



Evaluación de la calidad y producción de forraje verde de avena (*Avena sativa*) asociado a colza (*Brassica napus L*) y nabo forrajero (*Brassica rapa*).

Viracucha Mera, José Eduardo

Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de Titulación Previo a la Obtención del Título de Ingeniero Agropecuario

Ing. Pazmiño Morales, Julio Cesar Mgs.

9 de septiembre del 2020

URKUND

Document Information

Analyzed document	Tesis- Viracucha URKUND.docx (D78804270)
Submitted	9/9/2020 3:54:00 AM
Submitted by	Pazmiño Morales Julio César
Submitter email	jcpazminio@espe.edu.ec
Similarity	4%
Analysis address	jcpazminio.espe@analysis.orkund.com

Sources included in the report

W	URL: https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17928/1/PASTOS%20Y%20FORRAJES%20DEL% ... Fetched: 3/3/2020 2:11:08 AM	 3
SA	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / Tesis Cristian Muñoz Urkund.docx Document Tesis Cristian Muñoz Urkund.docx (D78411974) Submitted by: jcpazminio@espe.edu.ec Receiver: jcpazminio.espe@analysis.orkund.com	 2
SA	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / TESIS ANDRES Y CABEZAS.docx Document TESIS ANDRES Y CABEZAS.docx (D44949021) Submitted by: jcpazminio@espe.edu.ec Receiver: jcpazminio.espe@analysis.orkund.com	 8

Firma:



.....

Ing. Julio Pazmiño. Mgs.

C. C.180156739



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, "**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE DE AVENA (*Avena Sativa*) ASOCIADO A COLZA (*Brassica napus L.*) Y NABO FORRAJERO (*Brassica rapa*)**" fue realizado por el señor **Viracucha Mera, José Eduardo** el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto, cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 9 de septiembre del 2020

Firma:



.....
Ing. Julio Pazmiño. Mgs.

C. C.180156739



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **Viracucha Mera, José Eduardo**, con cédula de ciudadanía n° 1723036495 declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación ***Evaluación de la calidad y producción de forraje verde de avena (Avena Sativa) asociado a colza (Brassica napus L.) y nabo forrajero (Brassica rapa)*** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas. Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Sangolquí, 9 de septiembre del 2020

Firma:



Viracucha Mera José Eduardo

C.C.: 1723036495



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo, **Viracucha Mera, José Eduardo**, con cédula de ciudadanía n° 1723036495 autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación ***Evaluación de la calidad y producción de forraje verde de avena (Avena Sativa) asociado a colza (Brassica napus L.) y nabo forrajero (Brassica rapa)*** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Sangolquí, 9 de septiembre del 2020

Firma:



.....

Viracucha Mera José Eduardo

C.C.: 1723036495

Dedicatoria

A mis padres, José Elías y Nelly por ser los pilares en mi educación y por su apoyo incondicional, y por el esfuerzo que realizan a diario para enseñarnos valores a mí y a mis hermanos.

A mis abuelitas Marujita y Bartola que siempre me sorprenden con sus historias y experiencias que han tenido a lo largo de su vida.

A todos mis primos, primas, tíos y tías que siempre están allí para compartir y ayudarnos mutuamente.

Agradecimientos

A mi padre y mi madre por siempre estar atrás mío para poder culminar este proyecto y por el apoyo que me supieron brindar cuando se me han presentado problemas que no he podido solucionar.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas, especialmente a la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, que me ha brindado todo el conocimiento sobre todo lo relacionado al campo, las plantas y sobre todo los animales que es un área que me atrae mucho aprender.

Al ingeniero Julio Pazmiño por el apoyo al realizar esta investigación, por las enseñanzas en clase y los consejos que me han ayudado en mi desarrollo profesional.

Al Dr. Diego Proaño por los consejos y conversaciones que siempre tengo en cuenta, que me han servido en mi desarrollo profesional.

Finalmente quiero agradecer a Pamela G por su apoyo incondicional en mi vida y en esta investigación, por su paciencia y su amistad, también a Bryan M por su consejos y enseñanzas a lo largo de la carrera.

Índice de Contenidos

Carátula.....	1
Urkund	2
Certificación	3
Responsabilidad De Autoría	4
Autorización De Publicación	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimientos.....	7
Índice de Contenidos.....	8
Índice de Tablas	13
Índice de Figuras	15
RESUMEN	16
ABSTRACT.....	17
CAPÍTULO I	18
Introducción	18
Objetivos	21
<i>General</i>	21
<i>Específicos</i>	21
Hipótesis.....	21

CAPÍTULO II	22
Revisión Literaria	22
Mezclas Forrajeras	22
Materia Verde.....	22
Materia Seca	23
Digestibilidad	23
Cultivo de Avena	24
Clasificación Taxonómica.....	24
Características Morfológicas	24
Adaptación	25
Características Generales.....	25
Ciclo Vegetativo	25
Rendimiento	25
Valor Nutritivo	25
Requerimientos Nutricionales del Cultivo de Avena	26
Cultivo de Vicia	26
Clasificación Taxonómica.....	27
Características Morfológicas	27
Adaptación	27
Asociación Avena + Vicia	28

	10
Cultivo de Brassicas Forrajeras.....	29
Tipos de Brassicas Forrajeras	29
Colza (<i>Brassica napus L</i>).....	30
Clasificación Taxonómica.....	30
Características Morfológicas	30
Adaptación	31
Características Generales.....	31
Ciclo Vegetativo	31
Rendimiento	31
Valor Nutritivo	31
Consumo de Colza	32
Nabo Forrajero (<i>Brassica rapa</i>)	32
Clasificación Taxonómica.....	32
Características Morfológicas	33
Características Generales.....	33
Ciclo Vegetativo	33
Rendimiento	34
Valor Nutritivo	34
Consumo de Nabo Forrajero	34
CAPÍTULO III	36

	11
Materiales y Métodos	36
Ubicación del Lugar de Investigación	36
<i>Ubicación Política</i>	36
<i>Ubicación Geográfica</i>	36
<i>Condiciones Ambientales</i>	36
Materiales	37
<i>Materiales de Campo</i>	37
<i>Materiales de Laboratorio</i>	37
Métodos	37
<i>Preparación y Análisis de Suelo</i>	37
<i>Diseño de la Investigación</i>	38
<i>Croquis experimental</i>	39
Siembra	40
Fertilización	41
VARIABLES Y EVALUACIÓN	41
<i>Determinación del Porcentaje de Germinación (%G)</i>	41
<i>Altura</i>	41
<i>Determinación de Materia Verde (Mv)</i>	42
<i>Determinación de Materia Seca (Ms)</i>	42
<i>Bromatológico</i>	43

	12
Costos de Producción	46
CAPÍTULO IV	48
Resultados y Discusión	48
Resultados	48
Porcentaje de Germinación de las Especies Forrajeras Utilizadas en la Investigación.	48
Altura de las Mezclas Forrajeras Evaluadas	49
Rendimiento en Materia Verde (Mv) y Materia Seca (Ms)	51
<i>Materia Verde (Mv)</i>	51
<i>Materia Seca</i>	53
Valor Nutricional	55
Costos de Producción	57
CAPÍTULO V	59
Conclusiones y Recomendaciones	59
Conclusiones	59
Recomendaciones	60
Referencias Bibliográficas	61

Índice de Tablas

Tabla 1 Rendimiento y composición química (PC y FDN) cosechado a 150 días a partir de la siembra de avena, vicia y la asociación avena + vicia	29
Tabla 2 Valores de proteína cruda, fibra (FDN), energía y digestibilidad de nabo forrajero, colza y avena	34
Tabla 3 Análisis de las características físico – químicas del suelo destinado para el estudio	38
Tabla 4 Tratamientos y proporciones de siembra del estudio	39
Tabla 5 Porcentaje de germinación, de las especies forrajeras evaluadas en la presente investigación	48
Tabla 6 Análisis de varianza para la altura de T0= avena + vicia; T1= avena + colza; T2= avena + nabo forrajero con 4 repeticiones y a 4 diferentes días	49
Tabla 7 Promedio y CV de la altura en cm tomada a los 20, 50, 80 y 110 días de las especies forrajeras estudiadas	50
Tabla 8 Análisis de varianza para el rendimiento de materia verde (Kg. Ha ⁻¹) de T0= avena + vicia; T1= avena + colza; T2= avena + nabo forrajero con 4 repeticiones cosechado a los 110 días después de la siembra	51
Tabla 9 Promedio ± error estándar de la producción de materia verde (Kg. Ha ⁻¹) de los tratamientos estudiados cosechados a los 110 días	52
Tabla 10 Análisis de varianza para el rendimiento de materia seca (Kg. Ha ⁻¹) de T0= avena + vicia; T1= avena + colza; T2= avena + nabo forrajero con 4 repeticiones cosechado a los 110 días después de la siembra.	53
Tabla 11 Promedio ± error estándar de la producción de materia seca (Kg. Ha ⁻¹) de los tratamientos estudiados cosechados a los 110 días.	54

Tabla 12 <i>Porcentaje de proteína, grasa, ceniza y fibra de la asociación avena + vicia, avena + colza y avena + nabo forrajero cosechados a los 110 días a partir de la siembra.</i>	55
Tabla 13 <i>Beneficio neto, costos variables y beneficios brutos para los tres tratamientos evaluados.....</i>	57

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Cultivo tradicional de Avena</i>	24
Figura 2 <i>Cultivo de vicia</i>	26
Figura 3 <i>Cultivo tradicional de colza</i>	30
Figura 4 <i>Cultivo de nabo forrajero</i>	33
Figura 5 <i>Ubicación del proyecto de investigación</i>	36
Figura 6 <i>Preparación de suelo mediante el uso de maquinaria agrícola</i>	38
Figura 7 <i>Croquis experimental utilizado en el ensayo</i>	39
Figura 8 <i>Preparación de las unidades experimentales, previamente al proceso de siembra</i>	40
Figura 9 <i>Pesaje de semillas de acuerdo al porcentaje establecido en el estudio</i>	40
Figura 10 <i>Cosecha de los tratamientos a los 110 días después de la siembra</i>	42
Figura 11 <i>Avena + nabo forrajero a los 110 días después de la siembra</i>	43
Figura 12 <i>Altura de los tratamientos estudiados, tomados en 4 diferentes tiempos</i>	50
Figura 13 <i>Rendimiento de materia verde por tratamiento y por repetición</i>	52
Figura 14 <i>Rendimiento de materia seca por tratamiento y por repetición</i>	54

