



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

**“EFECTO DEL *Bacillus amyloliquefaciens* MAS HUMUS LÍQUIDO EN LA  
PRODUCCIÓN PRIMARIA DE *Medicago sativa* (ALFALFA MORADA)”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**  
**TIPO: TRABAJO EXPERIMENTAL**

Presentado para optar por el grado académico de:

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**AUTOR: OMAR FERNANDO CHICAIZA CHICAIZA**  
**DIRECTOR: ING. SANTIAGO FAHUREGUY JIMÉNEZ YÁNEZ Mg.**

Riobamba – Ecuador

2020

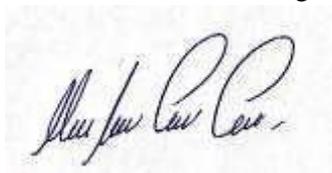
© 2020 Omar Fernando Chicaiza Chicaiza

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 del Autor.

Yo, **Omar Fernando Chicaiza Chicaiza**, 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 autor 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, 31 de Agosto del 2020

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Omar Fernando Chicaiza Chicaiza', is written over a light gray rectangular background.

---

**Omar Fernando Chicaiza Chicaiza**

**1804003653**



## DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de mis anhelos más deseados.

A mis padres, Luis y Fanny, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que hoy soy. Ha sido un orgullo y privilegio ser su hijo, son los mejores padres.

A mis hermanos, Andrea, Verónica, Darwin y Jennifer, gracias por ser mi apoyo constante durante esta etapa de mi vida.

*Omar Fernando Chicaíza Chicaíza*

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi Dios por regalarme la vida, por darme resistencia y fortaleza en cada obstáculo presentado y sobre todo por estar acompañándome en cada paso que doy.

A mi familia por su apoyo incondicional son y será siempre mi mayor fortaleza.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias Carrera de Ingeniería Zootécnica, por acogerme como uno de sus estudiantes y con el apoyo de sus docentes brindarme diferentes conocimientos a lo largo de mi vida estudiantil.

A mis tutores Ing. M.C. Jiménez Yáñez Santiago Fahureguy e Ing. M.C. Marco Bolívar Fiallos López, por guiarme con su trabajo y conocimiento en el desarrollo de esta investigación.

Mis más sinceros y profundos agradecimientos al Ing. Luis Moises Chicaiza, por confiar en mí y brindarme su apoyo incondicional a mi amigo y más que amigo hermano Ing. Cristian Vimos por todo su apoyo y por caminar conmigo en lo largo de mi trayectoria estudiantil.

*Omar Fernando Chicaiza Chicaiza*

## TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xvi
RESUMEN .....	xviii
ABSTRACT.....	xix
INTRODUCCIÓN .....	1

## CAPÍTULO I

1.	<b>MARCO TEÓRICO REFERENCIAL .....</b>	<b>3</b>
1.2.	<b>El género <i>Bacillus</i>.....</b>	<b>3</b>
1.2.1.	<i>Generalidades .....</i>	<i>3</i>
1.2.2.	<b>Ecología .....</b>	<b>3</b>
1.2.3.	<i>Principales características .....</i>	<i>4</i>
1.2.4.	Mecanismos de acción del género <i>Bacillus</i> en beneficio de las plantas.....	5
1.2.4.1.	<i>Reguladores del crecimiento vegetal .....</i>	<i>6</i>
1.2.4.2.	<i>Solubilización de fosfatos .....</i>	<i>6</i>
1.2.4.3.	<i>Fijación biológica del nitrógeno .....</i>	<i>7</i>
1.2.5.	<b><i>El género <i>Bacillus</i> como Agente de Control Biológico .....</i></b>	<b>8</b>
1.2.6.	<b><i>Principales mecanismos de control biológico del género <i>Bacillus</i>.....</i></b>	<b>9</b>
1.2.6.1.	<i>Producción de lipopéptidos .....</i>	<i>9</i>
1.2.6.2.	<i>Producción de enzimas líticas .....</i>	<i>10</i>
1.2.6.3.	<i>Producción de sideróforos.....</i>	<i>10</i>
1.2.7.	<b><i>El género <i>Bacillus</i> y los bioplaguicidas.....</i></b>	<b>11</b>
1.2.8.	<b><i><i>Bacillus amyloliquefaciens</i> .....</i></b>	<b>13</b>

1.2.9.	<i>Taxonomía del Bacillus amyloliquefaciens</i> .....	14
1.3.	<b>Fertilizantes Orgánicos</b> .....	14
1.3.1.	<i>Principios básicos de los fertilizantes orgánicos</i> .....	14
1.3.2.	<i>Ventajas del uso de fertilizantes orgánicos</i> .....	15
1.3.3.	<i>Requisitos deben tener los fertilizantes orgánicos</i> .....	16
1.4.	<b>Humus Líquido</b> .....	16
1.5.	<b>Alfalfa Morada (Medicago sativa)</b> .....	19
1.5.1.	<i>Generalidades</i> .....	19
1.5.2.	<i>Origen</i> .....	19
1.5.3.	<i>Clasificación Taxonómica</i> .....	20
1.5.4.	<i>Morfología de la planta</i> .....	20
1.5.5.	<i>Características de crecimiento de la planta de alfalfa</i> .....	20
1.5.6.	<i>Manejo para el pastoreo</i> .....	21
1.5.7.	<i>Características del cultivo</i> .....	22
1.5.8.	<i>Requerimientos hídricos</i> .....	22
1.5.9.	<i>Suelos</i> .....	22
1.5.10.	<i>Composición química</i> .....	22
1.5.11.	<i>Beneficios de la alfalfa en la alimentación animal</i> .....	23
1.5.12.	<i>Usos</i> .....	23
1.5.12.1.	<i>En verde</i> .....	23
1.5.12.2.	<i>Ensilada</i> .....	23
1.5.12.3.	<i>Henificada</i> .....	24
1.5.12.4.	<i>Deshidratada</i> .....	24
1.5.12.5.	<i>Granulada</i> .....	25

## **CAPÍTULO II**

2.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	26
2.1.	<b>Localización y Duración del Experimento</b> .....	26
2.2.	<b>Unidades Experimentales</b> .....	26

2.3.	<b>Materiales, Equipos e Insumos .....</b>	<b>27</b>
2.3.1.	<i>Materiales.....</i>	<i>27</i>
2.3.2.	<i>Equipos .....</i>	<i>27</i>
2.3.3.	<i>Insumos.....</i>	<i>28</i>
2.4.	<b>Tratamiento y Diseño Experimental.....</b>	<b>28</b>
2.4.1.	<i>Esquema del experimento .....</i>	<i>29</i>
2.5.	<b>Mediciones Experimentales.....</b>	<b>29</b>
2.6.	<b>Análisis estadístico y pruebas de significancia .....</b>	<b>30</b>
2.7.	<b>Esquema del ADEVA .....</b>	<b>30</b>
2.8.	<b>Procedimiento Experimental.....</b>	<b>30</b>
2.8.1.	<i>Descripción del experimento.....</i>	<i>30</i>
2.9.	<b>Metodología de Evaluación .....</b>	<b>31</b>
2.9.1.	<i>Cobertura basal (%).....</i>	<i>31</i>
2.9.2.	<i>Cobertura aérea (%) .....</i>	<i>31</i>
2.9.3.	<i>Altura de la planta (cm.).....</i>	<i>32</i>
2.9.4.	<i>Producción de Forraje verde (T/FV/ha/corte).....</i>	<i>32</i>
2.9.5.	<i>Producción de materia seca (t/MS/ha/corte).....</i>	<i>32</i>
2.9.6.	<i>Prefloración (%) .....</i>	<i>32</i>
2.9.7.	<i>Evaluación Económica .....</i>	<i>32</i>

### **CAPÍTULO III**

3.	<b>MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>33</b>
3.1	<b>Comportamiento agrobotánico en la producción primaria de Alfalfa Morada (Medicago Sativa), bajo el efecto del Bacillus Amyloliquefaciens más humus líquido .....</b>	<b>33</b>
3.1.1.	<i>Cobertura basal (%), 15 días.....</i>	<i>33</i>
3.1.2.	<i>Cobertura Aérea (%), 15 días .....</i>	<i>35</i>
3.1.3.	<i>Altura de la planta (cm), 15 días.....</i>	<i>36</i>
3.1.1.	<i>Cobertura basal (%), 30 días.....</i>	<i>37</i>

3.1.5.	<i>Cobertura Aérea (%)</i> , 30 días .....	39
3.1.6.	<i>Altura de la planta (cm)</i> , 30 días.....	40
3.1.7.	<i>Cobertura basal (%)</i> , 45 días.....	41
3.1.8.	<i>Cobertura Aérea (%)</i> , 45 días .....	43
3.1.9.	<i>Altura de la planta (cm)</i> , 45 días.....	44
3.1.10.	<i>Producción de Forraje Verde (Tn/FV/ha /corte)</i> , 45 días.....	45
3.1.11.	<i>Producción de Materia Seca (Tn/MS/ha/corte)</i> , 45 días.....	48
3.1.12.	<i>Prefloración (%)</i> , 45 días .....	50
3.2.	<b>Comportamiento bromatológico en la producción primaria de Alfalfa Morada (Medicago Sativa), bajo el efecto del Bacillus Amyloliquefaciens más una base estándar de humus líquido .....</b>	<b>51</b>
3.2.1.	<i>Humedad, (%)</i> .....	51
3.2.2.	<i>Materia Seca (%)</i> .....	52
3.2.3.	<i>Proteína (%)</i> .....	53
3.2.4.	<i>Grasa (%)</i> .....	53
3.2.5.	<i>Ceniza (%)</i> .....	53
3.2.6.	<i>Fibra (%)</i> .....	54
3.3	<b>Análisis físico químico del suelo antes y después de la aplicación de los diferentes niveles de Bacillus amyloliquefaciens más una base estándar de humus líquido.....</b>	<b>54</b>
3.4	<b>Análisis Económico .....</b>	<b>55</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>		<b>57</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>		<b>58</b>

**BIBLIOGRAFÍA**

**ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1.</b>	Bacillus como ingrediente activo en formulaciones comerciales .....	12
<b>Tabla 2-1.</b>	Clasificación taxonómica de <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> .....	14
<b>Tabla 3-1.</b>	Clasificación taxonómica de la alfalfa .....	20
<b>Tabla 4-1.</b>	Composición química de la alfalfa morada.....	22
<b>Tabla 5-2.</b>	Condiciones meteorológicas de la parroquia Montalvo .....	26
<b>Tabla 6-2.</b>	Diseño del Experimento .....	29
<b>Tabla 7-2.</b>	Esquema del ADEVA .....	30
<b>Tabla 8-3.</b>	Comportamiento agrobotánico en la producción primaria de Alfalfa Morada ( <i>Medicago sativa</i> ), bajo el efecto del <i>Bacillus Amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido, a los 15 días .....	33
<b>Tabla 9-3.</b>	Comportamiento agrobotánico en la producción primaria de Alfalfa Morada ( <i>Medicago sativa</i> ), bajo el efecto del <i>Bacillus Amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido, a los 30 días .....	38
<b>Tabla 10-3.</b>	Comportamiento agrobotánico en la producción primaria de Alfalfa Morada ( <i>Medicago sativa</i> ), bajo el efecto del <i>Bacillus Amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido, a los 45 días .....	42
<b>Tabla 11-3.</b>	Composición bromatológica en la producción primaria de alfalfa morada ( <i>Medicago sativa</i> ), bajo el efecto del <i>Bacillus Amyloliquefaciens</i> , más una base estándar de humus líquido .....	52
<b>Tabla 12-3.</b>	Análisis de suelo antes y después de la aplicación de <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido en la producción primaria de <i>Medicago sativa</i> .....	54

<b>Tabla 13-3.</b> Evaluación Económica de la producción primaria de alfalfa morada ( <i>Medicago sativa</i> ), bajo el efecto del <i>Bacillus Amyloliquefaciens</i> , más una base estándar de humus líquido .....	56
---	----

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1.</b> Ciclo de reproducción del género <i>Bacillus</i> .....	5
<b>Figura 2-1.</b> Principales mecanismos de control biológico del género <i>Bacillus</i> .....	8

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3.</b> Cobertura Basal (%) de la Alfalfa Morada ( <i>Medicago sativa</i> ), bajo el efecto del <i>Bacillus Amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido, a los 15 días .....	34
<b>Gráfico 2-3.</b> Cobertura Basal (%) de la Alfalfa Morada ( <i>Medicago sativa</i> ), bajo el efecto del <i>Bacillus Amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido, a los 15 días .....	35
<b>Gráfico 3-3.</b> Altura de la planta (cm) en la Alfalfa Morada ( <i>Medicago sativa</i> ), bajo el efecto del <i>Bacillus Amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido, a los 15 días .....	36
<b>Gráfico 4-3.</b> Cobertura Basal (%) de la Alfalfa Morada ( <i>Medicago sativa</i> ), bajo el efecto del <i>Bacillus Amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido, a los 30 días .....	38
<b>Gráfico 5-3.</b> Cobertura Aérea (%) de la Alfalfa Morada ( <i>Medicago Sativa</i> ), bajo el efecto del <i>Bacillus Amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido, a los 15 días .....	39
<b>Gráfico 6-3.</b> Altura de la planta (cm) en la Alfalfa Morada ( <i>Medicago Sativa</i> ), bajo el efecto del <i>Bacillus Amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido, a los 30 días .....	40
<b>Gráfico 7-3.</b> Cobertura Basal (%) de la Alfalfa Morada ( <i>Medicago Sativa</i> ), bajo el efecto del <i>Bacillus Amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido, a los 45 días .....	41
<b>Gráfico 8-3.</b> Cobertura Aérea (%) de la Alfalfa Morada ( <i>Medicago Sativa</i> ), bajo el efecto del <i>Bacillus Amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido, a los 45 días .....	43
<b>Gráfico 9-3.</b> Altura de la planta (cm) en la Alfalfa Morada ( <i>Medicago Sativa</i> ), bajo efecto del <i>Bacillus Amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido, a los 45 días .....	44

- Gráfico 10-3.** Producción de Forraje Verde (t/FV/ha /corte), de la Alfalfa Morada (*Medicago Sativa*), bajo el efecto del *Bacillus Amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido, a los 45 días..... 46
- Gráfico 11-3.** Regresión a los 45 días sobre la Producción de Forraje Verde (t/FV/ha /corte), de la Alfalfa Morada (*Medicago Sativa*), bajo el efecto del *Bacillus Amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido..... 47
- Gráfico 12-3.** Producción de Materia Seca (t/FV/ha /corte), de la Alfalfa Morada (*Medicago Sativa*), bajo el efecto del *Bacillus Amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido, a los 45 días..... 48
- Gráfico 13-3.** Regresión a los 45 días sobre la Producción de *Materia Seca* (t/MS/ha /corte), de la Alfalfa Morada (*Medicago Sativa*), bajo el efecto del *Bacillus Amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido..... 50
- Gráfico 14-3.** Prefloración (%), 45 días de la Alfalfa Morada (*Medicago Sativa*), bajo el efecto del *Bacillus Amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido, a los 45 días ..... 51

## ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo A.** Análisis estadístico de la cobertura basal (%) por efecto del *Bacillus amyloliquefaciens* mas humus líquido en la producción primaria de *Medicago sativa* (Alfalfa Morada).
- Anexo B.** Análisis estadístico de la cobertura aérea (%) por efecto del *Bacillus amyloliquefaciens* mas humus líquido en la producción primaria de *Medicago sativa* (Alfalfa Morada).
- Anexo C.** Análisis estadístico de la altura de la planta (cm) por efecto del *Bacillus amyloliquefaciens* mas humus líquido en la producción primaria de *Medicago sativa* (Alfalfa Morada).
- Anexo D.** Análisis estadístico de la cobertura basal (%) por efecto del *Bacillus amyloliquefaciens* mas humus líquido en la producción primaria de *Medicago sativa* (Alfalfa Morada).
- Anexo E.** Análisis estadístico de la cobertura aérea (%) por efecto del *Bacillus amyloliquefaciens* mas humus líquido en la producción primaria de *Medicago sativa* (Alfalfa Morada).
- Anexo F.** Análisis estadístico de la altura de la planta (cm) por efecto del *Bacillus amyloliquefaciens* mas humus líquido en la producción primaria de *Medicago sativa* (Alfalfa Morada).
- Anexo G.** Análisis estadístico de la Cobertura basal (%) por efecto del *Bacillus amyloliquefaciens* mas humus líquido en la producción primaria de *Medicago sativa* (Alfalfa Morada).
- Anexo H.** Análisis estadístico de la cobertura aérea (%) por efecto del *Bacillus amyloliquefaciens* mas humus líquido en la producción primaria de *Medicago sativa* (Alfalfa Morada).

- Anexo K.** Análisis estadístico de la producción de Materia Seca (t/MS/ha/corte), por efecto del *Bacillus amyloliquefaciens* mas humus líquido en la producción primaria de *Medicago sativa* (Alfalfa Morada).
- Anexo I.** Análisis estadístico de la altura de la planta (cm) por efecto del *Bacillus amyloliquefaciens* mas humus líquido en la producción primaria de *Medicago sativa* (Alfalfa Morada).
- Anexo J.** Análisis estadístico de la producción de Forraje Verde (Tn /FV/ha /corte), por efecto del *Bacillus amyloliquefaciens* mas humus líquido en la producción primaria de *Medicago sativa* (Alfalfa Morada).
- Anexo L.** Análisis estadístico de la Prefloración (%), por efecto del *Bacillus amyloliquefaciens* mas humus líquido en la producción primaria de *Medicago sativa* (Alfalfa Morada).
- Anexo M.** Análisis proximal de los tratamientos.
- Anexo N.** Análisis inicial y final del suelo

## RESUMEN

Se evaluó el efecto de diferentes niveles (25-50-75%) de *Bacillus amyloliquefaciens* más humus líquido en la producción primaria forrajera de *Medicago sativa* (Alfalfa morada), identificando el mejor tratamiento en base a la composición proximal y determinando análisis Beneficio/Costo de los tratamientos en estudio. La presente investigación se llevó a cabo en la parroquia Montalvo, ubicada a 13 kilómetros del sur occidente del cantón Ambato, provincia de Tungurahua., con una duración de 90 días, utilizando una metodología experimental, bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA). Las unidades experimentales estuvieron constituidas por 16 parcelas de 25 m<sup>2</sup>, con un área total de 400 m<sup>2</sup>, 4 tratamientos experimentales con 4 repeticiones cada uno. Se realizó fertilización orgánica foliar, aplicando los tratamientos T1 (25% *Bacillus amyloliquefaciens* +base estándar de humus líquido), T2 (50% *Bacillus amyloliquefaciens* +base estándar de humus líquido), T3 (75% *Bacillus amyloliquefaciens* +base estándar de humus líquido), comparadas con un tratamiento testigo T0 (sin fertilización). Los mejores rendimientos en la producción de forraje verde de alfalfa, se obtuvieron con el tratamiento T3 alcanzando 14,16 t/Ha/corte, al igual que la producción de materia seca que fue de 3,15 t/Ha. En la evaluación proximal se determinó el mayor contenido de materia seca en el tratamiento T3 con 22,25 %, los mejores resultados en el contenido de proteína se obtuvo en el tratamiento T0 con 22,16 % seguido del tratamiento T2 el cual registro 21,10 %, el porcentaje de fibra cruda (26,54%) y cenizas (11,41%) se evidenciaron como las mejores respuestas con el T1 y T0 respectivamente. El tratamiento de mayor rentabilidad fue el tratamiento T1 con un indicador de 1,28 USD. Recomendando utilizar 75% *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido, en la producción de *Medicago sativa*, debido a que registra los mayores rendimientos productivos en el cultivo.

## PALABRAS CLAVES:

< *Medicago sativa* (ALFALFA) > < *Bacillus amyloliquefaciens* (MICROORGANISMO)> < PROXIMAL (ANÁLISIS)> < MONTALVO (PARROQUIA) > < AMBATO (CANTÓN)> < TUNGURAHUA. (PROVINCIA)> < UNIDAD EXPERIMENTAL> < HUMUS LÍQUIDO>

LUIS  
ALBERTO  
CAMINOS  
VARGAS

Firmado digitalmente por  
LUIS-ALBERTO CAMINOS  
VARGAS  
Nombre de  
reconocimiento (DN):  
c=EC, o=RIOBAMBA,  
ou=UNIVERSIDAD  
060276697  
4. c=LUIS ALBERTO  
CAMINOS VARGAS  
Fecha: 2020.10.14  
10:21:25 -05'00'



0381-DBRAI-UPT-2020

## ABSTRACT

The effect of different levels (25-50-75%) of *Bacillus amyloliquefaciens* plus liquid humus in the primary forage production of *Medicago sativa* (Purple Alfalfa) was evaluated, identifying the best treatment based on the proximal composition and determining the analysis benefit/cost of the treatments under study. The research was carried out in the Montalvo parish, located 13 kilometers from the south west of the Ambato canton, Tungurahua province with a duration of 90 days and using an experimental methodology under a Completely Random Block Design (DBCA). The experimental units included 16 plots of 25 m<sup>2</sup> with a total area of 400 m<sup>2</sup>, 4 experimental treatments with 4 repetitions each. Foliar organic fertilization was carried out applying the treatments T1 (25% *Bacillus amyloliquefaciens* + standard base of liquid humus), T2 (50% *Bacillus amyloliquefaciens* + standard base of liquid humus), T3 (75% *Bacillus amyloliquefaciens* + base of liquid humus), compared with a T0 control treatment (without fertilization). The best yields in the production of green alfalfa forage were obtained with the T3 treatment, reaching 14.16 t / Ha / cut, as well as the dry matter production, which was 3.15 t / Ha. In the proximal evaluation The highest dry matter content was determined in treatment T3 with 22.25%, the best results in protein content were obtained in treatment T0 with 22.16% followed by treatment T2 which registered 21, 10%, the percentage of crude fiber (26.54%) and ash (11.41%) were shown as the best responses with T1 and T0 respectively. The treatment with the highest profitability was treatment T1 with an indicator of USD 1.28. It is recommended to use 75% *Bacillus amyloliquefaciens* plus a standard base of liquid humus in the production of *Medicago sativa* due to the fact that it registers the highest productive yields in the crop.

**KEY WORDS:** <ALFALFA (*Medicago sativa*)> <BACTERIA (*Bacillus amyloliquefaciens*)>

<PROXIMAL ANALYSIS> <BROMATOLOGICAL ANALYSIS> <LIQUID HUMUS>

<MONTALVO (PARISH)> <AMBATO (CANTURAH)> (Tigre)> (Tigre)>

Translated by:

GLORIA ISABEL  
ESCUDERO  
OROZCO

Firmado digitalmente por GLORIA ISABEL  
ESCUDERO OROZCO  
DN: cn=GLORIA ISABEL ESCUDERO OROZCO,  
c=EC, o=SECURITY DATA S.A., 1 ou=ENTIDAD  
DE CERTIFICACION DE INFORMACION  
Motivo: Soy el autor de este documento  
Unidad:  
Fecha: 2020.11.16 13:34:10

Dra. Isabel Escudero  
DOCENTE DE INGLES FCP

## INTRODUCCIÓN

Ecuador es un país que cuenta con el privilegio de tener las mejores condiciones y variedad de climas para producir un sin número de productos agropecuarios. Sin embargo en la actualidad se ha presentado una problemática que afecta al recurso suelo, debido al uso inadecuado de tecnologías que no se ajustan a nuestra realidad, ecológica, económica y cultural, causando una reducción progresiva de la capacidad productiva del mismo.

La excesiva utilización de fertilizantes químicos ha contribuido a la destrucción de la capa fértil del suelo afectando a los microorganismos benéficos que habitan naturalmente en el mismo, además se ha desarrollado resistencia por parte de los microorganismos fitopatógenos y a su vez se han asociado efectos nocivos a la salud humana y al medio ambiente, provocado un desequilibrio biológico, es por ello que existe la necesidad de generar alternativas eficientes y amigables con el ambiente para reducir el uso de productos sintéticos y lograr de esta manera un manejo eficaz y sustentable del control de enfermedades en los cultivos agrícolas.

Los pastos son los cultivos más afectados, ya que al ser la principal fuente de alimento y la más económica para la ganadería se utiliza agroquímicos con la finalidad de incrementar su producción, pero el excesivo uso de estos ha traído como consecuencia la degradación de los suelos, además de la modificación en las cualidades nutritivas en las pasturas repercutiendo en los parámetros productivos del ganado.

Está comprobado que la agricultura orgánica ha demostrado ser una alternativa para la producción sostenible, puesto que es un sistema en el cual no se utilizan insumos contaminantes, por ende, conservan el suelo mediante el incremento de la actividad microbiana del mismo, lo cual permite que se mantengan sus propiedades físico-químicas como su fertilidad. En tal virtud existen alternativas diferentes y amigables con el medio ambiente como los abonos orgánicos los cuales aumentan la fertilidad de los suelos, además de mejorar sus características en beneficio del adecuado desarrollo de los cultivos.

Dentro de este grupo se encuentran los abonos foliares orgánicos los cuales se utilizan para la fertilización de las plantas a través de las hojas, sus funciones principales son las de corregir los problemas nutricionales que puedan presentar las pasturas y complementar e intensificar el resto de nutrientes aplicados a la tierra al igual que los producidos por las mismas de forma natural.

La utilización de bacterias como el *Bacillus amyloliquefaciens* en combinación de humus líquido como un fertilizante foliar permite controlar microorganismos patógenos que afectan a la producción, además de contribuir en el proceso de descomposición de la materia orgánica proporcionando nutrientes esenciales a la planta para su desarrollo.

Una de las pasturas de más utilización en los animales de interés zootécnico es la Alfalfa morada por su gran contenido en nutrientes de alta calidad y elevada producción, su uso principal se destina para la alimentación de ganado bovino lechero y elaboración de alimentos balanceados para otros animales, además de ser una pastura que contribuye con la conservación del suelo.

Es por ello que la presente investigación busca mejorar las características productivas de la alfalfa morada (*Medicago sativa*) mediante la utilización de diferentes niveles de *Bacillus amyloliquefaciens* y humus líquido, con el objetivo de obtener pastizales de mejor calidad mejorando de esta manera los parámetros productivos de la ganadería en nuestro país.

Para este estudio se empleó el siguiente objetivo general:

Evaluar el efecto de diferentes niveles de *Bacillus amyloliquefaciens* más humus líquido en la producción primaria forrajera de *Medicago sativa* (Alfalfa morada).

Del objetivo general se derivaron los siguientes objetivos específicos:

Evaluar la mejor dosis (25-50-75%), de *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido en el comportamiento agro productivo de *Medicago sativa* (Alfalfamorada).

