Fósforo (P)	mg/kg	NaHCO ₃ 0.5M	20 - 35	23,3
	Potasio (K)	mg/kg	NaCl 0.05 M	125 - 320	31,0
	Magnesio (Mg)	mg/kg	NaCl 0.05 M	45 - 130	131
	Calcio (Ca)	mg/kg	NaCl 0.05 M	600 - 1200	381
	Azufre (SO ₄ -S)	mg/kg	Extracto Agua	10 - 20	4,3
Micronutrientes	Hierro (Fe)	mg/kg	DTPA/CaCl ₂	20 - 50	15,3
	Manganeso (Mn)	mg/kg	DTPA/CaCl ₂	6 - 30	11,2
	Cobre (Cu)	mg/kg	DTPA/CaCl ₂	1,0 - 4,0	1,8
	Zinc (Zn)	mg/kg	DTPA/CaCl ₂	1,2 - 6,0	2,0
	Boro (B)	mg/kg	Extracto Agua	0,15 - 0,60	0,38
Peligro de Salinidad	Sodio (Na)	mg/kg	Extracto Agua	< 140	21,5
	Cloruro (Cl ⁻)	mg/kg	Extracto Agua	< 210	5,5
	Sales Totales	mg/kg	Extracto Agua	< 2000	146

Anexo 15.

Análisis foliar por variedad.

Información Proporcionada por el Cliente:	Variedad Altiva	Variedad CUF-101	Variedad Siriver
--	-----------------	------------------	------------------

Contenido de macro- y microelementos en Materia Seca (macroelementos en %, microelementos en ppm equivalente a mg/kg o µm/g)

Análisis	Unidades	* Niveles considerados como "Normal" para Hojas de Alfalfa	Resultado	Resultado	Resultado
Proteína	%	-	21,3	21,2	22,1
Nitrógeno Total (N)	%	4,50 - 5,00	3,40	3,39	3,54
Fósforo (P)	%	0,26 - 0,70	0,35	0,40	0,32
Potasio (K)	%	2,00 - 3,50	1,96	2,34	2,24
Magnesio (Mg)	%	0,30 - 1,00	0,41	0,31	0,41
Calcio (Ca)	%	1,80 - 3,00	1,16	0,96	1,53
Azufre (S)	%	0,26 - 0,50	0,22	0,22	0,24
Sodio (Na)	%	0,02 - 0,20	0,09	0,14	0,22
Hierro (Fe)	ppm	30 - 250	125	149	149
Manganeso (Mn)	ppm	30 - 100	226	210	238
Cobre (Cu)	ppm	7 - 30	6,8	5,9	6,2
Zinc (Zn)	ppm	20 - 70	18,7	15,0	15,7
Boro (B)	ppm	30 - 80	68,8	47,0	70,4

Anexo 16.

Actividades realizadas en la investigación.

Época	Año	Mes	Actividad	Días después de la siembra	Días entre actividades	Solsticio
Invierno		Abril	04/04/2020 Siembra	0	0	
Invierno		Mayo	04/05/2020 Trasplante (30 días) y 19/05/2020 prendimiento (15 días)	45	45	
Verano		Junio	08/07/2020 primer corte	95	50	Solsticio de verano
Verano	2020	Julio				
Verano		Agosto	30/08/2020 segundo corte	148	53	
Verano		Septiembre	25/10/2020 tercer corte	204	56	
Verano		Octubre				
Verano		Noviembre	19/12/2020 cuarto corte	259	55	Solsticio de invierno
Invierno		Diciembre				
Invierno		Enero	07/02/2021 quinto corte	309	50	
Invierno	2021	Febrero				
Invierno		Marzo	04/04/2021 sexto corte	365	56	
Invierno		Abril				