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la hacienda Buenos Aires ubicada en el cantón Mejía – Ecuador. Donde se busca incentivar al uso de brassicas forrajeras como una alternativa alimenticia para el uso en rumiantes en producción; de manera que el estudio busca evaluar la calidad nutricional y producción de forraje verde de avena (*Avena sativa*) asociada a colza (*Brassica napus L*) y nabo forrajero (*Brassica rapa*). El ensayo se dispuso bajo un diseño de bloques completamente al azar, con tres tratamientos y cuatro repeticiones (T0 = avena + vicia; T1 = avena + colza; T2 = avena + nabo forrajero), donde el tratamiento 0 se lo consideró el testigo de la investigación. Se realizó una evaluación de porcentaje de germinación para las especies forrajeras utilizadas, siendo la avena (86%), seguido de nabo forrajero (84%) las semillas que presentaron los mejores resultados. En cuanto a la altura; el T0 presentó el mejor promedio con un total de 57,16cm a los 110 días después de la siembra. Para el rendimiento de materia verde (Mv) y materia seca (Ms), la asociación avena + nabo forrajero alcanzó los mayores promedios, con un total de 14234,40 Kg. Ha⁻¹ de Mv y 3604,40 Kg. Ha⁻¹ de Ms; seguido de la asociación avena + vicia que logró 12594,93 Kg. Ha⁻¹ de Mv y 2961,04 Kg. Ha⁻¹ de Ms. Dentro de la calidad nutricional la asociación avena + nabo forrajero obtuvo los mejores resultados para porcentaje de grasa (2,33%) y proteína (9,51 %). Finalmente se realizó un análisis económico para las diferentes asociaciones estudiadas donde se evidencia que la asociación avena + nabo es la mezcla que más costo de producción presenta con un valor de 423 \$. Ha⁻¹, siendo la asociación avena + colza la que menor gasto presentó, teniendo un costo de producción de 395 \$. Ha⁻¹.

PALABRAS CLAVE: *Calidad nutricional, Producción, Avena sativa, Brassica*

ABSTRACT

The present research was carried out in the Hacienda Buenos Aires located in the canton of Mejia - Ecuador. Where it is sought to encourage the use of forage brassicas as a food alternative for use in ruminants in production; so the study seeks to evaluate the nutritional quality and production of oat green forage (*Avena sativa*) associated with rapeseed (*Brassica napus L*) and fodder turnip (*Brassica rapa*). The trial was arranged under a completely random block design, with three treatments and four repetitions (T0 = Oats + Vicia; T1 = Oats + Rapeseed; T2= Oats + Fodder Turnip), where treatment 0 was considered the witness of the investigation. A germination percentage evaluation was performed for the forage species used, with Oats (86%), followed by Fodder Turnip (84%) the seeds that presented the best results. In terms of height, T0 presented the highest average with a total of 57.16cm at 110 days after sowing. For the yield of green matter (Mv) and dry matter (Ms), the association Oat + Turnip forage presented the highest averages, with a total of 14234,40 Kg. Ha⁻¹, of Mv and 3604,40 Kg. Ha⁻¹ of Ms; followed by the association Oat + Vicia that presented 12594,93 Kg. Ha⁻¹ of Mv and 2961,04 Kg. Ha⁻¹ of MS. Within the nutritional quality, the association Oats + Fodder Turnip presented the best results for fat percentage (2.33%) and protein (9.51%). Finally, an economic analysis was carried out for the different associations studied where it is evident that the association Oat + Fodder Turnip is the mixture that presents more cost of production with a value of 423 \$. Ha⁻¹, being the association Oat + Rapeseed the one that presented less expense, having a production cost of 395 \$. Ha⁻¹.

KEYWORDS: *Nutritional quality, production, Avena sativa, Brassica*

CAPÍTULO I

Introducción

La ganadería Bovina es una de las principales actividades pecuarias que se realizan en el mundo, ya que gracias a esta actividad se puede dar el desarrollo de diversos productos alimenticios tales como queso, leche, yogurt y carne, que se encuentran presentes en la dieta básica de las personas. Su importancia es tal que la FAO destaca que de esta actividad dependen más de un Billón de personas a nivel mundial (León et al., 2018, p. 34).

La ganadería en Ecuador tiene como principal actividad la alimentación de sus animales, en la cual buscan otorgarles la mejor nutrición posible, para que estos puedan desarrollar y expresar su potencial genético dependiendo del tipo de explotación a la cual estén sometidos, ya sea carne o leche. Es así que se emplean diversos métodos de alimentación, como mezclas forrajeras como avena- vicia, reygrasses con trébol blanco o rojo, pastos azules con llantén, etc. Además su alimentación es suplementada con balanceados a base de maíz y soya (León et al., 2018, p. 34; Solòrzano, 2018, p. 15).

Sin embargo, existen otras especies vegetales que pueden ser utilizadas como fuentes de alimentación para los bovinos, tal es el caso de las brassicaceas forrajeras, como son, el nabo forrajero, la colza, la remolacha forrajera entre otras, las cuales se caracterizan por ser una fuente alta en energía entre (1.9 -3.7) Mcal.Kg⁻¹. Este tipo de forrajes, han sido estudiados en diversos países, como en México (Espinoza et al., 2017, pp. 243-246) y Chile (Ayala et al., 2007, pp. 35-39), en las cuales, se ha evaluado los rendimientos en materia seca, materia verde y la calidad de los nutrientes que proporcionan estas especies forrajeras.

Algunas especies de brassicaceas forrajeras, no están destinadas principalmente al consumo animal, tal es el caso de la colza, la cual es sembrada principalmente para la producción de aceites y harinas, presentado esta un 45% de conformación de aceites, pero en estudios realizados por (Espinoza et al., 2017, pp. 245-246) con esta especie forrajera, ha estimado que su rendimiento en materia seca logra alcanzar hasta 8.4 T/Ha/ciclo además, el nabo forrajero puede lograr rendimientos de hasta 12 T/Ha/ciclo de materia seca (Antrillao, 2009, pp. 20–21), logrando estas especies ser tomadas en cuenta como una alternativa en la dieta diaria de los bovinos.

Estudios realizados en el Ecuador por (Armijos, 2014, p. 36; Lema & Cacuango, 2012, p. 93; Mora, 2005, pp. 93–95), donde se ha evaluado el valor nutritivo y la digestibilidad de asociaciones de pastos perennes, anuales, con leguminosas conocidas como trébol, vicia y alfalfa, ha permitido establecer mezclas forrajeras adecuadas para el consumo del ganado bovino. Una de las principales mezclas forrajeras utilizadas es la asociación de avena (60%) con vicia (40%) la cual logra rendimientos hasta 18 T.Ha⁻¹ de materia seca, con una alta palatabilidad y digestibilidad (85%) (León et al., 2018, p. 123).

Dentro de las mezclas forrajeras a base de avena, es común ver que esta sea asociada con leguminosas, debido a que ocasiona diversos problemas cuando es utilizada como único alimento para los animales, por lo que su continuo uso produce hipocalcemia en vacas, como consecuencia del bajo nivel de fósforo y calcio que posee esta gramínea.

De igual manera las brassicaceas forrajeras, generan diversas afecciones metabólicas, cuando estas son utilizadas como única fuente de alimentación, tal es el caso de anemia hemolítica, bocio, fotosensibilización, lesiones hepáticas y timpanismo que pueden desarrollar los bovinos. Sin embargo, es esencial mencionar que además del aporte energético que estas

especies forrajeras nos puedan brindar, estas presentan bajo porcentaje de proteína, deficiencia en fibra efectiva y poseen limitaciones en algunos nutrientes; no obstante, la implementación de brassicáceas forrajeras como colza y nabo forrajero en la dieta de los bovinos mejora el equilibrio en el aporte de energía y proteína para los microorganismos presentes en el rumen (A. Espinoza et al., 2017, p. 110).

Actualmente en el Ecuador, la utilización de brassicáceas forrajeras es muy limitada, debido a la falta de fichas técnicas e investigaciones en las cuales remitan información acerca del aporte nutricional que podrían ofrecernos estas especies forrajeras en la dieta diaria de los bovinos. Por otra parte, las variaciones climáticas y el aumento de los costos de balanceados a base de maíz y soya, han obligado a los ganaderos, buscar nuevas alternativas de alimentación para su ganadería, siendo las brassicáceas forrajeras una de las principales a ser tomadas en cuenta.

De igual manera, no se han realizado estudios suficientes, en las cuales se hayan asociado las brassicáceas forrajeras a gramíneas de corte como la avena. Por tal motivo la presente investigación busca evaluar la calidad nutricional mediante el análisis bromatológico y la digestibilidad *in situ* del forraje verde de avena asociada a diferentes brassicáceas forrajeras como son la colza y nabo forrajero, comparando sus rendimientos con una mezcla forrajera clásica como es la asociación avena-vicia.

Objetivos

General

Evaluar la calidad y producción de forraje verde de avena (*Avena sativa*) asociado a colza (*Brassica napus L*) y nabo forrajero (*Brassica rapa*).

Específicos

- Evaluar el valor nutritivo mediante un perfil bromatológico del forraje verde de avena “(*Avena sativa*) - colza (*Brassica napus L*)”, “avena - nabo forrajero (*Brassica rapa*)” frente “avena – vicia”.
- Comparar el rendimiento en materia seca y materia verde de avena “(*Avena sativa*) - colza (*Brassica napus L*)”, “avena - nabo forrajero (*Brassica rapa*)” frente “avena – vicia”.
- Analizar costos de producción que presentan la asociación de avena “(*Avena sativa*) - colza (*Brassica napus L*)”, “avena - nabo forrajero (*Brassica rapa*)” frente “avena – vicia”.

Hipótesis

Ho: La asociación avena + vicia no presenta diferencias significativas en la producción, valor nutricional que la asociación avena-colza y avena-nabo Forrajero.

