



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA**

**“UTILIZACIÓN DE DOS FUENTES ORGÁNICAS EN LA  
PRODUCCIÓN DE *Medicago sativa* (ALFALFA MORADA) EN LA  
PARROQUIA ATAHUALPA CANTÓN AMBATO”**

**Trabajo de titulación**

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA ZOOTECNISTA**

**AUTORA: MARILYN LISSETTE ORTIZ ORTIZ**

**DIRECTOR: Ing. M.Sc. SANTIAGO FAHUREGUY JIMÉNEZ YÁNEZ**

**Riobamba – Ecuador**

**2021**

© 2021, MARILYN LISSETTE ORTIZ ORTIZ

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, MARILYN LISSETTE ORTIZ ORTIZ, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 02 de febrero del 2021

**Marilyn Lissette Ortiz Ortiz**

**CI: 180502954-1**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA**

El tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación tipo: Trabajo Experimental, “**UTILIZACIÓN DE DOS FUENTES ORGÁNICAS EN LA PRODUCCIÓN DE *Medicago sativa* (ALFALFA MORADA) EN LA PARROQUIA ATAHUALPA CANTÓN AMBATO**”, realizado por la señorita **MARILYN LISSETTE ORTIZ ORTIZ**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. M.Sc. Diana Loroña A. <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>	<b>Diana Loroña</b> <small>Firmado digitalmente porDianaLoroña DN: cn=DianaLoroña gn=DianaLoroña c=EC Ecuador h=EC Ecuador o=ESPOCH ou=ESPOCH e=diana.loroña@espoeh.edu.ec Motivo: Soy el autor de este documento Ubicación: Fecha: 2021-02-26 09:23:05:00</small>	02-02-2021
Ing. M.Sc. Santiago Jiménez Y. <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	<b>SANTIAGO FAHUREGU Y JIMENEZ YANEZ</b> <small>Firmado digitalmente porSANTIAGO FAHUREGUY JIMENEZ YANEZ DN: cn=SANTIAGO FAHUREGUY JIMENEZ YANEZ c=EC o=SECURITY DATA S.A. 1 ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION Motivo: Soy el autor de este documento Ubicación: Fecha: 2021-02-19 13:33:05:00</small>	02-02-2021
Ing. M.Sc. Marco Fiallos L. <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	<b>MARCO BOLIVAR FIALLOS LOPEZ</b> <small>Firmado digitalmente porMARCÓ BOLIVAR FIALLOS LOPEZ DN: cn=MARCO BOLIVAR FIALLOS LOPEZ c=EC o=SECURITY DATA S.A. 1 ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION Motivo: Soy el autor de este documento Ubicación: Fecha: 2021-02-18 21:35:05:00</small>	02-02-2021

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre, por haberme apoyado tanto, no solo en la carrera universitaria si no durante toda mi vida. Siempre apoyándome a pesar de todos los obstáculos que han surgido a lo largo del camino y dándome fuerzas para continuar, te amo. A mis hermanos Emerson y Galo por brindarme su apoyo incondicional a pesar de la distancia. A mi novio que es un pilar importante en mi vida y me apoyó para llegar a culminar este proyecto.

**Marilyn**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, a Dios por regalarme la vida y permitirme llegar a este momento, a mi madre por su amor y apoyo incondicional. A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a través de la Carrera de Ingeniería Zootécnica que me acogió en su seno educativo durante estos años. De manera especial a los Ingenieros Santiago Jiménez y Marco Fiallos, que con su amplio conocimiento fueron parte primordial para la elaboración de este trabajo. Gracias por su apoyo, dedicación y paciencia.

**Marilyn**

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xiii
RESUMEN .....	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO 1	
1. MARCO TEÓRICO.....	3
1.1. Abonos orgánicos.....	3
1.1.1. <i>Importancia</i> .....	3
1.1.2. <i>Uso e influencia</i> .....	4
1.1.3. <i>Propiedades de los abonos orgánicos</i> .....	5
1.1.3.1. <i>Propiedades físicas</i> .....	5
1.1.3.2. <i>Propiedades químicas</i> .....	5
1.1.3.3. <i>Propiedades biológicas</i> .....	5
1.2. Humus .....	6
1.2.1. <i>Características e importancia</i> .....	6
1.2.2. <i>Valores fitohormonales</i> .....	7
1.2.3. <i>Valores nutritivos</i> .....	7
1.2.4. <i>Tipos de humus</i> .....	7
1.2.4.1. <i>El humus viejo</i> .....	8

1.2.4.2.	<i>El humus joven</i> .....	8
1.2.5.	<i>Ventajas de su utilización</i> .....	8
1.3.	<b>Abono orgánico-mineral</b> .....	10
1.3.1.	<i>Ventajas</i> .....	10
1.4.	<b>Alfalfa morada (<i>Medicago sativa</i>)</b> .....	11
1.4.1.	<i>Características e importancia</i> .....	11
1.4.2.	<i>Requerimientos nutricionales</i> .....	11
 <b>CAPITULO 2</b>		
2.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	13
2.1	<b>Localización y duración del experimento</b> .....	13
2.2	<b>Unidades experimentales</b> .....	13
2.3.	<b>Materiales, equipos e instalaciones</b> .....	13
2.3.1.	<i>Materiales</i> .....	13
2.3.2.	<i>Equipos</i> .....	14
2.4.	<b>Tratamiento y diseño experimental</b> .....	15
2.4.1.	<i>Esquema del experimento</i> .....	15
2.5.	<b>Mediciones experimentales</b> .....	15
2.6.	<b>Análisis estadístico y pruebas de significancia</b> .....	16
2.7.	<b>Procedimiento experimental</b> .....	16
2.7.1.	<i>Descripción del experimento</i> .....	16
2.8.	<b>Metodología de la evaluación</b> .....	17
2.8.1.	<i>Análisis de suelo inicial y final</i> .....	17
2.8.2.	<i>Cobertura basal (%)</i> .....	17



2.8.3.	<i>Cobertura aérea (%)</i> .....	17
2.8.4.	<i>Altura de la planta (cm)</i> .....	18
2.8.5.	<i>Producción de forraje verde (t/ha/corte)</i> .....	18
2.8.6.	<i>Producción de forraje en materia seca (t/MS/ha/corte)</i> .....	18
2.8.7.	<i>Análisis proximal</i> .....	18
2.8.8.	<i>Análisis beneficio costo</i> .....	18

### CAPITULO 3

3.	<b>MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b> .....	19
3.1.	<b>Evaluación de las variables productivas por efecto de la aplicación de dos fuentes orgánicas en la producción de <i>Medicago sativa</i> (alfalfa morada).</b> .....	19
3.1.1.	<i>Altura de la planta (cm)</i> .....	19
3.1.1.1.	<i>Altura de la planta a los 15 días (cm)</i> .....	19
3.1.1.2	<i>Altura de la planta a los 30 días (cm)</i> .....	20
3.1.1.3	<i>Altura de la planta a los 45 días (cm)</i> .....	21
3.1.2.	<i>Cobertura basal (%)</i> .....	22
3.1.2.1.	<i>Cobertura basal a los 15 días (%)</i> .....	22
3.1.2.2	<i>Cobertura basal a los 30 días (%)</i> .....	24
3.1.2.3	<i>Cobertura basal a los 45 días (%)</i> .....	25
3.1.3.	<i>Cobertura aérea (%)</i> .....	26
3.1.3.1.	<i>Cobertura aérea a los 15 días (%)</i> .....	26
3.1.3.2.	<i>Cobertura aérea a los 30 días (%)</i> .....	27
3.1.3.3.	<i>Cobertura aérea a los 45 días (%)</i> .....	28
3.1.4.	<i>Producción forrajera</i> .....	29

3.1.4.1.	<i>Producción de forraje verde a los 45 días (t/FV/ha/corte)</i> .....	29
3.1.4.2	<i>Producción de forraje en materia seca (t/MS/ha/corte) a los 45 días</i> .....	31
3.1.5	<i>Análisis de suelo</i> .....	32
3.1.6	<i>Análisis proximal</i> .....	32
3.1.6.1.	<i>Humedad (%)</i> .....	32
3.1.6.2.	<i>Proteína (%)</i> .....	33
3.1.6.3.	<i>Extracto etéreo (%)</i> .....	33
3.1.6.4.	<i>Ceniza (%)</i> .....	34
3.1.6.5.	<i>Fibra (%)</i> .....	34
3.1.6.6.	<i>E.L.N.N. (%)</i> .....	34
3.1.7.	<i>Evaluación económica</i> .....	34
<b>CONCLUSIONES</b> .....		36
<b>RECOMENDACIONES</b> .....		37
<b>GLOSARIO</b>		
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		
<b>ANEXOS</b>		

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-2</b>	Condiciones meteorológicas de la zona.....	15
<b>Tabla 2-2</b>	Esquema del experimento.....	18
<b>Tabla 3-2</b>	Esquema del ADEVA.....	19
<b>Tabla 1-3</b>	Evaluación de la altura de la planta por efecto de la aplicación de dos fuentes orgánicas en la producción de <i>Medicago sativa</i> (alfalfa morada)...	23
<b>Tabla 2-3</b>	Evaluación de la cobertura basal por efecto de la aplicación de dos fuentes orgánicas en la producción de <i>Medicago sativa</i> (alfalfa morada).....	27
<b>Tabla 3-3</b>	Evaluación de la cobertura aérea por efecto de la aplicación de dos fuentes orgánicas en la producción de <i>Medicago sativa</i> (alfalfa morada).....	31
<b>Tabla 4-3</b>	Evaluación de la producción forrajera por efecto de la aplicación de dos fuentes orgánicas en la producción de <i>Medicago sativa</i> (alfalfa morada).....	35
<b>Tabla 5-3</b>	Composición físico química del suelo.....	37
<b>Tabla 6-3</b>	Análisis bromatológico de <i>Medicago sativa</i> (alfalfa morada).....	38
<b>Tabla 7-3</b>	Evaluación económica.....	40

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3</b>	Altura de la planta a los 15 días (cm).....	24
<b>Gráfico 2-3</b>	Altura de la planta a los 30 días (cm).....	25
<b>Gráfico 3-3</b>	Altura de la planta a los 45 días (cm).....	26
<b>Gráfico 4-3</b>	Cobertura basal a los 15 días (%).....	28
<b>Gráfico 5-3</b>	Cobertura basal a los 30 días (%).....	29
<b>Gráfico 6-3</b>	Cobertura basal a los 45 días (%).....	30
<b>Gráfico 7-3</b>	Cobertura aérea a los 15 días (%).....	32
<b>Gráfico 8-3</b>	Cobertura aérea a los 30 días (%).....	33
<b>Gráfico 9-3</b>	Cobertura aérea a los 45 días (%).....	34
<b>Gráfico 10-3</b>	Producción de forraje verde a los 45 días (t/FV/ha/corte).....	35
<b>Gráfico 11-3</b>	Producción de forraje en materia seca a los 45 días (t/MS/ha/corte).....	36

## ÍNDICE DE ANEXOS

**Anexo A** Análisis de suelo

**Anexo B** Análisis estadístico de la altura de la planta (cm) a los 15 días, por efecto de la aplicación de dos fuentes orgánicas en la producción de Medicago sativa (alfalfa morada).

**Anexo C** Análisis estadístico de la altura de la planta (cm) a los 30 días, por efecto de la aplicación de dos fuentes orgánicas en la producción de Medicago sativa (alfalfa morada).

**Anexo D** Análisis estadístico de la altura de la planta (cm) a los 45 días, por efecto de la aplicación de dos fuentes orgánicas en la producción de Medicago sativa (alfalfa morada).

**Anexo E** Análisis estadístico de la cobertura basal (%) a los 15 días, por efecto de la aplicación de dos fuentes orgánicas en la producción de Medicago sativa (alfalfa morada).

**Anexo F** Análisis estadístico de la cobertura basal (%) a los 30 días, por efecto de la aplicación de dos fuentes orgánicas en la producción de Medicago sativa (alfalfa morada).

**Anexo G** Análisis estadístico de la cobertura basal (%) a los 45 días, por efecto de la aplicación de dos fuentes orgánicas en la producción de Medicago sativa (alfalfa morada).

**Anexo H** Análisis estadístico de la cobertura aérea (%) a los 15 días, por efecto de la aplicación de dos fuentes orgánicas en la producción de Medicago sativa (alfalfa morada).

**Anexo I** Análisis estadístico de la cobertura aérea (%) a los 30 días, por efecto de la aplicación de dos fuentes orgánicas en la producción de Medicago sativa (alfalfa morada).

**Anexo J** Análisis estadístico de la cobertura aérea (%) a los 45 días, por efecto de la

aplicación de dos fuentes orgánicas en la producción de Medicago sativa (alfalfa morada).

**Anexo K** Análisis estadístico de la producción de forraje verde (t/FV/ha/corte) a los 45 días, por efecto de la aplicación de dos fuentes orgánicas en la producción de Medicago sativa (alfalfa morada).

**Anexo L** Análisis estadístico de la producción de forraje en materia seca (t/MS/ha/corte) a los 45 días, por efecto de la aplicación de dos fuentes orgánicas en la producción de Medicago sativa (alfalfa morada).

**Anexo M** Análisis proximal.

## RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar la productividad de *Medicago sativa* (Alfalfa morada), mediante la utilización de dos fuentes orgánicas. En la parroquia Atahualpa, cantón Ambato, provincia de Tungurahua, se evaluó el efecto de dos fuentes orgánicas (fertilizante orgánico-mineral Fertiplus 4 t/ha y humus 4 t/ha) frente a un tratamiento testigo en la producción de *Medicago sativa* (Alfalfa morada), con 5 repeticiones en un área total de 450 metros cuadrados. Los tratamientos fueron modelados bajo un Diseño Completamente al Azar para determinar las diferencias y prueba de Tukey para la separación de medias, evaluándose diferentes variables productivas durante 60 días de investigación. En la evaluación del comportamiento productivo, se determinó las mejores respuestas con la aplicación de humus, donde se consiguió una mayor cobertura basal a los 45 días (44,40 cm). Así como la mayor cobertura aérea a los 45 días (97,20 cm), además se consiguió mayores alturas a los 45 días (74,99 cm). La mejor producción forrajera fue reportada en las praderas fertilizadas con humus con 24,97 t/ha/FV/corte; así como la mayor cantidad de materia seca fue de 6,58 t/MS/ha. Al finalizar el experimento se determinó que los mejores rendimientos se obtuvieron al aplicar humus (4 t/ha) en las variables: cobertura basal, cobertura aérea, altura de planta, producción de forraje verde y materia seca, demostrando que este abono orgánico fue superior al Fertiplus (4 t/ha) en la producción forrajera de *Medicago sativa* con un beneficio/costo de 1.53, pero al evaluar económicamente con los demás tratamientos este no superó al testigo el cual tuvo un beneficio/costo de 1.98. En tal virtud se recomienda utilizar abonos orgánicos como el humus.

**PALABRAS CLAVES:** <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS>  
<ZOOTECNIA> <ALFALFA (*Medicago sativa*)> <FERTILIZANTE> <ABONO ORGÁNICO> <HUMUS> <TUNGURAHUA (PROVINCIA)> <ATAHUALPA (PARROQUIA)>



Firmado electrónicamente por:  
**ELIZABETH  
FERNANDA AREVALO  
MEDINA**



0480-DBRAI-UPT-2020

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the productivity of purple alfalfa (*Medicago sativa*) using two organic fertilizers. In the Atahualpa sector, Ambato Canton, Tungurahua province, the effect of two organic fertilizers (Fertiplus organic mineral fertilizer 4 t/ha and humus 4 t/ha), compared with a control treatment with five replicates in a total area of 450 square meters on alfalfa production was evaluated. The treatments were arranged in a completely randomized block design to determine differences, and the Tukey test was used to separate means. Different productive variables were evaluated for 60 days. When evaluating the productive performance of alfalfa, the best results were obtained by applying humus: the highest basal cover at 45 days (44 cm), the highest aerial cover at 45 days (97.20 cm), and the highest plant height at 45 days (74.99 cm). The highest forage was produced in the prairie fertilized with humus (24.97 t/ha/GF/cut), and the highest dry matter (DM) amount was 6.58 t/DM/ha. When finishing the experiment, it was determined that the best results were obtained from the application of humus (4 t/ha) in the following variables: basal cover, aerial cover, plant height, green forage production, and DM, showing this organic fertilizer was better than Fertiplus (4 t/ha) in the forage production of alfalfa (*Medicago sativa*); the cost/benefit was \$1.53. However, in the economic analysis, the control treatment was better than humus because the cost/benefit was \$1.98. Therefore, we recommend to use organic fertilizers such as humus.