Identificar el mejor tratamiento en base a la composición proximal de la alfalfa morada.

Determinar el análisis Beneficio/Costo de los tratamientos en estudio.

# CAPÍTULO I

## 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

### 1.2. El género *Bacillus*

#### 1.2.1. *Generalidades*

El género *Bacillus* fue reportado por primera vez por Cohn (1872), quien lo describió como bacterias productoras de endosporas resistentes al calor. Las especies de *Bacillus* pertenecen al Reino Bacteria; Filo Firmicutes; Clase Bacilli; Orden Bacillales y Familia Bacillaceae (Maughan y Van der Auwera, 2011, p.792).

Actualmente incluye más de 336 especies, las cuales por su similitud genética pueden clasificarse en distintos grupos, siendo los más destacados:

a) El grupo de *B. cereus*, asociado a patogenicidad, que incluye a *B. cereusanthraxis-thuringiensis*.

b) Los bacilos ambientales que son caracterizados por su presencia en distintos hábitats, como el grupo de *Bacillus subtilis*, comprendido por *B. subtilis-licheniformis-pumilus*

c) El grupo de *B. clausii-halodurans*

d) El grupo que incluye a *Bacillus sp. NRRLB-14911-coahuilensis* (Alcaraz et al., 2010, p2.)

#### 1.2.2. *Ecología*

Las bacterias del género *Bacillus* se encuentran ampliamente distribuidas en los más diversos hábitats que incluyen ecosistemas de agua dulce, marinos y terrestres, sus especies están muchas veces asociadas a plantas. En este último caso, se han demostrado las potencialidades de las especies del género *Bacillus* para la producción de antibióticos, enzimas, la solubilización de fosfatos y la fijación biológica del nitrógeno (Rojas y Tejera, 2011, p.131).

Sin embargo, el suelo es considerado el principal reservorio de este género bacteriano, debido a que la mayoría de especies de *Bacillus* son saprófitas pudiendo utilizar la gran diversidad de sustratos orgánicos presentes en el suelo, siendo ésta una matriz compleja para el establecimiento de una gran diversidad genética y funcional de especies microbianas (McSpadden,2004,p.4).

### **1.2.3. Principales características**

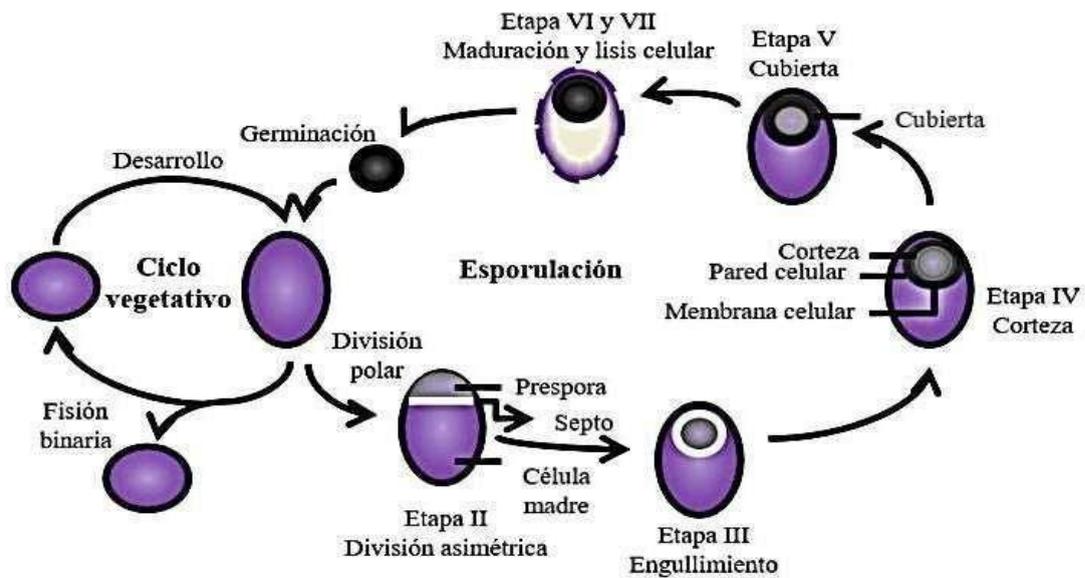
Este género comprende una amplia diversidad de tipos fisiológicos, donde se destacan características como la degradación de la mayoría de los sustratos derivados de plantas y animales, incluyendo celulosa, almidón, pectina, proteínas, agar, hidrocarburos y otros; además su capacidad para la producción de antibióticos, la nitrificación, la desnitrificación, la fijación de nitrógeno, la litotrofia facultativa, la acidofilia, la alcalofilia, la psicofilia, la termofilia y el parasitismo, ejemplifican su capacidad de sobrevivir en diversos ambientes (Rojas y Tejera, 2011, p.132).

Los miembros de este género se caracterizan por ser Gram positivos, de forma bacilar, catalasa positiva, aerobios estrictos o anaerobios facultativos y formadores de endosporas. Su ciclo de vida se divide en dos fases: crecimiento vegetativo y esporulación. (Rojas y Tejera, 2011,p.132).

Cuando los nutrientes comienzan a escasear, la bacteria esporula, formando una endospora, la cual puede permanecer viable en el ambiente por largos períodos de tiempo hasta que las condiciones se tornen favorables para volver a su forma vegetativa. También se ha visto que existe una gran distribución de estas endosporas, estructura que les permite sobrevivir en condiciones extremas de temperatura desecación, pH entre otros (Rojas y Tejera, 2011, p.132).

La presencia de endosporas le confiere al género de *Bacillus* su capacidad de diseminación y prevalencia en los ecosistemas, éstas se forman durante su segunda fase del ciclo de vida, el cual se encuentra conformado por una fase de crecimiento vegetativo y una fase de esporulación (Figura 1-1). Durante la primera etapa, la bacteria crece de forma exponencial mediante fisión binaria, ya que se encuentra en un medio con las condiciones favorables para su desarrollo (Villarreal et al.,2018, p.101)

La segunda fase comienza como una estrategia de supervivencia en presencia de algún tipo de estrés (alta densidad de población, escasez de nutrientes, factores externos como salinidad, temperatura, pH, entre otros), así la célula vegetativa inicia la formación de la endospora, lo cual implica la división celular asimétrica, dando lugar a la formación de dos compartimentos, célula madre y la inmersión de una pre-espora (Villarreal et al.,2018, p.101)



**Figura 1-1.** Ciclo de reproducción del género *Bacillus*.

**Realizado por:** Villarreal et al., 2018; Modificado de Errigton, 2003.

Posteriormente, la pre-espora es engullida, formando una célula dentro de la célula madre. Durante las etapas posteriores, la pre-espora es recubierta de capas protectoras (componentes proteicos, peptidoglicano y una pared que reside debajo de ésta, formada por células germinales), seguido de la deshidratación, y la maduración final de la pre-espora. (Villarreal et al., 2018, p.102)

Finalmente, la célula madre se lisa mediante muerte celular programada, liberando la endospora. La endospora puede permanecer viable en el ambiente hasta que las condiciones son favorables para iniciar sus procesos metabólicos y generar una célula vegetativa. (Villarreal et al., 2018, p.102)

Por lo anterior, la formación de endosporas resistentes al calor y desecación es una característica de importancia para la formulación de productos biotecnológicos a base de cepas de este género bacteriano (Pérez, Romero y De Vicente., 2011, p.188).

#### **1.2.4. Mecanismos de acción del género *Bacillus* en beneficio de las plantas**

La promoción del crecimiento vegetal por parte de las especies del género *Bacillus* puede ocurrir de forma directa o indirecta. Un efecto directo sobre la promoción del crecimiento vegetal se observa en bacterias rizosféricas que tienen la capacidad de llevar a cabo la fijación biológica del nitrógeno, la solubilización de minerales como el fósforo y la producción de hormonas reguladoras del crecimiento vegetal. Por su parte, la forma indirecta de promoción del crecimiento vegetal está relacionada con la producción de sustancias que actúan como antagonistas de patógenos o induciendo resistencia en las plantas (Rojas y Tejera, 2011, p.132)

#### 1.2.4.1. *Reguladores del crecimiento vegetal*

Los reguladores del crecimiento vegetal son sustancias orgánicas naturales o sintéticas que en pequeñas concentraciones influyen sobre el metabolismo de las plantas, lo que trae consigo variaciones en su crecimiento y desarrollo, tanto por inhibición como por promoción (Persello, Nussaume y Robaglia, 2003. p.192).

Dentro de los reguladores del crecimiento vegetal se encuentran las fitohormonas, formadas por un grupo de sustancias con actividad biológica que actúan sobre una determinada parte de la planta causando un efecto de crecimiento específico o de diferenciación. Entre ellas, se pueden encontrar auxinas, giberelinas y citoquininas (Persello, Nussaume y Robaglia, 2003. p.192).

#### 1.2.4.2. *Solubilización de fosfatos*

El fósforo es uno de los nutrientes limitantes del crecimiento de las plantas. Dentro de las funciones que se le han atribuido, se encuentran la captación, almacenamiento y transferencia de energía, además de formar parte de macromoléculas tales como, ácidos nucleicos y fosfolípidos presentes en la membrana cito- plasmática. Una gran cantidad de fosfatos inorgánicos aplicados al suelo como fertilizantes son inmovilizados después de su aplicación, permaneciendo de forma inaccesible para la planta. (Rojas y Tejera, 2011, p.133)

Esto permite predecir que aquellos microorganismos que colonicen la raíz de estas plantas y que tengan la capacidad de solubilizar este fósforo, como por ejemplo, bacterias de los géneros *Bacillus* y *Enterobacter*, actúen como promotores del crecimiento vegetal. El género *Bacillus* es uno de los más estudiados respecto a esta capacidad y dentro de él se destacan las especies *B. megaterium* y *B. subtilis*, debido a que excretan al medio ácidos orgánicos como principal mecanismo de solubilización, aunque también pueden actuar enzimas como las fitasas. (Rojas y Tejera, 2011, p.133)

Se ha determinado que *B. megaterium subsp. phospaticum* constituye una especie promisoría en la que se han obtenido elevados valores de eficiencia de solubilización de fosfatos inorgánicos in vitro. Resultados obtenidos en el laboratorio, demostrado que nueve de 13 cepas probadas tienen la capacidad de solubilizar fosfatos inorgánicos en medio de cultivo, lo que contribuiría a su efecto promotor del crecimiento de manera integral, (Rudresh, Shivaprakash y Prasad, 2005, p.219)

### 1.2.4.3. Fijación biológica del nitrógeno

La fijación biológica del nitrógeno es un proceso microbiano en el que el nitrógeno atmosférico se reduce a amonio y se incorpora a la biomasa, con lo que pasa a constituir la fuente principal de nitrógeno para las plantas. Proceso que se lleva a cabo por la enzima nitrogenasas, presente en todos los microorganismos fijadores del nitrógeno. Se estima que 175 millones de toneladas de nitrógeno por año se adicionan al suelo a través de la fijación biológica del nitrógeno y se calcula que el 60 % del nitrógeno usado por las plantas proviene de la fijación biológica. (Fernández, Nuria y Felipe, 2002, p.195)

Teniendo en cuenta esto, se podría reducir considerablemente el uso de fertilizantes nitrogenados en la agricultura si se emplearan los microorganismos que puedan llevar a cabo esta función. (Rojas y Tejera, 2011, p.134)

El género *Bacillus* presenta una gran versatilidad metabólica y se ha demostrado su capacidad de llevar a cabo el proceso de fijación biológica de nitrógeno. Múltiples especies de *Bacillus* se han detectado en el suelo y en la rizosfera. Algunas especies como *Bacillus fusiformis*, aislada de maíz, trigo y arroz, presentan una gran actividad nitrogenasa, lo que implica que sean buenos fijadores de dinitrógeno. La especie *Bacillus firmus* potencia la actividad nitrogenasa del diazotrofo *Klebsiella terrigena* E6, microorganismos aislados de la planta *Dactylus glomerata*. (Rojas y Tejera, 2011, p.134)

*Bacillus firmus* podría proteger la nitrogenasa de *K. terrigena* del dioxígeno, ya que esta enzima se inactiva con las tensiones de dioxígeno que normalmente existen en la atmósfera, todo esto se puede traducir en un aumento de la cantidad de nitrógeno fijado por la planta por lo que se reduciría considerablemente el uso de fertilizantes nitrogenados de origen químico. (Zlotnikov, Shapovalov y Makarov, 2001, p.30)

Por otra parte, se han formulado biopreparados a partir de *Rhizobium* y *Bacillus cereus*, en los que este último potencia la formación del nódulo por parte de *Rhizobium*, además de aumentar su actividad nitrogenasa, con lo que se podría incrementar considerablemente la producción de la leguminosa *Cajanus cajan L.* (Zlotnikov, Shapovalov y Makarov, 2001, p.30)

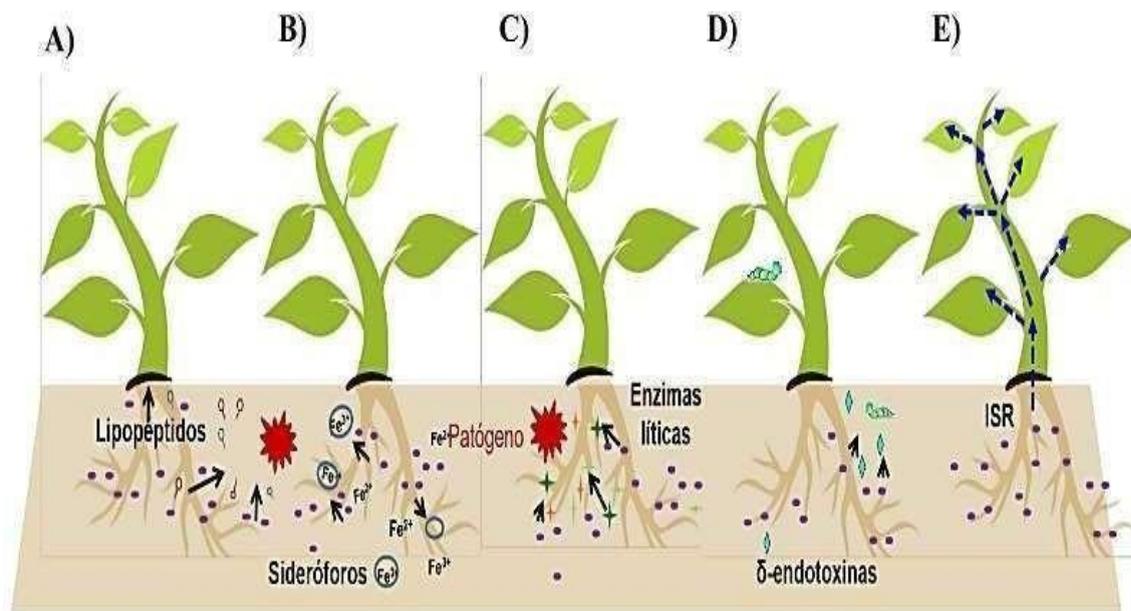
En Cuba se han utilizado especies del género *Bacillus* en coinoculaciones con bacterias del género *Azospirillum* en plantas de soya. Estos trabajos han posibilitado un aumento en la actividad nitrogenasa, lo que estaría relacionado con un aumento en la fijación del nitrógeno atmosférico. (Rojas y Tejera, 2011, p.134)

### 1.2.5. El género *Bacillus* como Agente de Control Biológico

Una gran diversidad de especies del género *Bacillus* ha demostrado tener actividad antagonista contra diversos microorganismos fitopatógenos de cultivos agrícolas, tales como maíz, arroz, frutales, entre otros (Villarreal et al., 2018,p.103)

El estudio de esta capacidad de *Bacillus* se inició por el descubrimiento de la actividad insecticida de las proteínas Cry producidas por *B. thuringiensis*; en la actualidad diversas especies del género *Bacillus* (*B. subtilis*, *B. pumilus*, *B. amyloliquefaciens* y *B. licheniformis*) son ampliamente estudiadas para mitigar la incidencia de enfermedades de importancia agrícola (Villarreal et al., 2018,p.103)

Entre las principales vías por las cuales estas cepas evitan el establecimiento y desarrollo de organismos fitopatógenos es a través de diferentes mecanismos, que incluyen: A) La excreción de antibióticos; B) Sideróforos; C) Enzimas líticas; D) Toxinas; E) Induciendo la resistencia sistémica de la planta (IRS) (Layton et al., 2011; Tejera-Hernández et al., 2011; citado en Villarreal et al.,2018,p.104).



**Figura 2-1.** Principales mecanismos de control biológico del género *Bacillus*. Producción de: A) lipopéptidos, B) sideróforos, C) enzimas líticas, D)  $\delta$ -endotoxinas, E) inducción a la respuesta sistémica.

**Realizado por:** Layton et al., 2011; citado en Villarreal et al., 2018;

## **1.2.6. Principales mecanismos de control biológico del género *Bacillus***

### **1.2.6.1. Producción de lipopéptidos**

Una de las características más importantes del género *Bacillus* es su capacidad de producir una gran variedad de antibióticos con capacidad de inhibir el crecimiento de agentes fitopatógenos, entre éstos, los lipopéptidos cíclicos no ribosomales han sido los más estudiados. Los lipopéptidos (LPs), estructuralmente consisten en un péptido cíclico unido a una cadena de ácido graso  $\beta$ -hidroxi o  $\beta$ -amino, clasificándose en 3 diferentes familias (iturinas, fengicinas y surfactinas), de acuerdo con su secuencia de aminoácidos y longitud del ácido graso (Ongena y Jaques, 2008; Falardeau et al., 2013; citado en Villarreal et al., 2018, p.104).

Estas moléculas son sintetizadas por complejos multi enzimáticos, conocidos como sintetasas de péptidos no ribosomales (NRPS del inglés, nonribosomal peptide synthetase), las cuales son independientes del RNA mensajero. Las familias de las iturinas, fengicinas y surfactinas, han sido ampliamente estudiadas por su actividad antibacteriana y antifúngica (Aranda, Turel y Ortiz, 2005, p.32).

La actividad antimicrobiana de estos LPs tiene lugar por su interacción con la membrana citoplasmática de células bacterianas o fúngicas, provocando la formación de poros y un desbalance osmótico, lo que desencadena la muerte celular de los microorganismos fitopatógenos. El papel de los LPs se ha evidenciado en la inhibición del crecimiento de microorganismos fitopatógenos (Aranda, Turel y Ortiz, 2005, p.32).

Se identificaron múltiples isoformas de lipopéptidos en extractos generados a partir de cultivos líquidos de *B. subtilis* GA1. Posteriormente, en un ensayo de coinoculación de la cepa GA1 y *Botrytis cinerea* en frutos de manzano, reportaron la presencia de fengicinas e iturinas en concentraciones inhibitorias, demostrando la actividad de estos lipopéptidos in situ (Tourè et al. 2004, p.1153)

Además, análisis de expresión génica y mutagénesis dirigida han contribuido de manera significativa a comprender el papel de los lipopéptidos en la actividad antimicrobiana del género *Bacillus* contra microorganismos Fito patógenos (Villarreal et al., 2018, p.106)

En el año 2014 al investigar la respuesta de *Bacillus amyloliquefaciens* SQR9 beneficioso a diferentes patógenos fúngicos transmitidos por el suelo a través de la alteración de la producción

de compuestos antifúngicos, mutaron el gen de la fosfopanteteína transferasa (sfp) en la cepa SQR9 de *B. amyloliquefaciens*, indispensable en el funcionamiento de sintetasas de péptidos no ribosomales (NRPS), y por tanto de la síntesis de lipopéptidos. Dicha mutación resultó en un fenotipo carente de actividad antifúngica contra diversos fitopatógenos de importancia agrícola, incluyendo *Verticillium dahliae*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani*, *Phytophthora parasítica* (Li et al.,2014,p.7)

Los lipopéptidos no son los únicos metabolitos del género *Bacillus* involucrados en el control biológico de fitopatógenos, éstos han sido propuestos como los metabolitos más eficientes para esta actividad biológica debido a su papel ecológico y capacidad antimicrobiana (Villarreal et al.,2018,p.107)

#### 1.2.6.2. Producción de enzimas líticas

Una gran variedad de microorganismos producen enzimas de diferentes tipos que actúan contra otros microorganismos que están presentes en su hábitat. Entre ellas, se destacan las quitinasas, hidrolasas y proteasas que actúan fundamentalmente sobre los hongos. Estos hongos resultan en muchos casos fitopatógenos, lo que trae consigo grandes pérdidas en cultivos de importancia económica como el arroz, sorgo, y soya, entre otros. (Rojas y Tejera, 2011, p.135)

Se ha demostrado la producción de este tipo de metabolitos en *B. subtilis* y entre ellos, se destacan lipasas, proteasas y  $\beta$  glucanasas que actúan sobre el patógeno fúngico *Fusarium oxysporum*. Por otra parte, también se ha informado la producción de quitinasas por parte de *Bacillus cereus*, lo que podría estar involucrado en el bio control de hongos fitopatógenos. (Rojas y Tejera, 2011, p.135)

#### 1.2.6.3. Producción de sideróforos

El hierro es un elemento esencial en el crecimiento de los organismos. La escasez de este elemento en formas asimilables por los microorganismos en el suelo o en la superficie de las plantas, fomenta una gran competencia. Bajo condiciones limitantes de hierro ( $Fe^{3+}$ ), el cual es muy insoluble, algunas bacterias promotoras del crecimiento vegetal producen sideróforos para competir por la adquisición de este elemento. Estos son compuestos de bajo peso molecular y soluble en disoluciones acuosas a pH neutro, que pueden ser fluorescentes o no. (Rojas y Tejera, 2011, p.135)

La producción de este tipo de metabolito está mejor caracterizada en el género *Pseudomonas* aunque también, se ha visto que las especies del género *Bacillus* produce sideróforos, tal es el

caso de la especie *Bacillus megaterium* en la que se ha descrito el sideróforo esquizokinen. También se determinó la producción de los sideróforos bacilibactina, ácido itoico y ácido 2,3-dihidroxibenzoico por parte de la especie *B. subtilis*. La presencia de este tipo de metabolito representaría una ventaja para estos microorganismos, ya que podrían adquirir el hierro proveniente del medio ambiente de una forma más fácil que el resto de los microorganismos. De esta forma, se podría aprovechar esta competencia para combatir las enfermedades en los cultivos de importancia económica producidas por microorganismos patógenos (Rojas y Tejera, 2011, p.135)

### **1.2.7. El género *Bacillus* y los bioplaguicidas**

El control biológico es una parte importante para el manejo de plagas y enfermedades, que consiste en la utilización de organismos vivos para reducir y mantener la abundancia de una plaga o un patógeno por debajo de los niveles de daño económico (Villarreal et al., 2018, p.117)

El potencial de esta alternativa se fundamenta en un control eficiente de una plaga o enfermedad a mediano y largo plazo, compatible con un bajo riesgo ambiental, y una producción sustentable. Así, el manejo de plagas y enfermedades se puede llevar a cabo por varios métodos alternativos; el uso de plaguicidas sintéticos, cultivos genéticamente modificados resistentes a plagas, el control biológico, o bien la combinación de una o más de estas estrategias (Villarreal et al., 2018, p.117)

Los bioplaguicidas son un grupo particular de herramientas de protección de cultivos utilizados en el MIPE (Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades), hace referencia a un agente producido en masa a partir de un microorganismo vivo o un producto natural, y comercializado para el control de plagas o enfermedades de plantas (esta definición abarca la mayoría de los productos clasificados como bioplaguicidas, dentro de los países de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos) (OCDE) (Chandler et al., 2011, p.1987)

Estos pueden ser clasificados en tres tipos, de acuerdo con la sustancia activa:

Productos bioquímicos: que comprenden principalmente metabolitos secundarios de plantas y microorganismos

Productos semi químicos: constituidos principalmente por feromonas

Microorganismos, incluyen bacterias, virus, hongos y protozoarios (Chandler et al., 2011, p.1989)

Dentro de los bioplaguicidas microbianos disponibles comercialmente, *Bacillus* es el género más explotado en la biotecnología agrícola, con un 85% de los productos bacterianos, debido a su gran versatilidad metabólica que le permiten llevar a cabo el control biológico de plagas y enfermedades por diversos mecanismos. Además, este género bacteriano es capaz de producir endosporas, siendo éstas el principal ingrediente activo de los formulados, y confiriéndoles como propiedad una mayor viabilidad en el tiempo (Ongena y Jaques., 2008, p.118).

Especies del género de *Bacillus*, tales como: *B. subtilis*, *B. pumilus*, *B. licheniformis* y *B. amyloliquefaciens*, destacan por su implementación exitosa en formulaciones comerciales y desarrolladas principalmente para el control de enfermedades fúngicas (Villarreal et al., 2018, p.118)

**Tabla 1-1.** *Bacillus* como ingrediente activo en formulaciones comerciales.

<b>Agente de Control</b> <b>Biológico</b>	<b>Producto</b> <b>(Año)</b>	<b>Patógeno</b>	<b>Cultivos</b>	<b>Empresa B.</b>
<i>B. pumilus</i> QST2808	Ballad Plus (2007)	Erysiphe sp., Puccinia spp., Pyricularia sp., Rhizoctonia sp., Tilletia sp., Xanthomonas spp, entre otros.	Gramíneas, oleaginosas, entre otros.	AgraQuest
<i>B. subtilis</i> QST713	Serenade ASO (2017)	Pythium spp., Rhizoctonia spp., Fusarium spp., Phytophthora sp., entre otros.	Frutales, hortalizas, entre otros.	Bayer CropScience
<i>B. subtilis</i> 83	Fungifree AB (2012)	Colletotrichum sp., Leveillula sp., Botrytis sp., entre otros	Frutales, hortalizas	Agro & biotecnia
<i>B. subtilis</i> var. <i>amyloliquefaciens</i> FZB24	Taegro 2 (2014)	Rhizoctonia sp., Fusarium sp., Pythium sp., Botrytis sp., entre otros.	Diversas frutas, plantas ornamentales, entre otros.	ISAGRO
<i>B. licheniformis</i> SB3086	EcoGuard- GN (2013)	Colletotrichum sp., Sclerotinia sp., Rhizoctonia sp., entre otros.	Plantas ornamentales, entre otros.	Novozymes
<i>B. thuringiensis</i> var <i>kurstak</i>	DiPel WG (2007)	Cydia sp., Otiorhynchus sp., Spodoptera sp, entre otros.	Frutales, hortalizas, entre otros.	Valent BioSciences

**Fuente:** (AgraQuest, 2007; Bayer CropScience, 2016; EPA, 2004; Galindo et al., 2015; ISAGRO, 2017; EPA, 2014; Novozymes, 2017; EPA, 2013; Valent BioSciences, 2017; EPA, 2007) (AgraQuest, 2007; Bayer CropScience, 2016; EPA, 2004; Galindo et al., 2015; ISAGRO, 2017; EPA, 2014; Novozymes, 2017; EPA, 2013; Valent BioSciences, 2017; EPA, 2007); citado en Villarreal et al., 2018.