Hi: La asociación avena + vicia si presenta diferencias significativas en la producción, valor nutricional que la asociación avena-colza y avena-nabo Forrajero.

CAPÍTULO II

Revisión Literaria

Mezclas Forrajeras

Los pastos son la alimentación más económica que se le puede suministrar a un bovino, sin embargo, los nutrientes que se aportan son escasos, tal es el caso de la proteína. Por otra parte, la digestibilidad de los nutrientes no es suficientes para satisfacer los requerimientos nutricionales de los hatos lecheros (Bernal, 2008, p. 65; Palacios, 2015, p. 9).

Palacios, (2015) menciona que, el asociar varias especies forrajeras, permite que se logre una interacción muy impórtate entre ellas, la cual puede alterarse, debido a la presencia del animal, las condiciones ambientales y el suelo en particular. Si la interacción es bien manejada por el hombre esta podrá sacar el mejor rendimiento posible y la pastura se mantendrá durante un periodo más largo (p.37).

Para la realización de una mezcla forrajera, es necesario conocer los diferentes ciclos vegetativos que presenta cada especie forrajera y por otra parte debemos de determinar qué especies son las que mejor se adaptan a nuestras condiciones ambientales y las cuales no permitirán obtener los mejores resultados (León et al., 2018, p. 99).

Materia Verde

Se les considera materia verde a los pastos frescos, con el contenido de agua normal o natural. Dentro de la nutrición animal no se considera la materia verde, debido a que la cantidad de agua que contiene el alimento puede ser variable y los porcentajes

en donde se puede apreciar la cantidad de nutrientes que nos puede dar un alimento, se la ve en la cantidad de materia seca (León et al., 2018, p. 451; Mora, 2005, p. 34).

Materia Seca

León et al., (2018) menciona que la materia seca, es la cantidad de alimento que nos queda luego de haber retirado por completo el contenido de agua que poseía el forraje. Para poder retirar el contenido de agua, se realizan procedimientos en laboratorio, mediante el uso de una estufa o de manera natural, dejando al forraje secarse con los rayos del sol.

De manera general se estima que el consumo de materia seca por unidad bovina sea entre el 2 – 3% de su peso vivo, aunque, en otras estimaciones, se toma en consideración la semana de lactación y peso vivo del animal para estimar el consumo de materia seca (León et al., 2018, p. 451).

Digestibilidad

Alvear & Cabezas,(2018) mencionan que la digestibilidad es la cantidad de alimento que ha ingerido el animal y a su vez fue descompuesto en partículas y absorbido dentro del tracto digestivo y no fue eliminado por las heces (p.9).

La digestibilidad nos demuestra el aprovechamiento de un alimento por parte del tracto digestivo del animal, el cual realizara el proceso de digestión por medio de la hidrolisis, transformando el alimento en pequeñas moléculas como aminoácidos, ácidos grasos y glúcidos, los cuales van a ser absorbidos y aprovechados por el animal (Gomez et al., 2007, pp. 270–271).

La digestibilidad de los forrajes dependerá principalmente del estado fenológico en que se encuentre la planta (tierno o maduro), su composición química y si el animal es capaz de transformar el forraje que ingirió en los nutrientes que necesita (Alvear & Cabezas, 2018, p. 9).

Cultivo de Avena

Figura 1

Cultivo tradicional de avena



Nota. “Cultivos alternativos para el pago verde de la PAC(v): la avena” por Galego, 2017.

Clasificación Taxonómica

Planta perteneciente a la familia de las gramíneas y al género avena; es junto con los raigrases y el maíz, una de las principales fuentes forrajeras utilizadas, para la producción ya sea de forraje verde o ensilajes (Cepeda & Chiluisa, 2012, p. 23; Loayza, 2016, p. 3).

Características Morfológicas

La avena es una planta anual que presenta raíces fasciculadas y numerosas que logran alcanzar profundidades de hasta 60 cm. Sus tallos son huecos, alargados y pueden alcanzar una altura de hasta 150 cm, también presenta un notable macollaje en donde, esta planta puede lograr hasta 30 tallos por planta, sobre todo en su segundo rebrote (León et al., 2018, p. 174; Loayza, 2016, p. 3).

Sus hojas son anchas y alargadas, principalmente de color verde; presenta una inflorescencia abierta en forma de panícula de 20 cm de longitud, con espiguillas conformadas entre 2 a 5 flores cada una. Sus semillas son oblongos y alargados, de color

amarillento o blanquecino, dependiendo de la etapa de desarrollo en el que se presente (Cepeda & Chiluisa, 2012, p. 23).

Adaptación

Se le considera una planta de clima templado y templado frío, la cual se desarrolla de excelente manera en los valles interandinos entre los 2500 – 3300 msnm; aunque es poco resistente a las épocas de sequía. En cuanto al tipo de suelo, esta gramínea requiere de suelos livianos, húmedos, bien drenados, profundos y fértiles; aunque su requerimiento nutricional es menor que el del trigo (Valdivieso, 2017, p. 6).

Características Generales

Ciclo Vegetativo

Su ciclo para forraje va de los 90 – 120 días y de 180 – 210 días para la producción de grano (León et al., 2018, p. 174).

Rendimiento

La avena con un buen manejo, logra presentar rendimientos entre 35 – 45 T.MV⁻¹. Ha⁻¹ o 9–12 T.MS⁻¹ Ha.⁻¹; en estado lechoso presentar rendimientos de hasta 19 T.MS⁻¹.ha⁻¹ (León et al., 2018, p. 174; Loayza, 2016, p. 44).

Valor Nutritivo

Su valor nutritivo varía de acuerdo a la etapa en la que se la coseche, en estado de panoja embuchada presenta un porcentaje de proteína cruda de 12,66% aunque con una buena fertilización logra alcázar hasta 20% de proteína cruda; cuando las panojas se encuentran emergiendo, alcanza hasta 11,65 % y en plena floración un 7,5% de proteína cruda (Loayza, 2016, p. 44).

El forraje verde de avena presenta mejor calidad nutritiva que la cebada y el centeno; pero por otro lado presenta una deficiencia en fósforo y calcio, lo que ocasiona que animales que son alimentados únicamente con avena, presente problemas de deficiencia de calcio y en ganaderías lecheras se presenten problemas de hipocalcemia (Cepeda & Chiluisa, 2012, p. 30; León et al., 2018, pp. 174–175).

Según León et al (2018), la avena presenta una sustancia contenida en la envoltura del grano conocida como avenina, la cual tiene un efecto sobre la secreción láctea y en instinto sexual del reproductor (p.174).

Requerimientos Nutricionales del Cultivo de Avena

Este cultivo requiere principalmente nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio como macronutrientes y por otro parte demanda en mínimas cantidades molibdeno, cobalto, azufre, boro y manganeso. Para la fase de implementación se recomienda fertilizar con $138 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{Ha}^{-1}$ en la cual se le puede dar mezclarlo con otros nutrientes o en con abonos ya mezclados (Valdivieso, 2017, p. 6).

Cultivo de Vicia

Figura 2

Cultivo de vicia



Nota. “Vicia, cultivo estratégico para producción sustentable” por Curia, 2017

Clasificación Taxonómica

Las vicias son leguminosas pertenecientes a la familia de las fabaceae y al género vicia, se estima que hay varias especies distribuidas alrededor del mundo; las vicias las importantes cultivadas para producción de forrajes y como abonos verdes son: *Vicia villosa*, *Vicia sativa*, *Vicia pannonica* y *Vicia benghalensis*. En el Ecuador la más utilizada y de la que mejores rendimientos se obtiene es la vicia común (*Vicia sativa*) (Salamanca, 1986, p. 82).

Características Morfológicas

Planta con tallos débiles, angulosos, flexibles, semitrepadoras con zarcillos foliares; en el caso de la vicia común (*Vicia sativa*) presenta un tallo liso lampiño a diferencia de la Vicia velluda (*Vicia vellosa*), la cual presenta vellosidades en su tallo (Benítez, 1980, p. 73).

Sus hojas son paripinadas que presentan foliolos alternos u opuestos, los cuales presentan formas ovaladas, anchas y con punta corta. Presenta una inflorescencia en racimo con muchas o pocas flores, de colores azules, moradas o blanca, dependiendo de la especie. Su semilla por lo general es de color negro o moteadas, de forma circular, las cuales pueden variar de tamaño de acuerdo a su especie (Benítez, 1980, p. 73; León et al., 2018, p. 182).

Adaptación

Las diferentes especies de vicias son de zonas templadas, aunque la vicia común (*Vicia sativa*), se ha logrado adaptar a zonas frías y subtropicales al igual que la vicia velluda (*Vicia vellosa*). Por otra parte, estas especies de vicia se desarrollan de excelente manera en zonas secas con riego y puede lograr establecerse en zonas interandinas de hasta 3500 msnm (Salamanca, 1986, p. 83).

Por otra parte, estas plantas se adaptan a toda clase de suelos, desde los arcillo y arenosos, por lo cual son utilizados como abonos verdes para la recuperación de suelos desgastados. Algunas especies como la vicia de Hungría (*Vicia pannonica*) resiste suelos con alta humedad por lo que es sembrada en zonas donde se presentan inundaciones o encharcamientos del suelo (Benítez, 1980, p. 75; Salamanca, 1986, p. 83).

Asociación Avena + Vicia

La asociación avena + vicia es una de las mezclas forrajeras más implementadas, debido a los excelentes rendimientos, y aparte debido a los beneficios que otorga, como el aumento de cantidad de proteína que no poseen la mayoría de gramíneas y el aporte de nitrógeno que ofrecen las leguminosas, gracias a sus nódulos que fijan nitrógeno en sus raíces (León et al., 2018).

Con este tipo de asociación, se evita la existencia de problemas digestivos que se presentan en los rumiantes al momento de consumir únicamente avena como su única dieta, por otra parte, la suplementación única de leguminosas ya sea tréboles, vicia o alfalfa, ocasiona problemas productivos debido a la falta de fibra que proporcionan las gramíneas como el caso de la avena y reproductivos por el exceso de proteína proporcionada, principalmente en vacas de producción lechera (F. Espinoza et al., 2018a, p. 1238) .