**KEYWORDS:** <AGRICULTURE AND LIVESTOCK FARMING SCIENCE AND TECHNOLOGY> <ANIMAL SCIENCE> <ALFALFA (*Medicago sativa*)> <FERTILIZER> <ORGANIC FERTILIZER> <HUMUS> <TUNGURAHUA (PROVINCE)> <ATAHUALPA (SECTOR)>

ROCÍO DE  
LOS  
ÁNGELES  
BARRAGÁN  
MURILLO

Firmado digitalmente por ROCÍO DE LOS ÁNGELES BARRAGÁN MURILLO  
DN: cn=ROCÍO DE LOS ÁNGELES BARRAGÁN MURILLO, c=EC, h=RIOBAMBA, o=ESPOCH DTIC, ou=AUTORIDAD DE CERTIFICACION ESPOCH DTIC  
Motivo: Soy el autor de este documento  
Ubicación:  
Fecha: 2020.12.14 15:52:05.00



## INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se ha ido incrementando el uso de fertilizantes inorgánicos, debido a que los productores alrededor del mundo buscan incrementar sus producciones al máximo y obviamente se incrementa sus réditos económicos, pero perjudicando el medio ambiente con el uso indiscriminado de químicos, volviendo infértiles grandes cantidades de tierra cada año.

El consumo mundial de fertilizantes creció un 1,8% anual hasta 2018 (200,5 millones de toneladas). Al mismo tiempo, "la capacidad global de producción de fertilizantes, productos intermedios y materias primas seguirá aumentando", según el estudio. La excesiva utilización de fertilizantes químicos en el área agrícola ha contribuido a la destrucción de la capa fértil del suelo, mineralización, pérdida de vida orgánica y su consecuente degradación que se produce a lo largo de este proceso. La necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles. (FAO, 2015)

Hoy en día debemos enfocarnos en buscar alternativas y realizar programas eficientes de fertilización que incluyan la reducción del uso de productos químicos a tal punto que no causen ningún tipo de problemas de contaminación del suelo; y el uso de abonos alternativos orgánicos que favorezcan el desarrollo de los cultivos y el enriquecimiento de los suelos de manera que se mantenga una producción sustentable. (Rodríguez, 2018 pág. 24)

Tomando además en consideración que el costo de los fertilizantes químicos es elevado, en cambio los abonos orgánicos son mucho más baratos, siendo incluso producidos con las propias manos de los productores, sin dificultad alguna y usando materiales fáciles de conseguir y muchas veces se los considera como basura. La utilización de abonos orgánicos ha dado resultados muy beneficiosos en cuanto a la producción de forraje y cultivos de hortalizas, mejorando el desarrollo radicular y su producción. (Huerta, 2019)

Los pastos son uno de los cultivos más importantes en cuanto a producción y valor nutritivo respecta, debido a que grandes extensiones de tierra están destinadas a la ganadería, es por eso que en este tipo de cultivo es donde más agroquímicos se han empleado.

Por lo anteriormente expuesto, en el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar el comportamiento productivo del *Medicago sativa* (Alfalfa morada) mediante la aplicación de un fertilizante orgánico-mineral (4t/ha de Fertiplus) versus un abono orgánico (4t/ha de Humus) frente a un tratamiento testigo.
- Evaluar el tratamiento más eficiente para la producción forrajera de *Medicago sativa* (Alfalfa morada).
- Establecer costos de producción para los tratamientos en estudio.

## CAPITULO I

### 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 1.1. Abonos orgánicos

Los abonos orgánicos son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas. Esta clase de abonos no sólo aporta al suelo materiales nutritivos, sino que además influye favorablemente en la estructura del suelo. Asimismo, aportan nutrientes y modifican la población de microorganismos en general, de esta manera se asegura la formación de agregados que permiten una mayor retención de agua, intercambio de gases y nutrientes, a nivel de las raíces de las plantas (Borrero, 2008, [http://www.infoagro.com/abonos/abonos\\_organicos\\_guaviare.htm#menudocumentos](http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos_guaviare.htm#menudocumentos)).

Es el material resultante de la descomposición natural de la materia orgánica por acción de los microorganismos presentes en el medio, los cuales digieren los materiales, transformándolos en otros benéficos que aportan nutrimentos al suelo y, por tanto a las plantas que crecen en él (Salamanca, 2012, p.13).

##### *1.1.1. Importancia*

La importancia fundamental del uso de abonos orgánicos obedece a que éstos son fuente de vida bacteriana para el suelo y necesarios para la nutrición de las plantas. Los abonos orgánicos posibilitan la degradación de los nutrientes del suelo y permiten que las plantas los asimilen de mejor manera ayudando a un óptimo desarrollo de los cultivos (Mosquera, 2010, p.4).

Los abonos orgánicos no solo aumentan las condiciones nutritivas de la tierra sino que mejoran su condición física (estructura), incrementan la absorción del agua y mantienen la humedad del suelo. Su acción es prolongada, duradera y pueden ser utilizados con frecuencia sin dejar secuelas en el suelo y con un gran ahorro económico cultivos (Mosquera, 2010, p.4).

Los abonos orgánicos calientan el suelo y favorecen el desarrollo de las raíces, principal vía de nutrición de plantas; en las tierras en donde no existen su presencia, el suelo se vuelve frío y de pésimas características para el crecimiento. Su uso es recomendable para toda clase de suelos, especialmente, para aquellos de bajo contenido en materias orgánicas, desgastados por efectos

de la erosión y su utilización contribuye a regenerar suelos aptos para la agricultura (Mosquera, 2010, p.4).

La necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles. En la agricultura ecológica, se le da gran importancia a este tipo de abonos, y cada vez más, se están utilizando en cultivos intensivos (Cervantes, 2013, [http://infoagro.com/abonos/abonos\\_organicos.htm](http://infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm)).

No podemos olvidarnos la importancia que tiene mejorar diversas características físicas, químicas y biológicas del suelo, y en este sentido, este tipo de abonos juega un papel fundamental. Con estos abonos, aumentamos la capacidad que posee el suelo de absorber los distintos elementos nutritivos, los cuales aportaremos posteriormente con los abonos minerales o inorgánicos (Cervantes, 2013, [http://infoagro.com/abonos/abonos\\_organicos.htm](http://infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm)).

### ***1.1.2. Uso e influencia***

El uso de abonos orgánicos, en cualquier tipo de cultivo, es cada vez más frecuente en nuestro medio por dos razones: el abono que se produce es de mayor calidad y costo es bajo, con relación a los fertilizantes químicos que se consiguen en el mercado (Mosquera, 2010, p.4).

Existen dos tipos de abonos orgánicos: líquidos de uso directo y abonos sólidos que deben ser disueltos en agua, mezclados con la tierra o pueden ser aplicados en forma directa (Mosquera, 2010, p.4).

Los terrenos cultivados sufren la pérdida de gran cantidad de nutrientes, lo que agota la materia orgánica del suelo; por esta razón se debe proceder, permanentemente, a restituir los nutrientes perdidos, abonos orgánicos como el estiércol animal u otro tipo de materia del medio son importantes (Mosquera, 2010, p.4).

Los abonos orgánicos constituyen un elemento crucial para la regulación de muchos procesos relacionados con la productividad agrícola; son bien conocidas sus principales funciones, como sustrato o medio de cultivo, cobertura o mulch, mantenimiento de los niveles originales de materia orgánica del suelo y complemento o reemplazo de los fertilizantes de síntesis; este último aspecto reviste gran importancia, debido al auge de su implementación en sistemas de producción limpia y ecológica (Medina, et al., 2010, p.109).

El contenido de nutrientes en los abonos orgánicos está en función de las concentraciones de éstos en los residuos utilizados. Estos productos básicamente actúan en el suelo sobre tres propiedades: físicas, químicas y biológicas (Mosquera, 2010, p.4).

### ***1.1.3. Propiedades de los abonos orgánicos***

#### ***1.1.3.1. Propiedades físicas***

El abono orgánico por su color oscuro absorbe más las radiaciones solares, el suelo adquiere más temperatura lo que le permite absorber con mayor facilidad los nutrientes. También mejora la estructura y textura del suelo haciéndole más ligero a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos (Mosquera, 2010, p.6).

También permite mejorar la permeabilidad del suelo ya que influye en el drenaje y aireación de éste. Aumenta la retención de agua en el suelo cuando llueve y contribuye a menorar el uso de agua para riego por la mayor absorción del terreno; además, disminuye la erosión ya sea por efectos del agua o del viento (Mosquera, 2010, p.6).

#### ***1.1.3.2. Propiedades químicas***

Los abonos orgánicos aumentan el poder de absorción del suelo y reducen las oscilaciones de pH de éste, lo que permite mejorar la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que se aumenta la fertilidad (Mosquera, 2010, p.6).

#### ***1.1.3.3. Propiedades biológicas***

Los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios. También producen sustancias inhibitoras y activadoras de crecimiento, incrementan considerablemente el desarrollo de microorganismos benéficos, tanto para degradar la materia orgánica del suelo como para favorecer el desarrollo del cultivo (Mosquera, 2010, p.6).

## 1.2. Humus

El humus es un abono orgánico que proviene de la actividad de las lombrices rojas californianas sobre material orgánico, es de color café oscuro, granulado, homogéneo e inodoro (Narváez, 2008, <http://feriasaraucaia.cl/UserFiles/File/humus.pdf>).

### 1.2.1. Características e importancia

Aporta materia orgánica, nutrientes y hormonas enraizantes, en forma natural. Mejora la retención de humedad, la aireación y cohesión de las partículas del suelo, mejorando su estructura (haciéndola más permeable al agua y al aire). Favorece la actividad biológica y protege a las plantas de hongos y bacterias perjudiciales. Neutraliza la presencia de contaminantes (insecticidas y herbicidas) debido a su capacidad de absorción. Posee una alta bioestabilidad, ya que no da lugar a fermentación o putrefacción (Narváez, 2008, <http://feriasaraucaia.cl/UserFiles/File/humus.pdf>).

La acción de las lombrices da al sustrato un valor agregado, permitiendo valorarlo como un abono completo y eficaz mejorador de suelos. Tiene un aspecto terroso, suave e inodoro, facilitando una mejor manipulación al aplicarlo, por su estabilidad no da lugar a fermentación o putrefacción (Bioagrotecsa Cia. Ltda., 2012, <http://www.bioagrotecsa.com.ec/index.php/lombricultura/humus-de-lombriz>).

Posee un alto contenido de macro y oligoelementos ofreciendo una alimentación equilibrada para las plantas. Una de las características principales es su gran contenido de microorganismos (bacterias y hongos benéficos) lo que permite elevar la actividad biológica de los suelos. La carga bacteriana es de aproximadamente veinte mil millones por gramo de materia seca (Bioagrotecsa Cia. Ltda., 2012, <http://www.bioagrotecsa.com.ec/index.php/lombricultura/humus-de-lombriz>).

Está definido como un organismo vivo que actúa sobre las sustancias orgánicas del terreno donde se aplica. Contiene además buenas cantidades de fitohormonas. Todas estas propiedades más la presencia de enzimas, hacen que este producto sea muy valioso para los terrenos que se han vuelto estériles debido a explotaciones intensivas, uso de fertilizantes químicos poco equilibrados y empleo masivo de plaguicidas (Bioagrotecsa Cia. Ltda., 2012, <http://www.bioagrotecsa.com.ec/index.php/lombricultura/humus-de-lombriz>).

### **1.2.2. Valores fitohormonales**

El humus de lombriz es un abono rico en hormonas, sustancias producidas por el metabolismo secundario de las bacterias, que estimulan los procesos biológicos de la planta (Bioagrotecsa Cia. Ltda., 2012, <http://www.bioagrotecsa.com.ec/index.php/lombricultura/humus-de-lombriz>). Estos "agentes reguladores del crecimiento" son:

- La Auxina, que provoca el alargamiento de las células de los brotes, incrementa la floración, la cantidad y dimensión de los frutos.
- La Gibberelina, favorece el desarrollo de las flores, la germinabilidad de las semillas y aumenta la dimensión de algunos frutos.
- La Citoquinina, retarda el envejecimiento de los tejidos vegetales, facilita la formación de los tubérculos y la acumulación de almidones en ellos.

### **1.2.3. Valores nutritivos**

El humus de lombriz resulta rico en elementos nutritivos, rindiendo en fertilidad 5 a 6 veces más que con el estiércol común. Los experimentos efectuados con vermihumus en distintas especies de plantas, demostraron el aumento de las cosechas en comparación con aquellos provenientes de la fertilización con estiércol, o con abonos químicos (Bioagrotecsa Cia. Ltda., 2012, <http://www.bioagrotecsa.com.ec/index.php/lombricultura/humus-de-lombriz>).

En su composición están presentes todos los nutrientes: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio, manganeso, hierro, cobre, cinc, carbono, etc., en cantidad suficiente para garantizar el perfecto desarrollo de las plantas, además de un alto contenido en materia orgánica, que enriquece el terreno (Bioagrotecsa Cia. Ltda., 2012, <http://www.bioagrotecsa.com.ec/index.php/lombricultura/humus-de-lombriz>).

### **1.2.4. Tipos de humus**

Los diversos componentes orgánicos que forman el humus no suelen ser muy estables, su descomposición es de un nivel elevado y no pueden ser descompuestos de más formas. Dentro del humus existen dos clases, el humus viejo y el humus joven (Narváez, 2008, <http://feriasaraucaia.cl/UserFiles/File/humus.pdf>).

#### *1.2.4.1. El humus viejo*

Debe su nombre a que ha transcurrido un periodo de tiempo largo, por lo que está muy descompuesto. Posee un tono entre morado y rojizo. Algunas sustancias que poseen este tipo de humus son los ácidos húmicos y son las huminas (Narváez, 2008, <http://feriasaraucaia.cl/UserFiles/File/humus.pdf>).

Las huminas son moléculas de un considerable peso molecular, que se forman al entrelazar los ácidos húmicos. Al ser aisladas adquieren la apariencia de plastilina. Mientras que los ácidos húmicos están conformados por bajo peso molecular con una elevada capacidad de intercambio catiónico. Esta característica es resaltante de la nutrición vegetal (Narváez, 2008, <http://feriasaraucaia.cl/UserFiles/File/humus.pdf>).

A diferencia del humus joven, éste sólo incide físicamente en los suelos, retiene el agua e impide que los suelos erosionen, por lo que es usado como punto de almacenamiento de sustancias nutritivas (Narváez, 2008, <http://feriasaraucaia.cl/UserFiles/File/humus.pdf>).

#### *1.2.4.2. El humus joven*

Posee características de un humus nuevo o recién formado. Su nivel de polimerización es bajo y lo componen ácidos húmicos y fúlvicos. Los ácidos húmicos se forman a partir de la polimerización de ácidos fúlvicos por la descomposición de la lignina. Una de las principales fuentes de humus que está localizada en las minas de bernarditas y leotardos. Sin embargo, existen otras fuentes totalmente organizadas como lo son el humus de termitas, el humus cucarrón y peculiarmente el humus de lombriz (Narváez, 2008, <http://feriasaraucaia.cl/UserFiles/File/humus.pdf>).

Este tipo de humus es rico en microorganismos benéficos y elementos nutricionales, por lo que han tenido gran aceptación en la agricultura orgánica o ecológica (Narváez, 2008, <http://feriasaraucaia.cl/UserFiles/File/humus.pdf>).

#### ***1.2.5. Ventajas de su utilización***

Produce un aumento del tamaño de las plantas, arbustos y árboles, protege de enfermedades y cambios bruscos de humedad y temperatura durante todo el año (Narváez, 2008, <http://feriasaraucaia.cl/UserFiles/File/humus.pdf>).



Su elevada solubilización, debido a la composición enzimática y bacteriana, proporciona una rápida asimilación por las raíces de las plantas (Narváez, 2008, <http://feriasaraucaia.cl/UserFiles/File/humus.pdf>).

Contiene cuatro veces más nitrógeno, veinticinco veces más fósforo, y dos veces y media más potasio que el mismo peso de estiércol bovino (Narváez, 2008, <http://feriasaraucaia.cl/UserFiles/File/humus.pdf>).