**Realizado por:** Chicaiza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

Cabe mencionar que la transición e integración del uso de bioplaguicidas en las prácticas agrícolas actuales deberá cumplir con los siguientes requisitos:

Efectividad contra la plaga o enfermedad

Compatibilidad con otros métodos de control

Impacto ambiental bajo o nulo

Efecto duradero en el medio

Economía, desde el punto de vista costo/beneficio

Factibilidad técnica de su empleo

Aceptación por los productores y sociedad en general (Villarreal et al.,2018,p.120)

Por lo tanto, el uso de bioplaguicidas ofrece una oportunidad para estimular el desarrollo y modernización de las prácticas agrícolas actuales con el objetivo de contribuir a la seguridad alimentaria bajo enfoques de bioseguridad (Villarreal et al.,2018,p.120)

#### **1.2.8. *Bacillus amyloliquefaciens***

Bacteria Gram positiva beneficiosa, que vive junto a las raíces de las plantas y que crece a medida que éstas lo hacen, alimentándose de los exudados radiculares que liberan; a cambio del alimento y del asentamiento, además que protege y estimula a la planta (Terralia, 2020,p.1)

La bacteria induce una serie de mecanismos de resistencia a patógenos y factores abióticos adversos, que son activados de forma natural en la planta en presencia de la misma, produce sustancias estimulantes, que entre otros efectos provoca un aumento de la velocidad de desarrollo del sistema radicular (Terralia, 2020, p.1)

Indicada como fitofortificante de las plantas, aumenta su vigor lo que se traduce en una menor incidencia de enfermedades y una mayor productividad.La aplicación directa al suelo o mediante fertirrigación, recomendando realizar los tratamientos al inicio del cultivo. El producto pasa a través de filtros de hasta 60 meses (Terralia, 2020, p.1)

### 1.2.9. Taxonomía del *Bacillus amyloliquefaciens*

La clasificación taxonómica de *Bacillus amyloliquefaciens* está definida por la siguiente tabla:

**Tabla 2-1.** Clasificación taxonómica de *Bacillus amyloliquefaciens*

<b>Reino</b>	<b>Bacteria</b>
Filo	Firmicutes
Clase	Bacilli
Orden	Bacillales
Familia	Bacillaceae
Genero	Bacillus
Especie	B. amyloliquefaciens

**Fuente:** ITIS., 2014

**Realizado por:** Chicaiza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

### 1.3. Fertilizantes Orgánicos

Los fertilizantes orgánicos también se definen como productos biológicos constituidos por microorganismos y/o sus metabolitos. Participan en el suelo aportando o solubilizando elementos químicos. En la industria de productos para uso agrícola también se los define como biopreparados o fertilizantes orgánicos. Resultan de la fermentación de un sustrato orgánico por medio de la actividad de microorganismos vivos (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca del Ecuador MAGAP, 2015; <https://estoesagricultura.com/fertilizantes-organicos-en-agricultura-organica/>)

Son preparados que contienen células vivas o latentes de cepas microbianas con capacidad para fijar nitrógeno, solubilizar fósforo, potencializar diferentes nutrientes o producir sustancias bioactivas, se aplica a las semillas o al suelo con el propósito de incrementar el número de microorganismos en el medio y acelerar los procesos microbianos para aumentar así, la cantidad de nutrientes que puedan ser asimilados por las plantas o activar los procesos fisiológicos que influyen en el desarrollo y el rendimiento de los cultivos (MAGAP, 2015; <https://estoesagricultura.com/fertilizantes-organicos-en-agricultura-organica/>)

#### 1.3.1. Principios básicos de los fertilizantes orgánicos.

El principio básico que utiliza esta tecnología, es la formación de proteínas hidrolizadas. Estas, se incorporan los nutrientes catiónicos como calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K), hierro (Fe),

cobre (Cu), zinc (Zn) y manganeso (Mn) (MAGAP, 2015; <https://estoesagricultura.com/fertilizantes-organicos-en-agricultura-organica/>)

Estos minerales quedan suspendidos entre 2 aminoácidos que conforman los grupos donadores y uno de ellos, generalmente del grupo amino NH<sub>2</sub>, forma un enlace covalente complejo mientras el otro grupo carboxílico (COH) forma un enlace iónico. De esta forma los iones metálicos quedan ligados dentro de la estructura formando un quelato orgánico. Una de las ventajas más reconocidas de los aminoácidos, es su rápida absorción que en algunos casos puede ocurrir en 1 a 3 horas. (MAGAP, 2015; <https://estoesagricultura.com/fertilizantes-organicos-en-agricultura-organica/>)

### ***1.3.2. Ventajas del uso de fertilizantes orgánicos.***

La principal ventaja de los fertilizantes orgánicos o biopreparados a base de hongos o bacterias son:

Generan procesos rápidos como todos los de origen microbiano

Consumen escasa energía no renovable y son limpios, es decir que no tienen efectos contaminantes para el medioambiente

Cuando se hacen aplicaciones al suelo en la zona de la rizósfera, es decir en la inmediata vecindad de las raíces, las plantas se benefician en un plazo muy breve.

Fijan de nitrógeno atmosférico

Solubilizan el fósforo del suelo

Transforman el azufre

Movilizan el potasio

Si los biopreparados son aplicados al follaje, las sustancias originadas por la fermentación, que son muy ricas en energía libre, son absorbidas directamente por las hojas, tonifican las plantas impidiendo el desarrollo de enfermedades y el constante ataque de insectos.

Las bacterias fijadoras de nitrógeno, las solubilizadoras de fósforo y potasio y las que permiten la asimilación del azufre sintetizan sustancias biológicamente activas (hormonas,

aminoácidos, vitaminas) que son tomadas por las plantas y actúan en determinadas etapas de su desarrollo.

Aumentar la absorción de los nutrientes y agua, incrementar la superficie de intercambio y aglutinar las partículas del suelo (MAGAP, 2015; <https://estoesagricultura.com/fertilizantes-organicos-en-agricultura-organica/>)

### **1.3.3. Requisitos deben tener los fertilizantes orgánicos**

Las bacterias y hongos que forman parte de los biofertilizantes deben reunir los siguientes requisitos:

**Eficiencia:** expresada en una alta capacidad para transformar el nitrógeno atmosférico y el fósforo inorgánico en compuestos asimilables para la planta.

**Competencia:** para hacer frente a microorganismos antagónicos que encuentren en el suelo.

**Supervivencia:** capacidad para mantenerse en el suelo por largos períodos hasta un nuevo cultivo de plantas hospedantes.

**Agresividad:** para invadir o establecerse en la raíz de la planta huésped de la cual recibirá carbohidratos y otras sustancias necesarias para trabajar y multiplicarse (MAGAP, 2015; <https://estoesagricultura.com/fertilizantes-organicos-en-agricultura-organica/>)

### **1.4. Humus Líquido**

El humus de lombriz es un fertilizante orgánico y ecológico, resultado de la transformación de la materia orgánica fermentada por parte de las Lombrices Rojas Californianas, en estado líquido contiene todos los microorganismos presentes en el sólido además de nutrientes naturales que enriquecen el producto final (Lombrinatur, 2015,p.2)

Al ser líquido se facilita su aplicación y su efecto es más rápido que el sólido debido a que los microorganismos penetran con más facilidad en el suelo (Lombrinatur, 2015,p.2)

Ha sido considerado en los últimos años el mejor fertilizante orgánico, puede almacenarse durante mucho tiempo sin que sus propiedades se vean alteradas, pero es necesario mantenerlas bajo condiciones óptimas de humedad (40%) (Arenas,2013,p.14)

En la siguiente tabla se muestra la composición del humus de lombriz:

Humedad 30-60%; pH 6.8-7.2; Nitrógeno 1-2.6%; Fósforo 2-8%; Potasio 1-2.5%; Calcio 2-8%; Magnesio 1-2.5%; Materia orgánica 30-70%; Carbono orgánico 14-30%; Ácidos fúlvicos 14-30%; Ácidos húmicos 2.8-5.8%; Sodio 0.02%; Cobre 0.05%; Hierro 0.02%; Manganeso 0.006%; Relación C/N 10-11% (Arenas,2013,p.15)

Es de suma importancia mencionar que la denominación de humus de lombriz líquido no está bien empleada, en tanto a que el la connotación de humos en su sentido estricto hace alusión a una materia orgánica, la cual se caracteriza por ser de consistencia sólida y ser fabricada con los residuos de micro o macro organismos, los cuales pertenecen al suelo como tal, por lo tanto es más apropiado referirse o emplear la denominación lixiviado de humos de lombriz roja o extracto acuoso (Arenas,2013,p.16)

Los beneficios más significativos son entre otros lo siguientes:

Los hongos y las bacterias que se encuentran inmersos en el humus líquido de lombriz, facilitan de gran forma a las plantas a controlar ciertas plagas, debido a que dichas plantas poseen la potestad de absorber los nutrientes por medio de los estomas, los cuales se hallan en la parte superior de sus hojas (Arenas,2013,p.16)

El humus de lombriz líquido puede fácilmente emplearse como fertilizante líquido en los denominados o conocidos sistemas de fertirrigación, a su vez puede utilizarse como abono foliar, en tanto a que este se caracteriza por ser un producto completamente natural, lo cual acarrea los beneficios de ser más eficiente y mucho menos dañino o perjudicial para el campo y la floricultura (Arenas,2013,p.16)

Es suma importancia mencionar que el humus de lombriz líquido posee los elementos de carácter soluble con más importancia, los cuales se encuentra contenidos en el humus de lombriz sólido, en los cuales están los humatos de gran vitalidad como lo son los ácidos fúlvicos, úlmicos, húmicos (Arenas,2013,p.16).

Seguidamente es conocido que el alto contenido de ácidos fúlvicos y húmicos aumenta la reabsorción de los minerales que se encuentran en el suelo, como los son fosforo, nitrógeno, potasio, hierro, magnesio, molibdeno, entre otros. Siendo este producto entonces, muy apropiado para cualquier tipo de cultivos, sean extensivos o intensivos (Arenas,2013,p.16)

Algunas facultades del extracto acuoso del humus de lombriz roja:

Estanca la humedad del suelo por largos traspasos de tiempo.

Es posible afirmar que este producto es prácticamente neutro, puesto que el pH se encuentra entre 6,8 y 7,8. 3.

Propende por la humificación innata del suelo, en tanto a que concentra y descompone los desechos o residuos vegetales que se encuentran subsumidos en el suelo.

Aumenta significativamente la fabricación de clorofila en las diferentes plantas.

Disminuye a gran escala la conductividad eléctrica de los suelos salinos.

Mejora ostensiblemente el pH en sus suelos.

Reduce la denominada actividad de chupadores como áfidos.

Nivela la producción de hongos que se encuentran en el suelo.

Opera como potenciador de la actividad de varios fertilizantes o pesticidas del mercado.

Incrementa notablemente la producción en los cultivos.

Es asimilado sin ningún problema por la raíz y los estomas.

Su aplicación reduce claramente la contaminación de químicos en los suelos.

Apresura el progreso de botones flores y frutos.

Provee nutrientes en los caso que las raíces no sean capaces proveerlos suficientemente.

Disminuye a gran escala el shock post-trasplante.

Reduce el tiempo de recuperación de una planta dañada, o que haya sido expuesta a la sequía o con follaje descolorido.

Propicia u entorno ideal para la proliferación de organismos de carácter benéfico, como los son bacterias y hongos, los cuales obstaculizan del desarrollo de patógenos, disminuyendo así el riesgo de desarrollar enfermedades.

Aumenta la biomasa de micro organismos que se encuentran en el suelo

Perfecciona las estructuras y fortalece la vida microbiana de los suelos. 20. Incita a un mayor desarrollo radicular (Arenas,2013,p.17)

## **1.5. Alfalfa Morada (*Medicago sativa*)**

### **1.5.1. Generalidades**

La alfalfa 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%), utilizadas como alimento básico para diferentes especies de animales (Pantaleòn, 2016,p.7).

### **1.5.2. Origen**

La alfalfa llega en el siglo XVI a América del Sur, proveniente de Irán y Asia Menor. Con 32 millones de hectáreas, es la leguminosa más empleada como forraje en el mundo, es una especie que se adapta a una gran variedad de climas, encontrándose praderas de este forraje en altitudes comprendidas entre 700 y 4000 m s. n. m., con temperaturas que oscilan entre los 15 a 25°C en el día y de 10 a 20°C en la noche (Flórez, 2015,p.31).

Se considera a esta leguminosa, como una especie de días largos, y en aquellas regiones en donde el fotoperiodo es mayor a 12 horas, su floración es más abundante, su desarrollo se ve afectado en suelos con pH menor a 5.0, de preferencia en suelos profundos, con buen drenaje, alcalinos, tolerando moderadamente la salinidad y siendo resistente a periodos de sequía, gracias a su sistema radicular que le permite obtener agua de capas profundas del suelo (Flórez,2015,p.31)

### 1.5.3. Clasificación Taxonómica

**Tabla 3-1.** Clasificación taxonómica de la alfalfa

<b>Reino</b>	<b>Plantae (Vegetal)</b>
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Familia	Fabaceae
Genero	Medicago
Especie	Medicago sativa
Nombre binomial	Medicago sativa

**Fuente:** Arrieta y Moreno., 2008.

**Realizado por:** Chicaiza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

### 1.5.4. Morfología de la planta

Por debajo del suelo:

a) Raíz y corona. (Arrieta y Moreno,2008,p.4)

Por encima del suelo:

a) Tallos primarios o principales b) Tallos axilares o secundarios c) Hojas d) Flores e) Fruto (Arrieta y Moreno,2008,p.4)

### 1.5.5. Características de crecimiento de la planta de alfalfa.

Los componentes que son indispensables para el desarrollo del sistema radicular y vegetativo (parte aprovechable de la planta), son producto del proceso de fotosíntesis de la parte aérea de la planta, la persistencia de la alfalfa se ve afectada por cortes o pastoreos en momentos inadecuados, que favorecen la eliminación de tallos y hojas. Para garantizar una buena producción y cultivo de la alfalfa, se requiere conocer y manejar los factores involucrados en su crecimiento, así como el mecanismo que permite asegurar garantizar la persistencia y calidad del alfalfar durante varios años (Flórez, 2015,p.31)

La corona es una estructura que se desarrolla por debajo del suelo y está ubicada por encima de la raíz, allí se forma el rebrote basal de la planta, dando origen a los tallos principales y

secundarios, siendo este el brote de la planta. En cultivos ya establecidos, se originan nuevos retoños desde la corona, dando lugar a tallos con mayor vigor (Flórez, 2015,p.31)

Es importante conocer al sistema radicular como la estructura almacenadora de las reservas energéticas, fundamentales para la vida de la planta y su plan de manejo. Se requiere generar un área foliar adecuada después de la defoliación, a través de la energía que proviene de compuestos orgánicos, azúcares y almidones (carbohidratos estructurales) almacenados en la raíz y corona (Flórez, 2015,p.32)

Estos carbohidratos no estructurales, tienen dos orígenes: uno, los asimilados en el proceso de fotosíntesis; y, dos, los acumulados en la raíz y corona, siendo en ambos casos empleados para suplir los requerimientos de respiración y crecimiento del alfalfar después de su aprovechamiento (corte o pastoreo) permitiéndole también superar condiciones de estrés (Flórez,2015,p.32)

Terminada la defoliación, se inicia el nuevo crecimiento desde el rebrote basal, movilizándolo desde las raíces y corona la reserva energética, continuando hasta que la planta tiene de 15 a 20 centímetros de altura (en este momento, las reservas energéticas de la planta se encuentran en su nivel más bajo). Para este momento, los tallos y hojas tienen la capacidad de producir energía suficiente para seguir con el crecimiento e iniciar nuevamente su almacenamiento (Flórez, 2015,p.32)

#### **1.5.6. Manejo para el pastoreo**

Una adecuada estrategia de pastoreo debe utilizar este padrón para proveer forraje en cantidad y calidad aceptables mientras se mantiene un nivel de reservas suficiente para sostener la productividad y la persistencia del alfalfar (Rebuffo, 2005,p.4).

La alfalfa está adaptada a esquemas de pastoreos rotativos, poco frecuentes, intensos y de corta duración. Una vez que es removida la parte aérea, ya sea por cortes o pastoreos, se utilizan las reservas disponibles en la raíz para producir un nuevo crecimiento del follaje (Rebuffo, 2005,p.4).

El momento adecuado de pastoreo corresponde con dos estados específicos de crecimiento: la aparición del rebrote basal o el inicio de la floración. El almacenaje de reservas continúa durante las etapas de crecimiento remanentes, hasta que la planta se aproxima a floración plena, momento en el que alcanzan su nivel más alto. Posteriormente el almacenaje de reservas declina al utilizar la planta energía para la maduración de semilla o generar nuevos tallos (Rebuffo,2005,p.4).

### **1.5.7. Características del cultivo**

Leguminosa Perenne estival, alto potencial de producción de biomasa, más que cualquier otra leguminosa forrajera, alta persistencia, leguminosa que más persiste en los años. Graves problemas de meteorismo (Arrieta y Moreno,2008,p.5).

### **1.5.8. Requerimientos hídricos**

Se considera a la alfalfa como una planta que resiste a la sequía, naturalmente las condiciones del clima determinarán la cantidad de agua necesaria para un desarrollo óptimo de esta especie. En general, se considera que para obtener un kilogramo de biomasa, la alfalfa requiere de 215 litros de agua (Flórez, 2015,p.36).

La productividad de la alfalfa se ve afectada por la restricción de agua, pero no se frena el crecimiento en su totalidad; de la misma manera, esta leguminosa en su etapa de crecimiento activo no inundaciones por periodos prolongados debido a la escasa disponibilidad de oxígeno en el suelo causando la muerte a gran cantidad de plantas (Flórez, 2015,p.36).

### **1.5.9. Suelos**

El valor ideal de pH para el cultivo de la alfalfa se encuentra en la neutralidad, sin embargo, puede tolerar algún grado de alcalinidad mejor que la acidez. Se debe tener en cuenta que, valores de pH muy altos afectan la disponibilidad de elementos esenciales en el desarrollo del cultivo. Además, requiere de suelos profundos con buen drenaje que permitan el desarrollo de su sistema radicular (Flórez, 2015,p.36).

### **1.5.10. Composición química**

**Tabla 4-1.** Composición química de la alfalfa morada

<b>Componente</b>	<b>Porcentaje</b>
Humedad	9.9 %
Cenizas	10.6 %
Proteína bruta	17,4%
Extracto etéreo	2.7%
Grasa verdadera (% EE)	50%

**Fuente:** Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, 2016.

**Realizado por:** Chicaza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

### **1.5.11. Beneficios de la alfalfa en la alimentación animal**

La alfalfa es una leguminosa forrajera que se utiliza fundamentalmente para aportar proteína de gran calidad, macrominerales, microminerales y vitaminas de forma natural a la ración del ganado. Además es una fuente importante de fibra efectiva, muy necesaria para animales rumiantes y herbívoros (Hernández, 2015, p.1)

En rumiantes particularmente, no sólo tiene la virtud de aportar todos estos nutrientes necesarios sino que además contribuye a:

Estimular la rumia. Esta estimulación y la efectividad de la fibra es proporcional a su largura. Cuanto más larga sea la fibra de la alfalfa la estimulación será mayor.

Aumentar la salivación. Este efecto está relacionado con el anterior. La fibra de la alfalfa estimula la masticación y a su vez la salivación, con lo que aumenta la cantidad de bicarbonato que llega al rumen a través de la saliva. Éste ayudará a controlar el pH, subiéndolo y evitando problemas en la rumia.

Ayuda a enlentecer el tránsito de los alimentos en el rumen. En determinadas ocasiones, esto nos puede ayudar a que se aprovechen más otros alimentos como concentrados proteicos y cereales (Hernández, 2015, p.1)

### **1.5.12. Usos**

#### **1.5.12.1. En verde**

Pastoreada en la propia parcela o segada y administrada directamente al ganado. Suele ser frecuente este aprovechamiento en ganado ovino, coincidiendo con el último corte de la campaña, que no puede ser aprovechado de otra forma (Arrieta y Moreno,2008,p.6).

#### **1.5.12.2. Ensilada**

Previamente se deja secar algo en el campo hasta dejarla en 30-40% de humedad, posteriormente es picada y recogida (Hernández, 2015, p.4).

Suele ser un sistema poco utilizado porque es un forraje difícil de ensilar. Aunque la utilización de microsilos de plástico en forma de bolo, es un sistema que se utiliza desde hace tiempo sobre todo en zonas de montaña y es práctico en general en zonas donde las condiciones de secado en campo no son favorables (Hernández, 2015, p.4)

#### *1.5.12.3. Henificada*

Es el sistema tradicional, recogiénola en fardos o pacas después de haberla dejado secar en el campo, aprovechando condiciones climáticas favorables. Es un proceso delicado el momento de la recogida, que requiere de la experiencia del agricultor (Hernández, 2015, p.4).

Ya que se ha de recoger en el momento adecuado de humedad, tal que no haya pérdida de hojas por excesiva sequedad, ni se recoja con excesiva humedad. En este último caso esto podría causar problemas en la conservación y almacenamiento de las pacas. Un exceso de humedad (>15%) puede hacer que se produzca un crecimiento de hongos y bacterias en el interior de la paca y por efecto de la fermentación que producen, un calentamiento y echado a perder de la pacas (Hernández, 2015, p.4).

#### *1.5.12.4. Deshidratada*

En este sistema la alfalfa se somete a un pre secado en el campo hasta que la humedad baja a un 30% aprox., luego se recoge y se lleva a una planta deshidratadora en donde se seca por acción de aire caliente hasta unos valores de alrededor del 12% de humedad. El proceso de deshidratado le aporta ventajas a las pacas. Por un lado se evitan fermentaciones al bajar el nivel de humedad y se prolonga la conservación de las pacas. El menor contenido de humedad y el paso por las empacadoras de la deshidratadora, de mayor presión, hace también que las pacas sean de mayor peso y lleven más cantidad de materia seca, lo que abarata su transporte (Hernández, 2015, p.5).

Por último, al pasar por una industria agroalimentaria, como es la deshidratadora, se exigen y aseguran unos controles de trazabilidad, calidad y seguridad alimentaria. En alfalfa deshidratada nos podemos encontrar dos clasificaciones en cuanto a su largura. Fibra corta y fibra larga. Si bien la fibra larga se suele utilizar para ganado lechero y la corta para carne, esto dependerá de los objetivos nutricionales que nos fijemos (subida de grasa, aumento de producción, aumento de fibra efectiva etc.) (Hernández, 2015, p.5).

#### *1.5.12.5. Granulada*

Para granularla, la alfalfa deshidratada se pasa por un molino para convertirla en harina y posteriormente se granula. El tamaño del granulo más habitual es de 5mm de diámetro, aunque también los hay de 8 o 10mm. Este último no es recomendable para pequeños rumiantes, ya que puede ser causa de ahogos en su consumo. En forma de gránulo, la alfalfa conserva sus propiedades nutritivas, en un formato útil para su manejo y almacenamiento. Por el contrario, pierde su efecto de fibra efectiva para estimular la rumia, aspecto que tiene que ser tenido en cuenta al elaborar las raciones (Hernández, 2015, p.4).

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1. Localización y Duración del Experimento

La presente investigación se llevó a cabo en la parroquia Montalvo, ubicada a 13 kilómetros del sur occidente del cantón Ambato, provincia de Tungurahua.

Las condiciones meteorológicas de la zona se detallan en la (tabla 5-2).

**Tabla 5-2.** Condiciones meteorológicas de la parroquia Montalvo.

Parámetros	Promedios
Temperatura, °C	13
Humedad relativa, %	62
Precipitación anual, mm/año	750
Altitud, msnm	2.900
Vientos, km/h	14

**Fuente:** Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), 2018

**Realizado por:** Chicaza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

El trabajo experimental tuvo una duración de 90 días, los cuales fueron distribuidos a partir de la toma de muestras de suelo para su análisis inicial, preparación del abono orgánico foliar, utilizando una base estándar de humus líquido más *Bacillus amyloliquefaciens*, corte de igualación del pasto establecido, cortes de evaluación, toma de datos, análisis proximal y toma de muestras de suelo para su análisis final

#### 2.2. Unidades Experimentales

Las unidades experimentales estuvieron constituidas por 16 parcelas, cuyas dimensiones fueron de 5m x 5m, es decir 25 m<sup>2</sup> por unidad experimental, con un área total neta de ensayo de 400 m<sup>2</sup>

### **2.3. Materiales, Equipos e Insumos**

#### **2.3.1. *Materiales***

*Medicago sativa* (alfalfa morada)

Azadones

Rastrillo

Flexómetro

Piola

Estacas

Tanques plásticos de 50 litros

Baldes

Hoz

Letreros de identificación

Overol

Botas

Libreta de apuntes

Esferos

#### **2.3.2. *Equipos***

Balanza de precisión

Bomba de mochila.

Cámara fotográfica

Computador

Bomba de mochila.

### 2.3.3. **Insumos:**

Agua

*Bacillus amyloliquefaciens*

Humus Líquido

## 2.4. **Tratamiento y Diseño Experimental**

Se evaluó el comportamiento agronómico y proximal del pasto *Medicago sativa* (Alfalfa morada), mediante el uso de fertilización orgánica foliar, aplicando los tratamientos T1 ( 25 % *Bacillus amyloliquefaciens* y una base estándar de humus líquido), T2 (50 % *Bacillus amyloliquefaciens* y una base estándar de humus líquido), T3 (75 % *Bacillus amyloliquefaciens* y una base estándar de humus líquido), comparadas con un tratamiento testigo T0 (sin fertilización), teniendo de esta manera cuatro tratamientos experimentales con 4 repeticiones cada uno.

Las unidades experimentales fueron distribuidas bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), ajustando se al siguiente modelo lineal aditivo:

Ecuación 1

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + \beta_j + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

$Y_{ijk}$  = Valor del parámetro endeterminación.

$\mu$  = Media general.

$T_i$  = Efecto de los tratamientos (Niveles de *Bacillus amyloliquefaciens* más humus líquido)

$\beta_j$  = Efecto de los bloques.

$\epsilon_{ijk}$  = Efecto del error experimental.

### 2.4.1. Esquema del experimento

El esquema del experimento empleado se reporta en la tabla (6-2).