Tabla 1

Rendimiento y composición química (PC y FDN) cosechado a 150 días a partir de la siembra de avena, vicia y la asociación avena + vicia

Especie	Materia	Materia	Proteína Cruda	Fibra (FDN)
forrajeras	Verde T. Ha⁻¹	Seca T. Ha⁻¹	g. Kg⁻¹	g.kg⁻¹
Avena	14.57	3.98	68.4	386.2
Vicia	10.85	2.54	203.2	315.8
Avena + Vicia	16.95	4.87	143.2	349.6

Nota. Tomado de “Producción de forraje y competencia inespecífica del cultivo asociado de avena con vicia en condiciones de secano y gran altitud” por, Espinosa; Núñez; Ortiz & Choque, 2018 y “Pastos y Forrajes del Ecuador, Siembra y producción de pasturas” por León et al., 2018.

La asociación avena vicia puede ser utilizado como una fuente directa de forraje para bovinos en producción o se la conserva para ser utilizada en épocas donde escasea la comida. También esta asociación es utilizada como método para la preparación de suelos destinados a ser potreros de rey grass, al ser una mezcla que compite con malezas como el kikuyo (Cualchi, 2013, p. 84).

Cultivo de Brassicas Forrajeras

Tipos de Brassicas Forrajeras

Según Antrillao,(2009) menciona que las brassicas forrajeras pueden ser divididas en 5 tipos las cuales son:

- Raps forrajeros (*Brassica napus*)
- Nabos de hojas o híbridos de brasicas forrajeras (*Brassica campestris spp.*)
- Col forrajera (*Brassica oleracea*)

- Nabos forrajeros (*Brassica rapa*)
- Rutabangas o colinabo (*Brassica napobrassica*)

(Antrillao, 2009, p. 9)

Colza (*Brassica napus L*)

Clasificación Taxonómica

La colza deriva de la hibridación natural que se ha dado entre la col (*Brassica oleracea L*) y el nabo silvestre (*Brassica campestris L*); por lo que esta planta pertenece a la familia de las Brassicaceae y al género *Brassica* (Marroquin, 2011, pp. 283–285).

Figura 3

Cultivo tradicional de colza



Nota. “Colza- Canola” por, Pozzolo & Ferrar, 2010

Características Morfológicas

Esta planta presenta una raíz pivotante o principal, tuberosa y fusiforme; presenta un tallo erecto y ramificado que puede alcanzar 1,50m. Las hojas miden hasta 40cm, son de color verde brillante, a menudo ciliadas en los nervios; las hojas inferiores son de pecioladas, liradas, con 2 a 5 pares de segmento laterales enteros y uno terminal mucho mayor. Presenta una inflorescencia en racimos de 20 a 60 flores de color

amarillo. Sus frutos son silicuas y de tamaño entre 60-100 mm, en la cual presenta semillas esféricas de color pardo oscuro (Cisternas et al., 2011, p. 7; Marroquin, 2011, pp. 283–285).

Adaptación

Planta adaptada al clima templado, frío, húmedo y que resiste las heladas; puede ser cultivada hasta los 3000 msnm, y su mejor desarrollo ocurre en zonas con temperaturas entre los 12 y 30°C. La colza requiere una cantidad adecuada de humedad en sus primeras etapas de desarrollo y presenta mayores rendimientos cuando existe un 50% humedad aprovechable en el suelo. La precipitación mínima que necesita este cultivo es de 500mm en todo su ciclo (León et al., 2018, p. 267).

En cuanto al suelo, la planta necesita suelos bien drenados, con un pH entre 4,2 – 8,2. Para obtener un alto rendimiento, el cultivo requiere entre 20 – 25 ppm de fósforo y una dosis de 120 – 180 Kg.N⁻¹.Ha⁻¹ y corregir deficiencias de boro (Cisternas et al., 2011, p. 6).

Características Generales

Ciclo Vegetativo

Alcanza su madurez al pastoreo a los 90 -110 días y puede alcanzar entre 2 – 4 pastoreos (León et al., 2018, p. 267).

Rendimiento

La colza con un buen manejo, logra presentar rendimientos entre 8 – 14 Tn.MS⁻¹.Ha⁻¹ (León et al., 2018, p. 267).

Valor Nutritivo

La planta es abundante en mucilagos, las raíces son ricas en carbohidratos y son medicinales; esta planta posee baja fibra y una alta cantidad de azúcares por lo que aumenta el riesgo de acidosis ruminal. Esta planta también posee un 45% de aceites, por lo que en otras

partes del mundo la usan para la extracción de aceites, pero gracias estos aceites la planta aporta con altas concentraciones de energía metabolizable y alta digestibilidad (>80%) (Marroquin, 2011, pp. 286–291).

Debido que se pueden ocurrir diversos problemas al momento del consumo directo de esta planta, como problemas de intoxicación por nitratos u ocasionar problemas en la piel, como escalado en la cara de los animales; es recomendado que se le siembre en asociación de una gramínea, como puede ser avena o raigrás anual en una relación 70 % gramínea y 30% colza (Cisternas et al., 2011, pp. 4–5).

Consumo de Colza

La colza a ser una especie netamente productora de lípidos, se la siembra para la producción de aceites que están destinados al consumo humano o aditivo en mezclas alimenticias para diferentes sistemas de explotación animal.

Existe estudios (Marín et al., 2013, pp. 335–336) que ha determinado que el consumo de esta planta y sus derivados proporciona a bovinos productores de leche, una mejoría en el perfil de ácidos grasos que se pueden presentar en la leche.

Por otra parte, la gran cantidad de lípidos que presenta, proporciona una fuente de energía a los animales de alta producción, sobre todo si el pastoreo de la misma se la realiza cuando el cultivo empiece la floración, al presentar 1.47 Mcal Enm.kg⁻¹(A. Espinoza et al., 2017, p. 246).

Nabo Forrajero (*Brassica rapa*)

Clasificación Taxonómica

Según (Empetocles, 2014, p. 4), menciona que el nabo forrajero pertenece a la familia de las Brassicaceae y al género Brassica.

Figura 4*Cultivo de nabo forrajero*

Nota. "*Brassica rapa* L. subs. *Rapa* y *Brassica napus* var. *Napobrassica* (L.), Salas, Ruiz, Vazquez & Garcia, 2018.

Características Morfológicas

El nabo forrajero es una planta bianual, con una raíz esférica y jugosa, aplanada o fusiforme dependiendo de la variedad. Presenta un tallo que puede sobrepasar el metro y medio y es de textura fuerte (Empetocles, 2014, pp. 4–6).

Sus hojas presentan ciertas diferencias entre sí, las hojas basales son lobuladas o con forma de lira y provistas de peciolo, mientras que las hojas superiores son lanceoladas y con borde dentado. Sus flores son de color amarillo y presenta cuatro pétalos opuestos, con un cáliz de cuatro sépalos; sus frutos tienen la forma de vainas cilíndricas de 5 a 10 cm de longitud, donde en su interior se encuentran las semillas con un diámetro entre 2 a 2,5 mm (Antrillao, 2009, p. 9; Empetocles, 2014, pp. 4–6).

Características Generales**Ciclo Vegetativo**

Presenta un ciclo vegetativo que dura de dos a cuatro meses, dependiendo de las condiciones climáticas que se presenten (Antrillao, 2009, p. 9).

Rendimiento

Puede alcanzar un rendimiento entre 12 a 14 T.MS⁻¹.Ha⁻¹, dependiente de que los suelos se encuentren bien fertilizados y con la humedad necesaria (Antrillao, 2009, p. 20).

Valor Nutritivo

Los nabos forrajeros son un alimento de una excelente calidad nutricional para los rumiantes, presentando una alta digestibilidad en materia seca (>85%) y valores adecuados de proteína cruda (12 -20%). Sus contenidos de nutrientes pueden variar, es así que en las hojas se encuentran mayor cantidad de proteínas y calcio, mientras que sus raíces son más abundantes en azúcares (Antrillao, 2009, p. 21; Empetocles, 2014, p. 7).

Tabla 2

Valores de proteína cruda, fibra (FDN), energía y digestibilidad de nabo forrajero, colza y avena

Parámetros	Avena	Colza	Nabo Forrajero
Bromatológicos			
Proteína Cruda (%)	9.23	26.32	10.9
Fibra (FDN) (%)	34.42	47.09	22
Energía Mcal/kg	1.10	1.52	3.9
Digestibilidad MS (%)	85	67.22	90.7

Nota. "Utilización de nabo forrajero (Brassica rapa) como suplemento de otoño para la engorda de corderos, en la zona intermedia de Aysén" Antrillao,2009.

Consumo de Nabo Forrajero

El uso del nabo forrajero reside en el aprovechamiento de este en épocas donde escasea el alimento para los animales, se lo siembra directo al suelo y se aprovecha mediante

pastoreo, en el cual se aprovecha las hojas y las raíces de esta especie vegetal. El consumo de estos se da una vez que estos alcanzan un tamaño entre los 30 cm, en la cual las hojas de estas han alcanzado su máximo crecimiento y los nutrientes en las hojas son los mejores; esto ocurre a partir de los dos meses y medio a tres meses después de la siembra (Antrillao, 2009, p. 12).

El nabo forrajero suministrado entre 3 a 6 Kg de materia seca permite proporcionar a los bovinos de leche una fuente de alimento alta en materia seca y energía metabolizable, dando como resultado un incremento en la producción de leche. Por otra parte, hay que tomar en cuenta que se debe suministrar una fuente alimenticia proteica dentro de la dieta, al utilizar este cultivo, para que exista un correcto funcionamiento de las bacterias presentes en el rumen de los bovinos (Aucal et al., 2015a, p. 17).

CAPÍTULO III

Materiales y Métodos

Ubicación del Lugar de Investigación

Ubicación Política

La presente investigación se realizó en la provincia de Pichincha, cantón Mejía, parroquia Alóag, en la propiedad “Hacienda Buenos Aires “dedicada a la producción láctea y de papas; perteneciente a la señora María Llumigusin.