Posee una elevada carga microbiana del orden de los 20 mil millones por gramo, contribuyendo a la protección de la raíz de bacterias y nematodos (Narváez, 2008, <http://feriasaraucaia.cl/UserFiles/File/humus.pdf>).

Produce hormonas como el ácido indol acético y ácido giberélico, los cuales estimulan el crecimiento y las funciones vitales de las plantas (Narváez, 2008, <http://feriasaraucaia.cl/UserFiles/File/humus.pdf>).

Evita y combate la clorosis férrica, facilita la eficacia del trabajo mecánico en el campo, aumenta la resistencia a las heladas y favorece la formación de micorrizas (Narváez, 2008, <http://feriasaraucaia.cl/UserFiles/File/humus.pdf>).

Al tener un pH neutro no presenta problemas de dosificación ni de fototoxicidad, por lo cual es posible aumentar las dosis recomendadas (Narváez, 2008, <http://feriasaraucaia.cl/UserFiles/File/humus.pdf>).

Puede ser aplicado en toda época del año extendiéndose sobre la superficie del terreno, regando posteriormente para que la flora bacteriana se incorpore rápidamente al suelo (Narváez, 2008, <http://feriasaraucaia.cl/UserFiles/File/humus.pdf>).

Posee una alta superficie específica, lo que se traduce en una mayor superficie de contacto que permite retener más agua, disminuyendo así la frecuencia de riego (Narváez, 2008, <http://feriasaraucaia.cl/UserFiles/File/humus.pdf>).

Tomando en cuenta que el humus capta agua, que presenta un tamaño de partícula pequeña y baja plasticidad y cohesión, hacen de él un excelente sustrato de germinación, ya que permite que las semillas germinen y emerjan sin encontrar a su paso barreras mecánicas que eviten o retrasen su salida a la superficie. La actividad residual del humus se mantiene en el suelo hasta cinco años (Narváez, 2008, <http://feriasaraucaia.cl/UserFiles/File/humus.pdf>).

### **1.3. Abono orgánico-mineral**

Pues como indica su nombre, son combinación de materiales orgánicos y minerales, es decir, contienen materia orgánica y nutrientes minerales en el mismo producto (Gómez, 2014, <https://aefa-agronutrientes.org/fertilizantes-organicos-organo-minerales-y-enmiendas-organicas>).

Durante su fabricación se adicionan a los componentes orgánicos, abonos minerales, de tal manera que cuando se aportan al suelo, incorporan materias orgánicas y nutrientes de origen mineral. Son un camino intermedio entre los fertilizantes orgánicos y los fertilizantes minerales (Gómez, 2014, <https://aefa-agronutrientes.org/fertilizantes-organicos-organo-minerales-y-enmiendas-organicas>).

Dependiendo de las materias primas que se usen, pueden emplearse para agricultura ecológica o no. La principal ventaja de estos fertilizantes es que con una sola aplicación se incorpora materia orgánica y nutriente por lo que se favorece la asimilación de los mismos. Pueden fabricarse en forma de granulado o pellet, pero también es posible disponer de formulaciones líquidas que permiten su aplicación mediante el sistema de riego (Gómez, 2014, <https://aefa-agronutrientes.org/fertilizantes-organicos-organo-minerales-y-enmiendas-organicas>).

#### ***1.3.1. Ventajas***

Incrementa la capacidad de intercambio catiónico y la asimilación de los nutrientes presentes en el suelo (Gómez, 2014, <https://aefa-agronutrientes.org/fertilizantes-organicos-organo-minerales-y-enmiendas-organicas>).

Mejora las propiedades físicas del suelo, aportando al desarrollo radicular, facilita la aireación y evita la compactación del suelo (Gómez, 2014, <https://aefa-agronutrientes.org/fertilizantes-organicos-organo-minerales-y-enmiendas-organicas>).

Incrementa la capacidad de retención de humedad del suelo y aporta macronutrientes y micronutrientes (Gómez, 2014, <https://aefa-agronutrientes.org/fertilizantes-organicos-organo-minerales-y-enmiendas-organicas>).

Incorpora microorganismos benéficos para el suelo y los activa para que actúen en la descomposición de la materia orgánica, favoreciendo algunos procesos como mineralización y fijación del nitrógeno. También mejora y estabiliza el pH del suelo (Gómez, 2014, <https://aefa-agronutrientes.org/fertilizantes-organicos-organo-minerales-y-enmiendas-organicas>).

#### **1.4. Alfalfa morada (*Medicago sativa*)**

La alfalfa y otras pasturas fueron, por más de un siglo, los forrajes básicos utilizados extensivamente como fuente de nutrientes para el ganado. En la actualidad se mantiene su vigencia en los planteos productivos que requieren producción de pasto en calidad y cantidad (Duarte, 2016, <http://www.fertilizando.com/articulos/Fertilizacion%20de%20Alfalfa.asp>).

##### **1.4.1. Características e importancia**

Es un cultivo forrajero que pertenece a la familia de las leguminosas, de crecimiento perenne con hojas trifoliadas, de una altura entre 60 y 90 cm y de raíces profundas. Se le llama “reina de las forrajeras”, por su gran contenido en proteína (hasta en un 27%) (Pantaleón, 2016, p.7).

En sus diversas variedades, es una de las especies leguminosas más cultivadas e importantes para la alimentación animal, tanto por la cantidad de forraje obtenido por superficie cultivada, como por su valor nutritivo. La planta presenta altos niveles de proteína y minerales, así como gran palatabilidad y alta digestibilidad en un gran número de especies animales (Bazán, 2017, p.743).

No requiere fertilización con nitrógeno porque es una planta fijadora de este elemento, entre 100 a 150 kg / ha /año. Pero si requiere fertilización a base de fosfatos debido a que los suelos de sierra son deficientes en fósforo, por tal motivo se recomienda fertilizar con productos como el guano de isla o fosfato di amónico que permitirá a la vez un mejor anclaje de la raíz (Pantaleón, 2016, p.8).

La alfalfa es una de las especies forrajeras más importantes a nivel mundial. La popularidad de este cultivo se basa principalmente en su excelente calidad, su gran rendimiento en materia seca y su gran adaptabilidad a regiones semiáridas y hasta húmedas. Además, su capacidad para fijar nutrientes de la atmósfera al suelo (nitrógeno, elemento vital para la nutrición de cultivos futuros) también la convierte en un importante componente de la sustentabilidad de los sistemas productivos. De esta forma, la alfalfa se ha convertido en un forraje de elección en las dietas de bovinos, caprinos, ovinos y equinos (Pantaleón, 2016, p.12).

##### **1.4.2. Requerimientos nutricionales**

Los requerimientos nutricionales varían según el nivel de producción y el manejo al que está sometido el cultivo. Por ejemplo, las necesidades son máximas cuando la alfalfa se usa exclusivamente para corte, porque no existe un reciclado de nitrógeno a través de la orina o del

potasio y del fósforo mediante la bosta. Estos últimos se pueden reciclar en un 70 u 80 por ciento. El fósforo es necesario para lograr un establecimiento exitoso y un buen desarrollo de las raíces. Además, en condiciones adversas -como suelos fríos o secas, que reducen la absorción de los nutrientes- ayuda a que continúe el desarrollo radicular y se asegure la supervivencia de la planta (Duarte, 2016, <http://www.fertilizando.com/articulos/Fertilizacion%20de%20Alfalfa.asp>).

La alfalfa obtiene el nitrógeno mediante su relación simbiótica con el Rizobium. Los excedentes quedan en el suelo y la cantidad fijada depende del número de plantas que tiene la pastura (Duarte, 2016, <http://www.fertilizando.com/articulos/Fertilizacion%20de%20Alfalfa.asp>).

El potasio es demandado en altas cantidades y es esencial para aumentar la tolerancia al frío y para brindar una mayor resistencia a ciertas enfermedades (Duarte, 2016, <http://www.fertilizando.com/articulos/Fertilizacion%20de%20Alfalfa.asp>).

El calcio es vital para la fijación del nitrógeno y para promover el desarrollo radicular. Por su parte, el magnesio está relacionado con el metabolismo de los carbohidratos. Las deficiencias se presentan cuando el umbral en el suelo desciende por debajo de 0,6 meq/100 g, o cuando existen antagonismos con el potasio, que muestra exceso para muchos suelos de la región pampeana (Duarte, 2016, <http://www.fertilizando.com/articulos/Fertilizacion%20de%20Alfalfa.asp>).

El azufre interviene en la síntesis de las proteínas. Es deficitario en los suelos arenosos y esa situación se acentúa a partir del segundo año de cultivo. El boro actúa sobre el movimiento del calcio en la planta y es fundamental en la velocidad de crecimiento radicular, en las nuevas hojas y en el desarrollo de yemas. El umbral crítico está en alrededor de 1 ppm en el suelo o en 30 ppm en las plantas (Duarte, 2016, <http://www.fertilizando.com/articulos/Fertilizacion%20de%20Alfalfa.asp>).

Las bacterias no pueden sobrevivir a bajos niveles de pH. En esas condiciones no hay fijación de nitrógeno y la planta lo tiene que extraer del suelo para poder formar sus proteínas. Sin embargo, la alfalfa es una especie nesciente en la absorción de este elemento, sobre todo si está en mezcla con gramíneas (Duarte, 2016, <http://www.fertilizando.com/articulos/Fertilizacion%20de%20Alfalfa.asp>).

El estado nutricional no siempre es correctamente relevado por los análisis del suelo. Por eso, la posibilidad de complementarlo con las determinaciones foliares ayuda a detectar los niveles críticos de algunos nutrientes, como el azufre o los microelementos (Duarte, 2016, <http://www.fertilizando.com/articulos/Fertilizacion%20de%20Alfalfa.asp>).

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1 Localización y duración del experimento

La presente investigación se desarrolló en la parroquia Atahualpa, cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua, la misma que tuvo una duración de 60 días, cuyas condiciones meteorológicas se reportan en la tabla 1-2.

**Tabla 1-2.** Condiciones meteorológicas de la zona.

PARÁMETROS	VALORES PROMEDIO
Heliofanía (h/luz)	1471,6
Temperatura (°C)	14,5
Precipitación (mm)	501
Humedad relativa (%)	56
Altitud (msnm)	2595

Fuente: CLIMATE-DATA.ORG

Realizado por: Ortiz, Marilyn. 2020

#### 2.2 Unidades experimentales

Para el desarrollo de la investigación las unidades experimentales estuvieron conformadas por 15 parcelas de 6 x 5 m (30 m<sup>2</sup>) cada tratamiento con una superficie de 150 m<sup>2</sup>, con un área total de 450 m<sup>2</sup> para el experimento.

#### 2.3. Materiales, equipos e instalaciones

##### 2.3.1. *Materiales*

- Balde
- Pala
- Barreno
- Rótulos de identificación

- Regla
- Estacas
- Piola
- Hoz
- Esfero
- Libreta de apuntes
- Fundas de papel
- Cinta adhesiva
- Flexómetro
- Cuadrante de 1m<sup>2</sup>
- Azadas
- Fertilizante orgánico-mineral (Fertiplus)
- Abono orgánico (Humus)

### **2.3.2. Equipos**

- Balanza de precisión
- Cámara fotográfica
- Computadora
- Estufa

## 2.4. Tratamiento y diseño experimental

Se evaluó la respuesta del *Medicago sativa* (Alfalfa morada), mediante la aplicación de dos fuentes orgánicas, para lo cual se contó con 2 tratamientos experimentales, un fertilizante orgánico-mineral (4t/ha de Fertiplus) vs un abono orgánico (4t/ha de Humus) frente a un tratamiento control.

Cada tratamiento contó con 5 repeticiones, y se distribuyeron bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA), ajustándose al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Valor de la variable en determinación

$\mu$  = Media general

$\alpha_i$  = Efecto de los tratamientos

$\epsilon_{ij}$  = Efecto del error experimental

### 2.4.1. Esquema del experimento

El esquema del experimento que se empleó se muestra en la tabla 2-2.

**Tabla 2-2.** Esquema del experimento

TRATAMIENTOS	CÓDIGO	REPETICIONES	TUE m <sup>2</sup>	TOTAL
Testigo	T0	5	30	150
Fertiplus	T1	5	30	150
Humus	T2	5	30	150
<b>TOTAL</b>				<b>450 m<sup>2</sup></b>

TUE: Tamaño de la Unidad Experimental

Realizado por: Ortiz, Marilyn. 2020

## 2.5. Mediciones experimentales

Las mediciones que se tomaron en cuenta en la investigación fueron:

- Análisis de suelo inicial y final.

- Cobertura basal (%)
- Cobertura aérea (%)
- Altura de planta en (cm)
- Producción de forraje verde (t/ha/corte)
- Producción de materia seca (t/MS/ha/corte)
- Análisis proximal
- Análisis beneficio costo.

## 2.6. Análisis estadístico y pruebas de significancia

Los resultados experimentales que se obtuvieron fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de varianza (ADEVA).
- Separación de medias según la prueba de Tukey, nivel de significancia de  $P < 0,05$ .

El esquema del análisis de Varianza se detalla en la tabla 3-2.

**Tabla 3-2.** Esquema del ADEVA.

<b>FUENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>GRADOS DE LIBERTAD</b>
Total	14
Tratamientos	2
Error experimental	12

**Realizado por:** Ortiz, Marilyn. 2020

## 2.7. Procedimiento experimental

### 2.7.1. Descripción del experimento

- Se inició con la preparación (limpieza y adecuación) de las 15 unidades experimentales y se delimitaron utilizando estacas y una piola.



- Se tomaron muestras para el análisis químico del suelo antes y después de la aplicación de los diferentes tratamientos (fertilizante mineral y abono orgánico). También se realizó un análisis del abono orgánico (humus) antes de su aplicación.
- Al contar con una pradera de alfalfa ya establecida, se realizó un corte de igualación y control de malezas. El corte de igualación fue realizado a una altura de 5 cm, para que el rebrote sea homogéneo y se procedió a evaluar las variables establecidas en este experimento.

## **2.8. Metodología de la evaluación**

### ***2.8.1. Análisis de suelo inicial y final***

La muestra del suelo fue tomada antes y después de la investigación, el muestreo consistió en un recorrido en zig-zag tomando en cada punto una muestra simple (submuestra) a una profundidad de entre 15 y 20 cm de profundidad. Posteriormente se mezcló con las muestras de los puntos sucesivos a cada profundidad, formando una muestra compuesta (1Kg) la cual se envió al laboratorio de Suelos Santa Catalina INIAP para su análisis.

### ***2.8.2. Cobertura basal (%)***

Para determinar la cobertura basal se utilizó el método de la línea de Canfield, que consiste en medir el área ocupada por la planta en el suelo, se suma el total de las plantas que hacen contacto con el transepto y por relación se obtiene el porcentaje de cobertura basal. (Canfield, 1941)

### ***2.8.3. Cobertura aérea (%)***

Esta variable se la determinó con el método de la línea de Canfield, midiendo el área ocupada en relación a la parte media de la planta, se suma el total de las plantas que hacen contacto con el transepto y por relación se obtiene el porcentaje de cobertura aérea. (Canfield, 1941)

#### **2.8.4. *Altura de la planta (cm)***

Consistió en la medición de la altura de la planta tomada desde la superficie del suelo, hasta la media terminal de la hoja más alta.

#### **2.8.5. *Producción de forraje verde (t/ha/corte)***

La producción de forraje verde se determinó mediante la utilización de un cuadrante de 1 m<sup>2</sup>, cortando el forraje a una altura de 5cm en relación a la superficie del suelo, el peso obtenido se relacionó con el 100% de la parcela, y posteriormente se estimó la producción en t/FV/ha/corte.

#### **2.8.6. *Producción de forraje en materia seca (t/MS/ha/corte)***

Este parámetro se obtuvo determinando el porcentaje de materia seca del pasto, se tomó una muestra de forraje verde, la cual fue pesada y llevada al laboratorio, y por diferencias de peso se calculó el porcentaje de materia seca mediante deshidratación provocada en la estufa.

#### **2.8.7. *Análisis proximal***

Para realizar los análisis bromatológicos, se tomaron muestras del forraje obtenido y fueron enviadas a un laboratorio, en donde se determinó mediante el método de Wendee el contenido de: humedad, materia seca, proteína, fibra, grasa y cenizas.