**Tabla 6-2.** Diseño del Experimento

Tratamientos	Código	TUE. *	Repeticiones	M <sup>2</sup> /Tratam.
Testigo (sin Fertilización)	T0	25	4	100
25 % <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido	T1	25	4	100
50 % <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> más una base estándar humus líquido	T2	25	4	100
75 % <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido	T3	25	4	100
<b>Total área experimental neta, m<sup>2</sup></b>				<b>400</b>

**TUE. \*:** Tamaño de la unidad experimental, 25 m<sup>2</sup> por cada parcela.

**Realizado por:** Chicaza Chicaza Omar Fernando, 2020.

### 2.5. Mediciones Experimentales

Las mediciones experimentales que se consideraron fueron las siguientes:

Análisis de suelo inicial y final.

Altura de la planta (cm), cada 15 días.

Cobertura basal (%), cada 15 días.

Cobertura aérea (%), cada 15 días.

Prefloración (45días).

Producción de forraje verde, t/FV/ha/corte (45días).

Producción de forraje en materia seca, t/MS/ha/corte (45días).

Análisis proximal (45 días).

Análisis económico de los tratamientos.

## 2.6. Análisis estadístico y pruebas de significancia.

Los resultados experimentales obtenidos fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos:

Análisis de varianza (ANOVA).

Separación de medias mediante Tukey ( $P \leq 0.05$  y  $P \geq 0.01$ ).

Análisis de regresión para todas las variables que tengan significancia.

## 2.7. Esquema del ADEVA

El esquema de análisis de varianza empleado se reporta en la tabla (7-2).

**Tabla 7-2.** Esquema del ADEVA

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Total	15
Tratamientos (% <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido)	3
Repeticiones/Bloques	3
Error	9

**Realizado por:** Chicaiza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

## 2.8. Procedimiento Experimental.

### 2.8.1. Descripción del experimento

La investigación propuesta se desarrolló en un cultivo ya establecido de *Medicago sativa* (Alfalfa), en su producción primaria, para lo cual se efectuó análisis físico químico del suelo antes y después de la aplicación de los diferentes tratamientos.

Para el desarrollo de la experimentación se realizó:

Un corte de igualación de la alfalfa a 5 cm de la base en la planta, para que el nuevo rebrote resulte homogéneo y establecer el estudio de campo, a continuación se preparó el terreno, para lo cual se determinó el área a utilizar y se delimitó cada una de las parcelas de cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

Se realizaron las labores culturales correspondientes en todos los tratamientos las mismas que consistieron en el control de malezas y riego de acuerdo a las condiciones ambientales.

Se aplicó foliarmente a la alfalfa los 3 niveles del *Bacillus amyloliquefaciens*, más una base estándar de humus líquido, en proporciones de T1 el (25 % *Bacillus amyloliquefaciens* y una base estándar de humus líquido), T2 (50 % *Bacillus amyloliquefaciens* y una base estándar de humus líquido), T3 (75 % *Bacillus amyloliquefaciens* y una base estándar de humus líquido), comparadas con un tratamiento testigo (T0), al cual no se le aplicó fertilización.

Se realizó la recolección de datos correspondientes a las mediciones experimentales; cobertura basal (%), cobertura aérea (%), altura de la planta (cm), medidas cada 15, 30 y 45 días, a esto se suma la valoración del rendimiento de forraje verde (t/FV/ha/corte), materia seca (t/MS/ha/corte) y prefloración en todas las unidades experimentales a los 45 días de edad.

Finalmente se realizó el corte a los 45 días del pasto y se recolectó muestras para enviarlas al laboratorio para su correspondiente análisis proximal

## **2.9. Metodología de Evaluación**

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

Para determinar la cobertura basal se utilizó el método de Línea de Canfield, que consistió en determinar por medio de una cinta métrica el área ocupada por la planta en el suelo. Se sumó el total de las plantas presentes en el transepto y por regla de tres simple se obtiene el porcentaje de cobertura basal.

### **2.9.2. Cobertura aérea (%)**

Se utilizó el método de Línea de Canfield, que consistió en determinar por medio de una cinta métrica colocándola a la altura media de la planta. Se sumó el total de las plantas presentes en el transepto y por regla de tres simple se obtiene el porcentaje de cobertura aérea.

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

Se utilizó una cinta métrica en centímetros registrando desde la superficie del suelo, hasta la media terminal de la hoja más alta, se evaluó la altura de 10 plantas al azar de cada unidad experimental, se realizó un promedio general de cada tratamiento, no se tomó en cuenta las plantas ubicadas en los bordes de las unidades experimentales eliminando el efecto borde.

### **2.9.4.        *Producción de Forraje verde (t/FV/ha/corte)***

La producción de biomasa verde se realizó en función del peso, cortando una muestra significativa de cada parcela, utilizando el método del cuadrante (1 m<sup>2</sup>), dejando para el rebrote una altura de 5 cm, finalmente estimándose la producción en t/FV/ha/corte.

### **2.9.5.        *Producción de materia seca (t/MS/ha/corte)***

La producción de materia seca se determinó con los datos proporcionados del laboratorio de acuerdo al porcentaje de humedad del pasto.

### **2.9.6.        *Prefloración (%)***

Esta medición se efectuó a los 45 días teniendo en cuenta que la etapa de prefloración es considerada cuando el 10 % del cultivo presenta floración, mientras que la época fenológica de la floración es cuando el cultivo presenta el apareamiento del 80% de floración y la época de post floración es cuando se ha conseguido la madurez de la semilla para poder ser cosechada, es decir el momento en que las plantas alcanzan el 100 % de la floración.

### **2.9.7.        *Evaluación Económica***

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

$$\mathbf{Beneficio/Costo = Ingresos\ totales\ (\$) / Egresos\ totales\ (\$).}$$

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Comportamiento agrobotánico en la producción primaria de Alfalfa Morada (*Medicago sativa*), bajo el efecto del *Bacillus Amyloliquefaciens* más humus líquido.

##### 3.1.1. Cobertura basal (%), 15 días

Al evaluar la variable cobertura basal (%), no se registraron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), entre las medias de los tratamientos en estudio, sin embargo existen diferencias numéricas como se observa gráfico 1-3, donde los valores más altos de cobertura basal se obtuvieron en los tratamientos T0 y T1 con 96,38 % y 96,17 % respectivamente, a diferencia del menor valor el cual se registró en el T2 con 95,50 %, como se observa en la tabla 8-3.

**Tabla 8-3.** Comportamiento agrobotánico en la producción primaria de Alfalfa Morada (*Medicago sativa*), bajo el efecto del *Bacillus Amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido, a los 15 días.

Variables	Tratamientos				Prob.	Sig.
	T0	T1	T2	T3		
Cobertura Basal (%)	96,38	a 96,17	a 95,50	a 95,72	0,4497	Ns
Cobertura Aérea (%)	96,27	a 96,02	a 95,77	a 95,68	0,4252	Ns
Altura de la Planta (cm)	27,91	b 31,38	ab 34,48	a 27,93	0,0056	*

T0: (sin Fertilización)

T1: (25 % *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido)

T2: (50% % *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido)

T3: (75% *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido)

Prob. > 0.05: No existen diferencias estadísticas (ns).

Prob. < 0.05: Existen diferencias significativas (\*).

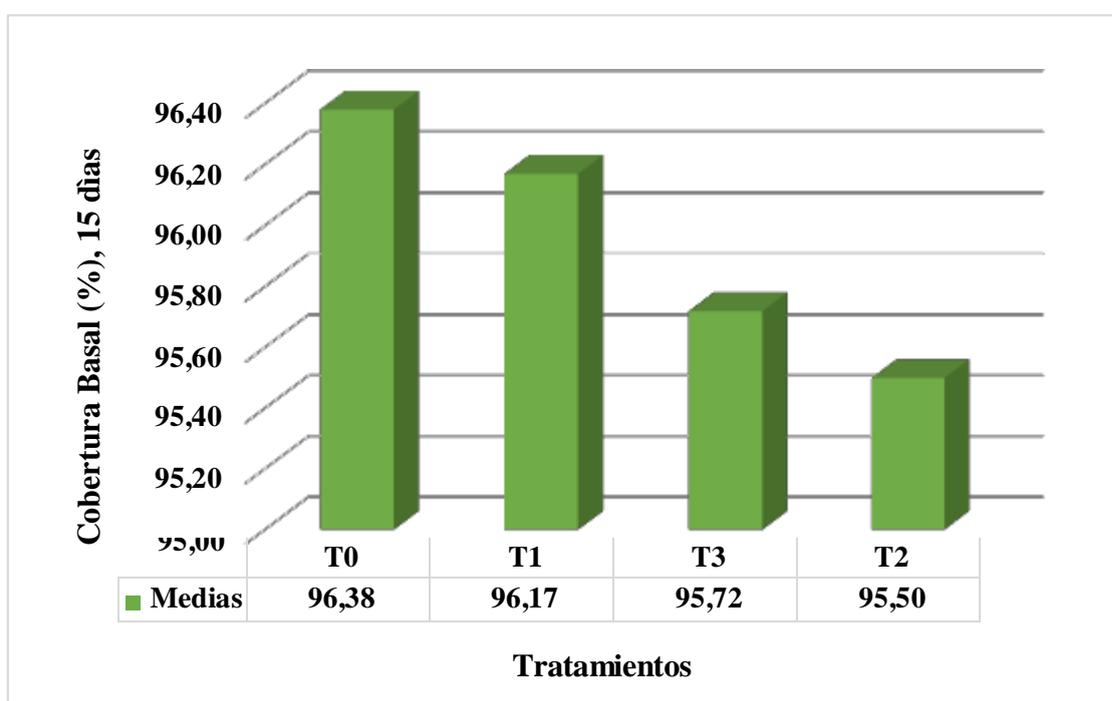
Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente significativas (\*\*).

Medidas con letras diferentes en la misma columna difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey

Realizado por: Chicaza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

Al comparar los resultados obtenidos en la presente investigación con Ramírez, (2015), quien al utilizar *Trichoderma Spp* y humus líquido (Trico-Humus) como abono foliar en la fertilización de *Medicago Sativa* (Alfalfa) y su efecto en los rendimientos productivos, registró 41,40 % de cobertura basal como mejor promedio evaluado a los 15 días al utilizar la combinación 25% *Trichoderma Spp* y 75% de humus líquido (T3), valor que es inferior a los registrados en la presente investigación. Al igual que los valores obtenidos por Correa, (2013), quien reporto el 45,07% de cobertura basal en las plantas de alfalfa (T2) al realizar la investigación evaluación de diferentes dosis de vermicompost y giberelinas en la producción forrajera de *Medicago sativa* (alfalfa).

Mientras que Usca,(2015), al emplear diferentes niveles de Bioplus aplicados a los 7 y 14 días en alfalfa morada (*Medicago sativa*) variedad abunda verde, registró el mayor porcentaje de cobertura basal a los 15 días de 91,50 %, con los tratamientos T1(1 cc/litro) y T3 (3 cc/litro), aproximándose este valor a los obtenidos en la presente investigación, lo que nos permite inferir que la inclusión de bio-fertilizantes, mejoran las condiciones del suelo aumenta la microbiota bacteriana generando una buena nutrición en los cultivos y provocando la manifestación al máximo del potencial productivo en pastos y forrajes.

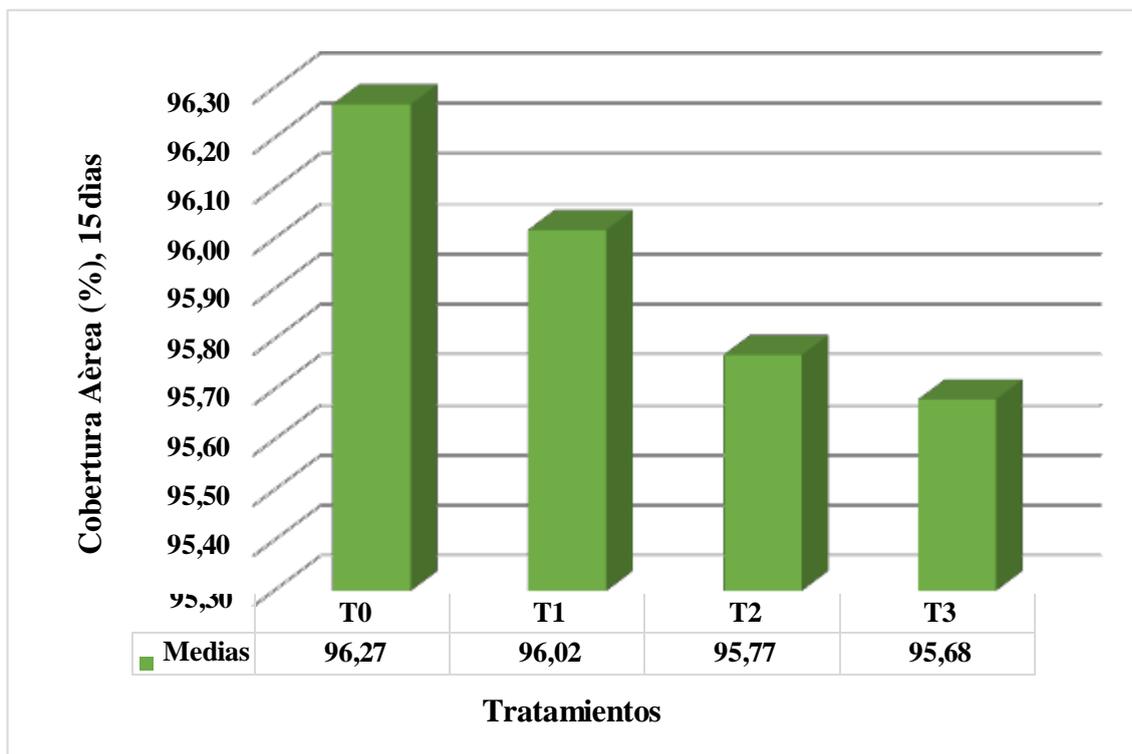


**Gráfico 1-3.** Cobertura Basal (%) de la Alfalfa Morada (*Medicago sativa*), bajo el efecto del *Bacillus Amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido, a los 15 días.

**Realizado por:** Chicaza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

### 3.1.2. Cobertura Aérea (%), 15 días

En el análisis de varianza correspondiente a la Cobertura Aérea (%), no se registraron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), entre las medias de los tratamientos, existiendo solo diferencias numéricas como se observa gráfico 2-3, donde los valores más altos de cobertura aérea se obtuvieron en los tratamientos T0 y T1 con 96,27 % y 96,02 % respectivamente, a diferencia del menor valor el cual se registró en el T3 con 95,68 %.



**Gráfico 2-3.** Cobertura Basal (%) de la Alfalfa Morada (*Medicago sativa*), bajo el efecto del *Bacillus Amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido, a los 15 días.

**Realizado por:** Chicaiza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

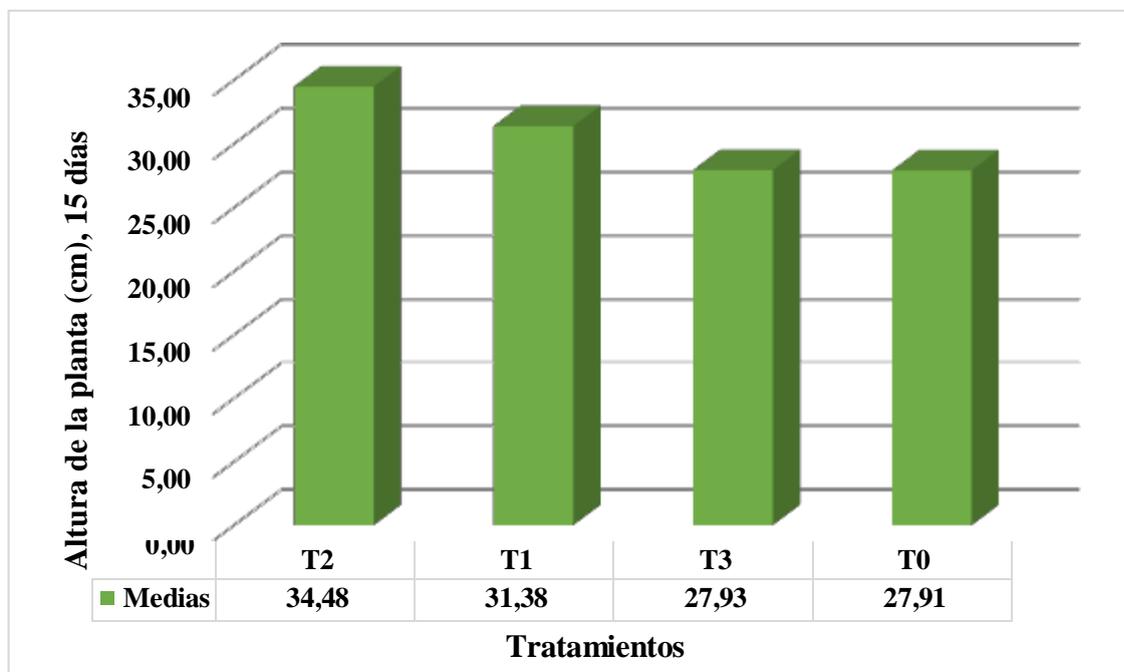
Al comparar los resultados de la presente investigación con otros autores como Usca, (2015), quien al evaluar diferentes niveles de un biofertilizante orgánico en la producción forrajera del *Medicago sativa* var. Abunda verde (alfalfa), registró el 96,38 % de cobertura aérea (%), medida a los 15 días con el tratamiento T3, valor que es similar al de la presente investigación.

A diferencia de Leon, (2015), quien obtuvo 88,21 % como valor más alto de cobertura aérea al evaluar el efecto de tres dosis de *Trichoderma* en la producción primaria del *Medicago sativa* (alfalfa) en la granja Guaslan MAGAP, valor que es inferior a los resultados de la presente

investigación esta diferencia puede deberse a la forma de fertilización utilizada en las pastura a lo que Meléndez y Molina (2012), manifiestan que el papel de las hojas en la captura de agua y minerales es considerable, ya que estudios agronómicos indican que estas pueden actuar como superficies para la absorción de fertilizantes foliares y muchos otros productos sistémicos, su efectividad varía con la especie, las sustancias involucradas, y la duración del proceso de absorción fluctúa en un amplio rango.

### 3.1.3. *Altura de la planta (cm), 15 días*

Al evaluar la variable Altura de la planta (cm), se registraron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), entre las medias de los tratamientos en estudio, registrándose los mejores valores con el tratamiento T2 al alcanzar 34,48 cm de altura en la planta, a diferencia del menor valor el cual se registró en el tratamiento T0 con 27,91 cm, como se muestra en el gráfico 3-3.



**Gráfico 3-3.** Altura de la planta (cm) en la Alfalfa Morada (*Medicago sativa*), bajo el efecto del *Bacillus Amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido, a los 15 días.

**Realizado por:** Chicaza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

Al comparar los resultados obtenidos con otros autores como Ramírez, (2015), quien al utilizar *Trichoderma Spp* y humus líquido (Trico-Humus) como abono foliar en la fertilización de *Medicago Sativa* (Alfalfa), registró la mayor altura en las plantas de 26,14 cm con el tratamiento T3 que estuvo constituido por la combinación de 25% *Trichoderma Spp* y 75% humus líquido

valores que son inferiores a la presente investigación. A diferencia de Usca, (2015), quien al evaluar diferentes niveles de un biofertilizante orgánico en la producción forrajera del *Medicago sativa* var. Abunda verde (alfalfa), obtuvo 33,18 cm de altura con el tratamiento T3 (3 cc de biofertilizante /litro), siendo este valor similar a los obtenidos en esta investigación.

En relación a los resultados obtenidos Muradian, (2015) y Yuan et al., (2012), determinaron que el *Bacillus amyloliquefaciens* es capaz de producir endosporas que le permite sobrevivir durante largos períodos de tiempo beneficiando a las plantas con algunas propiedades antifúngicas que son influenciadas por la disponibilidad de nitrógeno del medio ambiente. Pedraza, Lopez y Uribe.,(2020), determinaron que este *Bacillus* es capaz de producir compuestos no volátiles y volátiles (COV), siendo estos los que influye en la resistencia y tolerancia sistémicas de las planta, lo cual reduce el estrés biótico y abiótico en los sistemas agronómicos mejorando la salud, producción vegetal y crecimiento de la misma.

Al igual que Corrales et al., (2017), quienes manifestaron que el género *Bacillus* es un promotor de crecimiento en plantas debido a los mecanismos de resistencia sistémica inducida (ISR) que poseen frente a bacterias, hongos patógenos, virus sistémicos y nematodos contribuyendo al bienestar de la planta. Son bacterias fijadoras de nitrógeno y sus esporas permanecen metabólicamente inactivas pero viables bajo condiciones adversas, siendo este género apropiado para la formulación de productos estables que benefician los cultivos.

### **3.1.1. Cobertura basal (%), 30 días**

En el análisis de varianza correspondiente a la Cobertura Basal (%), evaluada a los 30 días, no registró diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), entre las medias de los tratamientos, sin embargo existen diferencias numéricas entre los mismos, donde el valores más altos de cobertura basal se obtuvo en el tratamiento T3 con 95,78 % de cobertura basal a diferencia del menor valor el cual se registró en el T1 con 95,21 %, como se observa en la tabla 9-3 y en el gráfico 4-3.

Los resultados obtenidos muestran superioridad al ser comparados con Ramirez, (2015), quien obtuvo 43,53 % de cobertura basal con el tratamiento T3 (Combinación 25% *Trichoderma Spp* y 75% humus líquido), misma que fue evaluada a los 30 días post fertilización foliar en *Medicago Sativa* (Alfalfa). Al igual que Leon, (2015), quien obtuvo 83,93 % como valor más alto de cobertura basal al evaluar el efecto de tres dosis de *Trichoderma* en la producción primaria del *Medicago sativa* (alfalfa) en la granja Guaslan MAGAP, al aplicar el tratamiento T3 (*Trichoderma* 7,5 cc/litro).

**Tabla 9-3.** Comportamiento agrobotánico en la producción primaria de Alfalfa Morada (*Medicago sativa*), bajo el efecto del *Bacillus Amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido, a los 30 días.

Variables	Tratamientos				Prob.	Sig.
	T0	T1	T2	T3		
Cobertura Basal (%)	95,40	95,21	95,39	95,78	0,5555	Ns
Cobertura Aérea (%)	94,86	95,31	95,27	95,60	0,5901	Ns
Altura de la Planta (cm)	35,73	35,70	36,15	35,25	0,2163	Ns

**T0:** (sin Fertilización)

**T1:** (25 % *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido)

**T2:** (50% % *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido)

**T3:** (75% *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido)

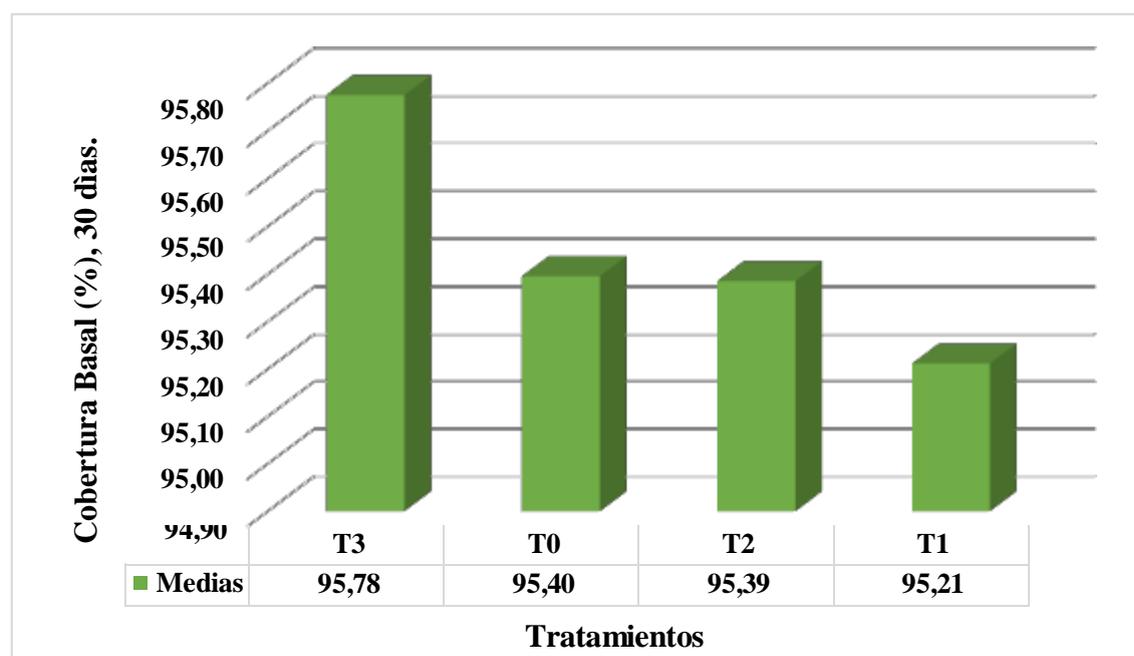
**Prob. > 0.05:** No existen diferencias estadísticas (ns).

**Prob. < 0.05:** Existen diferencias significativas (\*).

**Prob. < 0.01:** Existen diferencias altamente significativas (\*\*).

Medidas con letras diferentes en la misma columna difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey

**Realizado por:** Chicaiza Chicaiza Omar Fernando, 2020.



**Gráfico 4-3.** Cobertura Basal (%) de la Alfalfa Morada (*Medicago sativa*), bajo el efecto del *Bacillus Amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido, a los 30 días.

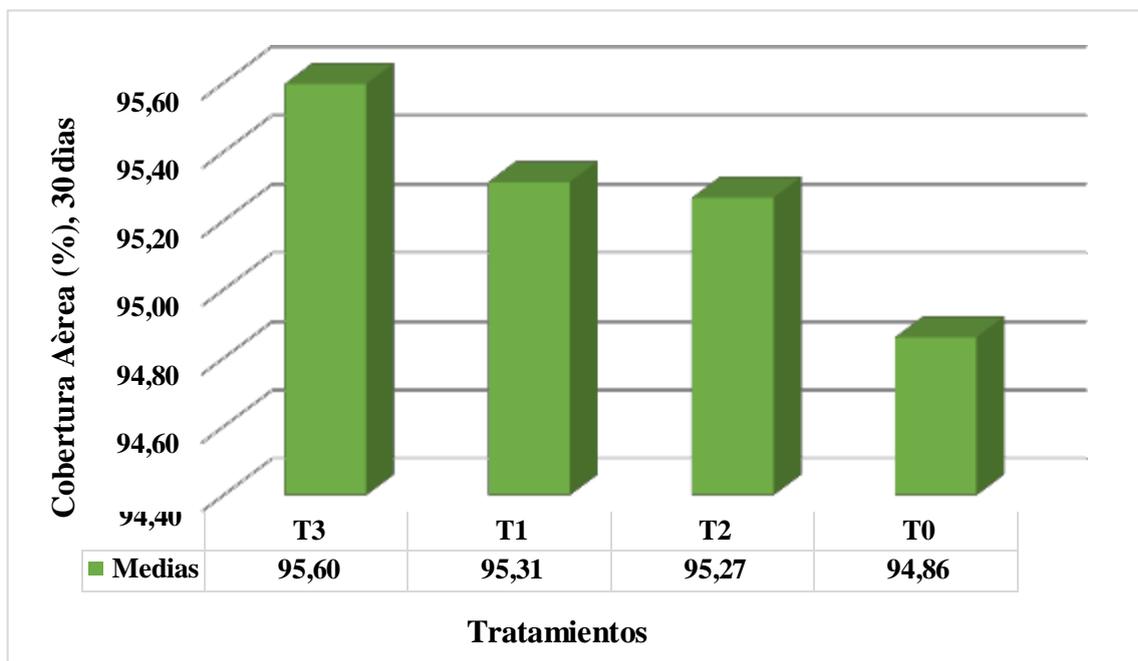
**Realizado por:** Chicaiza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

Las diferencias existentes entre investigaciones pueden deberse a que la alfalfa a esta edad se encuentra en su máximo desarrollo foliar respondiendo y asimilando de manera positiva a la

fertilización foliar con la inclusión de *Bacillus amyloliquefaciens*, más una base estándar de humus líquido.

### 3. 1.5. Cobertura Aérea (%), 30 días

Al analizar la variable Cobertura Aérea (%), no se registraron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), entre las medias de los tratamientos en estudio, existiendo solo diferencias numéricas como se observa gráfico 5-3, donde el valor más alto de cobertura aérea se reportó en el tratamiento T3 con 95,60 %, a diferencia del tratamiento T0 con el cual se obtuvo 94,86 %, siendo este valor menor en comparación a los tratamientos restantes.



**Gráfico 5-3.** Cobertura Aérea (%) de la Alfalfa Morada (*Medicago sativa*), bajo el efecto del *Bacillus Amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido, a los 15 días.

**Realizado por:** Chicaiza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

Los resultados obtenidos en la presente investigación muestran superioridad al ser comparados con Ramírez, (2015), quien obtuvo 68,33% de cobertura aérea con el tratamiento T3 (Combinación 25% *Trichoderma Spp* y 75% humus líquido), misma que fue evaluada a los 30 días post fertilización foliar en *Medicago sativa* (Alfalfa).

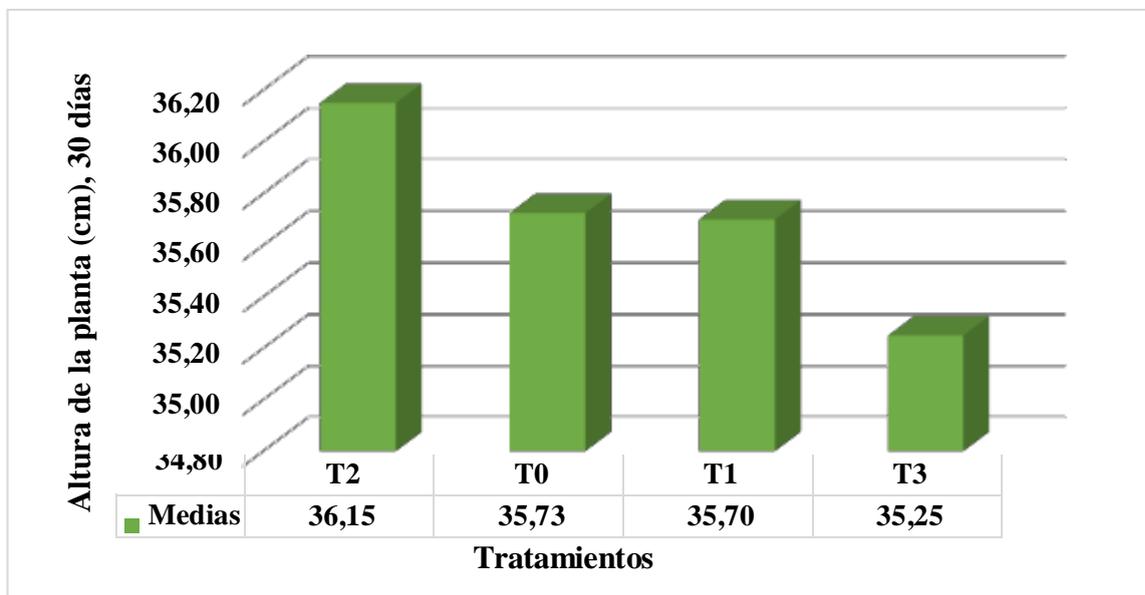
A diferencia de los resultados obtenidos por Usca, (2015), quien al utilizar diferentes niveles de un biofertilizante orgánico (Bioplus) en la producción *Medicago sativa* var. Abunda registró el

98,75 % de cobertura aérea, valor que es superior al de la presente investigación estas diferencias pueden deberse a que el biofertilizante utilizado (forma foliar) en su composición contiene altas cantidades de nitrógeno, sumado a complementos de auxinas, citocinina, giberelinas que se encuentran biológicamente activas en sus formas básicas: Ácido indolacético y Triptófano, componentes que inducen la multiplicación y crecimiento celular.

Al igual que Leon, (2015), quien registro el 99,97 % cobertura aérea al estudiar el efecto de la aplicación de diferente dosis de *Trichoderma sp*, cepa Harzianum (7,5 cc/l), evaluada a los 30 días en la producción de alfalfa, esto puede deberse a que la fertilización utilizada en esta investigación fue de forma basal, lo que contribuye a la formación de un consorcio microbiano ya que las leguminosas forman nódulos en sus raíces que contienen bacterias (*Rhizobium*), fijando nitrógeno en el suelo lo que contribuye a un mejor desarrollo de la planta.

### 3. 1.6. Altura de la planta (cm), 30 días

En el análisis de varianza correspondiente a la Altura de la planta (cm), no se registraron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), entre las medias de los tratamientos en estudio, reportando el mayor valor en el tratamiento T2 al alcanzar 36,15 cm de altura en la planta, a diferencia del menor valor el cual se registró en el tratamiento T3 con 35,25 cm, como se muestra en el gráfico 6-3.



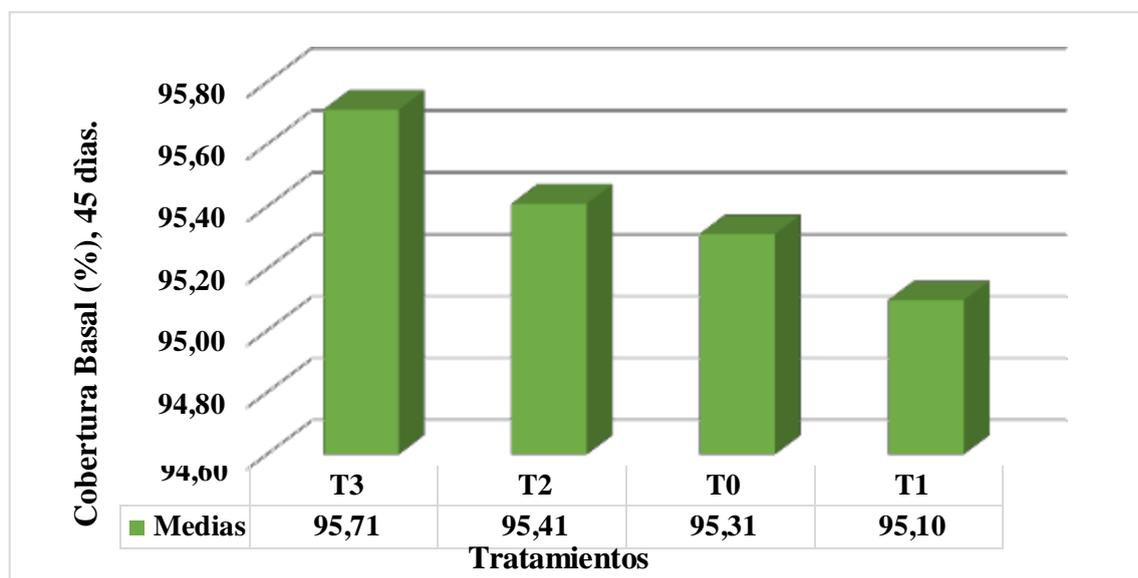
**Gráfico 6-3.** Altura de la planta (cm) en la Alfalfa Morada (*Medicago sativa*), bajo el efecto del *Bacillus Amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido, a los 30 días.

**Realizado por:** Chicaza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

Al comparar los resultados obtenidos con Ramírez, (2015), quien obtuvo 44,33 cm de altura de la planta al combinar *Trichoderma Spp* y humus líquido, evaluada a los 30 días post fertilización foliar en *Medicago Sativa* (Alfalfa). Al igual que Leon, (2015), quien obtuvo 60,50 cm del altura a los 30 días al evaluar el efecto de tres dosis de *Trichoderma* en la producción primaria del *Medicago sativa* (alfalfa) en la granja Guaslan MAGAP, las diferencias establecidas tal vez estén directamente relacionadas al método de fertilización utilizado ya que Serrano et al., (2017), en su guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España manifiestan que al realizar fertilización basal en los cultivos esta se asimila por medio del sistema radicular en un porcentaje del 40 a 50 %, y que los nutrientes que se encuentran en mayor disponibilidad para las plantas este porcentaje será mayor o menor dependiendo de la calidad de fertilización y la especie en la cual se está utilizando.

### 3.1.7. Cobertura basal (%), 45 días

Al evaluar la variable cobertura basal (%), no se registraron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), entre las medias de los tratamientos en estudio, sin embargo existen diferencias numéricas como se observa gráfico 7-3, donde los valor más altos de cobertura basal se obtuvo en el tratamiento T3 con 95,71 %, a diferencia del menor valor el cual se registró en el T0 con 95,10 %, como se observa en la tabla 10 -3.



**Gráfico 7-3.** Cobertura Basal (%) de la Alfalfa Morada (*Medicago sativa*), bajo el efecto del *Bacillus Amylolyquefaciens* más una base estándar de humus líquido, a los 45 días.

**Realizado por:** Chicaza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

**Tabla 10-3.** Comportamiento agrobotánico en la producción primaria de Alfalfa Morada (*Medicago sativa*), bajo el efecto del *Bacillus Amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido, a los 45 días.

Variables	Tratamientos								Prob.	Sig.
	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3		
Cobertura Basal (%)	95,31	a	95,10	a	95,41	a	95,71	A	0,2724	ns
Cobertura Aérea (%)	95,50	a	95,18	a	94,99	a	95,34	A	0,4634	ns
Altura de la Planta (cm)	39,45	c	40,70	ab	41,28	a	40,25	bc	0,0004	*
Producción Forraje Verde (t/FV/ha /corte)	10,30	c	12,18	b	10,75	c	14,16	A	<0,0001	**
Producción de Materia Seca (t/MS/ha/corte)	1,79	c	2,36	b	1,92	c	3,15	A	<0,0001	**
Prefloración (%)	38,39	a	38,41	a	38,50	a	37,94	A	0,3279	ns

**T0:** (sin Fertilización)

**T1:** (25 % *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido)

**T2:** (50% % *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido)

**T3:** (75% *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido)

**Prob. > 0.05:** No existen diferencias estadísticas (ns).

**Prob. < 0.05:** Existen diferencias significativas (\*).

**Prob. < 0.01:** Existen diferencias altamente significativas (\*\*).

Medidas con letras diferentes en la misma columna difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey

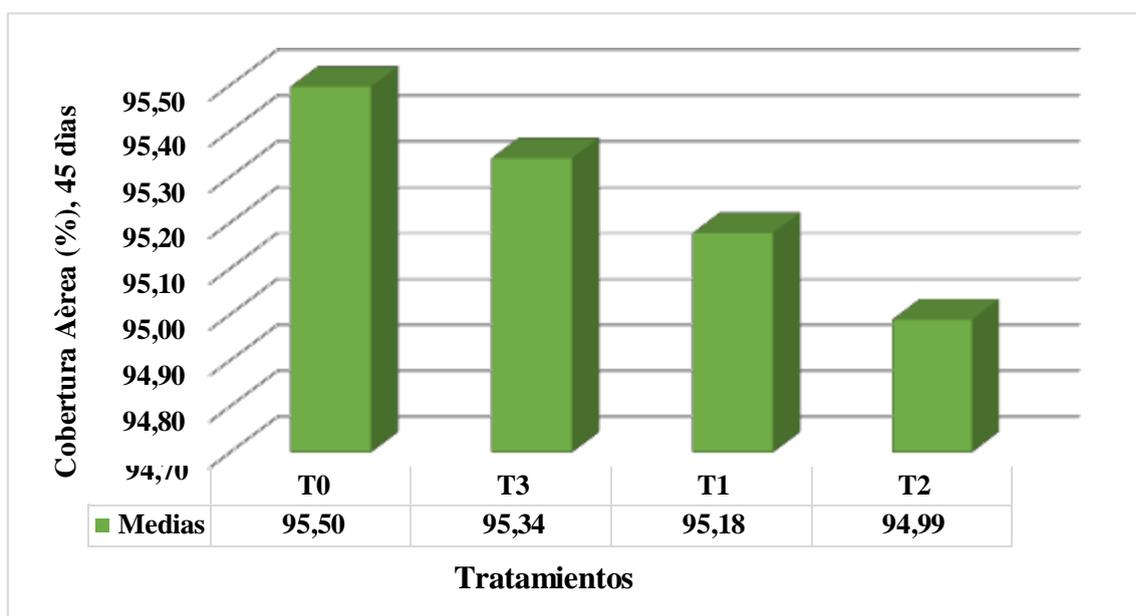
**Realizado por:** Chicaza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

Al comparar los resultados obtenidos con otros autores como Toapanta, (2016), quien al evaluar el efecto de la *Trichoderma* más una base estándar de humus en la producción primaria forrajera de alfalfa (*Medicago sativa*), registro el 28,88 % de cobertura basal con el mejor tratamiento al empleado basalmente y evaluado a los 40 días. Al igual que Ramírez, (2015), quien registro en su estudio 46,60 % de cobertura basal al combinar *Trichoderma Spp* y humus líquido, evaluada a los 45 días post fertilización foliar en *Medicago Sativa*, resultados que son inferiores al del presente este estudio.

Las diferencias existentes entre investigaciones se debieron al tipo de insumo utilizado ya que las plantas responden de distinta manera de acuerdo a las formas de fertilización, al uso de abonos o fertilizantes, variedad del cultivo utilizado y al grado de asociación existente ente la fertilización y la microbiota del suelo.

### 3.1.8. Cobertura Aérea (%), 45 días

En el analisis de la varianza correspondiente a la Cobertura Aérea (%), no se registraron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), entre las medias de los tratamientos en estudio, existiendo solo diferencias numéricas como se observa gráfico 8-3, donde el valor más alto de cobertura aérea se reportò en el tratamiento T0 con 95,50 %, a diferencia del tratamiento T2 con el cual se obtuvo 94,99%, siendo este valor menor en comparación a los tratamientos restantes.



**Gráfico 8-3.** Cobertura Aérea (%) de la Alfalfa Morada (*Medicago sativa*), bajo el efecto del *Bacillus Amylolyquefaciens* más una base estándar de humus líquido, a los 45 días.

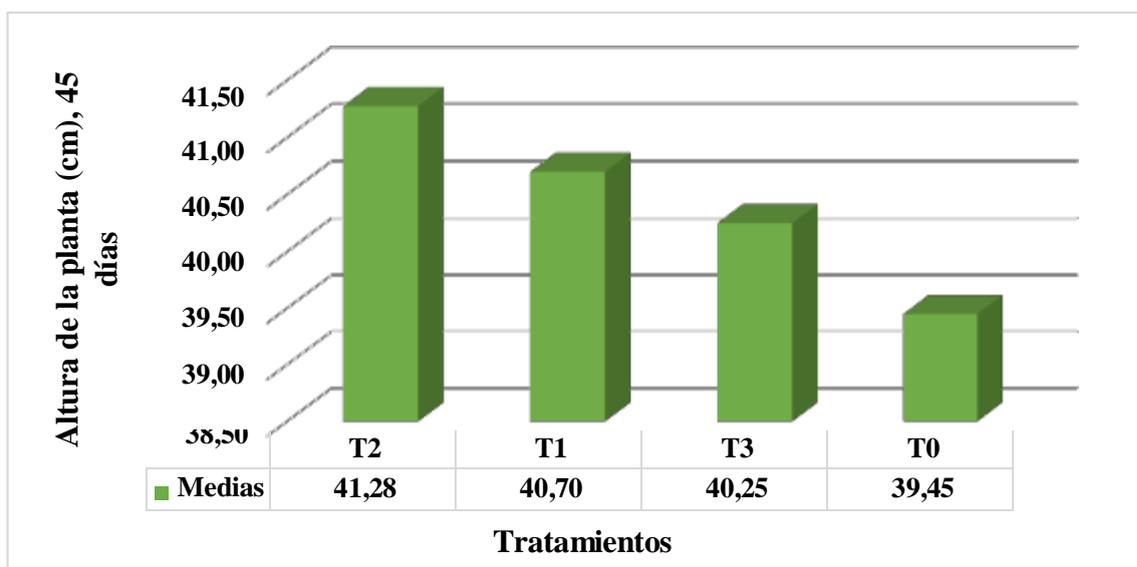
**Realizado por:** Chicaza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

Al comparar los resultados obtenidos con otras investigaciones como la realizada por Correa, (2013), quien al evaluación de diferentes dosis de vermicompost y giberelinas en la producción forrajera de *Medicago sativa*, en la cual obtuvo un 81,44 % de cobertura aérea con el tratamiento T1 (4 t/ha, de vermicompost más 250 cc/ de giberelinas), siendo este resultado inferior a los registrados en la presente investigación, esto se debió a que la bio-fertilización aplicada a nivel foliar caen por gravedad en el suelo mejorando sus propiedades físicas, químicas y microbiológicas. Al igual que Chacòn, (2011), quien al evaluar diferentes niveles de abono foliar (biol) en la producción de forraje en *Medicago sativa* en la estación Experimental Tunshi, registro un 86,58 % de cobertura aérea con el tratamiento T1 (200 lts./ha., biol), siendo este valor inferior a los de la presente investigación.

Estas diferencias se debieron a el tipo de fertilización utilizada ya que un bio-fertilizante hace referencia a sustancias que contienen microorganismos vivos involucrados en varias actividades del suelo los cuales, al ser aplicados a semillas, plantas o suelos, colonizan la rizosfera o el interior de las plantas y dan lugar a un mejor rendimiento de los cultivos Restrepo, Pineda y Ríos, (2017).

### 3.1.9. Altura de la planta (cm), 45 días

Al evaluar la variable Altura de la planta (cm), se registraron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), entre las medias de los tratamientos en estudio, registrándose los mejores valores con el tratamiento T2 al alcanzar 34,48 cm de altura en la planta, a diferencia del menor valor el cual se registró en el tratamiento T0 con 27,91 cm, como se muestra en el gráfico 3-3.



**Gráfico 9-3.** Altura de la planta (cm) en la Alfalfa Morada (*Medicago Sativa*), bajo el efecto del *Bacillus Amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido, a los 45 días.

Realizado por: Chicaiza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

Al comparar los resultados obtenidos en la presente investigación con Ramírez, (2015), quien obtuvo 49,95 cm de altura evaluada a los 45 días, al aplicar al combinar *Trichoderma Spp* y humus líquido, en *Medicago Sativa* (Alfalfa) con el tratamiento T3 (25% *Trichoderma Spp* y 75% humus líquido) valor que es similar a los obtenidos en la presente investigación, a diferencia de Tenorio, (2011), quien al evaluar diferentes niveles de *Rhizobium meliloti* más la adición de vermicompost en la producción de forraje del *Medicago sativa* (alfalfa), registró como mejor tratamiento el aplicar 3 kg/ha de *Rhizobium meliloti*+vermicompost con 95,96 cm de altura en las plantas.

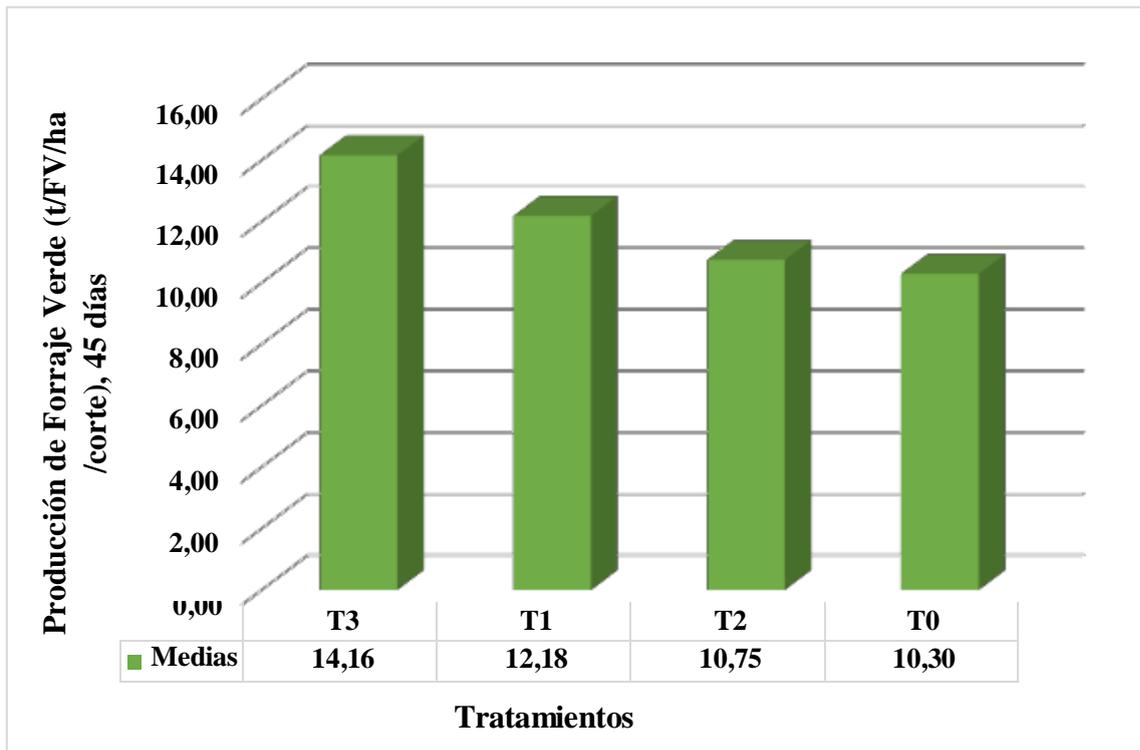
Las diferencias establecidas se encuentran relacionadas directamente con la forma de aplicación del fertilizante o bio-fertilizante ya que según Pedraza, Lopez y Uribe, (2020), los bio.fertilizantes necesitan condiciones adecuadas de pH, temperatura y materia orgánica para su desarrollo y reproducción además que con la microbiota presente en el suelo realiza asociaciones de simbiosis y sinergismo, a su vez se adhiere a la raíz de la planta y desempeña en ese entorno su función, facilitando la absorción de macro y micro nutrientes, produciendo sustancias que estimulan el crecimiento vegetal y fortaleciendo el sistema inmune de las plantas.

### **3.1.10. Producción de Forraje Verde (t/FV/ha /corte), 45 días**

Al realizar el análisis de varianza correspondiente a la producción de forraje verde (t/FV/ha/corte), bajo el efecto del *Bacillus Amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido, evaluada a los 45 días se registraron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), entre las medias de los tratamientos en estudio donde la mayor producción de forraje se registró en el tratamiento T3 al aplicar 75 % *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido en la alfalfa con 14,16 t/FV/ha/corte, mientras que el menor valor se obtuvo con el tratamiento T0 (sin fertilización) con 10,30 t/FV/ha/corte, en comparación a los tratamientos restantes, como se muestra en la tabla 10-3 y en el gráfico 10-3.

Al comparar los resultados obtenidos con otros autores como Toapanta , (2016), quien evaluó el efecto de la *Trichoderma* más una base estándar de humus en la producción primaria de alfalfa (*Medicago sativa*), obtuvo la mejor producción de 11,51 Tn/FV/ha/corte, evaluadas a los 40 días con el tratamiento T2 al aplicar 2 L/Ha *Trichoderma* + 6 Tn Humus, bio-fertilización fue realizada una sola vez, siendo este valor inferior a los reportados en esta investigación.

Ramírez, (2015), registro 12,78 t/FV/ha/corte, como mayor producción evaluada a los 45 días, al utilizar 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, valor que es similar a los obtenidos en la presente investigación.



**Gráfico 10-3.** Producción de Forraje Verde (t/FV/ha /corte), de la Alfalfa Morada (*Medicago sativa*), bajo el efecto del *Bacillus Amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido, a los 45 días.

**Realizado por:** Chicaiza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

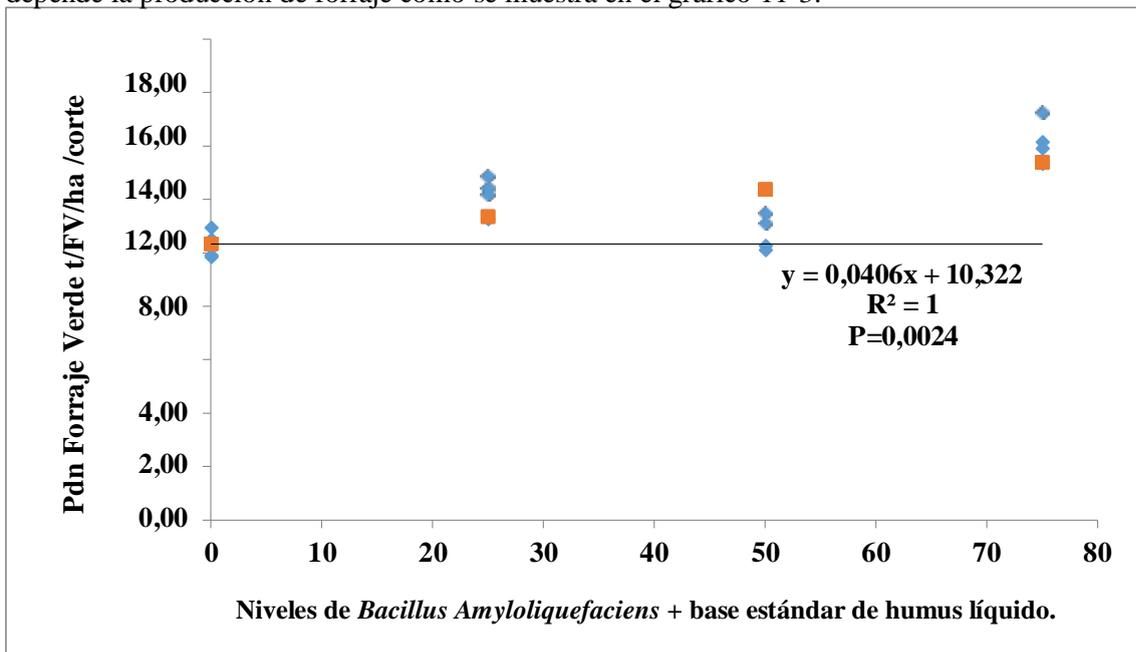
A diferencia de Leon, (2015), quien al evaluar el efecto de tres dosis de *Trichoderma* en la producción primaria del *Medicago sativa* (alfalfa) en la granja Guaslan MAGAP, obtuvo 26,93 t/FV/ha/corte, determinada a los 30 días como valor más alto de producción forrajera, al utilizar el tratamiento T3 (*Trichoderma* 7,5 cc/litro) con una bio - fertilización aplicada de forma basal, valor que supera la producción del presente estudio.