Ubicación Geográfica

Figura 5

Ubicación del proyecto de investigación



Nota. Tomado de “Maps”. Google Earth, Digital Globe, 2019

Latitud: 00°28'33.0''S

Longitud: 78°40'02.1''O

Condiciones Ambientales

Altitud: 3150 msnm

Humedad Relativa: 75%

Temperatura promedio anual: 13°C

Precipitación promedio anual: 2200mm

Fuente: (Inhami,2013)

Materiales

Materiales de Campo

- Semilla de Avena
- Semilla de Colza
- Semilla de Vicia
- Semilla de Nabo Forrajero
- Fertilizante 18-46-0
- Urea
- Azadón
- Balanza

Materiales de Laboratorio

- Pastillas de Kjendhal
- Balanza
- Estufa
- Equipo de destilación Kjendhal
- Ácido clorhídrico
- Acetona

Métodos

Preparación y Análisis de Suelo

La preparación del suelo se realizó mediante el uso de maquinaria agrícola, buscando dejar la estructura del suelo suave para que exista una mejor germinación de las plantas, por lo que, primero se pasó el arado para incorporar las sobras de materia orgánica del sembrío

anterior, posteriormente se hizo pasar dos veces la rastra. Una vez finalizado la preparación; se procedió a tomar una muestra del suelo, para conocer la disponibilidad de nutrientes.

Figura 6

Preparación de suelo mediante el uso de maquinaria agrícola



Nota. Se realizó el paso de arado para incorporar la materia orgánica al suelo

Tabla 3

Análisis de las características físico – químicas del suelo destinado para el estudio

Elemento	Unidad	Cantidad	Interpretación
Materia Orgánica (MO)	%	9.50	Alto
pH	-	5.20	Acido
Nitrógeno (N)	ppm	62	Alto
Fosforo (P)	ppm	19	Medio
Potasio (K)	meq/100ml	0.39	Medio

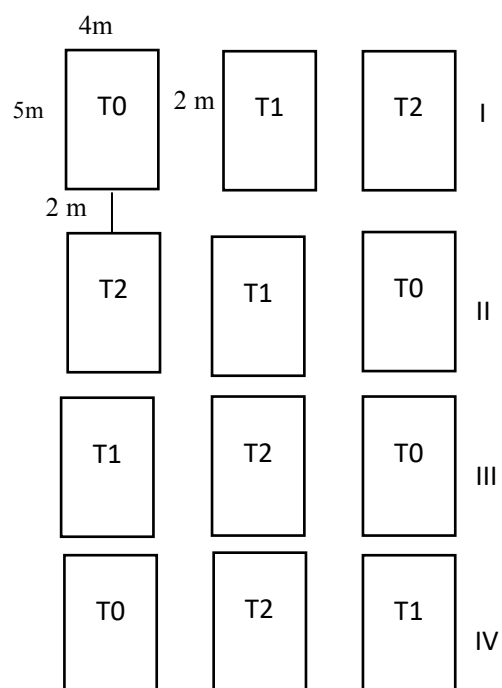
Nota. “Análisis físico – químico”, (Iniap,2019)

Diseño de la Investigación

Se evaluó 3 tratamientos (avena + vicia; avena + nabo forrajero; avena + colza) en un diseño de bloque completamente al azar (DBCA) con 4 repeticiones.

Tabla 4*Tratamientos y proporciones de siembra del estudio*

Tratamientos	Proporciones de Siembra	Cantidad de siembra Kg. Ha ⁻¹
T0	60% Avena + 40% Vicia	66 Kg avena + 44 Kg Vicia
T1	80% Avena + 20% Colza	88 Kg avena + 1,5 Kg Colza
T2	80% Avena + 20% Nabo	88 Kg Avena + 1,5 Kg Nabo
	forrajero	forrajero

Croquis experimental**Figura 7***Croquis experimental utilizado en el ensayo*

Siembra

Previamente a la siembra de la semilla, se preparó parcelas con una dimensión de 5 m de largo y 4 m de ancho, con un área total de 20m², con una separación de 2m entre cada unidad experimental.

Figura 8

Preparación de las unidades experimentales, previamente al proceso de siembra



Figura 9

Pesaje de semillas de acuerdo al porcentaje establecido en el estudio



Fertilización

Se realizó una fertilización antes de la siembra al momento que se pasó la rastra con el tractor con una mezcla física 18-46-0, posteriormente a los 45 días realizo una fertilización con urea (46 % N), para un correcto desarrollo de las mezclas forrajeras evaluadas.

VARIABLES Y EVALUACIÓN

Determinación del Porcentaje de Germinación (%G)

Para un correcto manejo de proporciones de semilla a utilizar en el momento de la siembra, se realizó un estudio de porcentaje de germinación de cada una de las especies vegetales a ser evaluadas; para lo cual se colocó en recipientes individuales con paños húmedos, 100 semillas de cada especie y se las cubrió; posteriormente se esperó a que germinaran. Para estimar el porcentaje de germinación, se utilizó la siguiente ecuación:

$$\%G = \frac{\#SG}{\#SC} * 100$$

Donde:

#SC: Numero de semillas Colocadas

#SG: Numero de semillas Germinadas

Altura

Se midió la altura de cada especie forrajera a partir de los 20 días después de la siembra, repitiendo este procedimiento cada 20 días. Para la medición de esta variable, se tomó 5 plantas al azar de cada tratamiento y se procedió a medir con una cinta métrica desde la base de la planta.

Determinación de Materia Verde (Mv)

Para la determinación de materia verde, se empleó un cuadrante de 1 m², el cual se lo arrojó al azar dentro de las parcelas de cada tratamiento, posteriormente con una oz se cortó las especies forrajeras tal como lo haría un animal en pastoreo; la muestra obtenida se lo pesó con una balanza, obteniendo la cantidad de materia verde en Kg.m⁻², posteriormente este dato se lo pasa a Kg. Ha⁻¹.

Figura 10

Cosecha de los tratamientos a los 110 días después de la siembra



Determinación de Materia Seca (Ms)

Una vez que se obtuvo las muestras de cada tratamiento, se las colocó en una estufa a 80°C, y se las secó por 24 horas. Una vez transcurrido el tiempo requerido, se pesó cada una de las muestras con una balanza, obteniendo el peso en materia seca. Para la determinación de materia seca se aplica la siguiente formula:

$$\%MS = \frac{\text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} * 100$$

Este parámetro nos permite determinar la cantidad de producción de materia seca correspondiente a cada tratamiento, expresado en Kg. Ha⁻¹.

Figura 11

Avena + nabo forrajero a los 110 días después de la siembra



Bromatológico

Nitrógeno (Proteína)

Para determinar la cantidad de proteína o el nitrógeno contenido en los pastos y forrajes se realizó el método de Kjeldahl donde:

Se pesó 1,5 gramos de muestra seca y molida de cada tratamiento y se los envolvió a cada uno en un pedazo de papel parafina. Posteriormente en un tubo Kjeldahl, se colocó ¼ de pastilla catalizadora y 15ml de ácido sulfúrico concentrado (NMX, 1980).

Para el proceso de digestión de las muestras, se calentó los tubos en un digestor durante 2 horas, aumentando la temperatura de 150°C a 350°C paulatinamente en intervalos de 15 minutos, luego se dejó enfriar las muestras a temperatura ambiente. Una vez listas, se agregó 75 ml de agua destilada (NMX, 1980).

Para el proceso de destilación, se conectó uno por uno los tubos con las muestras que salieron del digestor junto con un matraz de 250ml con 30ml de ácido bórico al 4% y 2 gotas de colorante rojo, posteriormente se encendió el equipo y se esperó el proceso de destilación (NMX, 1980).

Una vez obtenida las muestras destiladas, se agregó por goteo de ácido clorhídrico 0.1N hasta observar un cambio de color de rojo a violeta. Finalmente, para la obtención del porcentaje de nitrógeno se utilizó la siguiente formula:

$$\%Nitrogeno = \frac{14 \times N \times V \times 100}{m \times 1000}$$

Donde:

N = Normalidad de la solución

V= Gasto de titulación de HCL al 0,1 N

m= Masa de la muestra en gramos.

Fibra

Para la obtención de porcentaje fibra, se pesó 3gr de cada muestra sobre papel filtro y se colocó en un matraz junto con 100ml de ácido clorhídrico 1N, posteriormente se hierve la muestra a 200°C durante 2 horas (FAO, 2005).

Una vez finalizado el tiempo de ebullición, se filtró la muestra y se la lavó con agua destilada; esta muestra se la colocó nuevamente en un matraz limpio y se le agregó 100ml de

hidróxido de sodio 1N. De igual manera, se la colocó en la placa de calentamiento a 200°C y se calentó hasta ebullición por 2 horas (FAO, 2005).

Terminado el segundo proceso de ebullición, se filtró la muestra y se lavó con agua destilada, posteriormente se envolvió con papel filtro y se la colocó en una estufa a 80°C por una hora. Después del proceso de secado, se pesó la muestra en una balanza y mediante diferencias de pesos se obtiene el porcentaje de fibra que presentó cada muestra, como lo indica la siguiente formula:

$$\%F = \frac{A}{D} \times 100$$

Donde:

A= Peso de la muestra digerida + papel filtro

D= peso de la muestra inicial + papel filtro

Grasa

Para la obtención de porcentaje de grasa, se utilizó la técnica de Soxhlet, donde se pesó el balón de destilación seco con 8 esferas de vidrio; se tomó 3 gr de muestra de cada tratamiento y se las colocó un dedal de papel filtro, luego de culminar el proceso anterior se colocó cada muestra dentro del sifón Soxhlet; una vez terminado este procedimiento se colocó solvente dentro del sifón hasta que el balón caiga; después se agregó 20ml de solvente y se dejó fluir el agua por el refrigerante. Finalmente se prendió la placa de calentamiento a 250°C (UPO, 2005).