#### **2.8.8. *Análisis beneficio costo***

El cálculo del análisis económico se determinará mediante el indicador económico Beneficio/Costo a través de la siguiente expresión:

$$\text{Beneficio/Costo} = \frac{\text{Ingresos totales (\$)}}{\text{Egresos totales (\$)}}$$

## CAPITULO III

### 3. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 3.1. Evaluación de las variables productivas por efecto de la aplicación de dos fuentes orgánicas en la producción de *Medicago sativa* (alfalfa morada).

##### 3.1.1. Altura de la planta (cm)

###### 3.1.1.1. Altura de la planta a los 15 días (cm)

Al evaluar la altura de las plantas a los 15 días se reportaron diferencias altamente significativas ( $P < 0,05$ ) por efecto de los abonos, de esta manera las plantas que recibieron el tratamiento con humus (T2), presentaron el mayor promedio con 35,00 cm, seguido por el tratamiento con Fertiplus presentando una altura promedio de 32,53 cm, y finalmente el testigo tuvo una altura promedio de 30,33 cm, como se observa en la tabla 1-3 y en el gráfico 1-3.

**Tabla 1-3.** Evaluación de la altura de la planta por efecto de la aplicación de dos fuentes orgánicas en la producción de *Medicago sativa* (alfalfa morada).

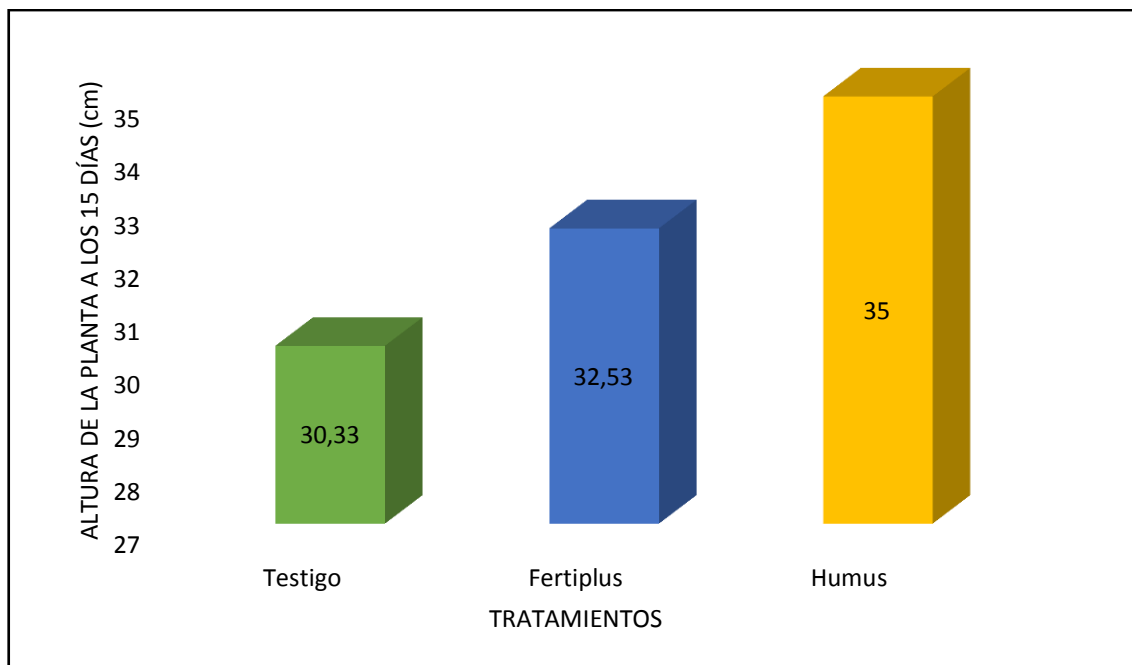
VARIABLES	TRATAMIENTOS			E.E.	Prob.
	Testigo	Fertiplus (4 t/ha)	Humus (4 t/ha)		
Altura de la planta a los 15 días	30,33 A	32,53 B	35,00 C	0,44	< 0,0001
Altura de la planta a los 30 días	44,00 A	52,41 B	57,82 C	0,90	< 0,0001
Altura de la planta a los 45 días	64,15 A	69,59 B	74,99 C	0,68	< 0,0001

Medias con letras iguales en una misma fila no difieren estadísticamente de acuerdo a Tukey ( $P > 0,05$ )

Prob: Probabilidad

E.E: Error estándar

**Realizado por:** Ortiz, Marilyn. 2020



**Gráfico 1-3.** Altura de la planta a los 15 días (cm)

**Realizado por:** Ortiz, Marilyn. 2020

Contrastando los resultados de esta investigación con otros autores se evidenció que estos fueron superiores a los obtenidos por (Ramírez, 2015) quien al utilizar *Trichoderma Spp* y humus líquido (trico-humus) como abono foliar en la fertilización de *Medicago sativa* registró un valor de 26,14 cm. De la misma forma, fueron superiores a los resultados de (Núñez, 2014) quien, mediante la aplicación de diferentes niveles de Ecoabonanza en *Medicago sativa*, reportó la mayor altura con la aplicación de 7t/ha con un promedio de 28,78 cm.

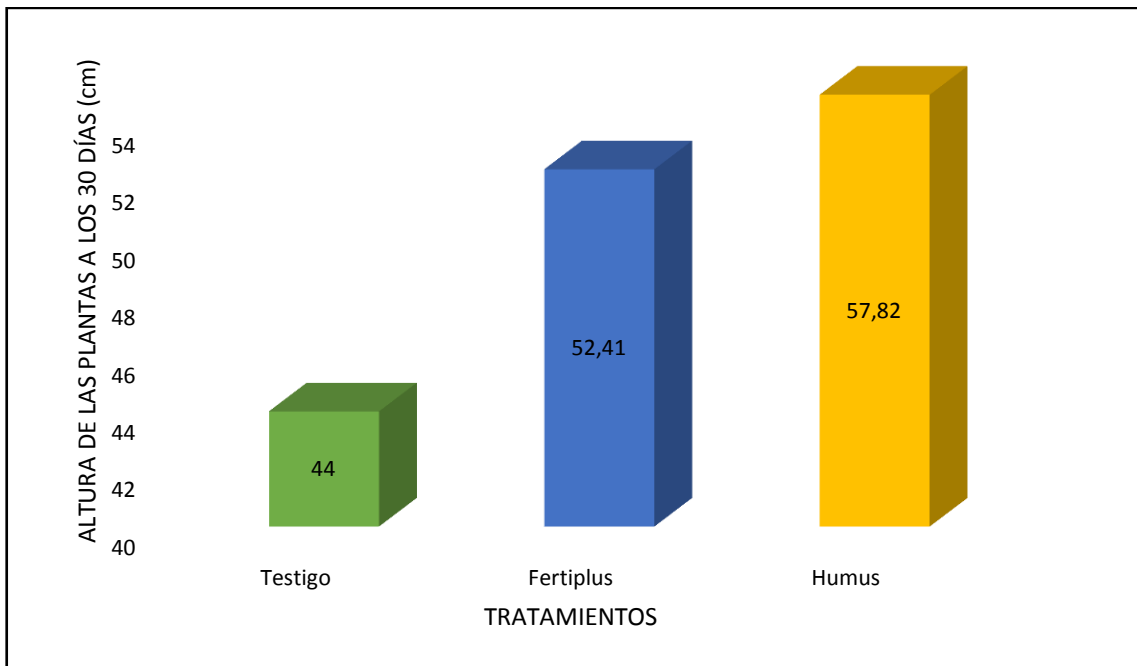
De igual manera se evidenciaron valores semejantes al comparar con (León, 2015), quien al utilizar diferentes niveles de Trichoderma, determinó la mayor altura promedio con 34,02 cm.

Por otra parte, los resultados obtenidos en esta investigación fueron inferiores a los registrados por (Tenorio, 2011), quien bajo la influencia de diferentes niveles de *Rhizobium meliloti* (3 kg/ha) registró 43,50 cm de altura a los 15 días.

### 3.1.1.2 Altura de la planta a los 30 días (cm)

La altura de las plantas a los 30 días presentaron diferencias altamente significativas ( $P < 0,05$ ) por efecto de los abonos, de esta manera el mejor tratamiento fue mediante la utilización de humus con una altura de 57,82 cm, seguido por el tratamiento con Fertiplus presentando una

altura promedio de 52,41 cm, y finalmente el testigo tuvo una altura promedio de 44,00 cm, como se reporta en el gráfico 2-3.



**Gráfico 2-3.** Altura de la planta a los 30 días (cm)

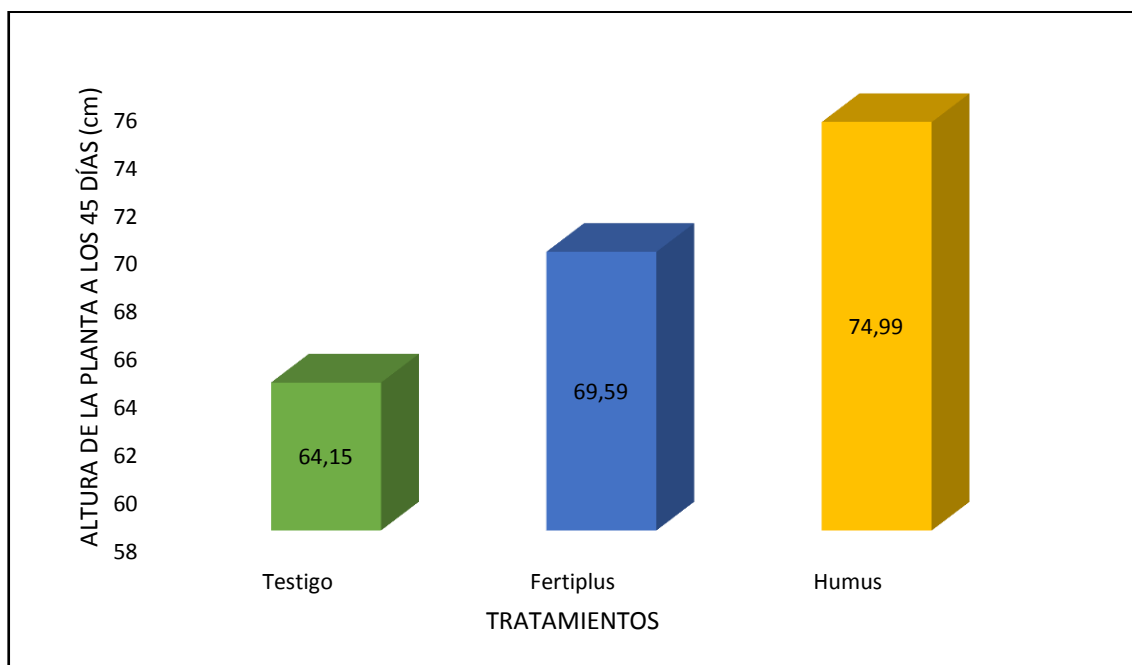
Realizado por: Ortiz, Marilyn. 2020

Los reportes de esta investigación son superiores a los obtenidos por (Ramírez, 2015) quien al utilizar *Trichoderma Spp* y humus líquido (trico-humus) como abono foliar en la fertilización de *Medicago sativa* registró un valor de 46,15 cm. Siendo superior a (Núñez, 2014) quien, mediante la aplicación de diferentes niveles de Ecoabonanza en *Medicago sativa*, reportó la mayor altura en las plantas tratadas con el nivel de 7t/ha con un promedio de 54,85 cm.

Por otra parte (Tenorio, 2011), quien bajo la influencia de diferentes niveles de *Rhizobium meliloti* (3 kg/ha) registró 67,63 cm de altura a los 30 días, siendo estos resultados superiores a los reportados en la presente investigación.

### 3.1.1.3 Altura de la planta a los 45 días (cm)

La altura de las plantas a los 45 días presentaron diferencias altamente significativas ( $P < 0,05$ ) por efecto de los abonos, de esta manera las plantas que recibieron el tratamiento con Humus presentaron el mayor promedio con 74,99 cm, seguido por el tratamiento con Fertiplus presentando una altura promedio de 69,59 cm, y finalmente el testigo tuvo una altura promedio de 64,15 cm, como se reporta en el gráfico 3-3.



**Gráfico 3-3.** Altura de la planta a los 45 días (cm)

**Realizado por:** Ortiz, Marilyn. 2020

Al comparar los resultados de la altura de la planta a los 45 días de este estudio, se evidenció que son superiores a los obtenidos por (Ramírez, 2015) quien al utilizar *Trichoderma Spp* y humus líquido (trico-humus) como abono foliar en la fertilización de *Medicago sativa* registró un valor de 52,08 cm. Sin embargo son inferiores a los datos reportados por (Núñez, 2014) quien, mediante la aplicación de diferentes niveles de Ecoabonanza en *Medicago sativa*, reportó la mayor altura en las plantas tratadas con el nivel de 7 t/ha con un promedio de 78,41 cm.

Así mismo, los resultados obtenidos en esta investigación fueron inferiores a los registrados por (Tenorio, 2011), quien bajo la influencia de diferentes niveles de *Rhizobium meliloti* (3 kg/ha) registró 97,92 cm de altura a los 45 días.

### 3.1.2. Cobertura basal (%)

#### 3.1.2.1. Cobertura basal a los 15 días (%)

Al evaluar el porcentaje de cobertura basal de *Medicago sativa* (alfalfa morada) a los 15 días, se reportaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.05$ ), por efecto de la utilización de dos fuentes orgánicas, presentando la mejor respuesta aplicando humus (T2) que alcanzó una cobertura basal promedio de 30,52 %, seguido por el tratamiento con Fertiplus (T1), con una

cobertura basal promedio de 30,32 % y finalmente el tratamiento testigo (T0), que obtuvo un porcentaje inferior de cobertura basal con un promedio de 29,94 %, como se indica en la tabla 2-3 y el gráfico 4-3

**Tabla 2-3.** Evaluación de la cobertura basal por efecto de la aplicación de dos fuentes orgánicas en la producción de *Medicago sativa* (alfalfa morada).

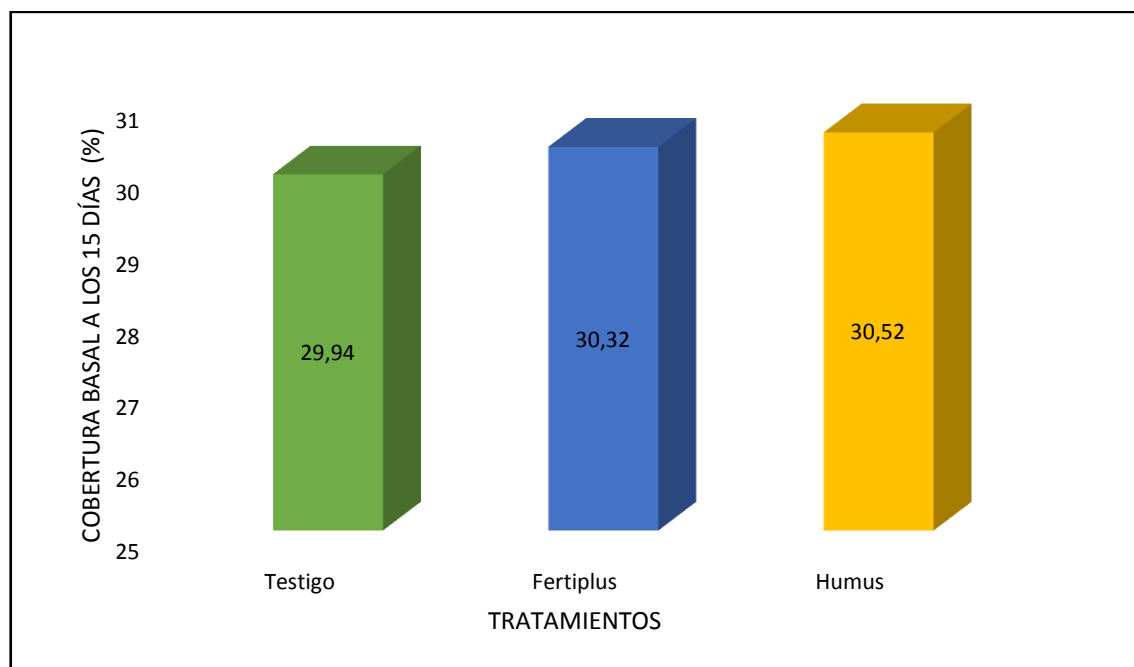
VARIABLES	TRATAMIENTOS			E.E.	Prob.
	Testigo	Fertiplus (4 t/ha)	Humus (4 t/ha)		
Cobertura basal a los 15 días	29,94 A	30,32 B	30,52 B	0,07	0,0002
Cobertura basal a los 30 días	34,49 A	35,15 A	37,05 B	0,23	< 0,0001
Cobertura basal a los 45 días	39,80 A	44,00 B	44,40 B	0,58	< 0,0002