La diferencias existentes entre las investigaciones nos permiten inferir que la forma de aplicación a elegir en la utilización de bio- fertilizantes en la producción de pastos es de vital importancia ya que según Cabrera et al.,(2012), manifiestan que la fertilización basal con microorganismos presenta innumerables beneficios tales como fitoestimulantes, estimulan la germinación de las semillas y el enraizamiento por la producción de reguladores del crecimiento, vitaminas y otras sustancias.

Actúan como bio-fertilizantes, incrementando el suministro de los nutrimentos por su acción sobre los ciclos biogeoquímicos, tales como la fijación de  $N_2$ , la solubilización de elementos minerales o la mineralización de compuestos orgánicos; mejoradores, ya que mejoran la estructura del suelo por su contribución a la formación de agregados estables; agentes de control

biológico de patógenos, porque desarrollan fenómenos de antagonismo microbio-microbio; biorremediadores, eliminan productos xenobióticos tales como pesticidas, herbicidas y fungicidas; y mejoradores ecofisiológicos, incrementan la resistencia al estrés tanto biótico como abiótico, reportando una mayor productividad en los cultivos.

En el análisis de regresión con respecto a la producción de t/FV/ha/corte, analizada a los 45 días, se estableció una tendencia lineal positiva altamente significativa, la cual parte de un intercepto de 10,32, e incrementa 0,0406 con forme los niveles de *Bacillus Amyloliquefaciens* aumentan, a la vez se registró un coeficiente de determinación de 1%, esto quiere decir que de este porcentaje depende la producción de forraje como se muestra en el gráfico 11-3.



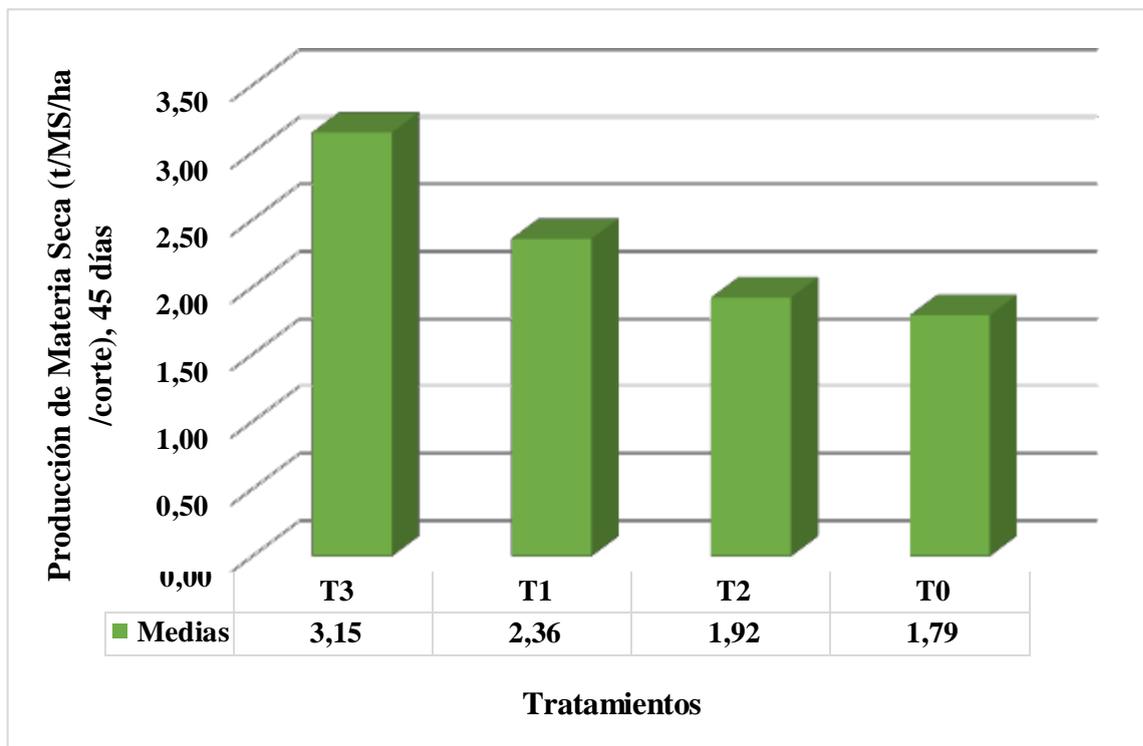
**Gráfico 11-3.** Regresión a los 45 días sobre la Producción de Forraje Verde (t/FV/ha /corte), de la Alfalfa Morada (*Medicago sativa*), bajo el efecto del *Bacillus Amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido.

**Realizado por:** Chicaza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

Al realizar contrastes en el análisis de varianza entre los tratamientos en estudio se observó que al comparar T0 vs. T1, T2, T3, no se registraron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ), mientras que al comparar del tratamiento T1 vs. T2 y T3 se registraron diferencias significativas a una ( $P < 0,05$ ), y finalmente al comparar el tratamiento T2 vs. T3 se registraron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), lo que nos permite inferir que la producción de forraje se encuentra relacionada directamente con los niveles de *Bacillus Amyloliquefaciens* empleados en el estudio.

### 3.1.11. Producción de Materia Seca (t/MS/ha/corte), 45 días

En el análisis de varianza correspondiente a la producción de materia seca medida en (t/MS/ha/corte), bajo el efecto del *Bacillus Amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido, evaluada a los 45 días se registraron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), entre las medias de los tratamientos, donde la mayor producción se obtuvo con el tratamiento T3 (75 % *Bacillus amyloliquefaciens* + base estándar de humus líquido) con 3,15 t/MS/ha/corte, mientras el menor valor se reportó en el tratamiento T0 (sin fertilización) con 1,79 t/MS/ha/corte, en comparación a los tratamientos restantes, como se muestra en la tabla 10-3 y en el gráfico 12-3.



**Gráfico 12-3.** Producción de Materia Seca (Tn/FV/ha /corte), de la Alfalfa Morada (*Medicago Sativa*), bajo el efecto del *Bacillus Amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido, a los 45 días.

**Realizado por:** Chicaza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

En relación a los resultados obtenidos Toapanta , (2016), quien evaluó el efecto de la *Trichoderma* más una base estándar de humus en la producción primaria de alfalfa (*Medicago sativa*), registro la mayor producción de materia seca de 2,78 t/MS/ha/corte, evaluadas a los 40 días con el tratamiento T2 al aplicar 2 L *Trichoderma* + 6 t Humus, valor que es inferior al de la presente investigación. A diferencia de Ramírez, (2015), quien registró la mayor producción de materia seca de 3,70 t/MS/ha/corte con el T3, como mayor producción evaluada a los 45 días, al utilizar

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, valor que es similar a los obtenidos en la presente investigación.

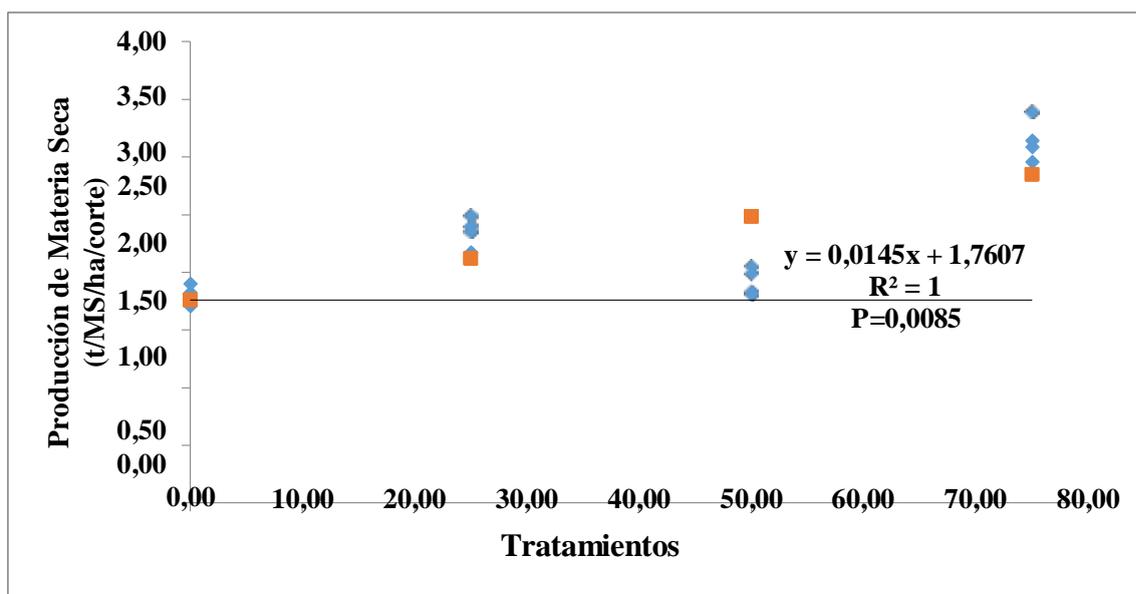
Leon, (2015), quien al evaluar el efecto de tres dosis de *Trichoderma* en la producción primaria del *Medicago sativa* (alfalfa) en la granja Guaslan MAGAP, obtuvo 7,18 t/MS/ha/corte, determinada a los 30 días como valor más de producción forrajera, al utilizar el tratamiento T3 (*Trichoderma* 7,5 cc/litro) con una bio - fertilización aplicada de forma basal, valor que supera la producción del presente estudio.

En relación a los resultados obtenidos Gomez, Bizzozero y Noguez ., (2016), mencionan que la eficacia óptima de los microorganismos inoculados depende del contenido de macronutrientes disponible en el suelo de la planta, además que cuando el sistema radicular entran en contacto con los microorganismos, estos se ensortijan y las paredes de la célula se disuelven bajo la influencia de las enzimas formando un nódulo. Una vez dentro del nódulo la bacteria obtiene los nutrientes necesarios (compuestos del carbono) y el oxígeno de la planta, a su vez la planta recibe compuestos nitrogenados producidos por la bacteria a partir del nitrógeno gaseoso de la atmósfera del suelo realizando una fijación simbiótica del nitrógeno.

Lo que nos permite inferir que al utilizar un microorganismo como bio - fertilizante debemos conocer las cualidades del microorganismos y sus necesidades a fin de darle las condiciones necesarias para que este actúe de una manera positiva en el cultivo, así como también las diferencias pueden ser causadas por otros factores que intervienen en la producción de los pastos como variedad de alfalfa utilizada, preparación del suelo, densidad, profundidad de siembra, fertilidad del suelo , tipo de fertilización así como las condiciones medio ambientales y edáficas en las que se realizó los estudios.

En el análisis de regresión con respecto a la producción de t/FV/ha/corte, analizada a los 45 días, se registró un modelo de regresión lineal significativas ( $P < 0,05$ ), la cual parte de un intercepto de 10,32, e incrementa 0,0406 con forme los niveles de *Bacillus Amyloliquefaciens* aumentan, a la vez se registró un coeficiente de determinación de 1%, esto quiere decir que de este porcentaje depende la producción de forraje como se muestra en el gráfico 11-3.

Mediante el análisis de regresión que se ilustra en el gráfico 13-3, se estableció una tendencia lineal positiva altamente significativa, en la que se determina que partiendo de un intercepto de 1,76 la producción de materia seca se eleva en 0,0145 por cada unidad de cambio en el nivel de *Bacillus Amyloliquefaciens*, aplicado a la alfalfa.



**Gráfico 13-3.** Regresión a los 45 días sobre la Producción de Materia Seca (t/MS/ha /corte), de la Alfalfa Morada (*Medicago sativa*), bajo el efecto del *Bacillus Amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido.

**Realizado por:** Chicaiza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

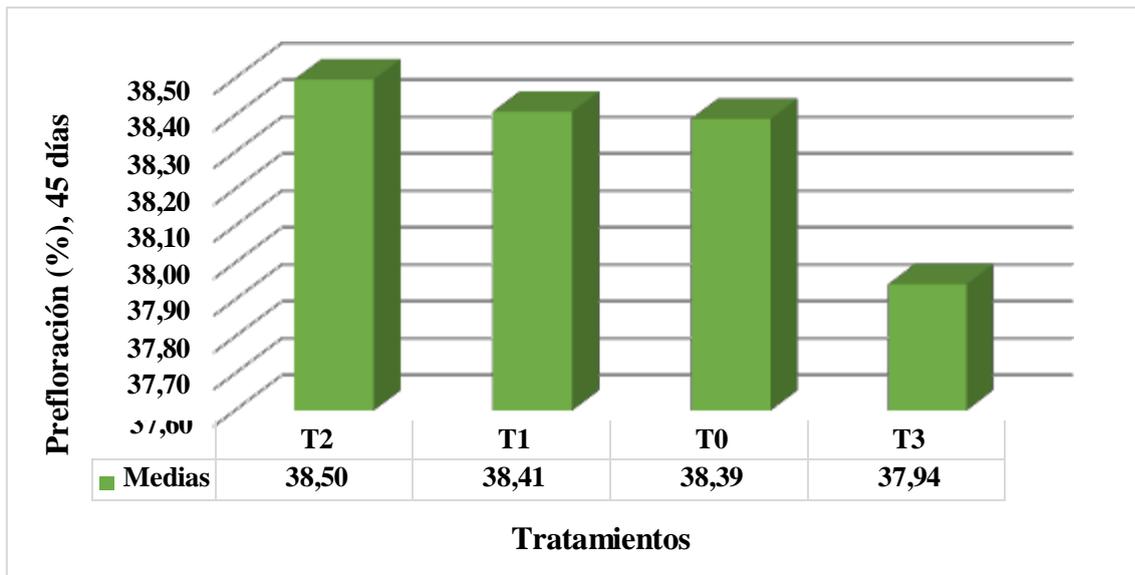
Al realizar contrastes en el análisis de varianza entre los tratamientos en estudio se observó que al comparar T0 vs. T1, T2, T3, existen diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), mientras que al comparar del tratamiento T1 vs. T2 y T3 se registraron diferencias significativas a una ( $P < 0,05$ ), y finalmente al comparar el tratamiento T2 vs. T3 se registraron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), lo que nos permite inferir que la producción de materia seca se encuentra relacionada directamente con los niveles de *Bacillus Amyloliquefaciens* empleados en el estudio.

### 3.1.12. Prefloración (%), 45 días

Al analizar la variable prefloración medida a los 45 días, no se registró diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ) entre las medias de los tratamientos, sin embargo existen diferencias de carácter numérico donde el mayor porcentaje de prefloración se obtuvo en el tratamiento T2 con 35,50%, seguidas de los tratamientos T3 y T0 con 38,41 y 38,39 respectivamente, a diferencia del tratamiento T1 con el cual se reportó 37,94 %, que fue las respuesta más bajas de esta investigación, como se muestra en el gráfico 14-3.

Al comparar los resultados obtenidos con otros autores como Chacón, (2011), quien al evaluar diferentes niveles de abono foliar (biol) en la producción de forraje de alfalfa, determinó que las plantas sin la aplicación del fertilizante foliar, requieren un tiempo menor para presentar este

estado fenológico, que fue de 39,25 días, en cambio, cuando se aplicó el abono foliar, las plantas presentaron una prefloración tardía, registrándose a los 41 días con un porcentaje de 47 % para todos los tratamientos, valores se son superiores a la presente investigación, esto puede deberse a las distintas condiciones ambientales en las que se realizaron las diferentes investigaciones, estado fenológico de la planta y especialmente la variedad de alfalfa utilizada en la experimentación.



**Gráfico 14-3.** Prefloración (%), 45 días de la Alfalfa Morada (*Medicago sativa*), bajo el efecto del *Bacillus Amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido, a los 45 días

Realizado por: Chicaiza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

### 3.2. Comportamiento bromatológico en la producción primaria de Alfalfa Morada (*Medicago Sativa*), bajo el efecto del *Bacillus Amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido.

Al realizar el análisis bromatológico o proximal de la alfalfa (*Medicago sativa*), bajo el efecto *Bacillus Amyloliquefaciens* más una base estándar humus líquido se obtuvo los siguientes resultados:

#### 3. 2.1. Humedad, (%)

La determinación del contenido de humedad en los pastos es esencial para los nutricionistas y el ganadero. El agua diluye el valor nutritivo por unidad de peso y aumenta el costo neto de los nutrientes. Es así que en la presente investigación se registró el mayor contenido de humedad en

el tratamiento T0 que alcanzó el 80,59 %, mientras que el menor contenido se reportó el T3 con 77,75 %, como se muestra en la tabla (11-3).

**Tabla 11-3.** Composición bromatológica en la producción primaria de alfalfa morada (*Medicago sativa*), bajo el efecto del *Bacillus Amyloliquefaciens*, más una base estándar de humus líquido.

Componente Nutricional	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
Humedad (%)	82,59	80,63	82,11	77,75
Materia Seca (%)	17,42	19,37	17,89	22,25
Proteína (%)	22,16	19,93	21,1	19,45
Grasa (%)	2,93	3,15	3,43	2,95
Ceniza (%)	11,41	10,5	10,13	10,55
Fibra (%)	25,74	26,54	24,34	25,82

**Fuente:** Laboratorio de Bromatología AGROCALIDAD, 2020.

**Realizado por:** Chicaiza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

Estas respuestas ratifican lo señalado por Robalino, (2008), quien manifiesto que se pueden obtener respuestas diferentes no solo por efecto que tienen los biofertilizantes sobre la parcela experimental, sino que las diferencias están sujetas a las condiciones medio ambientales que se presentan durante la época de producción y experimentación, especialmente en lo que tiene que ver con los cambios climáticos, además debe tomarse en cuenta, la edad del pasto en el cual se realizaron el análisis proximal, ya que mientras más tierno es el pasto tiene mayor contenido de humedad y viceversa.

### 3. 2.2. *Materia Seca (%)*

En cuanto al contenido de materia seca se puede evidenciar que al utilizar bio- fertilización en la producción primaria de alfalfa analizada a los 45 días de edad post corte, se obtuvo los mejores valores en el tratamiento T3 (75% *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido), con 22,25 %, a diferencia del menor valor que se registró con el tratamiento T0 (sin fertilización), con 17,42 %. Lo que nos permite inferir que la fertilización foliar con la inclusión de *Bacillus amyloliquefaciens* Aumenta la producción de materia seca, la misma que es de fundamental importancia para la alimentación de las especies de interés zootécnico domésticas.

Los valores de la presente investigación son similares a los de obtenidos Toapanta , (2016), quien al evaluar el efecto de la Trichoderma más una base estándar de humus en la producción primaria de alfalfa (*Medicago sativa*), registro 22,56% de materia seca.

### **3. 2.3. Proteína (%)**

Al evaluar el contenido de proteína, en la alfalfa, bajo el efecto del *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido aplicada diferentes niveles se demuestra que el mayor porcentaje se obtuvo con el tratamiento T0 (sin fertilización), seguido del tratamiento T2 (50% *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido), con 22,16% y 21,10 respectivamente, en tanto que la menor respuesta se evidenciaron en el tratamiento T3 con 19,45%. En referencia a los resultados obtenidos Grijalva, (2005), manifiesta que las pasturas y otros tipos de forrajes presentan una gran variación en calidad en sus distintas etapas de crecimiento y en las diferentes fracciones de la planta debido a la variabilidad en las condiciones ambientales (suelo, clima), al material genético y al manejo (riego, fertilización).

Además Di Marco, (2011), resalta que se debe de considerar a un forraje de buena calidad cuando aporta más de 15% de Proteína bruta y que presente una digestibilidad de materia seca mayor a 70%.

### **3. 2.4. Grasa (%)**

En cuanto al contenido de grasa en la presente investigación se registró el mayor contenido en el tratamiento T2 (50% *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido), con 3,43%, a diferencia del menor valor el cual se obtuvo con el tratamiento T0 (sin fertilización). En relación a los resultados obtenidos Grijalva, (2005), manifiesta que el contenido de grasas en las dietas de los animales de interés zootécnico, son una importante parte de la ración ya que son la fuente más concentrada de energía dan al pasto una palatabilidad mayor, reducen la finesa y actúa como lubricante durante el proceso de digestión.

### **3. 2.5. Ceniza (%)**

En lo correspondiente al porcentaje de ceniza en la alfalfa se estableció el valor más alto para el tratamiento control (T0) con 11,41%, a diferencia del tratamiento T2 (50% *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido), con 10,13%.

### 3.1.13. Fibra (%)

El contenido de fibra en la alfalfa bajo el efecto del *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido aplicada diferentes niveles, registró el valor más alto el tratamiento T1 con 26,54 %, a diferencia del menor valor en cual se obtuvo con el tratamiento T2 con 24,34 %. Con respecto a los resultados obtenido Agropal, (2016), manifiesta que la fibra es la suma de lignina (fracción poco digestible), hemicelulosa y celulosa (fracción digestible), que a medida de que la planta avanza en su ciclo de vida aumenta el porcentaje de fibra y, generalmente, su valor nutritivo disminuye debido a su creciente lignificación, normalmente, cuanto más fibra nos aporta una planta, menos proteína tiene.

Además al aumentar la proporción de fibra y al tener la misma una menor digestibilidad, el forraje permanece más tiempo en el rumen lo que lleva a un menor consumo de ración total, pero a su vez esta es importante no sólo como precursora de la grasa en la leche como en el caso de los bovinos, sino que de ella depende en gran medida el normal funcionamiento del rumen, ayuda a promover la motilidad del aparato digestivo, mantienen el pH ruminal por su capacidad para tamponar y regular la acidez y estimula la rumia, Agropal, (2016)

### 3. 3 Análisis físico químico del suelo antes y después de la aplicación de los diferentes niveles de *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido.

Al realizar el análisis del suelo antes y después de la aplicación de los diferentes niveles de *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido en las parcelas de *Medicago sativa*, se describen los resultados reportados por el laboratorio de AGROCALIDAD, (Tabla 12-3).

**Tabla 12-3.** Análisis de suelo antes y después de la aplicación de *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido en la producción primaria de *Medicago sativa*.

Parámetro	U	Antes	Interpretación	Después	Interpretación
PH (a 25 ° C)		7,83	Ligeramente Alcalino	7,55	Ligeramente Alcalino
Materia Orgánica	%	1,06	Bajo	0,82	Bajo
Nitrógeno (N)	%	0,05	Bajo	0,04	Bajo
Fosforo (P)	mg/kg	95,8	Alto	117,4	Alto
Potasio (K)	cmol/kg	0,59	Alto	0,57	Alto

**Fuente:** Laboratorio de Bromatología AGROCALIDAD, 2020.

**Realizado por:** Chicaza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

En el caso del pH se determinó un valor de 7,83 en el análisis inicial y 7,55 para el análisis final siendo el mismo un pH ligeramente alcalino.

En relación al contenido de materia orgánica del suelo antes y después de la fertilización, se pudo evidenciar valores de 1,06 % en el análisis inicial, a diferencia del análisis final en el cual se registró una reducción de materia orgánica con un valor de 0,82 %.

En lo correspondiente al contenido de nitrógeno del suelo no se evidencio cambio alguno manteniéndose el mismo en un nivel bajo con 0,005 y 0,004 %, respectivamente.

El contenido de fósforo del suelo evidenció un aumento significativo, ya que partiendo de 95,8 mg/kg (antes de la bio-fertilización foliar), se incrementó a 117,4 mg/kg (después de la bio – fertilización foliar), lo que puede deberse a que el bio-fertilizante empieza a desintegrarse permitiendo la liberación del fósforo y el potasio en cuanto a este último no se evidencio cambios significativos registrándose 0,59 cmol/kg para el análisis inicial y 0,57 cmol/kg en el análisis final.

### **3. 4            Análisis Económico**

Al realizar el análisis económico de la producción de forraje verde a los 45 días de edad bajo el efecto de diferentes niveles de *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido en las parcelas experimentales de *Medicago sativa*, se determinaron los siguientes resultados: la mayor rentabilidad en producir forrajera se alcanzó al aplicar el tratamiento T1 (25% *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido), con un beneficio/costo de 1,28 USD., como se indica en la tabla 13-3, lo que representa que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de 0,28 centavos de dólar, a diferencia del Tratamiento T2 (50% *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido), con el cual se obtuvo la menor rentabilidad de 1,05 USD., de esta manera se puede decir que resulta rentable la aplicación de biofertilizantes a la hora de obtener un eficiente rendimiento forrajero en la producción de *Medicago sativa*.

**Tabla 13-3.** Evaluación Económica de la producción primaria de alfalfa morada (*Medicago sativa*), bajo el efecto del *Bacillus Amyloliquefaciens*, más una base estándar de humus líquido.

Parámetros	Tratamientos			
	T0	T1	T2	T3
Establecimiento de pradera	200	200	200	200
Mano de obra	300	300	300	300
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> + Humus líquido	200	344,37	423,75	532,62
Uso del terreno	200	200	200	200
<b>Total Egresos</b>	<b>900</b>	<b>1044,37</b>	<b>1123,75</b>	<b>1232,62</b>
Producción de Forraje Verde (T/FV/ha/corte)	10,30	12,18	10,75	14,16
Cotización del forraje	110	110	110	110
Ingresos por venta del forraje	1133	1339,8	1182,5	1557,6
<b>Beneficio / Costo</b>	<b>1,26</b>	<b>1,28</b>	<b>1,05</b>	<b>1,26</b>

T0: (sin Fertilización)

T1: (25 % *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido)

T2: (50% % *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido)

T3: (75% *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido)

Realizado por: Chicaza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

## CONCLUSIONES

El mayor contenido de cobertura basal se obtuvo a los 15 días de experimentación con los tratamientos T0 (sin fertilización) y T1 (25% *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido), registrando 96,38 % y 96,17 %, respectivamente. En lo que corresponde a la cobertura aérea los mejores valores fueron registrados en la misma edad del cultivo y en los mismos tratamientos con 96,27 % (T0) y 96,02 % (T1).

La altura de planta registro los mejores valores de la investigación en el tratamiento T2 (50 % *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido) con 34,48 cm al ser evaluada a los 15 días e incremento a 36,15 cm a los 30 días, mientras que a los 45, reporto una altura de 41,28 cm.

Se determinaron los mejores rendimientos en la producción de forraje verde de alfalfa, al bio - fertilizar el cultivo con 75 % *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido (T3), alcanzando rendimientos de 14,16 t/Ha/corte, al igual que la producción de materia seca que fue de, 3,15 t/Ha analizada a los 45 días.

En la evaluación proximal del *Medicago sativa*, se determinó el mayor contenido de materia seca en el tratamiento T3 con 22,25 %, de proteína cruda el mayor valor se obtuvo con el tratamiento T0 (sin fertilización) con 22,16 % seguido del tratamiento T2 (50 % *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido) el cual registro 21,10 %, el porcentaje de fibra cruda (26,54%) y cenizas (11,41%) se evidenciaron como las mejores respuestas con el T1 y T0 respectivamente.

El análisis Beneficio/Costo (B/C) determinó que el tratamiento de mayor rentabilidad fue el tratamiento T1 (20 % *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido) con un indicador de 1,28 USD., lo que representa que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de 0,28 centavos de dólar

## RECOMENDACIONES

Utilizar 75 % *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido, en la producción de *Medicago sativa*, debido a que registra los mayores rendimientos productivos en el cultivo.

Fomentar la aplicación del *Bacillus amyloliquefaciens* más Humus en las praderas ya que se convierte en la alternativa de bio – fertilización eficaz que no solo ayuda a la planta sino también al medioambiente, al remplazar fertilizantes químicos.

Aplicar 75 % *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido de forma basal en la alfalfa con la finalidad de conocer su efecto y poder diferenciarlo con la fertilización foliar.

Utilizar esta investigación como una línea base y precursora para la utilización de microorganismos en la fertilización de pastos

## BIBLIOGRAFÍA

**AGROPAL 2020.** *Importancia de la fibra en la formulación de la alimentación para rumiantes* [Blog]. [Consulta: 26/08/2020].

Disponible en <https://www.oviespana.com/informacion-de-ovino/servicio-diario-de-noticias/noticias/importancia-de-la-fibra-en-la-formulacion-de-la-alimentacion-para-rumiantes>

**ARENAS, Fredy.** Usos potenciales del Humus (abono organico lixiviado y solido) en la Empresa Fertilombriz [en línea]. (Trabajo de titulación) (Maestría) Corporacion Universitaria La Sallista; Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias Administracion de Empresas Agropecuarias Caldas - Colombia 2013. pp. 1-68 [Consulta: 16/05/2020].  
[http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/936/1/USOS\\_POTENCIALES\\_HUMUS\\_ABONO\\_ORGANICO\\_LIXIVIADO\\_SOLIDO\\_EMPRESA\\_FERTILOMBRIZ.pdf](http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/936/1/USOS_POTENCIALES_HUMUS_ABONO_ORGANICO_LIXIVIADO_SOLIDO_EMPRESA_FERTILOMBRIZ.pdf).

**ARRIETA, Ines. y MORENO, Carla., 2008.** *Curso de pasturas.* [Blog]. [Consulta: 26/08/2020].  
[http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/PASTURAS\\_CRS/Seminarios\\_2008/Alfalfa.pdf](http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/PASTURAS_CRS/Seminarios_2008/Alfalfa.pdf).

**CABRERA, Oscar., DÍAZ, Auro., PEÑA, Juan. y VERA, Jose.** "Impacto de los biofertilizantes en la agricultura ". *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* [en línea], vol. 3, n°6 (2012) (México) pp. 1261-1274. [Consulta: 12/08/2020].  
<http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v3n6/v3n6a15.pdf>.

**CHACÒN, Dolile.** Evaluación de diferentes niveles de abono foliar (Biol) en la producción de forraje del *Medicago sativa* en la Estación Experimental Tunshi. [en línea]. (Trabajo de titulación) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencia Pecuarias, Escuela de Ingeniería Zootécnica, 2011. Riobamba-Ecuador. pp 1-95 [Consulta: 12/08/2020]  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1029/1/17T01034.pdf>.

**CHANDLER, David., BAILEY, Alastair., TATCHELL, Mark., DAVIDSON, GILL., GREAVES, Justin y WYN, Grant.** *The Royal Society - The development , regulation and use of biopesticides for integrated pest management.* Review (2011) [en línea], (Gran Bretaña. - Coventry) pp. 1987-1998. DOI 10.1098/rstb.2010.0390. [Consulta: 12/06/2020]

<https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rstb.2010.0390>.

- CORRALES, Lucia., CAYCEDO, Liliana., GÓMEZ, María., RAMOS, Sonia. y RODRÍGUEZ, Jessica., 2017.** "Bacillus spp: una alternativa para la promoción vegetal por dos caminos enzimáticos". *Nova* [en línea], vol. 15, n°. 27, pp. 45-65.(2017) (Cundinamarca. Bogotá, Colombia.Correspondencia:)ISSN 1794-2470. [Consulta: 12/07/2020]  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1794-24702017000100046](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-24702017000100046).
- CORREA Santiago.** Evaluación de diferentes dosis de vermicompost y giberelinas en la producción forrajera de *Medicago sativa* (Alfalfa) [en línea]. (Trabajo de titulación) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencia Pecuarias, Escuela de Ingeniería Zootécnica, 2013. Riobamba-Ecuador. pp 1-105 [Consulta: 18/08/2020]  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3127>
- Di Marco, O.** Estimación de calidad de los forrajes. Sitio argentino de producción animal. *Producir XXI*, (2011). Bs. As., 20(240): 24-30. Argentina.
- FERNÁNDEZ, Mercedes., NURIA de María, y FELIPE, María., 2002.** Fijación biológica de nitrógeno : factores limitantes. [Blog], pp. 195-202. [Consulta: 18/08/2020]  
<https://digital.csic.es/bitstream/10261/128283/1/Fijación%20Biológica391%28MC%20F%20Pascual%29.p>
- FLÓREZ, Dixon., 2015.** *LA ALFALFA (Medicago sativa): ORIGEN , MANEJO Y PRODUCCIÓN*. [Blog] *Conexagro Jdc*, pp. 27-43. [Consulta: 7/05/2020]  
<https://jdc.edu.co/revistas/index.php/conexagro/article/view/520>
- GRIJALVA, J. 2005.** *Producción de pastizales en la Región Interandina del Ecuador*. Manual N° 30. Quito, Ecuador. Edit. INIAP pp. 125- 134.
- GOMEZ, Alberto., BIZZOZERO, Federico. y NOGUEZ, Rosario., 2016.** *Biofertilizantes Nutriendo Cultivos Sanos* [Blog] [Consulta: 28/07/2020]  
[https://www.ciaorganico.net/documypublic/822\\_Biofertilizantes-\\_cultivos\\_sanos.pdf](https://www.ciaorganico.net/documypublic/822_Biofertilizantes-_cultivos_sanos.pdf).
- INAMHI, 2018.** Boletín Climatológico Anual. [en línea], pp. 31. [Consulta: 7/05/2020]  
[http://www.serviciometeorologico.gob.ec/meteorologia/boletines/bol\\_anu.pdf](http://www.serviciometeorologico.gob.ec/meteorologia/boletines/bol_anu.pdf).
- LEON, Cristian.** Efecto de tres dosis de Trichoderma en la producción primaria del *Medicago*

sativa (Alfalfa) en la Granja Guaslan MAGAP. [en línea]. (Trabajo de titulación) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencia Pecuarias, Escuela de Ingeniería Zootécnica, 2015.. Riobamba-Ecuador. pp 1-105 [Consulta: 20/08/2020] <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5292/1/TESIS LEON 2.pdf>.

**LI, Bing., LI, Qing., XU, Zhihui., ZHANG, Nan., SHEN, Qirong. y ZHANG, Ruifu.** Responses of beneficial *Bacillus amyloliquefaciens* SQR9 to different soilborne fungal pathogens through the alteration of antifungal compounds production. *Frontiers in MICROBIOLOGY* [en línea], vol. 5, n°21. (2014) (Beijing, China) pp. 1-10. DOI 10.3389/fmicb.2014.00636. [Consulta: 20/08/2020] <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2014.00636/full>.

**LOMBRINATUR, 2015.** *Humus De Lombriz*. [Blog], [Consulta: 20/08/2020] Disponible en: <https://docplayer.es/59632801-Humus-de-lombriz-lombrinatur.html>

**MELÉNDEZ, Gloria. y MOLINA, Eloy.** *Fertilización Foliar Principios y Aplicaciones*. 2012. [Consulta: 20/08/2020] <http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/Memoria Curso Fertilización Foliar.pdf>.

**Muradian, M.** *Bacillus amyloliquefaciens*. 2015 [Consulta: 20/08/2020] Disponible en: [https://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Bacillus\\_amyloliquefaciens](https://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Bacillus_amyloliquefaciens)

**PANTALEÓN, Arturo.** *INSTALACIÓN Y MANEJO DE LA ALFALFA EN ZONAS ALTOANDINAS*. 2016. [en línea], [Consulta: 20/08/2020] Disponible en: <https://media-ashoka.oiengine.com/attachments/a5415f5b-18bc-408a-a52c-7eef0ac827e0.pdf>.

**PEDRAZA, Lus, LOPEZ, Camilo y URIBE, Daniel.** Mecanismos de acción de *Bacillus* spp. (Bacillaceae) contra microorganismos fitopatógenos durante su interacción con plantas. *Acta Biológica Colombiana* [en línea], vol. 25, n°1, (2020.) (Bogotá - Colombia ) pp. 112- 125. ISSN 0120-548X. DOI 10.15446/abc.v25n1.75045. <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v25n1/0120-548X-abc-25-01-112.pdf>.

**PERSELLO, F., NUSSAUME, L. y ROBAGLIA, C., 2003.** Tales from the underground : molecular plant – rhizobacteria interactions. *Plant, Cell and Environment Review* [en línea], vol. 199, n° 26 (2003) (Francia) pp. 189-199. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1046/j.1365-3040.2003.00956.x>.

**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. [en línea]. (Trabajo de titulación) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencia Pecuarias, Escuela de Ingeniería Zootécnica, 2015.. Riobamba- Ecuador. pp 1-76 [Consulta: 20/08/2020]  
[http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5284/1/TESIS TRICHODERMA.pdf](http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5284/1/TESIS%20TRICHODERMA.pdf).

**REBUFFO, Mónica.** Alfalfa: Principios de manejo del pastoreo. *Revista INIA - Programa Nacional de Plantas Forrajeras* [en línea], vol. 4, nº5. (2005) (Uruguay). pp. 2-4. [Consulta: 15/08/2020]  
[http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/ara/ara\\_126.pdf](http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/ara/ara_126.pdf).

**RESTREPO, Sara, PINEDA Eliana y RÍOS, Leonardo.** Mecanismos de acción de hongos y bacterias empleados como biofertilizantes en suelos agrícolas : una revisión sistemática *Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria*. vol. 18, nº2, (2017) (Colombia). pp. 335-351. [Consulta: 15/08/2020]  
<http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v18n2/0122-8706-ccta-18-02-00335.pdf>

**ROJAS, Marcia. y TEJARA. Berto.** Potencialidades del género *Bacillus* en la promoción del crecimiento vegetal y el control biológico de hongos fitopatógenos. *Revista CENIC : Ciencias Biológicas* [en línea], vol. 42, no. 3, pp. 131-138. (2011) (La Habana Cuba) ISSN 2221-2450. [Consulta: 15/08/2020]  
[https://www.researchgate.net/publication/237027215\\_Potencialidades\\_del\\_genero\\_Bacillus\\_en\\_la\\_promocion\\_del\\_crecimiento\\_vegetal\\_y\\_el\\_control\\_biologico\\_de\\_hongos\\_fitopatogenos](https://www.researchgate.net/publication/237027215_Potencialidades_del_genero_Bacillus_en_la_promocion_del_crecimiento_vegetal_y_el_control_biologico_de_hongos_fitopatogenos).

**RUDRESH, D.L., SHIVAPRAKASH, M.K. y PRASAD, R.** Tricalcium phosphate solubilizing abilities of *Trichoderma spp* . in relation to Puptake and growth and yield parameters of chickpea ( *Cicer arietinum L.* ) Tricalcium phosphate solubilizing abilities of *Trichoderma spp* . in relation to Puptake and growth. *Canadian Journal of Microbiology* . vol. 51 [en línea], (2004) (Canadá) DOI 10.1139/w04-127 [Consulta: 20/08/2020]  
[https://www.researchgate.net/publication/7820467\\_Tricalcium\\_phosphate\\_solubilizing\\_abilities\\_of\\_Trichoderma\\_spp\\_in\\_relation\\_to\\_P\\_uptake\\_and\\_growth\\_and\\_yield\\_parameters\\_of\\_chickpea\\_Cicer\\_arietinum\\_L](https://www.researchgate.net/publication/7820467_Tricalcium_phosphate_solubilizing_abilities_of_Trichoderma_spp_in_relation_to_P_uptake_and_growth_and_yield_parameters_of_chickpea_Cicer_arietinum_L).

**SERRANO, Pilar., LUCENA, J., RUANO, Sebastian. y NOGALES, Mariano.** *GUÍA PRÁCTICA DE LA FERTILIZACIÓN RACIONAL DE LOS CULTIVOS EN ESPAÑA* [en

línea]. , 2017. ISBN 9788449109973. [Consulta: 10/08/2020]  
<https://www.fertiberia.com/media/605187/guía-práctica-de-la-fertilización.pdf>.

**TENORIO, Carmita.** Evaluación de diferentes niveles de *Rhizobium Meliloti* más la adición de vermicompost en la producción de forraje del *Medicago Sativa* (Alfalfa). (Trabajo de titulación) [en línea].Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencia Pecuarias, Escuela de Ingeniería Zootécnica, 2011.. Riobamba-Ecuador. pp 1-54 [Consulta: 20/08/2020]  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1056/1/17T01012.pdf>.

**TOAPANTA, Dario.** Efecto de la Trichoderma más una base estándar de humus en la producción primaria forrajera de Alfalfa (*Medicago sativa*) (Trabajo de titulación) [en línea].Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencia Pecuarias, Escuela de Ingeniería Zootécnica, 2016.. Riobamba-Ecuador. pp 1-68 [Consulta: 20/08/2020]  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5324/1/17T1370.pdf>.

**TOURÈ, T., ONGENA, M., JAQUES, P., GUIRO, A. y THONART, P., 2004.** Role of lipopeptides produced by *Bacillus subtilis* GA1 in the reduction of grey mould disease caused by *Botrytis cinerea* on apple. [en línea], pp. 1151-1160. DOI 10.1111/j.1365-2672.2004.02252.x. [Consulta: 17/08/2020]  
<https://sfamjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1365-2672.2004.02252.x>.

**USCA, Bety.** Evaluación de diferentes niveles de un biofertilizante orgánico en la producción forrajera del *Medicago sativa* var. Abunda Verde (Alfalfa) (Trabajo de titulación) [en línea].Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencia Pecuarias, Escuela de Ingeniería Zootécnica, 2015. Riobamba-Ecuador. pp 1-60 [Consulta: 20/08/2020]  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5210/1/17T1295.pdf>.

**VILLARREAL, María., VILLA, Eber.,CIRA, Alberto y SANTOS, Sergio.** El género *Bacillus* como agente de control biológico y sus implicaciones en la bioseguridad agrícola. *Revista Mexicana de Fitopatología, Mexican Journal of Phytopathology* [en línea], vol. 36, no. 1. , (2018) (México) ISSN 2007-8080. DOI 10.18781/r.mex.fit.1706-5. [Consulta: 20/08/2020]  
<http://dx.doi.org/10.18781/r.mex.fit.1706-5>.

**Yuan,J., Raza, W., Shen, Q. & Huang, Q.** *Antifungal Activity of Bacillus amyloliquefaciens NJN-6 Volatile Compounds against Fusarium oxysporum f.sp. cubense.* (2012). [Consulta:

20/08/2020]

<http://aem.asm.org/content/78/16/5942.full>

## ANEXOS

**Anexo A.** Análisis estadístico de la cobertura basal (%) por efecto del *Bacillus amyloliquefaciens* más humus líquido en la producción primaria de *Medicago sativa* (Alfalfa Morada).

### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES – Cobertura basal medida a los 15 días, %.

Tratamientos	Repeticiones/Bloques				Suma	Media
	I	II	III	IV		
T0 (sin Fertilización)	97,01	96,72	95,97	95,81	385,51	96,38
T1 (25 % <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido)	96,57	95,46	95,67	96,96	384,65	96,16
T2 (50% % <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido)	94,92	95,17	96,76	95,15	382,00	95,50
T3 (75% <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido)	96,64	95,32	94,72	96,19	382,87	95,72
<b>Promedio General</b>						<b>95,94</b>
<b>Desviación Estándar</b>						<b>0,77</b>
<b>Coficiente de Variación</b>						<b>0,86</b>

Realizado por: Chicaza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

### 2. ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	SC	GL	CM	F	P-valor
Tratamientos	1,94	3	0,65	0,97	<b>0,4497</b>
Repeticiones/Bloques	0,91	3	0,30	0,45	0,7225
Error	6,02	9	0,67		
Total	8,87	15			

Realizado por: Chicaza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

### 3. MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY (P≤0,05)

Tratamientos	Medias	n	E.E	Rango
<b>T0</b>	96,38	4	0,41	a
<b>T1</b>	96,17	4	0,41	a
<b>T3</b>	95,72	4	0,41	a
<b>T2</b>	95,50	4	0,41	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Realizado por: Chicaza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

**Anexo B.** Análisis estadístico de la cobertura aérea (%) por efecto del *Bacillus amyloliquefaciens* más humus líquido en la producción primaria de *Medicago sativa* (Alfalfa Morada).

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES – Cobertura aérea medida a los 15 días, %.

Tratamientos	Repeticiones/Bloques				Suma	Media
	I	II	III	IV		
T0 (sin Fertilización)	97,01	96,63	96,04	95,39	385,07	127,02
T1 (25 % <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido)	95,85	95,82	95,47	96,93	384,07	96,02
T2 (50% % <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido)	95,81	95,69	95,85	95,71	383,06	95,76
T3 (75% <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido)	96,01	95,64	95,53	95,54	382,72	95,68
<b>Promedio General</b>						<b>103,62</b>
<b>Desviación Estándar</b>						<b>0,50</b>
<b>Coefficiente de Variación</b>						<b>0,55</b>

Realizado por: Chicaiza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	SC	GL	CM	F	P-valor
Tratamientos	0,85	3	0,28	1,03	<b>0,4252</b>
Repeticiones/Bloques	0,41	3	0,14	0,50	0,6929
Error	2,47	9	0,27		
Total	3,72	15			

Realizado por: Chicaiza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

3. MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY (P≤0,05)

Tratamientos	Medias	n	E.E	Rango
<b>T0</b>	96,27	4	0,26	a
<b>T1</b>	96,02	4	0,26	a
<b>T2</b>	95,77	4	0,26	a
<b>T3</b>	95,68	4	0,26	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Realizado por: Chicaiza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

**Anexo C.** Análisis estadístico de la altura de la planta (cm) por efecto del *Bacillus amyloliquefaciens* más humus líquido en la producción primaria de *Medicago sativa* (Alfalfa Morada).

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES – Altura de la planta (cm) medida a los 15 días

Tratamientos	Repeticiones/Bloques				Suma	Media
	I	II	III	IV		
T0 (sin Fertilización)	26,21	27,20	29,32	28,90	111,63	27,88
T1 (25 % <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido)	28,80	32,00	34,70	30,00	125,50	31,38
T2 (50% % <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido)	37,50	35,50	32,10	32,80	137,90	34,41
T3 (75% <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido)	26,90	27,60	29,92	27,30	111,72	27,91
<b>Promedio General</b>						<b>30,37</b>
<b>Desviación Estándar</b>						<b>3,37</b>
<b>Coefficiente de Variación</b>						<b>7,15</b>

Realizado por: Chicaza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	CM	GL	SC	F	P-valor
Tratamientos	119,47	3	39,82	8,42029328	0,0056
Repeticiones/Bloques	7,93	9	2,64	0,55883307	0,6553
Error	42,57				
Total	169,96	15			

Realizado por: Chicaza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

3. MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY (P≤0,05)

Tratamientos	Medias	n	E.E	Rango
T2	34,48	4	1,09	a
T1	31,38	4	1,09	ab
T3	27,93	4	1,09	b
T0	27,91	4	1,09	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Realizado por: Chicaza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

**Anexo D.** Análisis estadístico de la cobertura basal (%) por efecto del *Bacillus amyloliquefaciens* más humus líquido en la producción primaria de *Medicago sativa* (Alfalfa Morada).

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES – Cobertura basal medida a los 30 días, %.

Tratamientos	Repeticiones/Bloques					
	I	II	III	IV	Suma	Media
T0 (sin Fertilización)	95,39	95,94	94,76	95,49	381,58	95,39
T1 (25 % <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido)	95,60	95,39	94,76	95,10	380,85	95,21
T2 (50% % <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido)	94,36	95,96	95,18	96,04	381,54	95,38
T3 (75% <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido)	95,99	95,13	95,76	96,22	383,10	95,77
<b>Promedio General</b>						<b>95,44</b>
<b>Desviación Estándar</b>						<b>0,54</b>
<b>Coficiente de Variación</b>						<b>0,58</b>

**Realizado por:** Chicaza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	SC	GL	CM	F	P-valor
Tratamientos	0,68	3	0,23	0,74	<b>0,5555</b>
Repeticiones/Bloques	0,87	3	0,29	0,95	0,4558
Error	2,75	9	0,31		
Total	4,30	15			

**Realizado por:** Chicaza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

3. MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY (P<0,05)

Tratamientos	Medias	n	E.E	Rango
<b>T3</b>	95,78	4	0,28	a
<b>T0</b>	95,40	4	0,28	a
<b>T2</b>	95,39	4	0,28	a
<b>T1</b>	95,21	4	0,28	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Realizado por:** Chicaza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

**Anexo E.** Análisis estadístico de la cobertura aérea (%) por efecto del *Bacillus amyloliquefaciens* más humus líquido en la producción primaria de *Medicago sativa* (Alfalfa Morada).

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES – Cobertura aérea medida a los 30 días, %.

Tratamientos	Repeticiones/Bloques				Suma	Media
	I	II	III	IV		
T0 (sin Fertilización)	96,78	96,63	96,04	95,39	384,83	96,21
T1 (25 % <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido)	95,69	95,82	94,68	96,93	383,13	95,78
T2 (50% % <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido)	95,81	95,69	95,85	95,71	383,06	95,76
T3 (75% <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido)	96,01	95,64	94,75	95,54	381,95	95,49
<b>Promedio General</b>						<b>95,81</b>
<b>Desviación Estándar</b>						<b>0,61</b>
<b>Coficiente de Variación</b>						<b>0,78</b>

**Realizado por:** Chicaza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	SC	GL	CM	F	P-valor
Tratamientos	1,11	3	0,37	0,67	<b>0,5901</b>
Repeticiones/Bloques	0,40	3	0,13	0,24	0,8663
Error	4,94	9	0,55		
Total	6,44	15			

**Realizado por:** Chicaza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

3. MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY (P≤0,05)

Tratamientos	Medias	n	E.E	Rango
<b>T3</b>	95,60	4	0,37	a
<b>T1</b>	95,31	4	0,37	a
<b>T2</b>	95,27	4	0,37	a
<b>T0</b>	94,86	4	0,37	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Realizado por:** Chicaza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

**Anexo F.** Análisis estadístico de la altura de la planta (cm) por efecto del *Bacillus amyloliquefaciens* más humus líquido en la producción primaria de *Medicago sativa* (Alfalfa Morada).

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES – Altura de la planta (cm), medida a los 30 días

Tratamientos	Repeticiones/Bloques				Suma	Media
	I	II	III	IV		
T0 (sin Fertilización)	35,30	35,70	35,30	36,60	142,90	35,72
T1 (25 % <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido)	36,30	36,00	35,30	35,20	142,80	35,70
T2 (50% % <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido)	36,40	36,70	35,00	36,50	144,60	36,14
T3 (75% <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido)	35,20	35,20	35,40	35,20	141,00	35,25
<b>Promedio General</b>						<b>35,70</b>
<b>Desviación Estándar</b>						<b>0,60</b>
<b>Coefficiente de Variación</b>						<b>1,53</b>

**Realizado por:** Chicaiza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

	FV	SC	GL	CM	F	P-valor
Tratamientos		1,62	3	0,54	1,81	<b>0,2163</b>
Repeticiones/Bloques		1,13	3	0,38	1,26	0,3452
Error		2,70	9	0,30		
Total		5,45	15			

**Realizado por:** Chicaiza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

3. MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY ( $P \leq 0,05$ )

Tratamientos	Medias	n	E.E	Rango
<b>T2</b>	36,15	4	0,27	a
<b>T0</b>	35,73	4	0,27	a
<b>T1</b>	35,70	4	0,27	a
<b>T3</b>	35,25	4	0,27	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Realizado por:** Chicaiza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

**Anexo G.** Análisis estadístico de la Cobertura basal (%) por efecto del *Bacillus amyloliquefaciens* más humus líquido en la producción primaria de *Medicago sativa* (Alfalfa Morada).

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES – Cobertura basal medida a los 45 días, %.

Tratamientos	Repeticiones/Bloques				Suma	Media
	I	II	III	IV		
T0 (sin Fertilización)	95,22	95,46	95,53	95,04	381,25	95,31
T1 (25 % <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido)	95,67	94,81	95,38	94,53	380,38	95,09
T2 (50% % <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido)	95,65	95,46	95,01	95,51	381,64	95,41
T3 (75% <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido)	95,26	95,78	95,68	96,13	382,85	95,71
<b>Promedio General</b>						<b>95,38</b>
<b>Desviación Estándar</b>						<b>0,40</b>
<b>Coficiente de Variación</b>						<b>0,43</b>

**Realizado por:** Chicaiza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	SC	GL	CM	F	P-valor
Tratamientos	0,78	3	0,26	1,53	<b>0,2724</b>
Repeticiones/Bloques	0,05	3	0,02	0,09	0,9630
Error	1,53	9	0,17		
Total	2,36	15			

**Realizado por:** Chicaiza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

3. MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY (P≤0,05)

Tratamientos	Medias	n	E.E	Rango
<b>T3</b>	95,71	4	0,21	a
<b>T2</b>	95,41	4	0,21	a
<b>T0</b>	95,31	4	0,21	a
<b>T1</b>	95,10	4	0,21	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Realizado por:** Chicaiza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

**Anexo H.** Análisis estadístico de la cobertura aérea (%) por efecto del *Bacillus amyloliquefaciens* más humus líquido en la producción primaria de *Medicago sativa* (Alfalfa Morada).

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES – Cobertura aérea medida a los 45 días, %.

Tratamientos	Repeticiones/Bloques				Suma	Media
	I	II	III	IV		
T0 (sin Fertilización)	95,22	95,26	95,76	95,74	381,99	95,50
T1 (25 % <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido)	94,76	95,76	95,11	95,07	380,71	95,18
T2 (50% % <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido)	95,03	95,18	94,13	95,60	379,93	94,98
T3 (75% <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido)	94,44	95,83	95,29	95,79	381,36	95,34
<b>Promedio General</b>						<b>95,25</b>
<b>Desviación Estándar</b>						<b>0,50</b>
<b>Coficiente de Variación</b>						<b>0,48</b>

Realizado por: Chicaza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	SC	GL	CM	F	P-valor
Tratamientos	0,57	3	0,19	0,93	<b>0,4634</b>
Repeticiones/Bloques	1,35	3	0,45	2,20	0,1577
Error	1,84	9	0,20		
Total	3,77	15			

Realizado por: Chicaza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

3. MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY (P≤0,05)

Tratamientos	Medias	n	E.E	Rango
<b>T0</b>	95,50	4	0,23	a
<b>T3</b>	95,34	4	0,23	a
<b>T1</b>	95,18	4	0,23	a
<b>T2</b>	94,99	4	0,23	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Realizado por: Chicaza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

**Anexo I.** Análisis estadístico de la altura de la planta (cm) por efecto del *Bacillus amyloliquefaciens* más humus líquido en la producción primaria de *Medicago sativa* (Alfalfa Morada).

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES –Altura de la planta (cm), medida a los 45 días.

Tratamientos	Repeticiones/Bloques				Suma	Media
	I	II	III	IV		
T0 (sin Fertilización)	39,30	39,70	39,30	39,50	157,80	39,45
T1 (25 % <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido)	41,30	41,00	40,30	40,20	162,80	40,70
T2 (50% % <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido)	41,40	41,70	40,50	41,50	165,10	41,27
T3 (75% <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido)	40,20	40,20	40,40	40,20	161,00	40,25
<b>Promedio General</b>						<b>40,42</b>
<b>Desviación Estándar</b>						<b>0,77</b>
<b>Coficiente de Variación</b>						<b>0,90</b>

Realizado por: Chicaiza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

FV	SC	GL	CM	F	P-valor
Tratamientos	7,12	3	2,37	17,78	<b>0,0004</b>
Repeticiones/Bloques	0,65	3	0,22	1,62	0,2532
Error	1,20	9	0,13		
Total	8,96	15			

Realizado por: Chicaiza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

3. MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY (P<0,05)

Tratamientos	Medias	n	E.E	Rango
T2	41,28	4	0,18	a
T1	40,70	4	0,18	ab
T3	40,25	4	0,18	bc
T0	39,45	4	0,18	c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Realizado por: Chicaiza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

**Anexo J.** Análisis estadístico de la producción de Forraje Verde (Tn /FV/ha /corte), por efecto del *Bacillus amyloliquefaciens* más humus líquido en la producción primaria de *Medicago sativa* (Alfalfa Morada).

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES – Producción de Forraje Verde (Tn /FV/ha /corte), medida a los 45 días

Tratamientos	Repeticiones/Bloques				Suma	Media
	I	II	III	IV		
T0 (sin Fertilización)	10,94	9,90	10,50	9,84	41,18	10,28
T1 (25 % <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido)	12,87	12,42	12,18	11,25	48,72	12,17
T2 (50% % <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido)	10,26	11,14	11,48	10,10	42,98	10,73
T3 (75% <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido)	13,32	15,25	14,15	13,90	56,62	14,14
<b>Promedio General</b>						<b>11,83</b>
<b>Desviación Estándar</b>						<b>1,67</b>
<b>Coficiente de Variación</b>						<b>5,31</b>

**Realizado por:** Chicaza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	GL	CM	F	P-valor
Tratamientos	36,24	3	12,08	30,55	<0,0001
C1 = T0 vs T1,T2,T3	12,79	1	12,79	32,35	0,0003
C2 = T1vs T2,T3	0,19	1	0,19	0,49	0,5009
C3 = T2vs T3	23,26	1	23,26	58,81	<0,0001
Repeticiones	1,97	3	0,66	1,66	0,2440
Error	3,57	9	0,40		
Total	41,77	15			

T0 (sin Fertilización)

T1 (25 % *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido)

T2 (50% % *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido)

T3 (75% *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido)

**Realizado por:** Chicaza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

3. COEFICIENTES DE LOS CONTRASTES

Tratamientos	CT.1	CT.2	CT.3
T0	-3,00	0,00	0,00
T1	1,00	-2,00	0,00
T2	1,00	1,00	-1,00
T3	1,00	1,00	1,00

T0 (sin Fertilización)

T1 (25 % *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido)

T2 (50% % *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido)

T3 (75% *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido)

**Realizado por:** Chicaza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

4. MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY  
( $P \leq 0,05$ )

Tratamientos	Medias	n	E.E	Rango
T3	14,16	4	0,31	a
T1	12,18	4	0,31	b
T2	10,75	4	0,31	c
T0	10,30	4	0,31	c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )  
**Realizado por:** Chicaza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

4. Análisis de la regresión - Producción de Forraje Verde (Tn /FV/ha /corte), medida a los 45 días

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,701846067
Coefficiente de determinación $R^2$	0,492587902
$R^2$ ajustado	0,456344181
Error típico	1,230548565
Observaciones	16

**Realizado por:** Chicaza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

a) Análisis de varianza

F.V.	GL	SC	CM	F	V. crítico de F
Regresión	1	20,5801472	20,5801472	13,5909858	0,002441269
Residuos	14	21,1994968	1,514249771		
Total	15	41,779644			

**Realizado por:** Chicaza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	10,32	0,51	20,05	1,038E-11	9,2178	11,43	9,218	11,4
Tratamientos	0,040576	0,01	3,687	0,00244127	0,017	0,064	0,017	0,06

**Realizado por:** Chicaza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

**Anexo K.** Análisis estadístico de la producción de Materia Seca (t/MS/ha/corte), por efecto del *Bacillus amyloliquefaciens* más humus líquido en la producción primaria de *Medicago sativa* (Alfalfa Morada).

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES – Producción de Materia Seca (t/MS/ha/corte), medida a los 45 días

Tratamientos	Repeticiones/Bloques					
	I	II	III	IV	Suma	Media
T0 (sin Fertilización)	1,90	1,72	1,83	1,71	7,17	1,79
T1 (25 % <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido)	2,49	2,41	2,36	2,18	9,44	2,36
T2 (50% % <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido)	1,84	1,99	2,05	1,81	7,69	1,92
T3 (75% <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido)	2,96	3,39	3,15	3,09	12,60	3,15
<b>Promedio General</b>						<b>2,30</b>
<b>Desviación Estándar</b>						<b>0,56</b>
<b>Coefficiente de Variación</b>						<b>5,40</b>

Realizado por: Chicaza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	SC	GL	CM	F	P-valor
Tratamientos	4,50	3	1,50	96,72	<0,0001
C1 = T0 vs T1,T2,T3	1,41	1	1,41	91,16	<0,0001
C2 = T1 vs T2,T3	0,08	1	0,08	5,26	0,05
C3 = T2 vs T3	3,00	1	3,00	193,42	<0,0001
Repeticiones	0,07	3	1,60	1,60	0,2557
Error	0,14	9	0,02		
Total	4,71	15	0,02		

T0 (sin Fertilización)

T1 (25 % *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido)

T2 (50% % *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido)

T3 (75% *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido)

Realizado por: Chicaza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

3. COEFICIENTES DE LOS CONTRASTES

Tratamientos	CT.1	CT.2	CT.3
T0	-3,00	0,00	0,00
T1	1,00	-2,00	0,00
T2	1,00	1,00	-1,00
T3	1,00	1,00	1,00

T0 (sin Fertilización)

T1 (25 % *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido)

T2 (50% % *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido)

T3 (75% *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido)

Realizado por: Chicaza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

4. MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY (P≤0,05)

Tratamientos	Medias	n	E.E	Rango
T3	3,15	4	0,06	a
T1	2,36	4	0,06	b
T2	1,92	4	0,06	c
T0	1,79	4	0,06	c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Realizado por: Chicaiza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

5. Análisis de la regresión - Producción de Materia Seca (t/MS/ha/corte), medida a los 45 días

**Estadísticas de la regresión**

Coefficiente de correlación múltiple	0,748143486
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,559718676
R <sup>2</sup> ajustado	0,52827001
Error típico	0,385232801
Observaciones	16

Realizado por: Chicaiza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

a) Análisis de varianza

	GL	SC	CM	F	Valor crítico de F
Regresión	1	2,641277835	2,641277835	17,79785112	0,000858679
Residuos	14	2,077660356	0,148404311		
Total	15	4,718938191			

Realizado por: Chicaiza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	1,7607	0,1612	10,9255	3,08785E-08	1,41505	2,10633	1,41505	2,10633
Tratamientos	0,0145	0,0034	4,2187	0,000858679	0,00715	0,02193	0,00715	0,02193

Realizado por: Chicaiza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

**Anexo L.** Análisis estadístico de la Prefloración (%), por efecto del *Bacillus amyloliquefaciens* mas humus líquido en la producción primaria de *Medicago sativa* (Alfalfa Morada).

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES – Prefloración medida a los 45 días, %.

Tratamientos	Repeticiones/Bloques				Suma	Media
	I	II	III	IV		
T0 (sin Fertilización)	38,60	38,33	38,30	38,33	153,56	38,39
T1 (25 % <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido)	38,46	38,60	38,46	38,10	153,61	38,40
T2 (50% % <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido)	38,60	38,46	38,33	38,60	153,99	38,50
T3 (75% <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> más una base estándar de humus líquido)	37,10	38,46	37,50	38,71	151,77	37,94
<b>Promedio General</b>						<b>38,31</b>
<b>Desviación Estándar</b>						<b>0,43</b>
<b>Coefficiente de Variación</b>						<b>1,13</b>

Realizado por: Chicaza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

VF	SC	GL	CM	F	P-valor
Tratamientos	0,74	3	0,25	1,32	0,6512
Repeticiones/Bloques	0,69	9	0,19	0,57	
Total	2,75	15			

Realizado por: Chicaza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

3. MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY (P≤0,05)

Tratamientos	Medias	n	E.E	Rango
T2	38,50	4	0,22	a
T1	38,41	4	0,22	a
T0	38,39	4	0,22	a
T3	37,94	4	0,22	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Realizado por: Chicaza Chicaiza Omar Fernando, 2020.

Anexo M. Análisis proximal de los tratamientos.

✚ T0 (SIN FERTILIZACIÓN)

	<b>LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA</b> El Estrecho - km. 14 - Finca A Teo, Guayaquil - AW, PE Teléfono: Guayaquil Tel. Of. 02-828-160 ext. 2035 MPOR - I - C ANA (1)	POT/8/09-F001  Rev. 6  Hoja 1 de 1
	Informe N°: LN 8-202-137	
	Fecha emisión Informe: 23/03/2020	

**DATOS DEL CLIENTE**

Persona o Empresa solicitante: **ESPOCH - Oscar Cruzado**  
 Dirección: **Pichincha alta**

Provincia: **Tungurahua**      Ciudad: **Ambato**

Teléfono: **0987616625**  
 Correo Electrónico: **oscar.cruzado@esepoch.com.ec**  
 N° Orden de Trabajo: **18-2020-029**  
 N° Factura/ Memorando: **006-001-1108**

**DATOS DE LA MUESTRA**

Lote:  
 Provincia: **Tungurahua**  
 Ciudad: **Ambato**  
 Parroquia: **Huachi Grande**

Conservación de la muestra: **Ambiente**  
 Tipo de ensayo: **Análisis proximal**  
 Condiciones ambientales: Temperatura (°C): **23**  
 Humedad relativa: **50% HR**

Responsable de toma de muestra: **Oscar Cruzado**  
 Fecha de toma de muestra: **01-03-2020**      Fecha de inicio de análisis: **04-03-2020**  
 Fecha de recepción de la muestra: **03-03-2020**      Fecha de finalización de análisis: **23-03-2020**

**RESULTADOS DEL ANÁLISIS BROMA - OLDG CO**

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACION DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADO	ESPECIFICACIÓN/ REFERENCIA
0100204	T0	Humedad	%	Química	82,58	—
		Materia seca	%	TE/8101	17,41	—
		Proteína	%	Cenizas	22,16	—
		(N x 6,25)				
		Cenizas	%	Química	2,93	—
		Grasa	%	Química	11,41	—
		Fibra	%	Química	15,54	—
		ENR*	%	Cenizas	17,77	—

ENR\* Cálculo de la proteína  
 Analizado por: **José A. Gabriel Cruzado Guzmán**  
 Observación: Los resultados se expresan en porcentaje.  
 \* Datos de referencia de la literatura: El laboratorio se reserva el derecho de modificarlos.  
 Anexo Gráficos: **—**  
 Anexo Documental: **—**

  
**José A. Gabriel Cruzado**  
 Responsable Técnico  
 Laboratorio de Bromatología

  
 INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS  
 VENEZUELA

  
 24 MAR 2020

✚ T1 (25 % *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido)

 <b>AGROCALIDAD</b> <small>AGENCIA NACIONAL DE REGULACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD</small>	<b>LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA</b> Vía Intercomunal s/n Km. 14 y 15 de Av. Am. Gran del MAGAF 3º Nivel - Quito Tel: 02-221-1811 - 60 ext. 2035 RPOB-02-ANAG(11)	<b>PGT/9/04-FOEI</b>  Rev. 0  Hoja 1 de 1
	Informe N°: W-B-170-19 Fecha emisión informe: 23/03/2020	

**DATOS DEL CLIENTE**

Persona o Empresa solicitante: **ESPOOH - Quito - Ecuador**  
 Dirección: **Pedernales** Teléfono: **(02) 221 1827**  
 Correo Electrónico: **agroservicios@agrocalidad.gob.ec**  
 Provincia: **Tungurahua** Cantón: **Ambato** N° Orden de Trabajo: **13-2020-223**  
 N° Factura/ Memorando: **008-001-1308**

**DATOS DE LA MUESTRA**

Lugar: **---** Conservación de la muestra: **Ambiente**  
 Provincia: **Tungurahua** Tipo de envío: **Entrega directa**  
 Cantón: **Ambato** Condiciones ambientales: Temperatura (°C): **23**  
 Parroquia: **Huachi Grande** Humedad relativa (%): **54**  
 Responsable de toma de muestra: **Ulises Chiriboga**  
 Fecha de toma de muestra: **10-03-2020** Fecha de inicio de análisis: **04-03-2020**  
 Fecha de recepción de la muestra: **10-03-2020** Fecha de finalización de análisis: **23-03-2020**

**RESULTADOS DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICO**

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADO	ESPECIFICACIÓN/REFERENCIA
B000103	T1	Humedad	%	Gravimétrico (PÉDUR)	82.13	---
		Materia seca	%	---	17.87	---
		Proteína	%	Colorimétrico (PÉDUR)	12.23	---
		PH (LIT)	---	---	---	---
		Grasa	%	Colorimétrico (PÉDUR)	1.19	---
		Carbohidratos	%	Gravimétrico (PÉDUR)	15.51	---
		Fibra	%	Gravimétrico (PÉDUR)	26.24	---
		ASH	%	Filtro	25.89	---

IME®: **Elaboración de Fermentación**

Análisis por: **Ulises Chiriboga y Ulises Chiriboga**

Observaciones: **---**

Nota: **---**

Área Q-IP (M. N.º): **---**

Área Documental: **---**

  
**Ulises Chiriboga**  
 Director de Bromatología

  
 AGROCALIDAD  
 QUITO

  
 AGROCALIDAD  
 QUITO

**T2 (50 % *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido)**

 <b>AGROCALIDAD</b> INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS Y RURALES	<b>LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA</b> Vía Principal Km. 390 a El Estero, Guayana del MACAY, Fomento - Guayana Telef. 02-828 560 (Ext. 203)	<b>PGT/R/D9-P001</b>
	<b>INFORME DE ANÁLISIS</b>	<b>Riv. 6</b>
		<b>Hoja 1 de 1</b>

Informe N°. (M-B-12)-116  
 Fecha emisión informe: 23/03/2020

**DATOS DEL CLIENTE**

Persona o Empresa solicitante: ESPOON Dinar (Guayana)

Dirección: PEÑERIS BIE

Teléfono: 0287165625

Correo Electrónico: [informes@agrocalidad.gov.ve](mailto:informes@agrocalidad.gov.ve)

N° Orden de Trabajo: 03-2020 (01)

N° Factura/Memorando: 008-001-1208

Provincia: Turgotshes

Cantón: Arubati

**DATOS DE LA MUESTRA**

Lote: ...

Provincia: Turgotshes

Cantón: Arubati

Parroquia: Puchi Grande

Responsable de toma de muestra: Dinar Dinar

Fecha de toma de muestra: 01-03-2020

Fecha de recepción de la muestra: 03-03-2020

Conservación de la muestra: Ambiente

Tipo de envase: Envase plástico

Condiciones ambientales: Temperatura (°C): 22

Humedad Relativa (% RH): 54

Fecha de inicio de análisis: 01-03-2020

Fecha de finalización de análisis: 23-03-2020

**RESULTADOS DEL ANÁLISIS BROMATOLÓGICO**

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADO	ESPECIFICACIÓN/REFERENCIA
R181206	T2	Humedad	%	Gravimétrico	82.11	...
		Materia Seca	%	PSE/011	17.89	...
		Proteína	%	Kjeldahl PCC/001	11.10	...
		Proteína (N x 6.25)	%			
		Grasa	%	Solvent PCC/011	1.03	...
		Fibra	%	Clorofórmico PCC/004	10.13	...
		Fibra	%	Diluyente PCC/005	14.34	...
		FRN*	%	Cálculo	40.03	...

EMF: ...  
 Analizado por: ...  
 Clasificación: ...  
 ...  
 ...

  
**AGROCALIDAD**  
 ODDA  
 23/03/2020

  
 Dinar A. Górriz Pita  
 Responsable Técnico  
 Laboratorio de Bromatología

**T3 (75 % *Bacillus amyloliquefaciens* más una base estándar de humus líquido)**

 <b>AGROCALIDAD</b> INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS Y RURALES CARRERA 14, P.O. BOX 4562, CAROLINA MAGUI P.O. BOX 4562 TELÉFONO: 0212-8228.000 ext. 1035	<b>LABORATORIO DE FRONTOLOGÍA</b> INFORME DE RESULTADOS	<b>PST/0/09-0001</b>  <b>Rev. 6</b>
	INFORME N° LA B 020 140 Fecha emisión informe: 23/03/2020	<b>RESUMEN</b>
	DATOS DEL CLIENTE	

**DATOS DEL CLIENTE**

Persona o Empresa asociante<sup>1</sup>: ESPON - Dirección  
 Dirección<sup>1</sup>: Petrosfecha  
 Teléfono<sup>1</sup>: 0267816625  
 Correo Electrónico<sup>1</sup>: [espon@agrocalidad.gob.ve](mailto:espon@agrocalidad.gob.ve)  
 Previsión<sup>1</sup>: Turgratuz Cantón<sup>1</sup>: Arístido N° Orden de Trabajo<sup>1</sup>: 28-2020-020  
 N° Factura/Memoranda<sup>1</sup>: 000-001-1200

**DATOS DE LA MUESTRA**

Lote<sup>1</sup>: -- Conservación de la muestra<sup>1</sup>: Ambiente  
 Previsión<sup>1</sup>: Turgratuz Tipo de envase<sup>1</sup>: Envase plástico  
 Cantón<sup>1</sup>: Arístido Condiciones ambientales, Temperatura [°C]: 23  
 Parroquia<sup>1</sup>: Huachi Grande Humedad relativa [%]: 54  
 Responsable de toma de muestra<sup>1</sup>: Orivar Chica za  
 Fecha de toma de muestra<sup>1</sup>: 01-03-2020 Fecha de inicio de análisis: 04-03-2020  
 Fecha de recepción de la muestra: 03-03-2020 Fecha de finalización de análisis: 23-03-2020

**RESULTADOS DE ANÁLISIS FRONTOLOGICO**

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACION DE CAMPO DE LA MUESTRA <sup>1</sup>	PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADO	ESPECIFICACIÓN/ REFERENCIA <sup>1</sup>	
AR00107	T3	Humedad	%	Gravimétrico	77,75	---	
		Materia Seca	%	PST/0/01	22,25	---	
		Fibra	%	990000 PST/0/03	15,45	---	
		(Núcleo)					
		D-10	%	50000 PST/0/04	2,95	---	
		Centar	%	5000000 PST/0/04	28,31	---	
		Fines	%	50000000 PST/0/05	25,82	---	
		DMT	%	Centar	11,28	---	

**DMT**: Diferencia de Humedad  
**Análisis por**: Químico Analista Químico y Químico Instrumental  
**Observaciones**: Los resultados de humedad ambiental se refieren a la humedad relativa por el método de la Cámara de saturación vapor de agua en equilibrio  
**Área Gráfica**: --  
**Área Documental**: --

  
**AGROCALIDAD**  
 INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS Y RURALES  
 24 MAR 2020

  
**Responsable Técnico**  
 Laboratorio de Frontoología

Nota: El resultado es válido siempre y cuando el cliente cumpla con el protocolo de toma de muestra y conservación de la muestra.  
 El resultado es válido siempre y cuando el cliente cumpla con el protocolo de toma de muestra y conservación de la muestra.





**AGROCALIDAD**  
AGENCIA DE REGULACIÓN Y  
CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO

**LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS**  
Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del  
MAGAP, Tumbaco - Quito  
Teléfono: 023828860 Ext. 2080

PGT/SFA/09-FO01

Rev. 5

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO

Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE-LEN-16-006

Informe N°: LN-SFA-428-0462  
Fecha emisión Informe: 18/06/2020

**DATOS DEL CLIENTE**

Persona o Empresa solicitante<sup>1</sup>: Omar Chicaiza

Teléfono<sup>1</sup>: 0987816625

Dirección<sup>1</sup>: Pichincha Alta y Collahuazo

Correo Electrónico<sup>1</sup>:

agropecuarioselbuengranjero@outlook.com

Provincia<sup>1</sup>: Tungurahua

Cantón<sup>1</sup>: Ambato

N° Orden de Trabajo: SFA-20-CGLS-0521

N° Factura/Documento: 026-001-9104

**DATOS DE LA MUESTRA:**

Tipo de muestra<sup>1</sup>: Suelo

Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco

Cultivo<sup>1</sup>: Alfalfa

Provincia<sup>1</sup>: Tungurahua

X: ---

Cantón<sup>1</sup>: Ambato

Coordenadas<sup>1</sup>: Y: ---

Parroquia<sup>1</sup>: Huachi Grande

Altitud: ---

Muestreado por<sup>1</sup>: Omar Chicaiza

Fecha de muestreo<sup>1</sup>: 09-06-2020

Fecha de inicio de análisis: 10-06-2020

Fecha de recepción de la muestra: 10-06-2020

Fecha de finalización de análisis: 18-06-2020

**RESULTADOS DEL ANÁLISIS**

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA <sup>1</sup>	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-20-0602	Omar Chicaiza	pH a 25 °C	Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	7,55
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,82
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,04
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	117,4
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	mmol/kg	0,57
		Calcio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	mmol/kg	7,34
		Magnesio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	mmol/kg	1,94
		Hierro*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	48,0
		Manganeso*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	5,62
		Cobre*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	8,26
		Zinc*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	4,94

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastas

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOLENTOMIO	<b>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS</b> Vía Interceñera Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Telef: 023828860 Ext. 2080	<b>PGT/SFA/09-F001</b>
	<b>INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO</b>	<b>Rev. 5</b>  <b>Hoja 2 de 2</b>

**Observaciones:**

- El laboratorio no es responsable del muestreo por lo que los resultados se aplican a la muestra como se recibió.
- Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.
- Las interpretaciones que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN SIERRA										
PARAMETRO	NO (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (cmol/kg)	Ca (cmol/kg)	Mg (cmol/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
BAJO	<1,0	<0,15	<10,0	<0,20	<2,0	<0,5	<20,0	<5,0	<1,0	<1,0
MEDIO	1,0 - 5,0	0,15 - 0,30	10,0 - 30,0	0,20 - 0,38	2,0 - 5,0	0,5 - 1,5	20,0 - 40,0	5,0 - 15,0	1,0 - 4,0	1,0 - 7,0
ALTO	>5,0	>0,30	>30,0	>0,38	>5,0	>1,5	>40,0	>15,0	>4,0	>7,0

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN SIERRA, COSTA Y AMAZONIA					
	ÁCIDO	LIGERAMENTE ÁCIDO	PRÁCTICAMENTE NEUTRO	LIGERAMENTE ALCALINO	ALCALINO
pH	<5,5	5,5 - 6,5	6,5 - 7,5	>7,5 - 8,0	>8,0

FUENTE: INAP-EEHC/2002

  
**Q. A. Luis Cacuango**  
 Responsable de Laboratorio  
 Suelos, Foliarés y Aguas


**AGROCALIDAD**  
 AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOLENTOMIO  
**LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS**  
 TUMBACO - ECUADOR


**AGROCALIDAD**  
 AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOLENTOMIO  
**RECIBIDO**  
 TUMBACO - ECUADOR

  
**AGROCALIDAD**  
 23 JUN 2011

16 JUN 2011



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE  
CHIMBORAZO

DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS  
PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN



UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS  
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 17 / 11 /2020

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Omar Fernando Chicaiza Chicaiza
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Ciencias Pecuarias
<b>Carrera:</b> Ingeniería Zootécnica
<b>Título a optar:</b> Ingeniero Zootecnista
<b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b> Lic. Luis Caminos Vargas Mgs.



LUIS ALBERTO  
CAMINOS  
VARGAS



0381-DBRAI-UPT-2020