Se realizó 4 sifonadas que son las caídas del solvente al balón, y al terminar la última se retiró el papel filtro hecho dedal con la muestra y se procedió a quitar el solvente hasta que

quede solo grasa; finalmente se dejó evaporar lo restante de solvente de la grasa en una estufa a 80°C por 24 horas. Para la obtención del porcentaje de grasa se emplea la siguiente formula:

$$\%G = \frac{B2 - B1}{m} \times 100$$

Donde

B1= Peso del balón inicial

B2 = Peso del balón con la muestra final

m= Masa de la muestra en gramos

Ceniza

Para la determinación de la cantidad de ceniza se pesaron los crisoles y posteriormente se colocó 3 gr de cada muestra. Una vez listas las muestras se llevó los crisoles a la mufla; y se dejó a 500°C por 4 horas. Transcurrido este tiempo, se dejó enfriar y después se pesó las muestras contenidas en cada uno de los crisoles (FAO, 2005). Para la determinación del porcentaje de ceniza se usó la siguiente formula:

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{C1 - C2}{CM} \times 100$$

Donde

C1= Peso de la muestra en el crisol

C2= Peso de la ceniza en el crisol

CM= Peso de la muestra

Costos de Producción

Para la obtención de este parámetro, se procedió a realizar el método de análisis económico conocido como de presupuesto parcial implementado por (Perrin et al., 1988, p. 20), donde se plantea el beneficio que se puede obtener de diferentes sistemas agrícolas, tomando

en cuenta la ganancia estimada y los costos variables que se presentan, para mejor entendimiento de este método se utilizará la siguiente formula:

$$\textit{Beneficio Neto} = \textit{Beneficio bruto} - \textit{Costos variables}$$

El beneficio bruto incluirá un ajuste de rendimiento de acuerdo a la realidad del productor y tomará en cuenta la ganancia que se puede obtener con el producto, mientras que los costos variables, serán todos los gastos que se utilizaron en la preparación de los diferentes tratamientos transformados a una hectárea.

CAPÍTULO IV

Resultados y Discusión

Resultados

En la presente investigación se evaluó, el rendimiento y la calidad nutricional de tres diferentes asociaciones forrajeras las cuales fueron avena+ vicia, avena + colza y avena + nabo forrajero, para lo cual se tuvo 4 repeticiones para cada tratamiento, teniendo en cuenta que la asociación de avena + vicia es considerada el tratamiento testigo del estudio. Adicionalmente se midió el porcentaje de germinación y la altura de cada una de las especies forrajeras evaluadas en esta investigación.

Porcentaje de Germinación de las Especies Forrajeras Utilizadas en la Investigación.

Tabla 5

Porcentaje de germinación, de las especies forrajeras evaluadas en la presente investigación

Espece Forrajera	% de germinación
Avena	86%
Nabo	84%
Vicia	83%
Colza	72%

En la tabla 5, se puede observar el porcentaje de germinación, donde se destaca que la avena (86%), nabo (84%) y vicia (83%), presentaron una capacidad germinativa superior al 80%, lo cual se encuentra dentro de los parámetros normales de germinación, mientras que la colza con un 72% presentó el menor valor de porcentaje de germinación.

Altura de las Mezclas Forrajeras Evaluadas

Para la evaluación de la altura, se realizó un promedio entre las alturas de las especies forrajeras presentes en cada mezcla forrajera, posteriormente se realizó un análisis de varianza (ANAVA) para los tratamientos evaluados; donde se observó que no existen diferencias significativas entre repeticiones, pero si diferencias entre tratamientos ($F= 35.33$; $p<0.0001$) (Tabla 6).

Tabla 6

Análisis de varianza para la altura de T0= avena + vicia; T1= avena + colza; T2= avena + nabo forrajero con 4 repeticiones y a 4 diferentes días

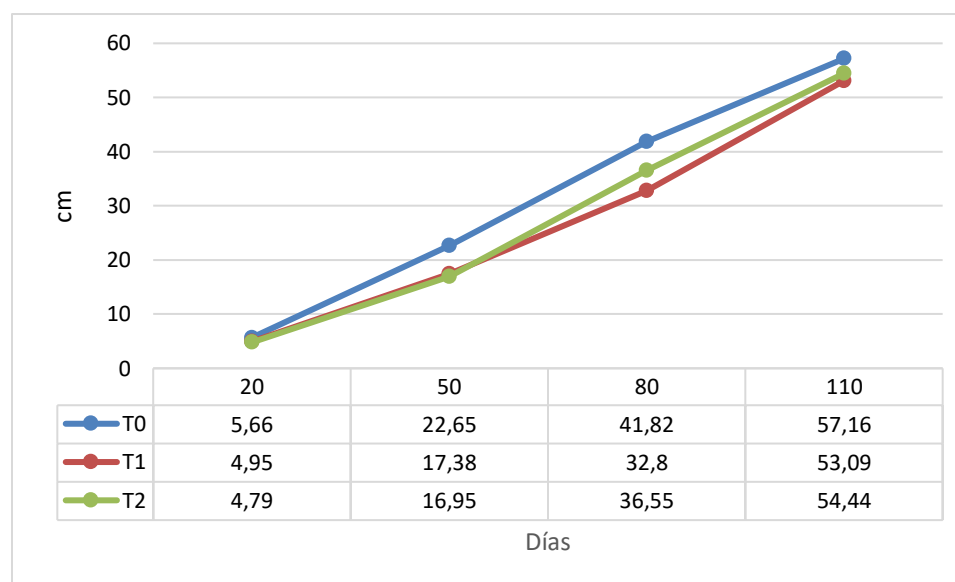
F. V	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	17067,16	8	2133,40	759,01	<0,0001
Días	16867,03	3	5622,34	2000,30	<0,0001
Repeticiones	1,51	3	0,50	0,18	0,9103
Tratamientos	198,63	2	99,32	35,33	<0,0001
Error	109,62	39	2,81		
Total	17176,78	47			

En cuanto a la altura, se puede observar en la Tabla 6 que la avena asociada con vicia reflejó la mayor altura con un promedio de 57,16 cm a los 110 días después de la siembra, mientras que la menor altura se evidenció en la avena asociada con nabo forrajero con un valor del 54,44 cm, seguido de la avena + con colza con un promedio de 53,09 cm de altura. De tal manera, se puede observar que la avena sembrada con vicia presenta la mejor altura, esto se debe al beneficio que se da en la asociación gramínea + leguminosa, en donde la vicia aporta

nitrógeno a la gramínea gracias a su capacidad de fijación de nitrógeno (León et al., 2018, pp. 53–54) (Figura 12).

Figura 12

Altura de los tratamientos estudiados, tomados en 4 diferentes tiempos



Nota: T0: avena + vicia; T1: avena + colza; T2: avena + nabo Forrajero

Tabla 7

Promedio y CV de la altura en cm tomada a los 20, 50, 80 y 110 días de las especies forrajeras estudiadas

Tratamiento	Días			
	20	50	80	110
T0= Avena + Vicia	5,66	22,65	41,82	57,16
CV	3,02	3,79	1,56	1,43
T1= Avena + Colza	4,95	17,38	32,80	53,09
CV	10,23	3,22	3,46	2,63

Tratamiento	Días			
	20	50	80	110
T2= Avena + Nabo	4,79	16,95	36,55	54,44
Forrajero				
CV	3,61	4,13	1,62	3,19

Rendimiento en Materia Verde (Mv) y Materia Seca (Ms)

Para el tiempo de cosecha de los tratamientos, se tuvo en consideración principalmente la edad en la que se encontraba la avena, ya que es la especie forrajera que más espacio ocupaba dentro de las mezclas forrajeras estudiadas y además porque es la que más tarda en llegar a su estado de maduración (4-5 meses), para esto se evaluó que esta llegara a su estado lechoso ya en formación de espiga para proceder a la cosecha de los tratamientos, esto se dio aproximadamente a los 110 días después de la siembra.

Materia Verde (Mv)

Tabla 8

Análisis de varianza para el rendimiento de materia verde (Kg. Ha⁻¹) de T0= avena + vicia; T1= avena + colza; T2= avena + nabo forrajero con 4 repeticiones cosechado a los 110 días.

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	143342,11	5	28668,42	5,23	0,0340
Tratamientos	134214,25	2	67107,12	12,25	0,0076
Repeticiones	9127,87	3	3042,62	0,56	0,6634
Error	32874,81	6	5479,14		
Total	176216,91	11			

El rendimiento de materia verde no presentó diferencias significativas entre las repeticiones, sin embargo, si se evidenció diferencias significativas para los tratamientos ($F=12,25$; $p=0,007$) (Tabla 7), donde el tratamiento 2 de avena + nabo forrajero reflejó el mejor rendimiento en materia verde con un promedio de $1423,44 \text{ Kg. Ha}^{-1}$ (Tabla 8) (Figura 13).

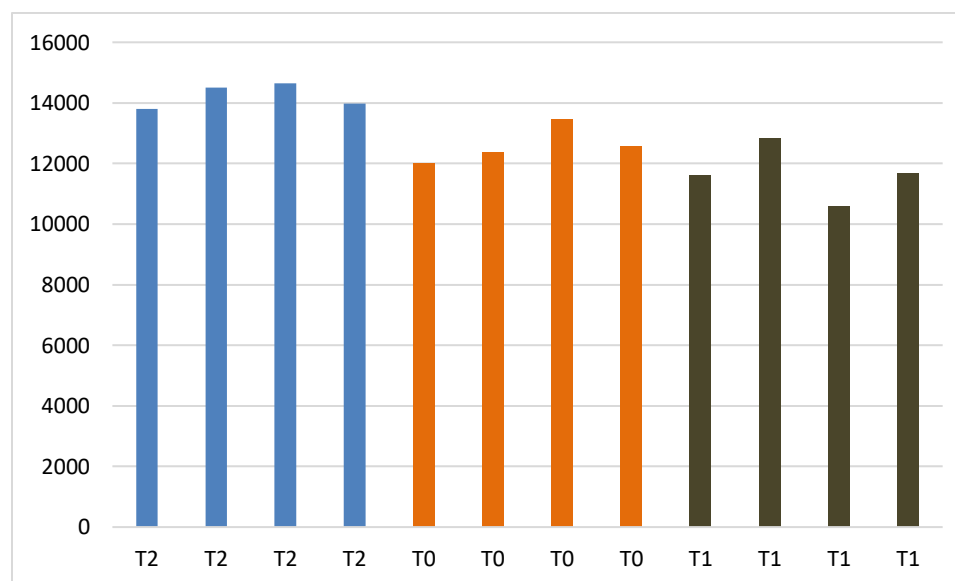
Tabla 9

Promedio \pm error estándar de la producción de materia verde (Kg. Ha^{-1}) de los tratamientos estudiados cosechados a los 110 días

Tratamiento	Rendimiento de Materia Verde Kg. Ha^{-1}	CV
T1= Avena + Colza	$11677,68 \pm 924,32 \text{ A}$	4,90
T0= Avena + Vicia	$12594,93 \pm 617,58 \text{ A}$	7,92
T2= Avena + Nabo forrajero	$14234,40 \pm 405,37 \text{ B}$	2,85

Figura 13

Rendimiento de materia verde por tratamiento y por repetición



Nota: T0 = avena + vicia, T1= avena + colza; T2= avena + nabo Forrajero

Los resultados del rendimiento de materia verde que presenta a la asociación avena + vicia, son similares a los presentados por (F. Espinoza et al., 2018, p. 142), con rendimientos de 1355 Kg.Ha⁻¹ de materia verde en una asociación 67% de avena + 33% de vicia cosechados a los 120 días, por otro lado el rendimiento de la asociación avena + nabo forrajero fue inferior en comparación al estudio realizado por (Meza et al., 2001, p. 14) donde evidencia que una asociación 60 % de avena + 20% de nabo forrajero logró un rendimiento del 25622 Kg.Ha⁻¹ de materia verde.