Medias con letras iguales en una misma fila no difieren estadísticamente de acuerdo a Tukey (P>0.05)

Prob: Probabilidad

E.E: Error estándar

Realizado por: Ortiz, Marilyn. 2020



**Gráfico 4-3.** Cobertura basal a los 15 días (%)

Realizado por: Ortiz, Marilyn. 2020

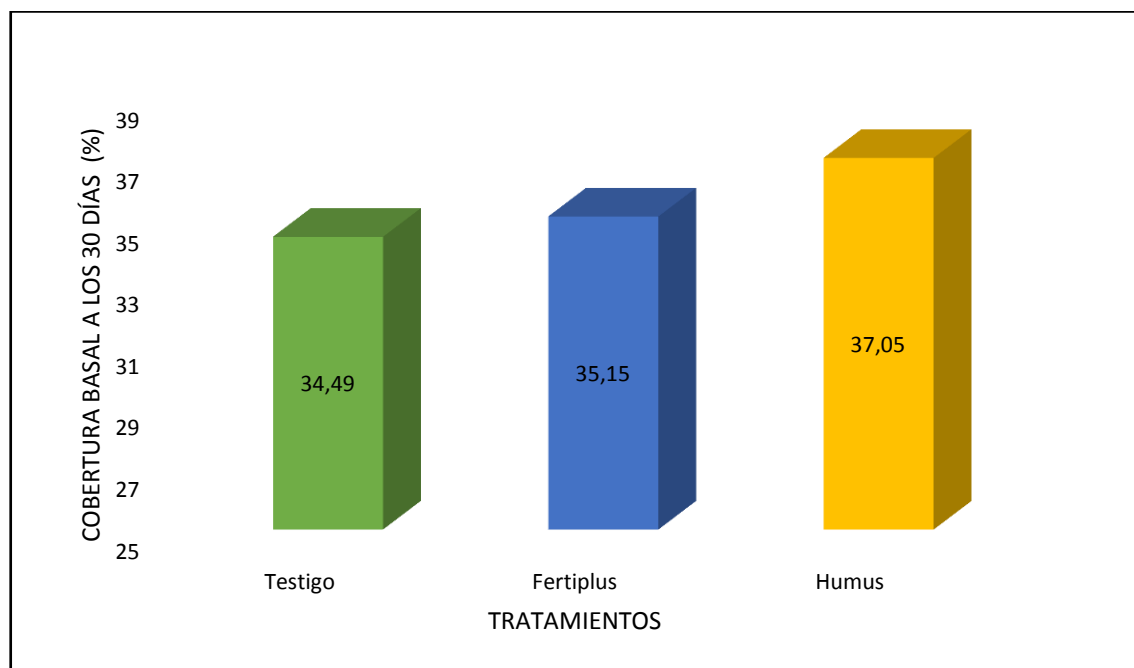
Al comparar los resultados de la cobertura basal a los 15 días de este estudio, se evidenció que son inferiores a los obtenidos por (Ramírez, 2015) quien al utilizar *Trichoderma Spp* y humus

líquido (trico-humus) como abono foliar en la fertilización de *Medicago sativa* registró un valor de 41,40%.

Por otra parte, los resultados obtenidos en esta investigación fueron superiores a los registrados por (Aragadvay, 2010) quien bajo la influencia de 750 g/ha de *Rhizobium meliloti* a los 15 días registró 8,92% de cobertura basal.

### 3.1.2.2 Cobertura basal a los 30 días (%)

Al evaluar el porcentaje de cobertura basal de *Medicago sativa* (alfalfa morada) a los 30 días, se reportaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.05$ ), por efecto de la utilización de dos fuentes orgánicas, presentando la mejor respuesta el tratamiento con humus (T2) que alcanzó una cobertura basal de 37,05 %, mientras que el tratamiento con fertiplus (T1) y el tratamiento testigo (T0), obtuvieron un porcentaje inferior de cobertura basal con un valor promedio de 35,15 % y 34,49 % respectivamente, como se indica en el gráfico 5-3.



**Gráfico 5-3.** Cobertura basal a los 30 días (%)

Realizado por: Ortiz, Marilyn. 2020

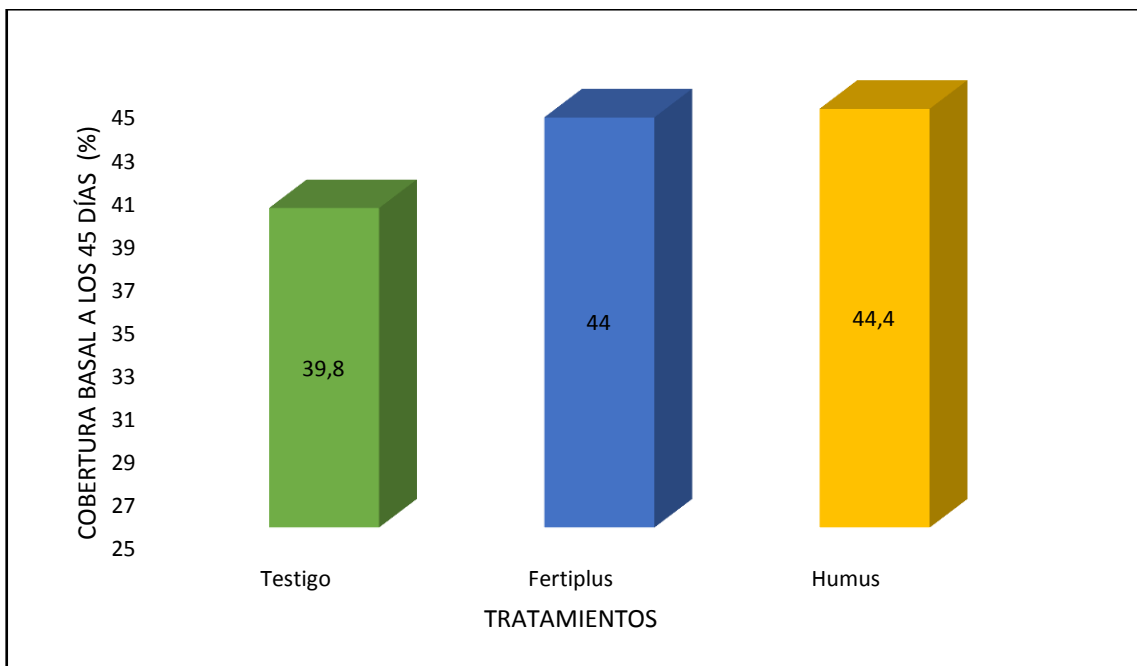
Al comparar los resultados de la cobertura basal a los 30 días de este estudio, se evidenció que fueron inferiores a los obtenidos por (Ramírez, 2015) quien al utilizar *Trichoderma Spp* y humus líquido (trico-humus) como abono foliar en la fertilización de *Medicago sativa*, registrando un valor de 44,27 %. Por otra parte, los resultados obtenidos en esta investigación fueron



superiores a los registrados por (Aragadvay, 2010) quien bajo la influencia de 750 g/ha de *Rhizobium meliloti* a los 30 días registró 11,75 % de cobertura basal.

### 3.1.2.3 Cobertura basal a los 45 días (%)

Al evaluar el porcentaje de cobertura basal de *Medicago sativa* (alfalfa morada) a los 45 días, se reportaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.05$ ), por efecto de la utilización de dos fuentes orgánicas, presentando la mejor respuesta el tratamiento con humus (T2) que alcanzó una cobertura basal promedio de 44,4 %, seguido por el tratamiento con fertiplus (T1), con una cobertura basal promedio de 44 % y finalmente el tratamiento testigo (T0), que obtuvo un porcentaje inferior de cobertura basal con un promedio de 39,8 %, como se indica en el gráfico 6-3.



**Gráfico 6-3.** Cobertura basal a los 45 días (%)

Realizado por: Ortiz, Marilyn. 2020

Al comparar los resultados de la cobertura basal a los 45 días de este estudio, se evidenció que fueron inferiores a los obtenidos por (Ramírez, 2015) quien al utilizar *Trichoderma Spp* y humus líquido (trico-humus) como abono foliar en la fertilización de *Medicago sativa* registró un valor de 46,87 %. Por otra parte, los resultados obtenidos en esta investigación fueron superiores a los registrados por (Aragadvay, 2010) quien bajo la influencia de 750 g/ha de *Rhizobium meliloti* a los 45 días registró 11,17 % de cobertura basal.

### 3.1.3. Cobertura aérea (%)

#### 3.1.3.1. Cobertura aérea a los 15 días (%)

Al evaluar el porcentaje de cobertura aérea de *Medicago sativa* (alfalfa morada) a los 15 días, se reportaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.05$ ), por efecto de la utilización de dos fuentes orgánicas, presentando la mejor respuesta el tratamiento con humus (T2) que alcanzó una cobertura aérea promedio de 73,54 %, seguido por el tratamiento con fertiplus (T1), con una cobertura aérea promedio de 72,59 % y finalmente el tratamiento testigo (T0), que obtuvo un porcentaje inferior de cobertura aérea con un promedio de 68,64 %, como se indica en la tabla 3-3 y el gráfico 7-3.

**Tabla 3-3.** Evaluación de la cobertura aérea por efecto de la aplicación de dos fuentes orgánicas en la producción de *Medicago sativa* (alfalfa morada).

VARIABLES	TRATAMIENTOS			E.E.	Prob.
	Testigo	Fertiplus (4 t/ha)	Humus (4 t/ha)		
Cobertura aérea a los 15 días	68,64 A	72,59 B	73,54 B	0,44	< 0,0001
Cobertura aérea a los 30 días	77,60 A	82,60 B	81,40 B	0,77	< 0,0016
Cobertura aérea a los 45 días	87,00 A	92,40 B	97,20 C	0,73	< 0,0001

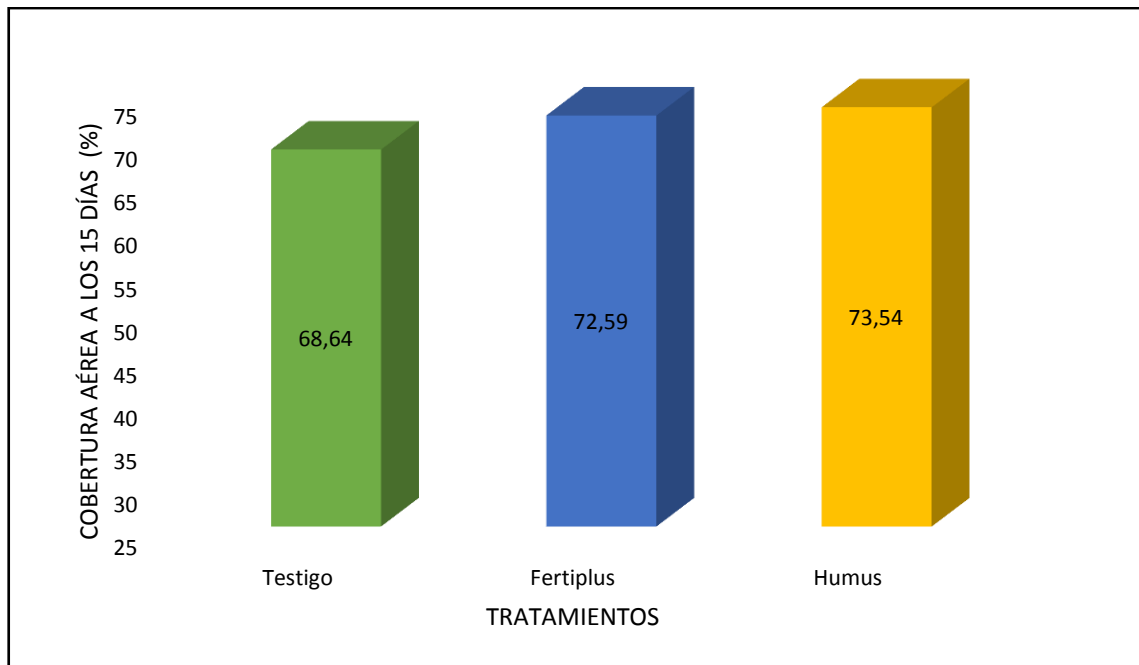
Medias con letras iguales en una misma fila no difieren estadísticamente de acuerdo a Tukey ( $P > 0.05$ )

Prob: Probabilidad

E.E: Error estándar

**Realizado por:** Ortiz, Marilyn. 2020

Al comparar los resultados de la cobertura aérea a los 15 días de este estudio, se evidenció que fueron superiores a los obtenidos por (Ramírez, 2015) quien al utilizar *Trichoderma Spp* y humus líquido (trico-humus) como abono foliar en la fertilización de *Medicago sativa* registró un valor de 35,07 %. También superaron los resultados obtenidos por (Aragadvay, 2010), quien bajo la influencia de 750 g/ha de *Rhizobium meliloti* a los 15 días registró 22,75 % de cobertura aérea.

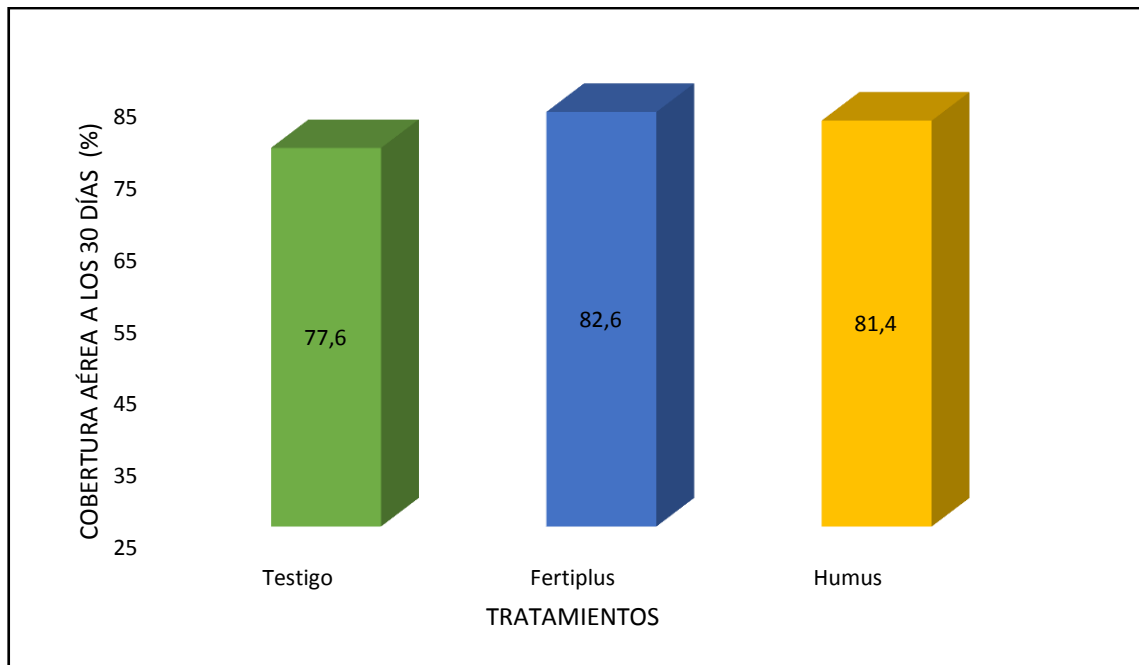


**Gráfico 7-3.** Cobertura aérea a los 15 días (%)

**Realizado por:** Ortiz, Marilyn. 2020

### 3.1.3.2. Cobertura aérea a los 30 días (%)

Al evaluar el porcentaje de cobertura aérea de *Medicago sativa* (alfalfa morada) a los 30 días, se reportaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.05$ ), por efecto de la utilización de dos fuentes orgánicas, presentando la mejor respuesta el tratamiento con fertiplus (T1) que alcanzó una cobertura aérea promedio de 82,6 %, seguido por el tratamiento con humus (T2), con una cobertura aérea promedio de 81,4 % y finalmente el tratamiento testigo (T0), que obtuvo un porcentaje inferior de cobertura aérea con un promedio de 77,6 %, como se indica en el gráfico 8-3