Materia Seca

Tabla 10

Análisis de varianza para el rendimiento de materia seca (Kg. Ha⁻¹) de T0= avena + vicia; T1= avena + colza; T2= avena + nabo forrajero con 4 repeticiones cosechado a los 110 días después de la siembra.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	1462267,32	5	292453,46	9,25	0,0087
Tratamientos	1406872,45	2	703436,23	22,25	0,0017
Repeticiones	55394,87	3	18464,96	0,58	0,6471
Error	189691,49	6	31615,25		
Total	1651958,82	11			

Para el rendimiento de materia seca no se presentaron diferencias significativas entre las repeticiones; sin embargo, existe diferencias significativas entre los tratamientos (F = 12,25; P=0,007) en su promedio; donde se evidencia que la asociación avena + nabo forrajero obtuvo

un rendimiento de 3604,40 Kg Ms. Ha⁻¹, mientras que la asociación avena + colza alcanzó el rendimiento más bajo con un valor de 2816,73 Kg Ms. Ha⁻¹ (Tabla 11) (Figura 13).

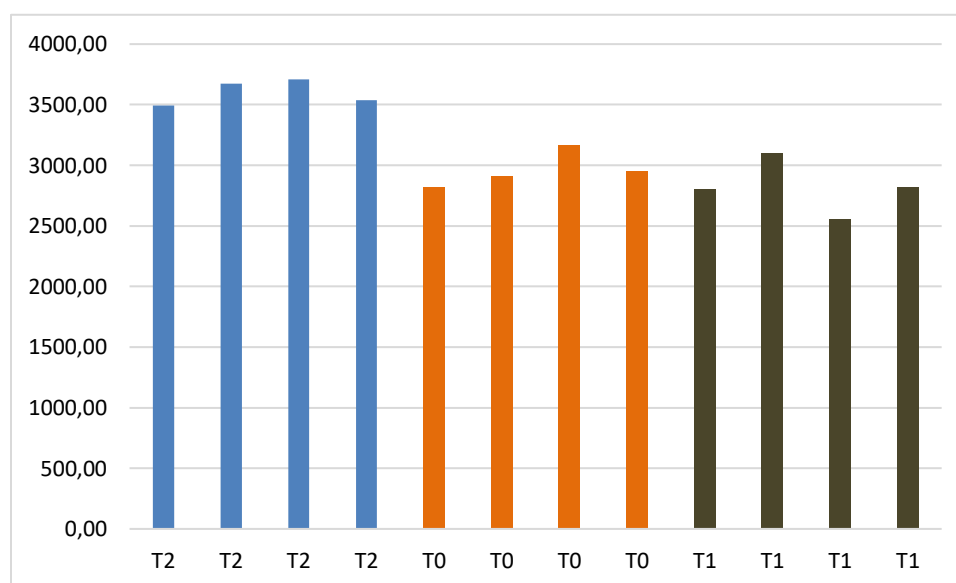
Tabla 11

Promedio ± error estándar de la producción de materia seca (Kg. Ha⁻¹) de los tratamientos estudiados cosechados a los 110 días.

Tratamiento	Rendimiento de Materia Seca Kg. Ha ⁻¹	CV
T1= Avena + Colza	2816,73 ± 223.01 A	4,93
T0= Avena + Vicia	2961,04 ± 145,83 A	7,92
T2= Avena + Nabo forrajero	3604,40 ± 103,41 B	2,85

Figura 14

Rendimiento de materia seca por tratamiento y por repetición



Nota. T0 = Avena + Vicia, T1= Avena + Colza; T2= Avena + Nabo Forrajero

Los rendimientos de materia seca para la asociación avena + vicia del estudio son superiores a los resultados presentados por (F. Espinoza et al., 2018b), con rendimientos de

1820 Kg. Ha⁻¹ de materia seca cosechada a los 120 días, con una proporción de 67 % de avena + 33% de vicia; mientras que el para el caso de avena + nabo forrajero el rendimiento obtenido fue inferior en comparación a los rendimiento que se dieron en el estudio de (Meza et al., 2001), que presentó promedios de 4681 kg.Ha⁻¹ de materia seca en una asociación de 80% avena + 20% nabo forrajero.

Valor Nutricional

Tabla 12

Porcentaje de proteína, grasa, ceniza y fibra de la asociación avena + vicia, avena + colza y avena + nabo forrajero cosechados a los 110 días a partir de la siembra.

Tratamientos	% Grasa	% Proteína	% Cenizas	% Fibra
Avena + Vicia	2,10	9,40	47,45	34,32
Avena + Colza	2,21	8,24	49,11	34,54
Avena + Nabo Forrajero	2,33	9,51	51,04	29,61

Nota. Tabla elaborada por el autor, los valores fueron obtenidos de las mejores repeticiones de cada tratamiento.

La asociación avena + nabo forrajero obtuvo el mayor promedio con un total de 2,33 % de grasa, mientras que la asociación avena + vicia presentó el menor porcentaje de grasa con valor de 2,10 % (Tabla 6). En cuanto a la evaluación de este nutriente, se puede evidenciar que la asociación avena + nabo forrajero, dispone de una aportación de energía alto, tal y como lo presenta (Aucal et al., 2015) en su estudio, donde se destaca que el aporte energético del nabo forrajero, permite ser un sustituyente de los balanceados convencionales.

En el porcentaje de proteína; el tratamiento que destacó fue la asociación avena + nabo forrajero con un valor de 9,51 %, mientras que la asociación avena colza alcanzó un porcentaje

inferior de proteína con un resultado del 8,24 %; cabe destacar que el tratamiento avena + vicia no presenta diferencias significativas respecto al tratamiento avena + nabo forrajero en cuanto al porcentaje de proteína se refiere (Tabla 5). La cantidad de proteína que obtuvo la asociación avena + vicia es similar a la presentada en el estudio de (F. Espinoza et al., 2018b), con valores de 135,8 g.Kg⁻¹ de proteína en una asociación similar a la realizada en el presente estudio; para el caso de la asociación avena + nabo forrajero, logró rendimientos similares a los presentados por (Antrillao, 2009), con un valor de 109 g.Kg⁻¹ de proteína para nabo forrajero sembrado si ninguna asociación.

En el porcentaje de ceniza, se evidenciaron diferencias significativas entre los tratamientos, donde el tratamiento de avena + nabo forrajero presentó el mayor porcentaje con un valor de 51,04 %, seguido del tratamiento avena + colza con un promedio de 49,11 %, mientras que el tratamiento avena + vicia demostró el menor contenido de cenizas con un estimado de 47,45% (Tabla 5).

Mientras que, en los resultados de fibra, el tratamiento avena + colza reflejó el mayor promedio con un valor de 34,32 %, mientras que el tratamiento avena + nabo forrajero alcanzó el contenido más bajo de fibra con un promedio del 29,61% (Tabla 5). (Aucal et al., 2015), menciona que la fibra es importante, debido a que está relacionada en la fermentación lenta y menor producción de ácidos en el rumen, y por otra parte influye sobre la digestión que se puede dar al consumir los diferentes tipos de forrajes, por lo que recomienda que la fibra se encuentre en un rango de 27 a 33%, en donde la asociación avena + nabo forrajero entra dentro del rango.

Costos de Producción

Para la realización del análisis de producción, se tomó como referencia los costos que demandó la implementaron en el estudio y se interpretaron a los costos por hectárea.

Dentro de los costos de producción se puede observar que el tratamiento 2 correspondiente a la asociación avena + nabo forrajero tuvo el costo de inversión más alto, en comparación a los otros tratamientos con un valor 423 \$. Ha⁻¹ (Tabla 13); esto se debe a los costos de la semilla, ya que estas no se producen en el país y son importadas de otros países como nueva Zelanda o Chile.

Tabla 13

Beneficio neto, costos variables y beneficios brutos para los tres tratamientos evaluados

	T0	T1	T2
Rendimiento medio	2961,04	2816,73	3604,40
Rendimiento ajustado	2368,83	2253,38	2883,52
Beneficios brutos de campo	473.76	450.68	576.70
Costo fertilizante	220	220	220
Costo de semilla	99,50	74	102
Costo preparación del suelo	50	50	50
Costos de mano de obra	51	51	51
Total, costos variables	420,50	395	423

	T0	T1	T2
Beneficio neto	53,26	55,68	153,70

Nota. T0= avena + vicia; T1= avena + colza; T3= avena+ nabo forrajero

Sin embargo, el tratamiento 2 alcanzó el mejor beneficio neto con un valor de 153,70 \$. Ha⁻¹, en comparación al tratamiento 0 correspondiente a la asociación avena + colza con un beneficio de 55,68 \$. Ha⁻¹, seguido del tratamiento avena + vicia, que reflejó el beneficio más bajo con un valor de 53,26 (Tabla 13). En el estudio realizado por (Cualchi, 2013, p. 99) demostró que el beneficio neto de la asociación avena + vicia es de 565,13 \$.Ha⁻¹ siendo superior al presentado en este estudio, por lo que se deduce que los beneficios y costos que se realicen pueden variar dependiendo de la zona de siembra y la productividad del cultivo.

CAPÍTULO V

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir lo siguiente:

- La especie forrajera que mejor poder germinativo tuvo, fue la avena con un 86% seguido del nabo forrajero con 84% y la vicia con un 83%.
- En cuanto a la altura de planta la asociación avena + vicia reflejó los mejores resultados con un promedio de 57,16 cm a los 110 días después de la siembra, dejando en evidencia la acción que realizan las leguminosas, debido a la fijación de nitrógeno que proporcionan a la asociación.
- La Asociación avena +nabo forrajero, fue el tratamiento que logró los mejores resultados, obteniendo un rendimiento de materia verde de 14234,40 Kg. Ha⁻¹ y 3604,40 Kg. Ha⁻¹ de materia seca; seguido de la asociación avena + vicia que presentó un rendimiento de materia verde de 12594,93 Kg. Ha⁻¹ y 2961,04 Kg. Ha⁻¹ de materia seca cosechado a los 110 días después de la siembra.
- En cuanto al valor nutricional se observó que el tratamiento 3 correspondiente a la asociación avena + nabo forrajero alcanzó el mayor contenido de grasa (2,33%) y proteína (9,51 %), en comparación a la asociación avena + vicia. Por otra parte, el tratamiento 2 perteneciente a la asociación avena + colza logró el mayor porcentaje de fibra con un valor de 34,54 % frente a los demás tratamientos.
- El tratamiento que demostró el mayor costo de producción fue el tratamiento 3 correspondiente a la asociación avena + nabo forrajero con un valor de 423 \$. Ha⁻¹; sin embargo, este tratamiento alcanzó la mejor relación beneficio neto con un valor

de 153,70 \$. Ha⁻¹, en comparación a la asociación avena + colza el cual presentó un menor costo de inversión un valor de 395 \$. Ha⁻¹ en sus costos de producción, pero con un beneficio neto de 55,68 \$. Ha⁻¹.

Recomendaciones

- Se recomienda la siembra de la asociación avena + nabo forrajero, como una alternativa de suplemento alimenticio en la dieta de ganado bovino por presentar los mejores valores en rendimiento de materia verde, materia seca, porcentaje de grasa y proteína.
- Se recomienda utilizar como alternativa la asociación avena + vicia ya que alcanzó resultados óptimos en rendimiento de materia verde, materia seca, porcentaje de grasa y proteína, como una alternativa alimenticia aparte de la asociación avena + nabo forrajero.
- Se recomienda realizar análisis de digestibilidad de las distintas asociaciones presentadas en el estudio, para poder determinar el porcentaje de aprovechamiento y poder compararlas.
- Se recomienda realizar estudios relacionados a la productividad de leche o carne con el uso de brassicáceas como suplemento alimenticio, para determinar si es una fuente alternativa alimenticia rentable y que se pueda sugerir a ganaderos del Ecuador.

Referencias Bibliográficas

- Alvear, A., & Cabezas, V. (2018). *“Estudio del ensilaje de maíz cosechando en tres estados fenológicos asociado a cuatro densidades de frèjol.”* [Tesis de Grado, Universidad De las Fuerza Armadas - Espe].
- Antrillao, I. (2009). *Utilización de nabo forrajero (Brassica rapa) como suplemento de otoño para la engorda de corderos, en la zona intermedia de Aysén.* [Tesis de Grado, Universidad Austral de Chile].
- Armijos, W. (2014). *Caracterización bromatológica y digestibilidad in vitro de la materia seca de 15 variedades de pastos de la sierra ecuatoriana* [Tesis de Maestría, Universidad de Las Fuerzas Armadas - Espe]. <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/9725/1/T-ESPE-048418.pdf>
- Aucal, S., Balocchi, O., & Keim, J. P. (2015). *Inclusión del nabo forrajero (Brassica rapa) como suplemento estival en dietas ofrecidas a vacas lecheras en predio de la Provincia de Ranco.* *Agro Sur*, 43(3), 9–18.
- Ayala, W., Velazco, J., Bermudez, R., & Barrios, E. (2007). *Utilización de “brassicas” (nabos forrajeros) en la alimentación de terneros de destete anticipado.* INIA. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/9166/1/Ad-499-p.35-40-AYALA.pdf>
- Benítez, A. (1980). *Pastos Y forrajes* (1a ed.). Universitaria.
- Bernal, J. (2008). *Pastos y forrajes tropicales. Tomo 1 - Manejo de pradera* (1era ed.). Stilo Impresores Ltda.
- Cepeda, R., & Chiluisa, M. (2012). *Evaluación de rendimiento en dos mezclas forrajeras avenavicia, (local e importada), con tres bioles y dos formas de aplicación, potreros Belisario Quevedo.* [Tesis de Grado, Universidad Técnica de Cotopaxi].

Cisternas, E., Elizalde, H., Galdames, R., Hepp, C., Pinochet, D., Salvo, R., Tapia, M., & Teuber, O. (2011). *Cultivo y utilización de bráscicas forrajeras en la patagonia húmeda (AYSÉN)*.

Cualchi, C. (2013). *Producción de vicia (Vicia sativa), avena (Avena sativa) en praderas de kikuyo (Pennisetum caldestinum), a través de una propuesta de labranza mínima, como alternativa sostenible para la conservación de suelo en el cantón Cayambe Ecuador 2012* [Tesis de Grado, Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito].

<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5081/1/UPS-CYT00109.pdf>

Empetocles, E. (2014). *Respuesta de tres variedades de nabo (Brassica rapa L.) Fuku komachi, tokyo cross y just right a la infestación de Macrosiphon euphorbiae (Hemiptera, Aphididae) en condiciones de campo*. [Tesis de Grado, Universidad Privada Antenor Orrego - Perú].

Espinoza, A., Gutierrez, H., Sánchez, R., Muro, A., Guitierrez, F., & Corral, A. (2017). *Calidad de forraje de canola (Brassica napus L.) en floraciones temprana y tardía bajo condiciones de temporal en zacatecas, México*. *Revista Mexicana En Ciencias Pecuarias*, 8(3), 243–248.

<http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v8n3/2448-6698-rmcp-8-03-00243.pdf>

Espinoza, F., Nuñez, W., Ortiz, I., & Choque, D. (2018). *Producción de forraje y competencia interespecífica del cultivo asociado de avena (Avena sativa) con vicia (Vicia sativa) en condiciones de secano y gran altitud*. *Rev Inv Vet Perú*, 29(4), 1237–1248.

https://www.researchgate.net/publication/329385746_Competicencia_de_Avena_con_Vicia

FAO. (2005). *Manual de técnicas de nutrición para peces y crustáceos*.

<http://www.fao.org/3/AB489S/AB489S03.htm>

Gomez, L., Gutierrez, L., & Rúa, C. (2007). *Comparación de dos técnicas in vitro e in situ para estimar la digestibilidad verdadera en varios forrajes tropicales*. *Revista Colombiana de*

- Ciencias Pecuarias*, 20, 269–279. <http://www.scielo.org.co/pdf/rccp/v20n3/v20n3a05.pdf>
- Lema, E., & Cacuangó, G. (2012). *Crecimiento y desarrollo de ovinos corriedale estabulados utilizando tres mezclas forrajeras al corte, en el sector de peguche cantón otavalo*. [Tesis de Grado, Universidad Técnica del Norte].
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2123/1/TESIS OVINOS.pdf>
- León, R., Bonifaz, N., & Gutiérrez, F. (2018). *Pastos y Forrajes del Ecuador, Siembra y producción de pasturas*. (1era ed.). Editorial Universitaria Abya - Yala.
- Loayza, C. (2016). *Eficiencia Agronómica Del Nitrógeno En El Cultivo De Avena Forrajera (Avena sativa L.)*. [Tesis de Grado, Universidad Central Del Ecuador].
- Marín, A. L. M., Hernández, M. P., Alba, L. M. P., Pardo, D. C., Castro, G. G., & Sígler, A. I. G. (2013). *Efecto de los aceites y semillas en dietas para rumiantes sobre el perfil de ácidos grasos de la leche*. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 4(3), 319–338.
- Marroquín, R. (2011). *Respuesta del cultivo de canola en temporal y su rentabilidad bajo diferentes sistemas de labranza de conservación en la Meseta Purhépecha, Michoacán*. Tesis de Grado, Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” - México.
- Meza, V., Leguizamón, C., & Paniagua, J. (2001). *Evaluación de la asociación de Avena negra (avena strigosa schieb) y nabo forrajero (Raphus sativus L) en el sistema de siembra directa*. *Investigación Agraria - UNA*.
- Mora, J. (2005). *Adaptación de ocho variedades comerciales de alfalfa (Medicago sativa) sobre los 2900 m.s.n.m. en el sector de pailones en la Hcda. El Prado* [Tesis de Grado, Universidad de las Fuerzas Armadas - Espe]. <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5135/1/T-ESPE-002945.pdf>
- NMX. (1980). *Determinación de proteínas, normas mexicanas*.

<https://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-090-S-1978.PDF>

Palacios, D. (2015). *“Efecto de tres alturas y edades de corte de una mezcla forrajera (Brachiaria brizantha - Pueraria phaseoloides) en la parroqui luz de américa provincia de santo domingo de los tsáchilas.”* [Tesis de Grado, Universidad De La Fuerzas Armadas- ESPE].

<http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/10229/T-ESPE-002714.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Perrin, R., Winkelmann, D., Moscardi, E., & Anderson, J. (1988). *Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos; un manual metodológico de evaluación económica.* <https://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/1063/9031.pdf>

Salamanca, R. (1986). *Pastos y forrjaes: Produccion y manejo* (USTA).

Solòrzano, J. S. (2018). *Manual Pràctico Manejo de Ganado Bovino.* Graficas ISAX.

UPO. (2005). *Determinación del contenido graso de leche en polvo: extracción soxhlet.*

https://www.upo.es/depa/webdex/quimfis/docencia/TAQ/curso0405/TAQP5_0405.pdf

Valdivieso, R. (2017). *Producción de biomasa y calidad nutricional de forraje verde Hidropónico de Avena sativa L y Hordeum vulgare L. con dos cortes sucesivos.* Universidad Nacional de Loja.