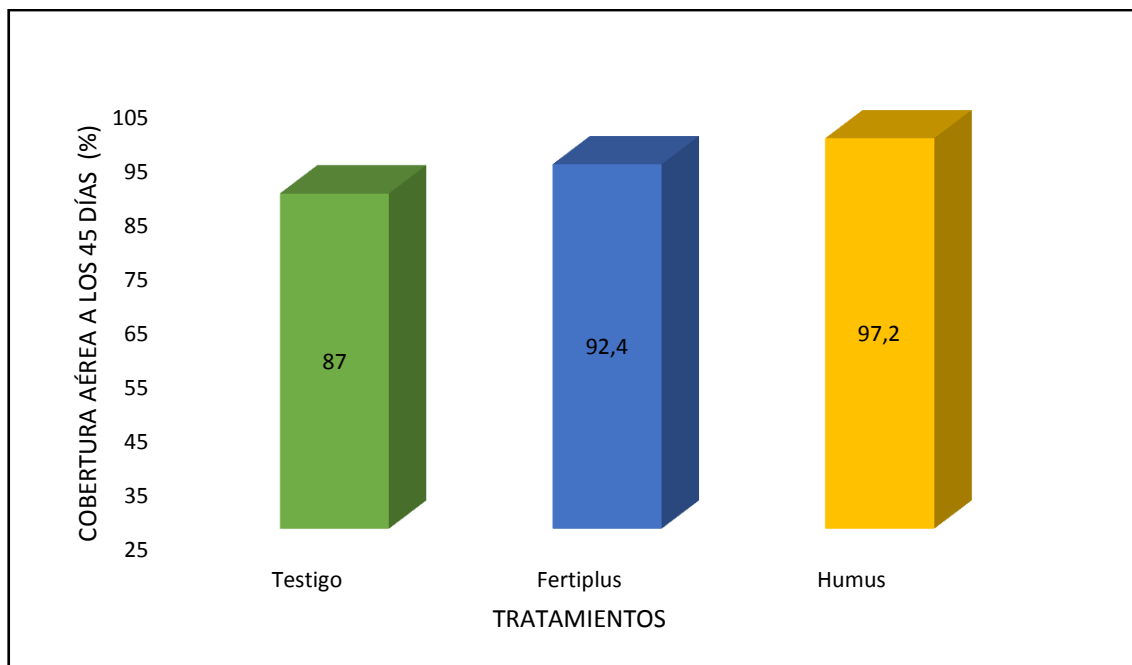
**Gráfico 8-3.** Cobertura aérea a los 30 días (%)

**Realizado por:** Ortiz, Marilyn. 2020

Al comparar los resultados de la cobertura aérea a los 30 días de este estudio, se evidenció que fueron superiores a los obtenidos por (Ramírez, 2015) quien al utilizar *Trichoderma Spp* y humus líquido (trico-humus) como abono foliar en la fertilización de *Medicago sativa* registró un valor de 68,33 %. También superaron los resultados obtenidos por (Aragadvay, 2010), quien bajo la influencia de 750 g/ha de *Rhizobium meliloti* a los 30 días registró 39,58 % de cobertura aérea.

### 3.1.3.3. Cobertura aérea a los 45 días (%)

Al evaluar el porcentaje de cobertura aérea de *Medicago sativa* (alfalfa morada) a los 45 días, se reportaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.05$ ), por efecto de la utilización de dos fuentes orgánicas, presentando la mejor respuesta el tratamiento con humus (T2) que alcanzó una cobertura aérea promedio de 97,2 %, mientras que el tratamiento con fertiplus (T1), presentó una cobertura aérea promedio de 92,4 % y finalmente el tratamiento testigo (T0), que obtuvo un porcentaje inferior de cobertura aérea con un promedio de 87 %, como se indica en el gráfico 9-3.



**Gráfico 9-3.** Cobertura aérea a los 45 días (%)

**Realizado por:** Ortiz, Marilyn. 2020

Al comparar los resultados de la cobertura aérea a los 45 días de este estudio, se evidenció que fueron inferiores a los obtenidos por (Tenorio, 2011) quien al utilizar *Rhizobium meliloti* más vermicompost en la fertilización de *Medicago sativa* registró un valor de 100 %. (Aragadvay, 2010), quien bajo la influencia de 750 g/ha de *Rhizobium meliloti* a los 45 días registró 38,79 % de cobertura aérea, siendo estos datos inferiores a los reportados en la presente investigación. (Fortis, 2009 pág. 34), indica que el humus favorece el enraizamiento, manteniendo un sistema radicular joven y vigoroso, durante todo el ciclo del cultivo; que permite que el desarrollo de la planta sea más rápido, ya que absorbe mayor cantidad de nutrientes, lo que se traduce en una mayor producción.

### 3.1.4. Producción forrajera

#### 3.1.4.1. Producción de forraje verde a los 45 días (t/FV/ha/corte)

Al evaluar la producción de forraje verde de *Medicago sativa* (alfalfa morada) a los 45 días, se reportaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.05$ ), por efecto de la utilización de dos fuentes orgánicas, presentando la mejor respuesta el tratamiento con humus (T2) que alcanzó una producción de forraje verde de 24,97 t/FV/ha/corte, seguido del tratamiento con fertiplus (T1), que presentó un promedio de 20,31 t/FV/ha/corte y finalmente el tratamiento testigo (T0), que obtuvo una producción de forraje verde inferior, con un promedio de 15,9 t/FV/ha/corte, como se indica en la tabla 4-3 y el gráfico 10-3

**Tabla 4-3.** Evaluación de la producción forrajera por efecto de la aplicación de dos fuentes orgánicas en la producción de *Medicago sativa* (alfalfa morada).

VARIABLES	TRATAMIENTOS			E.E.	Prob.
	Testigo	Fertiplus	Humus		
Producción de forraje verde a los 45 días	15,90 A	20,31 B	24,97 C	0,51	< 0,0001
Producción de materia seca a los 45 días	4,18 A	4,65 A	6,58 B	0,21	< 0,0001

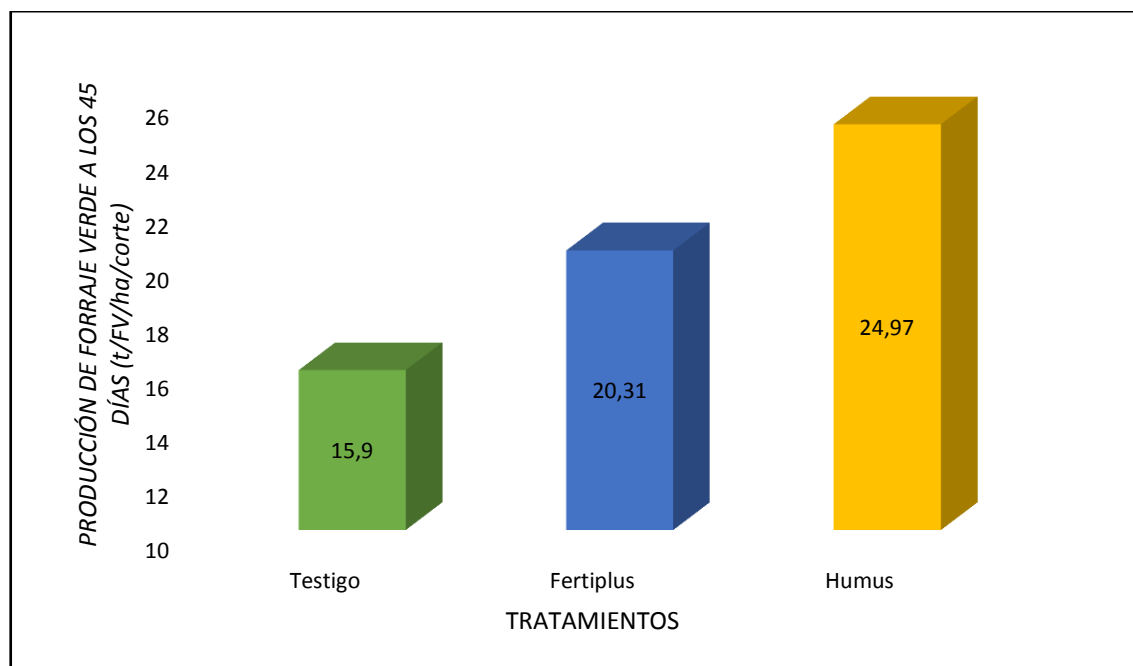
Medias con letras iguales en una misma fila no difieren estadísticamente de acuerdo a Tukey (P> 0.05)

Prob: Probabilidad

E.E: Error estándar

**Realizado por:** Ortiz, Marilyn. 2020

Al comparar los resultados de la producción de forraje verde a los 45 días, se evidenció que fueron superiores a los obtenidos por (Ramírez, 2015) quien al utilizar *Trichoderma Spp* y humus líquido (trico-humus) como abono foliar en la fertilización de *Medicago sativa* registró un valor de 12,35 t/ha. Sin embargo son inferiores a los datos reportados por (Núñez, 2014) quien, mediante la aplicación de diferentes niveles de Ecoabonanza en *Medicago sativa*, reportó la mayor altura en las plantas tratadas con el nivel 7 t/ha con un promedio de 28 t/ha.



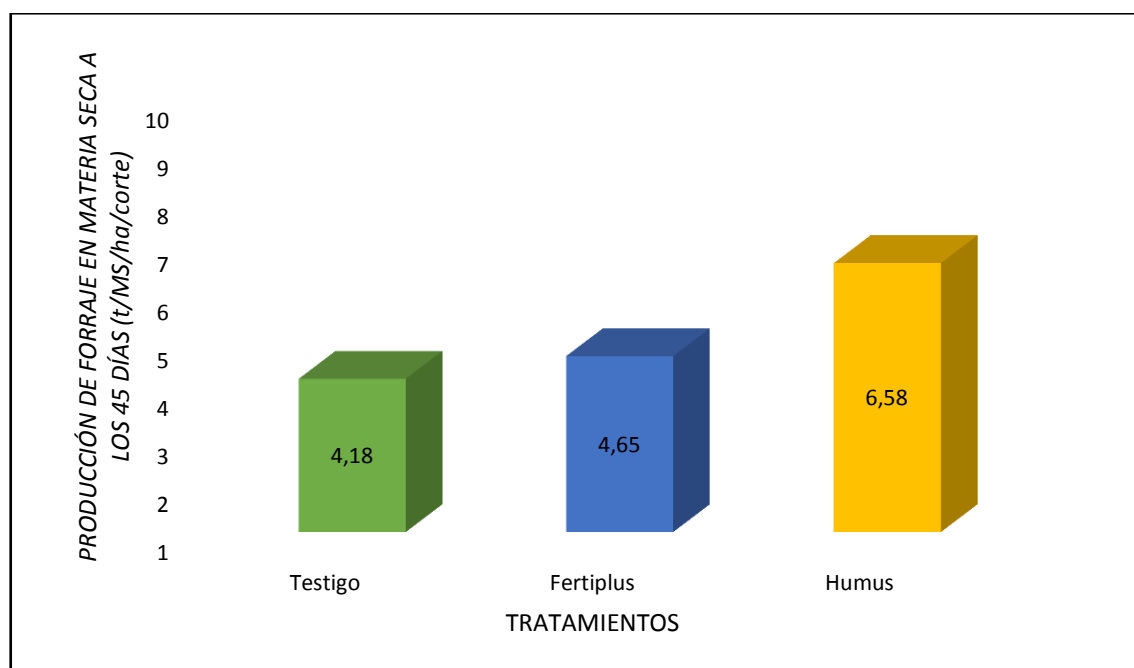
**Gráfico 10-3.** Producción de forraje verde a los 45 días (t/FV/ha/corte)

**Realizado por:** Ortiz, Marilyn. 2020

### 3.1.4.2 Producción de forraje en materia seca (t/MS/ha/corte) a los 45 días

Al evaluar la producción de forraje en materia seca de *Medicago sativa* (alfalfa morada) a los 45 días, se reportaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.05$ ), por efecto de la utilización de dos fuentes orgánicas, presentando la mejor respuesta el tratamiento con humus (T2) que alcanzó una producción de materia seca de 6,58 t/MS/ha/corte, mientras que el tratamiento con fertiplus (T1) y el tratamiento testigo (T0), obtuvieron una producción inferior de materia seca, con un valor promedio de 4,65 y 4,18 t/MS/ha respectivamente, como se indica en la tabla 4-3 y el gráfico 11-3.

Al comparar los resultados de la producción de forraje en materia seca a los 45 días de este estudio, se evidenció que son superiores a los obtenidos por (Ramírez, 2015) quien al utilizar *Trichoderma Spp* y humus líquido (trico-humus) como abono foliar en la fertilización de *Medicago sativa* registró un valor de 3,70 t/ha/corte. Sin embargo son inferiores a los datos reportados por (Núñez, 2014) quien, mediante la aplicación de diferentes niveles de Ecoabonanza (7 t/ha) en *Medicago sativa*, reportó un promedio de 6,92 t/MS/ha/corte.



**Gráfico 11-3.** Producción de forraje en materia seca a los 45 días (t/MS/ha/corte)

Realizado por: Ortiz, Marilyn. 2020

### 3.1.5 Análisis de suelo

Al realizar el análisis del suelo al inicio de la investigación en *Medicago sativa* reporto un pH, alcalino (8,06), con un contenido alto de nitrógeno, fósforo, azufre, potasio, calcio y magnesio (87.00, 148.00, 19.00, 0.66, 11.39, 3.57), y un nivel bajo de materia orgánica (1,80), los mismo que al ser analizados luego de la aplicación de los tratamientos, se identificó que estas variables mejoraron, al incorporar abono orgánico como el humus, principalmente se observaron diferencias en fosforo, azufre, potasio y calcio (329.00, 26.00, 2.43, 11.70), mientras que la materia orgánica superó al valor inicial (4.10) favoreciendo la estructura del suelo con buena porosidad, mejorando así la aireación y la penetración del agua como se ilustra en la tabla 5-3 y anexo 1.

**Tabla 5-3.** Composición físico química del suelo.

REPORTE DE ANÁLISIS DE SUELO								
Lote	% M.O	pH	Ppm			meq/100ml		
			NH4	P	S	K	Ca	Mg
INICIAL	1,80 B	8,06 AI	87,00 A	148,00 A	19,00 M	0,66 A	11,39 A	3,57 A
FINAL	4,10 M	7,56 LA	68,00 A	329,00 A	26,00 A	2,43 A	11,70 A	3,30 A

Fuente: INIAP. 2019

Realizado por: Ortiz, Marilyn. 2020

### 3.1.6 Análisis proximal

#### 3.1.6.1. Humedad (%)

Al realizar la valoración bromatológica de *Medicago sativa* (alfalfa morada), se determinó el mayor contenido de humedad en el tratamiento con Fertiplus (T1), con 78,36 %, seguido del tratamiento con humus (T2) con un 73,79 %, mientras que el valor más bajo fue reportado por el tratamiento control con una media de 73,05 % como se indica en la tabla 6-3 y anexo M.



**Tabla 6-3.** Análisis bromatológico de *Medicago sativa* (alfalfa morada).

ANÁLISIS PROXIMAL	TRATAMIENTOS					
	Testigo		Fertiplus		Humus	
	Base húmeda	Base seca	Base húmeda	Base seca	Base húmeda	Base seca
Humedad (%)	73,79		78,36		73,05	
Proteína (%)	6,09	23,25	5,15	23,81	6,90	25,62
Ext. Etéreo (%)	1,66	6,32	1,52	7,01	1,88	6,98
Ceniza (%)	2,77	10,58	2,30	10,62	2,82	10,46
Fibra (%)	8,55	32,62	7,31	33,80	9,24	34,30
E.L.N.N. (%)	7,14	27,23	5,36	24,76	6,10	22,64

Fuente: AGROLAB. 2019

Realizado por: Ortiz, Marilyn. 2020

### 3.1.6.2. Proteína (%)

Al realizar la valoración bromatológica de *Medicago sativa* (alfalfa morada), se determinó el mayor contenido de proteína en el tratamiento con humus (T2), con 25,62 %, seguido del tratamiento con fertiplus (T1) con un 23,81 %, mientras que el valor más bajo fue reportado por el tratamiento control con una media de 23,25 %.

Resultados que, al contrastarlos son superiores a los de (Lema, 2018, p. 49), quien al evaluar el comportamiento forrajero del *Medicago sativa* bajo la aplicación de diferentes niveles de un fertilizante orgánico-mineral (Pasto leche) obtuvo 20,27 % de proteína.

### 3.1.6.3. Extracto etéreo (%)

Al realizar la valoración bromatológica de *Medicago sativa* (alfalfa morada), se determinó el mayor contenido de extracto etéreo en el tratamiento con fertiplus (T1), con 7,01 %, seguido del tratamiento con humus (T2) con un 6,98 %, mientras que el valor más bajo fue reportado por el tratamiento control con una media de 6,32 %.

Los resultados expuestos son superiores a los presentados por (Alcoser, 2016 pág. 49) quien manifiesta que el contenido promedio de extracto etéreo de *Medicago sativa* fue de 2,63% y difirió en forma altamente significativa por el efecto del mes evaluado.

#### 3.1.6.4. Ceniza (%)

Al realizar la valoración bromatológica de *Medicago sativa* (alfalfa morada), se determinó el mayor contenido de ceniza en el tratamiento con fertiplus (T1), con 10,62 %, seguido del tratamiento control (T0) con un 10,58 %, mientras que el valor más bajo fue reportado por el tratamiento con humus (T2) con una media de 10,46 %.

Los valores expuestos anteriormente son superiores a los obtenidos por (Heredia, 2011, p. 49) quien alcanzó el menor valor con 2,30 % de proteína al aplicar el 4,5 kg de micorrizas /ha y el mayor al emplear el 2,5 kg de micorrizas con 2,65 % de proteína, las diferencias entre los contenidos de cenizas se pueden deber a condiciones climáticas, edáficas y biológicas propias de la zona de experimentación.

#### 3.1.6.5. Fibra (%)

Al realizar la valoración bromatológica de *Medicago sativa* (alfalfa morada), se determinó el mayor contenido de fibra en el tratamiento con humus (T2), con 34,30 %, seguido del tratamiento con fertiplus (T1) con un 33,80 %, mientras que el valor más bajo fue reportado por el tratamiento control con una media de 32,62 %.

Este resultado es superior al descrito por (Vélez, 2014, p. 61) quien en la evaluación del porcentaje de fibra encontró que al fertilizar con estiércol bovino, a los 15 días de aplicación de los diferentes abonos y fertilizantes, reportó el 26,46% de fibra, el menor contenido de fibra se reflejó en las parcelas aplicadas agronitrógeno a los 5 días, con 21,72%.

#### 3.1.6.6. E.L.N.N. (%)

Al realizar la valoración bromatológica de *Medicago sativa* (alfalfa morada), se determinó el mayor contenido de E.L.N.N. en el tratamiento control (T0), con 27,23 %, seguido del tratamiento con fertiplus (T1) con un 24,76 %, mientras que el valor más bajo fue reportado en el tratamiento con humus (T2) con una media de 22,64 %.

#### 3.1.7. Evaluación económica

Al evaluar económicamente la producción de forraje verde de *Medicago sativa* (alfalfa), por efecto de diferentes tratamientos, tomando en consideración los egresos e ingresos, se

reportaron los siguientes valores para el tratamiento testigo (T0), fertiplus (T1), y humus (T2), con 1,98, 1,04 y 1,53 respectivamente en su orden, es decir, que por cada dólar invertido se espera una rentabilidad de 0,98; 0,04 y 0,53 ctvs. Ver tabla 7-3

**Tabla 7-3.** Evaluación económica

	Unidad	Cantida d	Precio/ U	Testig o	Fertiplus	Humu s
<b>EGRESOS</b>						
T0			0,00	0,00		
T1	Kg	4000	0,11		444,44	
T2	Kg	4000	0,08			320
Mano de obra				320,00	320,00	320,00
Transporte					10	10
Total de egresos				<b>320,00</b>	<b>774,44</b>	<b>650,00</b>
<b>INGRESOS</b>						
Producción de forraje verde	Tn/ha/corte			15,90	20,31	24,97
Precio/tonelada	\$			40	40	40
Total ingresos	\$			<b>636</b>	<b>812,4</b>	<b>998,8</b>
<b>Beneficio/Costo</b>				1,98	1,04	1,53

Realizado por: Ortiz, M.2020

## CONCLUSIONES

- Se determinó que al utilizar Humus (4 t/ha) se obtuvo un mejor resultado en cuanto a variables como: cobertura basal, cobertura aérea, altura de planta, producción de forraje verde y materia seca, demostrando que este abono orgánico se comportó de manera superior al Fertiplus (4 t/ha) en cuanto a parámetros productivos de *Medicago sativa*.
- Se determinó que al utilizar Humus en la fertilización de *Medicago sativa* logramos obtener una producción de 24,97 t/FV/ha/corte, mientras que al utilizar Fertiplus se obtuvo 20,31 t/FV/ha/corte, siendo el primero el más eficiente a la hora de contribuir con la producción de biomasa vegetal y por ende materia seca.
- Al evaluar económicamente la producción de *Medicago sativa*, se comprobó que mediante la aplicación de estos dos fertilizantes orgánicos se logró elevar la producción de forraje verde y materia seca manteniendo una rentabilidad, pero que no supera al testigo, el mismo que tiene un beneficio/costo superior a los tratamientos mencionados.

## RECOMENDACIONES

- Es recomendable utilizar abonos orgánicos como el humus, pero debemos tener en cuenta los costos que genera aplicarlo, ya que se necesitan grandes cantidades para cubrir las necesidades nutricionales del pasto y las carencias del suelo.
- El humus es un abono muy utilizado hoy en día pero según los resultados de esta investigación se comprueba que no es factible aplicarlo en la producción de *Medicago Sativa*, en la zona en donde se realizó la investigación ya que demanda de grandes cantidades las cuales no son rentables, es por ello que esta información debe ser difundida a nivel local, regional y nacional.
- Realizar investigaciones futuras con la aplicación de humus como un complemento, ya que queda demostrado que no existe una rentabilidad que supere las expectativas para utilizarlos directamente en la producción de pastos.

## GLOSARIO

**Azadas:** Instrumento que consiste en una lámina o pala cuadrangular de hierro, ordinariamente de 20 a 25 cm de lado, cortante uno de estos y provisto el opuesto de un anillo donde encaja y se sujeta el astil o mango, formando con la pala un ángulo un tanto agudo. Sirve para cavar tierras roturadas o blandas, remover estiércol, amasar la cal para mortero, etc. (RAE, 2020, <https://dle.rae.es/azada>)

**Rhizobium:** Son bacterias gram-negativas del suelo capaces de inducir la formación de nódulos fijadores de nitrógeno atmosférico en las raíces de las plantas de la familia leguminosae. (Ecured, 2017, <https://www.ecured.cu/Rhizobium>)

**Trichoderma:** Es un hongo anaeróbico habitante natural del suelo y beneficioso para las plantas, caracterizado por un comportamiento saprófito o parásito, actúan como agentes de control biológico. Se utiliza en aplicaciones foliares, tratamiento de semillas y suelo para el control de diversas enfermedades producidas por hongos. (Intagri, 2001, <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/trichoderma-control-de-hongos-fitopatogenos>)

## BIBLIOGRAFÍA

**ARAGADVAY, Ramón.** *Efecto de la aplicación de diferentes niveles de bacterias Rhizobium meliloti con la adición de estiércol de cuy en la producción forrajera del Medicago sativa (alfalfa).* (Tesis). [En línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela de Ingeniería Zootécnica. Riobamba-Ecuador. 2010. [Consulta: 05/03/2020]. Disponible en: <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/2384/1/17T0985.pdf>

**BAZÁN, Victor.** *Comportamiento Productivo de la Alfalfa (Medicago sativa) de la Variedad Caravelí Sometida al Pastoreo en el Valle de Huaral.* Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú [En línea], 2017, (Perú) 28(3), pp. 743-749. [Consulta: 09/09/2019]. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1609-91172017000300029](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172017000300029)

**BIOAGROTECSA Cia. Ltda.** *Humus de lombriz - Lombricultura en Ecuador* [En línea]. Ecuador: 2012. [Consulta: 09/09/2019]. Disponible en: <http://www.bioagrotecsa.com.ec/index.php/lombricultura/humus-de-lombriz>

**BORRERO, Cesar Augusto.** *Abonos Orgánicos* [En línea]. Colombia: 2008. [Consulta: 09/09/2019]. Disponible en: [http://www.infoagro.com/abonos/abonos\\_organicos\\_guaviare.htm](http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos_guaviare.htm)

**CANFIELD, Thomas.** *Application of the line interception method in sampling range vegetation.* *J. of Forestry.* 388-394. USA 1941 [Consulta: 09/09/2019]. Disponible en: [http://www.uaaan.mx/DirInv/portal\\_agraria/agraria/PDF/propiedades.pdf](http://www.uaaan.mx/DirInv/portal_agraria/agraria/PDF/propiedades.pdf)

**CERVANTES, Miguel Ángel.** *Abonos orgánicos* [En línea]. España: 2013. [Consulta: 09/09/2019]. Disponible en: [http://infoagro.com/abonos/abonos\\_organicos.htm](http://infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm)

**DUARTE, Gustavo.** *Fertilización de Alfalfa.* Argentina: 2005. [Consulta: 09/09/2019]. Disponible en: <http://www.fertilizando.com/articulos/Fertilizacion%20de%20Alfalfa.asp>

**ECURED.** *Rhizobium.* 2017. Recuperado de: <https://www.ecured.cu/Rhizobium>

**FAO.** *El uso de fertilizantes pasará los 200 millones de toneladas en 2018.* Roma 2015 [Consulta: 09/09/2019]. Disponible en: <http://www.fao.org/news/story/es/item/277654/icode/>

**FORTIS, Manuel.** *Aplicación de abonos orgánicos en la producción de maíz forrajero con riego por goteo.* Lima 2009: 2a, págs. 329-336.

**GÓMEZ, Rafael.** *Fertilizantes orgánicos, órgano-minerales y enmiendas orgánicas.* España 2014: [Consulta: 09/09/2019]. Disponible en: <https://aefa-agronutrientes.org/fertilizantes-organicos-organo-minerales-y-enmiendas-organicas>

**HEREDIA, Andrea.** *Evaluación del comportamiento forrajero del Medicago sativa bajo la aplicación de diferentes niveles de micorrizas y abono orgánico* (Tesis) 2011. [En línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela de Ingeniería Zootécnica. Riobamba-Ecuador. [Consulta: 05/03/2020]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1039/1/117T01020.pdf>

**HUERTA, Elena.** *La apreciación de abonos orgánicos para la gestión local comunitaria de estiércoles en los traspatios.* Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional. México 2019 [En línea] [Consulta: 09/09/2019]. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2395-91692019000100108](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2395-91692019000100108)

**INTAGRI.** *Trichoderma control del hongos fitopatógeno.* 2001 Recuperado de <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/trichoderma-control-de-hongos-fitopatogenos>

**LEMA, Silvia.** *Utilización de un fertilizante orgánico-mineral (pasto leche) en la producción de Medicago sativa (alfalfa) en la parroquia San Luis Cantón Riobamba.* (Tesis) 2018. [En línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela de Ingeniería Zootécnica. Riobamba-Ecuador. [Consulta: 05/03/2020]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/10387/1/17T1565.pdf>

**LEÓN, Cristian.** *Efecto de tres dosis de trichoderma en la producción primaria del Medicago sativa (alfalfa) en la granja Guaslán MAGAP.* (Tesis) 2015. [En línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela de Ingeniería Zootécnica. Riobamba-Ecuador. [Consulta: 05/03/2020]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5292/1/TEISIS%20LEON%202.pdf>



**MEDINA, Leonor.** *Aspectos prácticos para utilizar materia orgánica en cultivos hortícolas.* Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas [En línea]. (Colombia) 2010, 4(1), pp. 109-125. [Consulta: 09/09/2019]. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/aad7/c495ec53005a39e922957338aa88226bd28d.pdf>

**MOSQUERA, Byron.** *Abonos orgánicos, protegen el suelo y garantizan alimentación sana.* [En línea]. Ecuador: Editado por Nancy Puente Figueroa. 2010 [Consulta: 08/09/2019]. Disponible en: [http://www.fonag.org.ec/doc\\_pdf/abonos\\_organicos.pdf](http://www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf)

**NARVÁEZ, Fabián.** *Humus de lombriz* [En línea]. Chile 2008 [Consulta: 09/09/2019]. Disponible en: <http://feriasaraucania.cl/UserFiles/File/humus.pdf>

**NÚÑEZ, Elías.** *Evaluación de ecoabonaza en la producción forrajera del Medicago sativa (alfalfa).* (Tesis) 2014. [En línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela de Ingeniería Zootécnica. Riobamba-Ecuador. [Consulta: 05/03/2020]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3758/1/17T1226.pdf>

**PANTALEÓN, Arturo.** *Instalación y manejo de la alfalfa en zonas altoandinas* [En línea]. Arequipa-Perú: Cáritas del Perú 2016 [Consulta: 09/09/2019]. Disponible en: <https://media-ashoka.oiengine.com/attachments/a5415f5b-18bc-408a-a52c-7eef0ac827e0.pdf>

**RAE.** *Azadas.* Diccionario de la lengua española. 2020. Recuperado de: <https://dle.rae.es/azada>

**RAMÍREZ, Carlos.** *Utilización de Trichoderma spp y humus líquido (trico-humus) como abono foliar en la fertilización de Medicago sativa (alfalfa) y su efecto en los rendimientos productivos.* (Tesis) 2015. [En línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela de Ingeniería Zootécnica. Riobamba-Ecuador. [Consulta: 05/03/2020]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5284/1/TESIS%20TRICHODERMA.pdf>

**RODRÍGUEZ, Samuel.** *Fertilizantes orgánicos y convencionales: la combinación perfecta para mejores rendimientos.* [ed.] Segunda. Buenos Aires : Gaucho, 2018. págs. 42 - 56.

**SALAMANCA, Sandra.** *Compostaje de residuos industriales en Colombia.* Revista Técnicaña [En línea] (Colombia) 2012 (28), pp. 13-18. [Consulta: 09/09/2019]. Disponible en: [http://www.tecnica.org/pdf/2012/tec\\_no28\\_2012\\_p15-20.pdf](http://www.tecnica.org/pdf/2012/tec_no28_2012_p15-20.pdf)

**TENORIO, Carmita.** *Evaluación de diferentes niveles de Rhizobium meliloti más la adición de vermicompost en la producción de forraje del Medicago sativa (alfalfa).* (Tesis) 2011. [En línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela de Ingeniería Zootécnica. Riobamba-Ecuador. [Consulta: 05/03/2020]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1056/1/17T01012.pdf>

**VÉLEZ, Darío.** *Evaluación de seis alternativas de fertilización en dos épocas de aplicación en la producción de pastos en la Parroquia San Juan Provincia de Chimborazo.* (Tesis) 2014. [En línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela de Ingeniería Zootécnica. Riobamba-Ecuador. [Consulta: 05/03/2020]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4550/1/iniapsctV436ev.pdf>

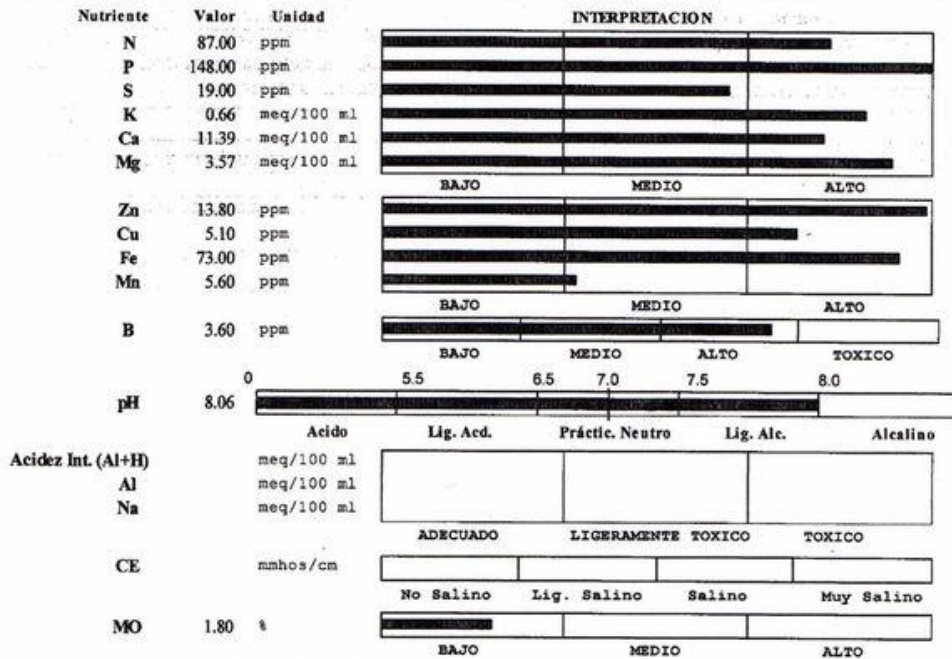
ANEXOS

Anexo A. ANÁLISIS DE SUELO

 <b>INIAP</b> <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	<b>ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"</b> <b>LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS</b> Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
--	---	---

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

<p style="text-align: center;"><b>DATOS DEL PROPIETARIO</b></p> Nombre : Lissete Marilyn Ortiz/ El huerto Dirección : Ambato Ciudad : Teléfono : Fax :	<p style="text-align: center;"><b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b></p> Nombre : Parroquia Atahualpa Provincia : Tungurahua Cantón : Ambato Parroquia : Atahualpa Ubicación :
<p style="text-align: center;"><b>DATOS DEL LOTE</b></p> Cultivo Actual : Alfalfa Cultivo Anterior : Maiz Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : Muestra 1	<p style="text-align: center;"><b>PARA USO DEL LABORATORIO</b></p> N° Reporte : 47.268 N° Muestra Lab. : 111525 Fecha de Muestreo : 24/06/219 Fecha de Ingreso : 26/07/2019 Fecha de Salida : 30/07/2019



Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	(%)			Clase Textural
Mg	K	K	Σ Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
3,2	5,4	22,7	15,6						

  
 RESPONSABLE LABORATORIO

  
 LABORATORISTA



**ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"**  
**LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS**  
 Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340  
 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693



**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

<b>DATOS DEL PROPIETARIO</b> Nombre : Lissete Marilyn Ortiz Dirección : Ambato Ciudad : Teléfono : 0969798092 Fax :		<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> Nombre : Parroquia Atahualpa Provincia : Tungurahua Cantón : Ambato Parroquia : Atahualpa Ubicación :		<b>PARA USO DEL LABORATORIO</b> Cultivo Actual : Alfalfa Fecha de Muestreo : 05/12/2019 Fecha de Ingreso : 09/12/2019 Fecha de Salida : 20/12/2019	
--	--	---	--	--	--

N° Muest. Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm			meq/100ml			ppm				
			NH <sub>4</sub>	P	S	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B
112320	Muestra 1	7,74 LAI	65,00 A	124,00 A	9,00 B	0,57 A	7,02 M	2,52 A	3,9 M	5,0 A	121,0 A	6,4 M	1,63 M
112321	Muestra 2	8,05 AI	68,00 A	329,00 A	26,00 A	2,43 A	11,70 A	3,30 A	12,7 A	5,9 A	98,0 A	9,1 M	2,11 A

INTERPRETACION			
pH		Elementos	
Ac	= Acido	N	= Neutro
LAc	= Liger. Acido	LAI	= Lige. Alcalino
PN	= Prac. Neutro	AI	= Alcalino
	RC = Requieren Cal	B	= Bajo
		M	= Medio
		A	= Alto
		T	= Tóxico (Boro)

METODOLOGIA USADA			
pH	= Suelo: agua (1:2,5)	P K Ca Mg	= Olsen Modificado
S, B	= Fosfato de Calcio	Cu Fe Mn Zn	= Olsen Modificado
		B	= Curcumina

  
 RESPONSABLE LABORATORIO

  
 LABORATORIO DPTO. MANEJO DE SUELOS  
 Y AGUAS -EESC  
 Telefax 2690-694  
 Correo electrónico: laboratorio\_eesc@iniap.gob.ec

  
 LABORATORISTA

**Anexo B.** Análisis estadísticos de la altura de la planta (cm) a los 15 días, por efecto de la aplicación de dos fuentes orgánicas en la producción de *Medicago sativa* (alfalfa morada).

a. Resultados experimentales

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					Suma	Media
	I	II	III	IV	V		
Testigo	28,75	31,13	29,13	31,38	31,25	151,64	30,33
Fertiplus	30,88	32,87	33,00	32,25	33,63	162,63	32,53
Humus	35,75	34,75	35,25	34,5	34,75	175,00	35,00
Promedio							32,618
CV (%)							3,05

b. Análisis de varianza.

F.V.	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	14	66,51			
Tratamiento	2	54,63	27,32	27,61	< 0,0001
Error	12	11,87	0,99		
CV (%)	3,05				
Media	32,62				

c. Separación de medias según Tukey (P<0.05)

TRATAMIENTOS	MEDIAS	N	E.E.	RANGO
Testigo	30,33	5	0,44	A
Fertiplus	32,53	5	0,44	B
Humus	35,00	5	0,44	C

**Anexo C.** Análisis estadístico de la altura de la planta (cm) a los 30 días, por efecto de la aplicación de dos fuentes orgánicas en la producción de *Medicago sativa* (alfalfa morada).

a. Resultados experimentales

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					Suma	Media
	I	II	III	IV	V		
Testigo	41,68	42,72	43,89	45,17	46,53	220,00	44,00
Fertiplus	48,62	50,77	52,68	54,28	55,69	262,04	52,41
Humus	56,86	57,42	57,91	58,31	58,61	289,11	57,82
Promedio							51,41
CV (%)							3,89

b. Análisis de varianza.

F.V.	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	14	533,41			
Tratamiento	2	485,32	242,66	60,55	< 0,0001
Error	12	48,09	4,01		
CV (%)	3,89				
Media	51,41				

c. Separación de medias según Tukey (P<0.05)

TRATAMIENTOS	MEDIAS	N	E.E.	RANGO
Testigo	44,00	5	0,90	A
Fertiplus	52,41	5	0,90	B
Humus	57,82	5	0,90	C

**Anexo D.** Análisis estadístico de la altura de la planta (cm) a los 45 días, por efecto de la aplicación de dos fuentes orgánicas en la producción de *Medicago sativa* (alfalfa morada).

a. Resultados experimentales

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					Suma	Media
	I	II	III	IV	V		
Testigo	62,41	63,23	64,10	65,03	65,98	320,75	64,15
Fertiplus	67,21	68,37	69,47	70,75	72,15	347,95	69,59
Humus	73,48	74,32	75,07	75,75	76,31	374,93	74,99
Promedio							69,58
CV (%)							2,20

b. Análisis de varianza.

F.V.	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	14	321,69			
Tratamiento	2	294,54	146,77	62,58	< 0,0001
Error	12	28,14	2,35		
CV (%)	2,20				
Media	69,58				

c. Separación de medias según Tukey (P<0.05)

TRATAMIENTOS	MEDIA	N	E.E.	RANGO
Testigo	64,15	5	0,68	A
Fertiplus	69,59	5	0,68	B
Humus	74,99	5	0,68	C

**Anexo E.** Análisis estadístico de la cobertura basal (%) a los 15 días, por efecto de la aplicación de dos fuentes orgánicas en la producción de *Medicago sativa* (alfalfa morada).

a. Resultados experimentales

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					Suma	Media
	I	II	III	IV	V		
Testigo	29,81	29,87	29,94	30,03	30,03	149,68	29,94
Fertiplus	30,01	30,14	30,39	30,50	30,53	151,57	30,32
Humus	30,56	30,58	30,53	30,48	30,44	152,59	30,52
Promedio							30,26
CV (%)							0,49

b. Análisis de varianza.

F.V.	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	14	1,13			
Tratamiento	2	0,87	0,44	20,00	0,0002
Error	12	0,26	0,02		
CV (%)	0,49				
Media	30,26				

c. Separación de medias según Tukey (P<0.05)

TRATAMIENTOS	MEDIA	N	E.E.	RANGO
Testigo	29,94	5	0,07	A
Fertiplus	30,32	5	0,07	B
Humus	30,52	5	0,07	B



**Anexo F.** Análisis estadístico de la cobertura basal (%) a los 30 días, por efecto de la aplicación de dos fuentes orgánicas en la producción de *Medicago sativa* (alfalfa morada).

a. Resultados experimentales

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					Suma	Media
	I	II	III	IV	V		
Testigo	34,63	34,55	34,48	34,43	34,36	172,45	34,49
Fertiplus	34,37	34,59	35,10	35,64	36,07	175,77	35,15
Humus	36,37	36,70	37,03	37,39	37,72	185,21	37,05
Promedio							35,56
CV (%)							1,45

b. Análisis de varianza.

F.V.	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	14	20,82			
Tratamiento	2	17,61	8,81	32,98	< 0,0001
Error	12	3,20	0,27		
CV (%)	1,45				
Media	35,56				

c. Separación de medias según Tukey (P<0.05)

TRATAMIENTOS	MEDIA	N	E.E.	RANGO
Testigo	34,49	5	0,23	A
Fertiplus	35,15	5	0,23	A
Humus	37,05	5	0,23	B

**Anexo G.** Análisis estadístico de la cobertura basal (%) a los 45 días, por efecto de la aplicación de dos fuentes orgánicas en la producción de *Medicago sativa* (alfalfa morada).

a. Resultados experimentales

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					Suma	Media
	I	II	III	IV	V		
Testigo	40,00	39,00	40,00	40,00	40,00	199,00	39,80
Fertiplus	43,00	43,00	43,00	45,00	46,00	220,00	44,00
Humus	43,00	43,00	44,00	47,00	45,00	222,00	44,40
Promedio							42,7333333
CV (%)							3,02

b. Análisis de varianza.

F.V.	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	14	84,93			
Tratamiento	2	64,93	32,47	19,48	< 0,0002
Error	12	20,00	1,67		
CV (%)	3,02				
Media	42,73				

c. Separación de medias según Tukey (P<0.05)

TRATAMIENTOS	MEDIA	N	E.E.	RANGO
Testigo	39,80	5	0,58	A
Fertiplus	44,00	5	0,58	B
Humus	44,40	5	0,58	B

**Anexo H.** Análisis estadístico de la cobertura aérea (%) a los 15 días, por efecto de la aplicación de dos fuentes orgánicas en la producción de *Medicago sativa* (alfalfa morada).

a. Resultados experimentales

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					Suma	Media
	I	II	III	IV	V		
Testigo	66,71	67,59	68,56	69,65	70,69	343,20	68,64
Fertiplus	71,56	72,56	72,98	72,88	72,97	362,95	72,59
Humus	73,36	73,53	73,59	73,64	73,60	367,72	73,54
Promedio							71,59
CV (%)							1,37

b. Análisis de varianza.

F.V.	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	14	79,17			
Tratamiento	2	67,60	33,80	35,05	< 0,0001
Error	12	11,57	0,96		
CV (%)	1,37				
Media	71,59				

c. Separación de medias según Tukey (P<0.05)

TRATAMIENTOS	MEDIA	N	E.E.	RANGO
Testigo	68,64	5	0,44	A
Fertiplus	72,59	5	0,44	B
Humus	73,54	5	0,44	B

**Anexo I.** Análisis estadístico de la cobertura aérea (%) a los 30 días, por efecto de la aplicación de dos fuentes orgánicas en la producción de *Medicago sativa* (alfalfa morada).

a. Resultados experimentales

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					Suma	Media
	I	II	III	IV	V		
Testigo	77,00	80,00	79,00	74,00	78,00	388,00	77,60
Fertiplus	84,00	83,00	81,00	83,00	82,00	413,00	82,60
Humus	81,00	79,00	82,00	82,00	83,00	407,00	81,40
Promedio							80,53
CV (%)							2,14

b. Análisis de varianza.

F.V.	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	14	103,73			
Tratamiento	2	68,13	34,07	11,48	< 0,0016
Error	12	35,60	2,97		
CV (%)	2,14				
Media	80,53				

c. Separación de medias según Tukey (P<0.05)

TRATAMIENTOS	MEDIA	N	E.E.	RANGO
Testigo	77,60	5	0,77	A
Fertiplus	82,60	5	0,77	B
Humus	81,40	5	0,77	B

**Anexo J.** Análisis estadístico de la cobertura aérea (%) a los 45 días, por efecto de la aplicación de dos fuentes orgánicas en la producción de *Medicago sativa* (alfalfa morada).

a. Resultados experimentales

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					Suma	Media
	I	II	III	IV	V		
Testigo	85,00	87,00	86,00	89,00	88,00	435,00	87,00
Fertiplus	92,00	92,00	91,00	94,00	93,00	462,00	92,40
Humus	98,00	95,00	95,00	99,00	99,00	486,00	97,20
Promedio							92,2
CV (%)							1,77

b. Análisis de varianza.

F.V.	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	14	292,40			
Tratamiento	2	260,40	130,20	48,83	< 0,0001
Error	12	32,00	2,67		
CV (%)		1,77			
Media		92,20			

c. Separación de medias según Tukey (P<0.05)

TRATAMIENTOS	MEDIA	N	E.E.	RANGO
Testigo	87,00	5	0,73	A
Fertiplus	92,40	5	0,73	B
Humus	97,20	5	0,73	C

**Anexo K.** Análisis estadístico de la producción de forraje verde (Tn/ha) a los 45 días, por efecto de la aplicación de dos fuentes orgánicas en la producción de *Medicago sativa* (alfalfa morada).

a. Resultados experimentales

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					Suma	Media
	I	II	III	IV	V		
Testigo	15,87	14,89	15,09	16,98	16,65	79,48	15,90
Fertiplus	20,26	19,27	21,08	20,98	19,97	101,56	20,31
Humus	23,72	23,36	24,84	25,70	27,24	124,86	24,97
Promedio							20,39
CV (%)							5,57

b. Análisis de varianza.

F.V.	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	14	221,49			
Tratamiento	2	205,98	102,99	79,71	< 0,0001
Error	12	15,50	1,29		
CV (%)	5,57				
Media	20,39				

c. Separación de medias según Tukey (P<0.05)

TRATAMIENTOS	MEDIA	N	E.E.	RANGO
Testigo	15,90	5	0,51	A
Fertiplus	20,31	5	0,51	B
Humus	24,97	5	0,51	C

**Anexo L.** Análisis estadístico de la producción de forraje en materia seca (Tn/ha) a los 45 días, por efecto de la aplicación de dos fuentes orgánicas en la producción de *Medicago sativa* (alfalfa morada).

a. Resultados experimentales

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					Suma	Media
	I	II	III	IV	V		
Testigo	4,04	4,11	4,18	4,23	4,31	20,87	4,18
Fertiplus	4,38	4,40	4,48	4,78	5,20	23,24	4,65
Humus	5,67	6,13	6,59	7,04	7,47	32,90	6,58
Promedio							5,14
CV (%)							9,02

b. Análisis de varianza.

F.V.	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	14	18,81			
Tratamiento	2	16,23	8,12	37,83	< 0,0001
Error	12	2,57	0,21		
CV (%)	9,02				
Media	5,14				

c. Separación de medias según Tukey (P<0.05)

TRATAMIENTOS	MEDIA	N	E.E.	RANGO
Testigo	4,18	5	0,21	A
Fertiplus	4,65	5	0,21	A
Humus	6,58	5	0,21	B

Anexo M. ANÁLISIS PROXIMAL



RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	SRTA. MARILYN ORTIZ	Número	6732-6734
Tipo muestra:	ALFALFA MORADA	Fecha	26/11/2019
:		Impreso:	08/12/2019
:		entrega:	10/12/2019

6732 - T0	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
BASE	HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
	%	%	% Grasa	%	%	%
Húmeda	73,79	6,09	1,66	2,77	8,55	7,14
Seca		23,25	6,32	10,58	32,62	27,23

6733 - T1	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
BASE	HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
	%	%	% Grasa	%	%	%
Húmeda	78,36	5,15	1,52	2,30	7,31	5,36
Seca		23,81	7,01	10,62	33,80	24,76

6734 - T2	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA					
BASE	HUMEDAD	PROTEINA	EXT. ETereo	CENIZA	FIBRA	E.L.N.N OTROS
	%	%	% Grasa	%	%	%
Húmeda	73,05	6,90	1,88	2,82	9,24	6,10
Seca		25,62	6,98	10,46	34,30	22,64

NOTA: Los datos de cada uno de los parámetros del análisis están reportados en base húmeda y base seca

Dra. Luz María Martínez  
LABORATORISTA  
AGROLAB

Calle Río Chumbira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)  
Teléfono: