



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

**“ESTUDIO DEL EFECTO DE LAS BACTERIAS DIAZÓTROFAS SOBRE EL  
RENDIMIENTO DE TRES TIPOS DE PASTOS (*Lolium perenne*, *Lolium  
multiflorum*, *Lolium hybridum*) EN SAN JUAN DE ILUMÁN, OTAVALO”**

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

**AUTOR:**

Túquerez Torres Edwin Alexander

**DIRECTORA:**

Ing. Doris Chalampunte, MSc.

**Ibarra, septiembre del 2021**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

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

**“ESTUDIO DEL EFECTO DE LAS BACTERIAS DIAZÓTROFAS SOBRE EL  
RENDIMIENTO DE TRES TIPOS DE PASTOS (*Lolium perenne*, *Lolium  
multiflorum*, *Lolium hybridum*) EN SAN JUAN DE ILUMÁN, OTAVALO”**

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

**INGENIERO AGROPECUARIO**

APROBADO:

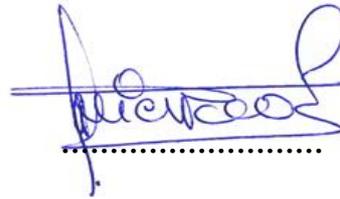
Atentamente,

Ing. Doris Chalampunte, MSc.  
**DIRECTORA TRABAJO TITULACIÓN**



.....

Ing. Miguel Aragón, MSc.  
**MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR**



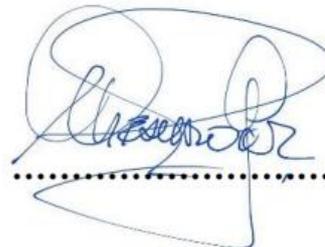
.....

PhD. Cristina Echeverria  
**MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR**



.....

Ing. Miguel Gomez, MSc.  
**MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR**



.....



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	1003637491		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Túquerez Torres Edwin Alexander		
<b>DIRECCIÓN:</b>	La Avelina Km 5 vía Otavalo – Ibarra		
<b>EMAIL:</b>	<a href="mailto:eatuquerez@utn.edu.ec">eatuquerez@utn.edu.ec</a>		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	-	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0998651819

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	ESTUDIO DEL EFECTO DE LAS BACTERIAS DIAZÓTROFAS SOBRE EL RENDIMIENTO DE TRES TIPOS DE PASTOS (Lolium perenne, Lolium multiflorum, Lolium hybridum) EN SAN JUAN DE ILUMÁN, OTAVALO
<b>AUTOR (ES):</b>	Túquerez Torres Edwin Alexander
<b>FECHA: DD/MM/AAAA</b>	14/09/2021
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TITULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniero Agropecuario
<b>ASESOR /DIRECTOR:</b>	Ing. Doris Chalampunte, MSc

#### 2. CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 14 días del mes de septiembre de 2021

EL AUTOR:

Edwin Túquerez

## CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Edwin Túquerez, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 14 días del mes de septiembre de 2021



CHALAMPUNTE

Ing. Doris Chalampunte, MSc.

**DIRECTORA DE TESIS**

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Guía:** FICAYA-UTN

**Fecha:** Ibarra, a los 14 días del mes de septiembre del 2021

**Edwin Alexander Túquerez Torres:** “ESTUDIO DEL EFECTO DE LAS BACTERIAS DIAZÓTROFAS SOBRE EL RENDIMIENTO DE TRES TIPOS DE PASTOS (*Lolium perenne*, *Lolium multiflorum*, *Lolium hybridum*) EN SAN JUAN DE ILUMÁN, OTAVALO” /Trabajo de titulación. Ingeniero Agropecuario.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 14 días del mes de septiembre del 2021, 72 páginas.

**DIRECTORA:** Ing. Doris Chalampunte, MSc.

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar el efecto de las bacterias diazótrofes sobre el rendimiento de tres tipos de pastos (*Lolium perenne*, *Lolium multiflorum*, *Lolium hybridum*), en la parroquia San Juan de Ilumán, Otavalo”. Entre los objetivos específicos se encuentran: Analizar la concentración de nitrógeno en los tejidos foliares de los tres tipos de pastos. Evaluar el rendimiento de los tratamientos en estudio y Evaluar la dinámica población de las bacterias diazótrofes a nivel del suelo.



Ing. Doris Chalampunte, MSc.

**Directora de Trabajo de Grado**



Edwin Túquerez

**Autor**

## AGRADECIMIENTO

*Para ti Dios por bendecirme con salud y sabiduría para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.*

*A mis padres y hermanos, porque he recibido de ellos apoyo incondicional en todos los momentos en que lo he requerido.*

*El agradecimiento muy especial al Dr. Roberto Quinteros, por el soporte durante la finalización de este proyecto.*

*A la directora Ing. Doris Chalampunte, MSc. Y PhD. Julia Prado, por su guía, asesoría y colaboración desde el inicio del presente trabajo. A la Hacienda Santa Mónica UTN, que me permitió desarrollar esta investigación y los asesores MSc. Miguel Aragón, PhD. Cristina Echeverría y MSc. José Guzmán, quienes formaron parte importante en el desarrollo del trabajo de titulación.*

*A mis amistades, Maritza, Gabriela y Silvia, por sus palabras de aliento en los momentos necesarios.*

*A todas las personas que en algún momento colaboraron en el desarrollo del proyecto.*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XI
RESUMEN .....	XII
ABSTRACT .....	XIII
CAPITULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Problema.....	2
1.3 Justificación.....	2
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 Objetivo General .....	4
1.4.2 Objetivos Específicos.....	4
1.5 Hipótesis.....	4
CAPITULO II.....	5
2. MARCO TEÓRICO .....	5
2.1 La Sostenibilidad Agrícola.....	5
2.2 Bacterias Diazótrofas (BD).....	5
2.3 Tipos de Bacterias Diazótrofas (BD).....	5
2.4 Importancia del uso de las Bacterias Diazótrofas.....	6
2.5 Bacterias Diazotróficas asociativas: principales mecanismos de acción.....	6
2.5.1 Aporte de nitrógeno a la planta.....	6
2.5.2 Incremento de la disponibilidad del fosforo en el suelo.....	7
2.5.3 Producción de fitohormonas y reguladores del crecimiento vegetal.....	7
2.6 Situación de las pasturas en el Ecuador.....	7
2.6.1 Fertilización química en pasturas de la sierra.....	8
2.6.2 Costos de las fertilizaciones químicas.....	9
2.7 Características del Ryegrass Perenne ( <i>Lolium perenne</i> ).....	9
2.7.1 Clasificación Taxonómica de <i>L. perenne</i> .....	10
2.7.2 Descripción Botánica de <i>L. perenne</i> .....	10
2.7.3 Requerimientos Edafoclimáticos de <i>L. perenne</i> .....	10
2.8 Características del Ryegrass Anual <i>Lolium multiflorum</i> .....	11
2.8.1 Clasificación Taxonómica de <i>L. multiflorum</i> .....	12
2.8.2 Descripción Botánica del Ryegrass Anual ( <i>L. multiflorum</i> ).....	12

2.8.3	Requerimientos edafoclimáticos de <i>L. multiflorum</i> .....	13
<b>2.9</b>	<b>Características del Ryegrass Híbrido de (<i>Lolium hybridum</i>)</b> .....	13
2.9.1	Requerimientos edafoclimáticos de <i>L. hybridum</i> .....	13
<b>2.10</b>	<b>Rendimientos generales de los Ryegrasses</b> .....	14
2.10.1	Rendimiento de materia verde.....	14
2.10.2	Rendimiento de materia seca.....	14
<b>CAPITULO III</b> .....		16
<b>3.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	16
<b>3.1</b>	<b>Caracterización del área de estudio</b> .....	16
<b>3.2</b>	<b>Materiales, equipos, insumos y herramientas</b> .....	17
3.2.1	Materiales .....	17
3.2.2	Insumos.....	17
3.2.3	Equipos de campo.....	17
3.2.4	Equipos de oficina .....	17
3.2.5	Herramientas.....	18
<b>3.3</b>	<b>Métodos</b> .....	18
3.3.1	Factores en estudio .....	18
3.3.2	Tratamientos .....	19
3.3.3	Diseño Experimental .....	19
3.3.4	Esquema del Área de Investigación en bloques completos al azar .....	20
3.3.5	Análisis Estadístico.....	20
<b>3.4</b>	<b>Variables evaluadas</b> .....	21
<b>3.5</b>	<b>Manejo específico del experimento</b> .....	23
3.5.1	Obtención de las Bacterias Diazótrofas.....	23
3.5.2	Preparación del suelo.....	23
3.5.3	Toma de muestras de suelo para el análisis microbiológico .....	23
3.5.4	Delimitación de parcelas .....	24
3.5.5	Inoculación de las Bacterias Diazótrofas al suelo .....	24
3.5.6	Germinación .....	24
3.5.7	Siembra.....	24
3.5.8	Deshierbas .....	24
3.5.9	Riego.....	25
3.5.10	Fertilización.....	25
3.5.11	Cosecha.....	25

3.5.12 Precipitaciones.....	25
<b>CAPITULO IV.....</b>	<b>27</b>
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>27</b>
<b>4.1 Concentración de Nitrógeno en Tejidos Foliare s.....</b>	<b>27</b>
<b>4.2 Variable materia verde (MV).....</b>	<b>29</b>
<b>4.3 Variable materia seca (MS).....</b>	<b>32</b>
<b>4.4 Dinámica poblacional de las bacterias fijadoras de nitrógeno (BFN).....</b>	<b>35</b>
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>39</b>
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>39</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>41</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Recomendación de fertilización en pastos de la región sierra.....	9
<b>Tabla 2.</b> Clasificación Taxonómica del Ryegrass Perenne (L.perenne).....	10
<b>Tabla 3.</b> Características técnicas de Ryegrass perenne.....	11
<b>Tabla 4.</b> Clasificación Taxonómica del Ryegrass Anual (L. multiflorum) .....	12
<b>Tabla 5.</b> Características técnicas de Ryegrass anual.....	13
<b>Tabla 6.</b> Características del Ryegrass hibrido.....	14
<b>Tabla 7.</b> Ubicación geográfica.....	16
<b>Tabla 8.</b> Descripción de los tratamientos para el estudio del efecto de las bacterias en rendimiento de tres tipos de pastos.....	19
<b>Tabla 9.</b> Análisis de varianza (ADEVA) del Diseño de Bloques Completos al Azar..	21
<b>Tabla 10.</b> Composición del biofertilizante.....	23
<b>Tabla 11.</b> Precipitación mensual enero - mayo 2018.....	26
<b>Tabla 12.</b> ADEVA de la concentración de nitrógeno en tejidos foliares.....	27
<b>Tabla 13.</b> ADEVA del peso de materia verde de los tres tipos de pastos.....	30
<b>Tabla 14.</b> ADEVA del Rendimiento de materia seca de los tres tipos de pastos .....	33
<b>Tabla 15.</b> Porcentaje de Materia Seca de los tratamientos en estudio para los tres tipos de pastos. ....	35
<b>Tabla 16.</b> ADEVA de dinámica poblacional de las bacterias fijadoras de nitrógeno...	36
<b>Tabla 17.</b> Prueba de medidas para dinámica poblacional de BFN .....	36
<b>Tabla 18.</b> Porcentaje de germinación de los tres tipos de pastos.....	46
<b>Tabla 19</b> Análisis de Costos de producción, Utilidad Bruta y Costo Beneficio.....	47

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Promoción de crecimiento vegetal por parte de los microorganismos presentes en el suelo. ....	6
<b>Figura 2.</b> Superficie con labor agropecuaria 2015.....	8
<b>Figura 3.</b> Ubicación del Área de Estudio.....	16
<b>Figura 4</b> Esquema del Área de Investigación sobre efecto de las bacterias diazótrofes en el rendimiento de tres tipos de pastos. ....	20
<b>Figura 5.</b> Concentración de nitrógeno es los tres tipos de pastos .....	28
<b>Figura 6.</b> Concentración de nitrógeno en los diferentes tipos de fertilización .....	28
<b>Figura 7.</b> Concentración de Nitrógeno por tipo de pasto y fertilización .....	29
<b>Figura 8.</b> Interacción del tipo de fertilización y número de cortes de la variable materia verde .....	30
<b>Figura 9.</b> Precipitación por corte en la hacienda Santa Mónica UTN período Enero - Mayo2018.....	31
<b>Figura 10.</b> Interacción del tipo de pastos y número de cortes de materia verde.....	32
<b>Figura 11.</b> Rendimiento de Materia Seca de los tratamientos en estudio por cada corte. ....	33
<b>Figura 12.</b> Rendimiento de Materia Seca de los tratamientos en estudio por tipo de pasto.....	34
<b>Figura 13.</b> Dinámica poblacional de bacterias fijadoras de nitrógeno en los tres tipos de pastos en los diferentes cortes. ....	37

# ESTUDIO DEL EFECTO DE LAS BACTERIAS DIAZÓTROFAS SOBRE EL RENDIMIENTO DE TRES TIPOS DE PASTOS (*Lolium perenne* , *Lolium multiflorum*, *Lolium hybridum*) EN SAN JUAN DE ILUMÁN, OTAVALO

**Autor:** Tuquerez Torres Edwin Alexander

**Directora de Trabajo de Titulación:** Ing. Doris Chalampunte, MSc.

**Año:** 2021

## RESUMEN

El empleo de microorganismos benéficos como las Bacterias Diazótrofas (BD) promueve el aporte de nitrógeno atmosférico a la planta, disminuyendo el uso de fertilizantes nitrogenados y manteniendo el equilibrio biológico del suelo. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de BD sobre el rendimiento de tres tipos de pastos (*Lolium perenne*, *L. multiflorum*, y *L. hybridum*), en un diseño de bloques completos al azar, las variables evaluadas fueron: concentración de nitrógeno en tejidos foliares, rendimiento de materia verde (MV), materia seca (MS) y dinámica poblacional de bacterias fijadoras de nitrógeno (BFN). Los resultados permitieron determinar que la concentración de nitrógeno, el pasto perenne e híbrido contienen mayor concentración de nitrógeno con valores de 3.87% y 3.82% de nitrógeno respectivamente. Para materia verde existe una interacción entre el tipo de pasto y el tipo de fertilización ( $p=0.0036$ ), siendo el pasto perenne con aplicación de BD el que obtuvo un 17.10% de incremento de materia verde al séptimo corte. Para materia seca el tratamiento bajo aplicación de BD al cuarto corte, indistintamente del tipo de pasto, obtuvo un valor de  $6.07 \text{ tMSh}^{-1}$ . En cuanto a la variable dinámica poblacional, todos los tratamientos con aplicación de BD, incrementaron la concentración de microorganismos en el suelo con  $3.0 \times 10^3$  UFC de BFN, sin embargo, el pasto perenne obtuvo la mayor concentración de bacterias con un valor de  $6 \times 10^6$  UFC. La mejora de las características productivas y calidad de suelo se ve reflejado con el uso de biofertilizantes, siendo una alternativa a implementar en la producción agroecológica.

**Palabras clave:** microorganismos, pastos, biofertilizante, agroecológico, bacterias diazótrofas.

# STUDY OF THE EFFECT OF DIAZOTROPHIC BACTERIA ON THE YIELD OF THREE TYPES OF PASTURES (*Lolium perenne*, *Lolium multiflorum*, *Lolium hybridum*) IN SAN JUAN DE ILUMÁN, OTAVALO

**Author:** Tuquerez Torres Edwin Alexander

**Director:** Ing. Doris Chalampunte, MSc.

**Year:** 2021

## ABSTRACT

The use of beneficial microorganisms, such as Diazotrophic bacteria (DB), promotes the addition of atmospheric nitrogen to the plant. In this way, it could be possible to reduce the use of chemical fertilizers and to reach the biological equilibrium of the soil. The effect of DB on the yield of three pastures (*Lolium perenne*, *L. multiflorum*, and *L. hybridum*) was the main objective of this research. Treatments were arranged in a split plot design with three doses. The variables evaluated were: nitrogen concentration in foliar tissues, green matter yield (GM), dry matter (DM) and population dynamics of nitrogen-fixing bacteria (NBF). Perennial grass and hybrid grass contain higher nitrogen concentration with values of 3.87% and 3.82% of total nitrogen, respectively. There is an interaction between the type of grass and the type of fertilization ( $p = 0.0036$ ), being the perennial grass with DB application the one that obtained a 17.10% increase in GM at the seventh cut. For dry matter, the treatment under application of DB to the fourth cut, regardless of the type of grass, obtained a value of  $6.07 \text{ tDMha}^{-1}$ . Dynamic population varied significantly over time; perennial pasture treated with  $6 \times 10^6 \text{ CFU g}^{-1}$ , obtained higher concentration of bacteria. Application of diazotrophic bacteria as biofertilizer in agro ecological systems could improve pasture quality and productivity by increasing beneficial microorganisms in the soil.

**Keywords:** microorganisms, grasses, biofertilizer, agroecological, diazotrophic bacteria.

# CAPITULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

Algunas fuentes de fertilizantes nitrogenados como los amoniacales generan residuos que provocan acidez en el suelo durante el proceso de nitrificación del Amonio ( $\text{NH}_4$ ) del fertilizante a Nitrato ( $\text{NO}_3$ ). En este proceso se liberan iones  $\text{H}^+$  (Hidrógeno) los cuales afectan al pH del suelo, indistintamente del tipo del suelo según Chien *et al.* (2001), en su investigación sobre “Efecto de diferentes fuentes de N amoniacal sobre la acidificación del suelo. Reporte de International Fertilizer Development Center (IFDC)”.

Por otro lado, Grageda *et al.* (2006), evaluaron diferentes sistemas de manejo con tres fuentes nitrogenadas, determinando que las emisiones de Nitrógeno molecular ( $\text{N}_2$ ) y Óxido de Nitrógeno ( $\text{N}_2\text{O}$ ) fue significativamente mayores en la aplicación de fertilizantes nitrógenados. Olivares (2007), afirma que, el uso masivo de los fertilizantes nitrogenados termina como amonio y óxidos de nitrógeno en el aire donde, además de deteriorar la capa de ozono, contribuyen al incremento del efecto invernadero.

Armenta *et al.* (2012), determinaron que los nitratos son los contaminantes inorgánicos que afecta a la calidad de agua del subsuelo y los que generan mayor riesgo para la salud tanto humana como animal. Al momento de poner disponible el nitrógeno a las plantas mediante el proceso industrial, el cual requiere para su fabricación, del uso de combustibles fosiles no renovable que conlleva un riesgo potencial de contaminación y eutrofización de las aguas dulces por la lixiviación del  $\text{NO}_3^-$  de los suelos (Aguirre, *et al.*, 2009).

González (2015), asegura que la producción agropecuaria tiene profundos efectos en el medio ambiente por el uso excesivo de fertilizantes principalmente en pastos, ya que la planta no puede absorber el 100% de la fertilización, generando residualidades en el suelo, pérdidas por volatilización o lixiviación.

Anualmente se utilizan en el mundo más de 100 millones de toneladas de fertilizantes nitrogenados y más de 90 millones de potasio y fósforo para obtener cultivos con altos rendimientos. La utilización excesiva de fertilizantes resulta en mayores costos de producción y en la contaminación de suelos y aguas, lo que han conducido a un proceso de deterioro de los escasos recursos y una creciente dificultad para renovarlos, promoviendo realizar un uso integral y diversificado de los recursos naturales, en un ambiente fluctuante y restrictivo (Rueda, *et al.*, 2015).

Consecuentemente, a nivel de microbiología del suelo Pérez, Bustamante, Rodríguez y Viñals (2005), afirman que, la aplicación de altas dosis de N ya sea en fórmula completa o solo, varía la biomasa microbiana a tal punto que provoca un estado potencialmente degradativo en el suelo al manifestarse una disminución de la respiración basal en el suelo.

Una forma de mitigar estos daños ocurridos es a través de la utilización de Bacterias Diazótrofas (BD) que se obtienen de la zona rizosférica de diversas plantas, con la finalidad de aumentar el rendimiento de los cultivos, disminuir el uso desmedido de fertilizantes minerales y productos químicos y, por consiguiente, reducir la contaminación ambiental (Parra y Cuevas, 2002).

Según Moreno y Galvis (2013), los efectos beneficiosos de las rizobacterias radica en diferentes mecanismos, tales como: la producción de sustancias estimuladoras del crecimiento, sideróforos y antibióticos; así como la inducción de resistencia en la planta y la fijación del nitrógeno.

## **1.2 Problema**

Para poder producir los fertilizantes sintéticos se necesita de combustibles fósiles no renovables, lo cual conlleva un riesgo potencial de contaminación ambiental y eutrofización de las aguas dulces, provocando un desequilibrio ecosistémico.

La alta fertilización nitrogenada que se da, específicamente en pastos, hace que, parte del fertilizante se pierda en forma de Nitrógeno molecular ( $N_2$ ) y Óxido de Nitrógeno ( $N_2O$ ). Estas formas de nitrógeno constituyen fuentes potencialmente contaminantes al medio ambiente, favoreciendo al llamado efecto invernadero. Además de liberar Hidrogeno ( $H^+$ ) que afecta directamente al pH del suelo, lo que conlleva a la acidificación del suelo, que además, puede afectar las aguas subterráneas con altas concentraciones de nitratos, los cuales son altamente peligrosos para la salud tanto humana como animal.

A nivel de microbiología del suelo, este fertilizante nitrogenado afecta indirectamente, ya que las altas concentraciones de este elemento hacen que aumente la biomasa microbiana disminuyendo la respiración basal del suelo, promoviendo un estado de muerte del suelo, al limitar el oxígeno de la flora microbiana.

## **1.3 Justificación**

En vista del impacto ambiental que se viene dando por la aplicación de fertilizantes nitrogenados especialmente en pastos, se ha optado por realizar la presente investigación con la finalidad de reducir los efectos dañinos que causa este tipo de fertilizante. Se ha demostrado que el empleo de microorganismos biofertilizantes, en este caso las bacterias Diazótrofas, contribuye a la disminución de los costos de producción agrícola, mantienen

el equilibrio biológico, no producen afectaciones al suelo, a la salud humana y al ambiente (Hernández, Pereira, y Tang, 2009). De igual manera Hernández *et al.* (2014) concluyen que al aplicar bacterias diazótrofes asociativas se logran aportes de nitrógeno atmosférico a la planta que permiten disminuir el uso de productos químicos nitrogenados.

A nivel mundial existe consenso acerca de que la agricultura basada en la dependencia exclusiva de insumos químicos el cual no es sustentable a largo plazo, y que solo involucrando la combinación de fertilizantes orgánicos, abonos verdes y biofertilizantes será posible lograr una producción sostenible de alimentos, mantener la biodiversidad del suelo y evitar la contaminación del ambiente. Además la recuperación y mantenimiento de la fertilidad de los suelos sobre una base sostenible constituye un factor de gran importancia en el desarrollo de la producción agropecuaria mundial (Ojeda, Toledo, Hernández, Machado y Furrázola, 2016).

Además, los pastos hoy en día son los que más consumen los fertilizantes nitrogenados ya que es un insumo muy útil para el manejo de praderas aumentando la producción de los pastos y su calidad (Lara, 2002). Sin embargo, en varias investigaciones no se toma en cuenta los efectos que conlleva la fertilización química, lo que hace que se realicen investigaciones con enfoques agroecológicos.

Los biofertilizantes se consideran una alternativa para sustituir parcial o totalmente los fertilizantes sintéticos, y el empleo de bacterias que interactúan con las plantas resulta una opción viable en muchos países. En la actualidad se busca el desarrollo de biofertilizantes con el uso de bacterias promotoras del crecimiento vegetal, en particular del género *Azospirillum*, misma que fija nitrógeno y produce fitohormonas (Ferlini, 2008).

Según Beracochea (2011), las bacterias diazótrofes además de fijar nitrógeno hacen que las bacterias solubilizadoras de fósforo que habitan en la rizosfera actúen sobre la etapa de colonización, aumentando la concentración de fósforo biodisponible, mediante la liberación de fosfatasas alcalinas, fitasas, fosfonatasas entre otras.

El estudio realizado en maíz por Gutiérrez (2013), indica que la inoculación con las distintas cepas de bacteria diazótrofes provocó un aumento en la producción de biomasa aérea de entre un 15 y un 34% respecto al control que fue sin inoculación de BD. Esto da como referencia de que estas bacterias podrían intervenir en el aumento del rendimiento en los cereales.

## 1.4 Objetivos

### 1.4.1 Objetivo General

Evaluar el efecto de las bacterias diazótroficas sobre el rendimiento de tres tipos de pastos (*Lolium perenne*, *Lolium multiflorum*, *Lolium hybridum*), en la parroquia San Juan de Ilumán, Otavalo.

### 1.4.2 Objetivos Específicos

- Analizar la concentración de nitrógeno en los tejidos foliares de los tres tipos de pastos.
- Evaluar el rendimiento de los tres pastos con los tratamientos en estudio.
- Evaluar la dinámica de la población de las bacterias diazótroficas a nivel del suelo.

## 1.5 Hipótesis

**H<sub>0</sub>**= La inoculación de las bacterias diazótroficas no tiene ningún efecto sobre el rendimiento de forraje.

**H<sub>a</sub>**= La inoculación de las bacterias diazótroficas tiene efecto sobre el rendimiento de al menos un tipo de forraje.

**H<sub>0</sub>**= La inoculación de las bacterias diazótroficas no tiene efecto sobre la microbiología del suelo (BFN).

**H<sub>a</sub>**= La inoculación de las bacterias diazótroficas tiene efecto sobre la microbiología del suelo (BFN).

## CAPITULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 La Sostenibilidad Agrícola

La sostenibilidad agrícola ha cobrado especial interés en los últimos años, ya que este tipo de manejo de los agroecosistemas repercute en beneficios para el hombre. Sin embargo, para fortalecer los sistemas agrícolas sostenibles se requiere del conocimiento fundamental de los diversos componentes que lo integran y que pueden ser determinantes en la funcionalidad de los mismos, como, por ejemplo, la interacción de la fertilidad tanto física, química y biológica del suelo sobre la productividad (Ferrera y Alarcón, 2006).

En gran parte la biotecnología molecular se ha desarrollado rápidamente y dentro de sus temas ocupa un lugar especial el trabajo con bacterias obtenidas, seleccionadas y evaluadas del suelo que estimulan el crecimiento y desarrollo de las plantas mediante diferentes mecanismos que las proveen no solo de N, sino también de sustancias tipo fitohormonas, a las que pertenece las bacterias diazótrofes (Hernández, *et al.*, 2010).

#### 2.2 Bacterias Diazótrofes (BD)

Son todas aquellas bacterias que viven en el suelo con la capacidad de llevar a cabo la fijación biológica de nitrógeno mediante la actividad de un complejo enzimático. En este caso los microorganismos fijadores no simbióticos o de vida libre, son las que proporcionan algunos compuestos nitrogenados al medio, que luego son aprovechados por las plantas (Mendoza & Mendoza, 2014).

#### 2.3 Tipos de Bacterias Diazótrofes (BD)

Según Hernández *et al.* (2014), las BD incluyen representantes de arqueobacterias, cianobacterias y bacterias gram positivas y negativas, que poseen una amplia diversidad morfológica, fisiológica y genética. En particular, las BD están representadas por diversos grupos filogenéticos que tienen la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, pueden vivir libres en diversos ecosistemas, establecer simbiosis o estar asociadas a las plantas. Se ubican en diferentes géneros como: *Azobacter*, *Beijerinckia*, *Dexia*, *Azospirillum*, *Herbaspirillum*, *Gluconacebacter*, *Azoarcus*, *Bacillus*, *Paenibacillus*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Pantoea*, *Citrobacter* y *Serratia*.

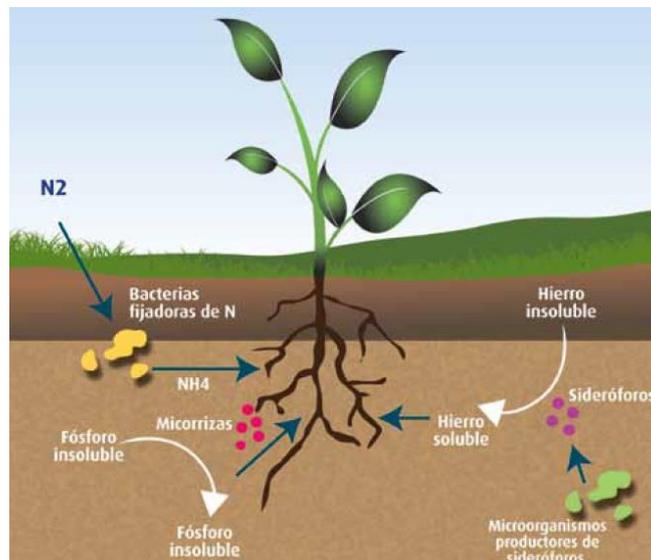
Además, estas bacterias tienen la facultad de promover el crecimiento vegetal a través de la capacidad de propiciar la síntesis de hormonas reguladoras de crecimiento. Otras bacterias tienen la capacidad de solubilizar compuestos ricos en fósforo que no está

disponible para la planta, mediante su actividad fisiológica de secretar ácidos orgánicos y enzimas denominados fosfatasas (Ferrera y Alarcón, 2006).

## 2.4 Importancia del uso de las Bacterias Diazótrofas

Los inoculantes microbianos a base de BD, constituyen una alternativa eficaz al uso de fertilizantes nitrogenados; estas bacterias tienen la capacidad de reducir el nitrógeno atmosférico, donde se encuentra como nitrógeno elemental de forma ilimitada, y hacerlo disponible para los cultivos. Los fijadores de nitrógeno pueden interactuar de forma simbiótica con la planta, como en el caso rizobium-leguminosa, o comportarse como diazótrofas asociativas (Hernández, *et al.*, 2014).

## 2.5 Bacterias Diazotróficas asociativas: principales mecanismos de acción



**Figura 1.** Promoción de crecimiento vegetal por parte de los microorganismos presentes en el suelo.

**Fuente:** (Martínez, López, Ormeño y Moles, 2015)

### 2.5.1 Aporte de nitrógeno a la planta

La Fijación Biológica de Nitrógeno realizada por las células procariotas, es el proceso mediante el cual, parte del nitrógeno atmosférico se incorpora a la materia viva y constituye la principal vía de incorporación de nitrógeno al ecosistema del suelo, siendo devuelto a la atmósfera principalmente por la acción de organismos del suelo descomponedores de la materia orgánica (Hernández, *et al.*, 2014).

### 2.5.2 Incremento de la disponibilidad del fósforo en el suelo

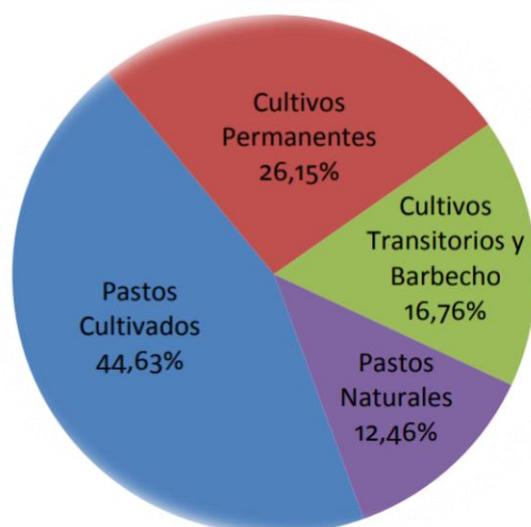
Las BD hacen que las bacterias solubilizadoras de fosfatos orgánicos, pongan a disposición de la planta mediante un proceso catalizado por enzimas y la de fosfato inorgánico, a través de la producción de ácidos orgánicos. La liberación de ácidos orgánicos por las bacterias provoca disminución del pH en el medio, lo que facilita la liberación de fósforo inmovilizado, mediante la sustitución y excreción de  $H^+$  o la liberación de iones  $Ca^{2+}$  (Hernández, *et al.*, 2014).

### 2.5.3 Producción de fitohormonas y reguladores del crecimiento vegetal

La producción de fitohormonas por parte de las bacterias y su impacto en la morfogénesis de la raíz, podrían explicar en gran parte los efectos positivos de las BD en el crecimiento vegetal. Al incrementarse el número de pelos radicales y raíces laterales, existe mayor absorción de agua y nutrientes por la planta y un mayor intercambio con el ambiente de la rizosfera, lo que contribuye a incrementos en el rendimiento del cultivo (Hernández, *et al.*, 2014).

## 2.6 Situación de las pasturas en el Ecuador

Respecto a la categoría de pastos cultivados presenta un crecimiento de 6.39 %, ocupando una superficie nacional de 2.45 millones de hectáreas el año 2017; por región se distribuye de la siguiente manera: La Costa 53.18 %, la Sierra 29.54 %, Región Oriental 17.21 %, y las Zonas no Delimitadas 0,07 %. La superficie con pastos naturales presentó un decremento del 15.31 %, ocupando 0.68 millones de hectáreas, de estas la región Costa representa el 12.02 %, la Sierra 78.00 %, la Región Oriental 9.91 %, y las Zonas no Delimitadas 0.07 %, (Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria, 2017).



**Figura 2.** Superficie con labor agropecuaria 2015

**Fuente:** (Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, 2015).

Según la Encuestas de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC, 2013) registró un incremento de 3.72% en referencia con el 2011, además dos años más tarde (ESPAC, 2015) indicó que la mayor superficie de suelo cultivable está destinada a pastos cultivados, representando un 44.63% a nivel nacional, lo que se señala claramente un incremento considerable sobre la producción de pastos a nivel nacional.

#### 2.6.1 Fertilización química en pasturas de la sierra

Al ver el porcentaje alto sobre pastos cultivados que se muestra en la figura 2 con un 44,63%, nos indica que este cultivo representa una fuerte demanda de nutrientes por lo que los agricultores compensan los nutrientes por medio de aplicaciones de fertilizantes químicos.

Existen varias recomendaciones de fertilización de acuerdo a la casa comercial y el tipo de pasto, pero a nivel de la sierra el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) ha realizado múltiples ensayos de fertilización en pastos a nivel de la sierra y la recomendación se muestra en la Tabla N° 1.

**Tabla 1.***Recomendación de fertilización en pastos de la región sierra*

Interpretación del análisis de suelos	Kg/ha		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Alto	120	120	100
Medio	80	80	60
Bajo	80	40	20

**Fuente:** (INIAP, 2012 citado por Bonilla, 2013)

### 2.6.2 Costos de las fertilizaciones químicas

Según Bonilla, (2013), el coste de fertilizaciones químicas (N-P-K+S+Mg) utilizadas en la investigación de “Comportamiento Agronómico de Seis Variedades de Reygrass (*Lolium multiflorum* – *Lolium perenne*) con una Fertilización Química en el cantón Salcedo” indica que tendría un valor de 182.40 dólares americanos con base en la recomendación que se muestra en la Tabla N° 1.

### 2.7 Características del Ryegrass Perenne (*Lolium perenne*)

Velasco (2011) menciona que se cultiva mayoritariamente en seco (85% de la superficie), es un cultivo que se usa básicamente en verde (66%) y se ensila en un 32%. El resto se henifica, aunque cada día hay mayor tendencia a su deshidratación. Esta gramínea entra a formar parte de la mayoría de mezclas forrajeras, porque consigue una perfecta base de altura, apoyo y resistencia para el resto de especies.

El Ryegrass perenne es considerado la mejor opción forrajera en las zonas de clima templado por sus altos rendimientos, calidad nutritiva y habilidad para crecer en gran diversidad de suelos. Además, es muy resistente a las heladas, moderadas y severas, constituyendo un pasto excelente para alturas superiores a los 3000 msnm donde es difícil la implantación de otras especies (Velasco, 2011).

### 2.7.1 Clasificación Taxonómica de *L. perenne*

**Tabla 2.**

*Clasificación Taxonómica del Ryegrass Perenne (L.perenne)*

<b>Clasificación taxonómica</b>	
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Subfamilia:	Pooideae
Género:	<i>Lolium</i>
Especie:	<i>L. perenne</i>
Nombre Científico:	<i>Lolium perenne</i>

**Fuente:** Velasco (2011).

### 2.7.2 Descripción Botánica de *L. perenne*

Como lo menciona Velasco (2011) la descripción botánica es la siguiente:

- Altura: 8 a 90 cm
- Tallos: tienen de 2 a 4 nudos
- Hojas: 5 a 14 mm de longitud por 2 a 4 mm de ancho, agudas, glabras, brillantes en el envés con lígulas de 2,5 mm obtusas.
- Las flores se reúnen en una inflorescencia simple, una espiga de 3 a 31 cm, lateralmente comprimida.
- Las espiguillas tienen 10 flores y miden 5 a 23 x 1 a 7 mm; las glumas son lanceoladas, con 3 a 9 venas
- El fruto es una cariósida a veces más larga que ancha

### 2.7.3 Requerimientos Edafoclimáticos de *L. perenne*

Tiene un rango de adaptación a los suelos, prefiriendo los fértiles con buen drenaje. Tolera periodos largos de humedad (15 a 20 días), así como suelos ácidos y alcalinos (pH 5.5 a 7.8); cuando este es menor que 5.0, la toxicidad por aluminio puede ser un problema en

regiones con un adecuado régimen de precipitación o con disponibilidad de riego según la Dirección General de Promoción Agraria , (2005).

Es una especie bien adaptada al pastoreo, resistente al pisoteo, de rápido rebrote, germinación y muy buena palatabilidad, que es fundamental que al animal le guste el forraje. Tiene buena resistencia al frío, razón por la cual vegeta bien durante el invierno y su consumo puede ser diferido para esta época prácticamente sin pérdidas de calidad (Iúdice y Moscardi, 2011).

**Tabla 3.**

*Características técnicas de Ryegrass perenne*

<b>Características de Ryegrass perenne</b>	
Genética	2 R. Tetraploide perenne + 1 R.
Densidad de siembra	100 -120 Lb/ Ha cultivo puro; 60 - 70 % asociados con otros
Adaptabilidad	2200 - 3800 msnm.
Días primer corte	80 - 90 días
Días de rotación	35 - 40 días
Resistencia a plagas y enfermedades	Alta
Producción verde en t./ha/corte	20 – 30
% De proteína cruda	16 - 22 % y de esta el 95 % es digestible
Materia seca	28 %
Rango de altura	70 - 90 cm
Contenido de carbohidratos	25 - 36 % solubles en agua
Aspectos relevantes	Altamente palatable, muy digestible, muy resistente a épocas secas, bueno para el pisoteo, no sobre pastorearlo.

**Fuente:** Agrosad (2017)

**2.8 Características del Ryegrass Anual *Lolium multiflorum***

De acuerdo con Catellanos (2009), es una gramínea de ciclo corto. Es una de las especies de mayor interés en la formación de praderas de la región con las características de: alto potencial productivo, establecimiento rápido, adecuado para labranza mínima, uso en suelos pesados y con poco drenaje.

### 2.8.1 Clasificación Taxonómica de *L. multiflorum*

**Tabla 4.**

*Clasificación Taxonómica del Ryegrass Anual (L. multiflorum)*

<b>Clasificación taxonómica</b>	
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Cyperales
Familia:	Poaceae
Género:	<i>Lolium</i>
Especie:	<i>L. multiflorum</i>
Nombre Científico:	<i>Lolium multiflorum</i>

**Fuente:** Catellanos (2009)

### 2.8.2 Descripción Botánica del Ryegrass Anual (*L. multiflorum*)

- Raíz: altamente ramificado y denso, carece de rizomas o estolones.
- Tallo: son de 30 a 100 cm de altura. La base del tallo es comúnmente un verde pálido amarillento.
- Hojas: son de color verde brillante, tienen prominentes arrugas en la parte superior. Las superficies inferiores son lisas, sin vello, brillosas y con nervadura prominente.
- Inflorescencia: tiene de 5 a 38 espigas colocadas de manera alterna en el axis central
- Espiguilla: tienen de 8 a 30 mm de longitud, sin considerar las aristas; contiene de 10 a 20 flósculos
- Flor: su polinización es anemófila y no presenta colores brillantes ni olores que atraigan a los insectos.
- Semilla: es un ovulo maduro, encerrado por una lemma y una palea.

### 2.8.3 Requerimientos edafoclimáticos de *L. multiflorum*

Se desarrolla en suelos comprendidos entre 2000 a 3000 msnm donde requiere suelos de fertilidad media, pueden vegetar aceptablemente en suelos húmedos, siempre que el drenaje superficial sea relativamente bueno, no es una gramínea para tierras secas, (Silva, 2011).

**Tabla 5.**

*Características técnicas de Ryegrass anual*

<b>Características del Ryegrass anual</b>	
Genética	Anual tetraploide
Densidad de siembra:	100 - 120 Lb/ ha
Adaptabilidad	2000 - 3400 msnm.
Días de germinación	5 - 7 días
Días primer corte	70 - 80 días
Días de rotación	35 – 50
Producción verde en t./ha/corte	35 – 42
Ph óptimo	5 – 8
Rango de altura	80 - 90 cm
Tolerancia a la roya	Alta
% De proteína cruda	17 - 23

**Fuente:** (Agrosad, 2017)

### 2.9 Características del Ryegrass Híbrido de (*Lolium hybridum*)

Según Garces (2015) se forma de manera natural entre *L. perenne* (ryegrass perenne o inglés) y *L. multiflorum* (reygrass anual o italiano). Tiene alto rendimiento, alta calidad durante largo tiempo, persistencia y menor formación de tallos florales y hojas dobladas o enrolladas en la yema.

#### 2.9.1 Requerimientos edafoclimáticos de *L. hybridum*

Prefieren suelos fértiles con pH entre 5.8 y 6.7 que son óptimos, tipo de suelos arcillosos y húmedos con un correcto drenaje que crece muy bien desde los 800 msnm hasta 3200 msnm (Garcés, 2015).

**Tabla 6.**

*Características del Ryegrass híbrido*

<b>Característica de Ryegrass Híbrido</b>	
Genética	Tetraploide intermedio
Densidad de siembra	100 - 120 Lb/ ha-1
Adaptabilidad	2200 - 3200 msnm.
Días a germinación	5 - 7
Días primer corte	70 - 80
Días de rotación	35 - 45
Tolerancia a la roya	Alta
Producción verde en t./ha/corte	25 - 35
% De proteína cruda	19 - 25
Rango de altura	60 - 70 cm

**Fuente:** Agrosad (2017)

## **2.10 Rendimientos generales de los Ryegrasses**

### 2.10.1 Rendimiento de materia verde

El ryegrass perenne al final del primer año, es decir en nueve cortes produce entre 41.67 y 50 toneladas de forraje verde por hectárea, una vez que la masa de hojas verdes ha alcanzado su más alto nivel y antes que se acelere la tasa de pérdida por senescencia y descomposición (Vargas, 2011).

### 2.10.2 Rendimiento de materia seca

Mediante una fertilización que recomienda el análisis de suelo ejecutada por la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, se aplicó el fertilizante al voleo, a una dosis de (240 kg ha<sup>-1</sup>) de la fórmula (20-12-5+3+2); que equivale a 48 kg de N, 28.8 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 12 kg de K, 7.20 kg de S y 4.8 kg de Mg; donde se obtuvo un rendimiento de entre 4.80 t – 2.19 t de M.S. ha<sup>-1</sup> entre los 6 tratamientos que fueron variedades de forraje Rye Grass (Bonilla, 2013).

## **2.11 Marco legal**

La Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES, 2017), elaboró el Plan Nacional de Desarrollo denominado “Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Toda una Vida” y fue aprobado en sesión del 22 de septiembre de 2017, mediante Resolución N.º CNP-003-2017. Se fundamenta en dos pilares centrales: la equidad territorial y la sustentabilidad ambiental, donde cuenta con 9 objetivos organizados en 3 ejes. La presente investigación se enmarca dentro del eje número 2 “Economía al servicio de la sociedad” y el objetivo número 5 donde debemos Impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible de manera redistributiva y solidaria, para ello se han planteado varias políticas y las pertinentes son:

- Promover la investigación, la formación, la capacitación, el desarrollo y la transferencia tecnológica, la innovación y el emprendimiento, la protección de la propiedad intelectual, para impulsar el cambio de la matriz productiva mediante la vinculación entre el sector público, productivo y las universidades.
- Fomentar la producción nacional con responsabilidad social y ambiental, potenciando el manejo eficiente de los recursos naturales y el uso de tecnologías duraderas y ambientalmente limpias, para garantizar el abastecimiento de bienes y servicios de calidad.

Este objetivo y sus diferentes políticas tienen metas tales como:

- Aumentar de 98.9 a 112 el índice de productividad agrícola nacional a 2021.
- Aumentar el número de publicaciones científicas a 2021.
- Incrementar el porcentaje de las actividades económicas que utilizan recursos de origen biológico como insumo para la provisión de bienes y servicios a 2021.

# CAPITULO III

## 3. MARCO METODOLÓGICO

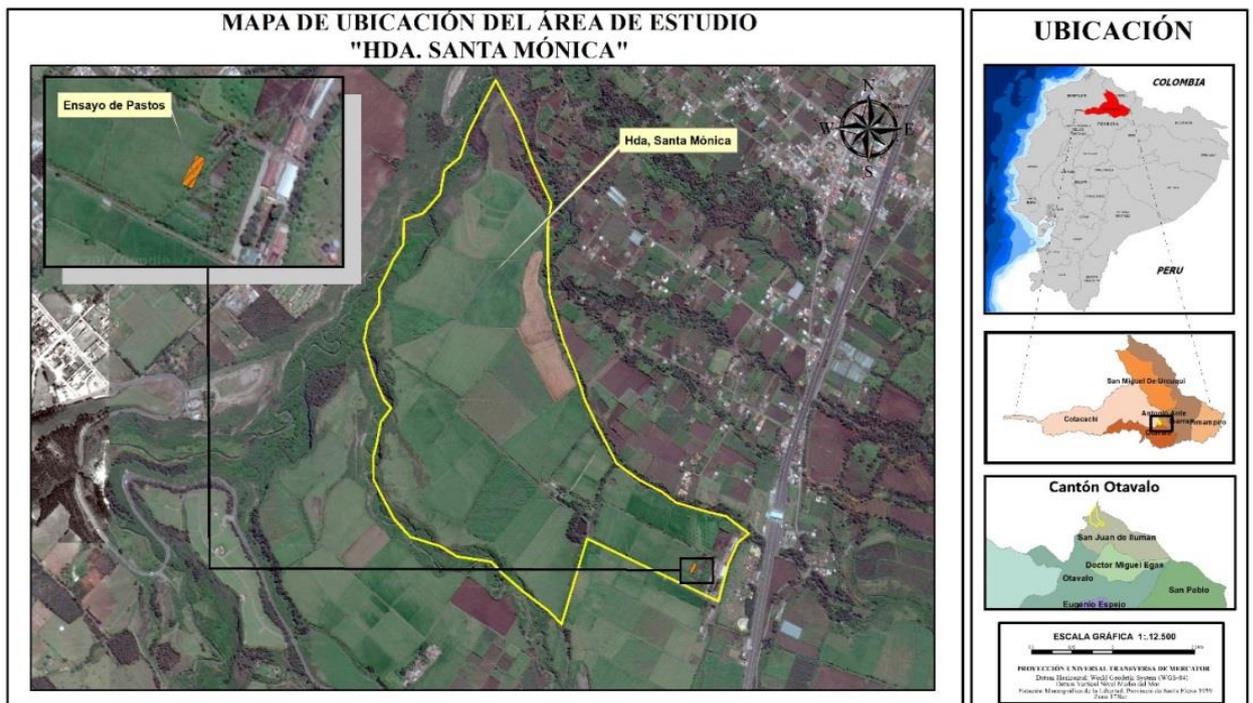
### 3.1 Caracterización del área de estudio

La investigación se llevó a cabo en la Hacienda Santa Mónica de la Universidad Técnica del Norte que se encuentra con una temperatura que oscila entre 19 a 22 °C y un clima templado, su tipo de suelo es limo arcilloso

**Tabla 7.**  
*Ubicación geográfica*

<b>Provincia</b>	<b>Imbabura</b>
<b>Cantón</b>	Otavaló
<b>Parroquia</b>	Ilumán
<b>Sector</b>	La Avelina
<b>Altitud</b>	2400 msnm

**Fuente:** López (2009).



*Figura 3.* Ubicación del Área de Estudio

## **3.2 Materiales, equipos, insumos y herramientas**

### 3.2.1 Materiales

- Libreta de campo
- Etiquetas
- Piola
- Estacas
- Bolsas de papel
- Rótulos de identificación
- Balanza gramera
- Cinta métrica
- Cuadrante de 1 m<sup>2</sup>
- Germinadores

### 3.2.2 Insumos

- Biofertilizante “HAB”
- Semillas de los tres tipos de pastos (Ray Grass anual, perenne e híbrido)
- Semillas de avena (Siembra al contorno de cada bloque)
- Fertilizante completo (Fertiandino)
- Urea
- Fertilizante (18-46-0)
- Sulpomag

### 3.2.3 Equipos de campo

- Tractor
- Rastra
- Aspersores tipo K-Line
- Bomba de agua
- Bomba de mochila

### 3.2.4 Equipos de oficina

- Computadora
- Impresora
- Cámara fotográfica
- Lápiz
- Borrador

### 3.2.5 Herramientas

- Azadón
- Barreno tubular
- Pala
- Hoz
- Barreno

## 3.3 Métodos

### 3.3.1 Factores en estudio

- Factor 1: Tipo de Pasto
  - Pasto 1: Ryegrass perenne
  - Pasto 2: Ryegrass anual
  - Pasto 3: Ryegrass híbrido
- Factor 2: Fertilización
  - F1: Bacterias Diazótrofas
  - F2: Fertilización Química
  - F3: Testigo

### 3.3.2 Tratamientos

Los tratamientos evaluados se mencionan en la Tabla 8

**Tabla 8.**

*Descripción de los tratamientos para el estudio del efecto de las bacterias en rendimiento de tres tipos de pastos.*

<b>N° de Tratamientos</b>	<b>Descripción</b>	<b>Código</b>
<b>T1</b>	<i>Lolium perenne</i> (Con BD)	LP+
<b>T2</b>	<i>Lolium perenne</i> (Fertilización Química)	LP0
<b>T3</b>	<i>Lolium perenne</i> (Testigo)	LP-
<b>T4</b>	<i>Lolium multiflorum</i> (Con BD)	LM+
<b>T5</b>	<i>Lolium multiflorum</i> (Fertilización Química)	LM0
<b>T6</b>	<i>Lolium multiflorum</i> (Testigo)	LM-
<b>T7</b>	<i>Lolium hybridum</i> (Con BD)	LH+
<b>T8</b>	<i>Lolium hybridum</i> (Fertilización Química)	LH0
<b>T9</b>	<i>Lolium hybridum</i> (Testigo)	LH-

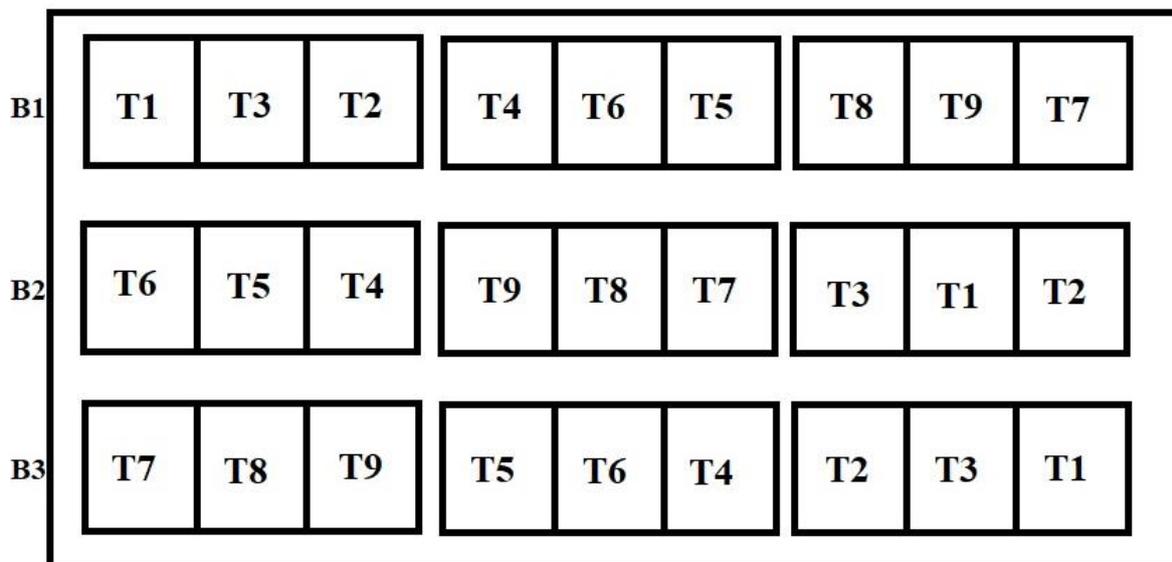
### 3.3.3 Diseño Experimental

Se utilizó un Diseño de Bloques al Azar en el que constaron 9 tratamientos y 3 bloques.

#### **Características de la Unidad Experimental**

- Tratamientos: 9
- Bloque (Repeticiones): 3
- Total, de la unidad experimental: 27
- Forma Cuadrada
- Largo: 3 m
- Ancho: 3 m
- Área total: 9 m<sup>2</sup>
- Separación entre repeticiones (calles): 2 m
- Área total del ensayo: 595 m<sup>2</sup>

### 3.3.4 Esquema del Área de Investigación en bloques completos al azar



*Figura 4* Esquema del Área de Investigación sobre efecto de las bacterias diazótroficas en el rendimiento de tres tipos de pastos.

### 3.3.5 Análisis Estadístico

Los análisis de datos se llevaron a cabo con el programa INFOSTAT versión 2018 y las pruebas de medias se realizaron a través de LD Fisher al 5%.

**Tabla 9.***Análisis de varianza (ADEVA) del Diseño de Bloques Completos al Azar*

<b>Fuentes de variación</b>		<b>Grados de libertad (GL)</b>
Total	(PxFxCxB) -1	188
Bloques	(B-1)	2
Tipo de pasto	(P-1)	2
Fertilización	(F-1)	2
Corte	(C-1)	6
Tipo de pasto x Fertilización	(P-1) (F-1)	4
Tipo de pasto x corte	(P-1) (C-1)	12
Fertilización x corte	(F-1) (C-1)	12
Tipo de pasto x Fertilización x Corte	(P-1) (F-1) (C-1)	24
E. exp.	(PxFxC -1) (B-1)	124

### 3.4 Variables evaluadas

Se midieron las siguientes variables:

- **Concentración de Nitrógeno en los tejidos foliares.**

Se recolectaron 200 g de tejido foliar que se obtuvo de la parcela neta y fueron enviadas en bolsas de papel al laboratorio del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), donde se realizó un análisis específico del contenido de Nitrógeno. Los resultados se expresaron en porcentaje (%).

- **Medición de Materia Verde (MV).**

Para evaluar esta variable, se arrojó el cuadrante de un metro cuadrado al azar, y se realizó un corte del pasto a una altura de 5cm, para permitir la entrada de luz para su posterior macollamiento. Se pesó las muestras de las 27 unidades experimentales y se registró en kilogramos (kg). Posteriormente, este valor se transformó a toneladas por hectárea para el análisis de datos. Durante la investigación se realizó siete cortes, siendo el primer corte a los 42 días y los siguientes cortes con intervalos de 21 días.



Corte de materia verde del cuadrante de 1m<sup>2</sup>

- **Medición de Materia Seca (MS).**

Se tomó una muestra de la parcela neta de 200 g de cada unidad experimental. El contenido de MS se evaluó en el laboratorio de la Granja Experimental La Pradera de la Universidad Técnica del Norte, realizando cortes más finos de aproximadamente 2 cm para un mejor secado. Se colocó las muestras en la estufa a una temperatura de 60 °C por 24 horas. Los resultados se expresaron en (kg MS).

- **Microbiología del suelo.**

Se tomaron sub muestras de suelo de 250 g después de cada corte a una profundidad de 20 cm con la ayuda de un barreno para suelos y se envió al laboratorio DISERLAB de la Universidad Católica del Ecuador, para identificar la dinámica poblacional de las bacterias fijadoras de nitrógeno (BFN) de los tratamientos bajo aplicación de BD, los resultados se expresaron en Unidades Formadores de Colonias UFC g<sup>-1</sup> de suelo.



Raíces de pasto bajo aplicación de bacterias diazótroficas

### 3.5 Manejo específico del experimento

#### 3.5.1 Obtención de las Bacterias Diazótrofas

Las bacterias diazótrofas fueron adquiridas en presentación líquida (Biofertilizante con microorganismos del suelo), es un complejo biológico que contiene hongos, actinomicetos y bacterias que actúan como fijadores libres de nitrógeno además de promover sustancias promotoras de crecimiento vegetal.

La composición de este biofertilizante se detalla en la Tabla 10.

**Tabla 10.**

*Composición del biofertilizante*

<b>Microorganismo</b>	<b>Concentración</b>
<i>Azospirillum brasilense</i>	$5.6 \times 10^7$
<i>Azospirillum lipoferum</i>	$5.6 \times 10^7$
<i>Azotobacter chroococcum</i>	$4.2 \times 10^7$
<i>Lactobacillus Acidophilus</i>	$1.4 \times 10^8$
<i>Bacillus subtilis</i>	$1 \times 10^8$
<i>Bacillus licheniformis</i>	$1 \times 10^8$
<i>Bacillus micoides</i>	$1 \times 10^8$
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	$5 \times 10^7$
<i>Pseudomonas putida</i>	$5 \times 10^7$
<i>Sacharomyces cerevisiae</i>	$1.4 \times 10^5$
Ingredientes aditivos: c.s.p	1 litro
pH en solución al 10%	6.0

#### 3.5.2 Preparación del suelo

Se procedió a preparar el área de estudio de 595 m<sup>2</sup> mediante dos pases de rastra, con la finalidad de que el suelo quede suelto y sea favorable para la germinación de las semillas, luego se procedió a limpiar las malezas y nivelar el terreno con la ayuda de un rastrillo.

#### 3.5.3 Toma de muestras de suelo para el análisis microbiológico

Antes de la siembra se tomó sub muestras de suelo de cada parcela con el fin de poder visualizar la dinámica poblacional de las BFN después de la aplicación de las BD. Dentro de las parcelas establecidas, se tomaron sub muestras del suelo de diferentes sitios que este dentro 1m<sup>-2</sup> obteniendo un peso representativo de 200 g y enviar al laboratorio

microbiológico DISERLAB de la Universidad Católica del Ecuador, donde se realizó un análisis específico de conteo de BFN, este proceso se realizó a los 0, 42, 65 y 89 días.

#### 3.5.4 Delimitación de parcelas

Una vez preparada el área de estudio, se procedió a delimitar los bloques y las unidades experimentales como se muestra en la (Figura 4).

#### 3.5.5 Inoculación de las Bacterias Diazótrofas al suelo

Se utilizó el método de inoculación líquida a la semilla que consiste en que el inoculante se mezcle en el agua para formar una suspensión uniforme y fluida que se agrega a las semillas las que se sembraron inmediatamente para evitar la desecación (Fernández, 2005). La concentración fue de  $4.2 - 5.6 \times 10^7 \text{ ml}^{-1}$  del Biofertilizante “HAB”, posterior a la siembra se realizó aplicaciones a modo drench directamente al suelo pasado los cinco días después de cada corte durante toda la investigación.

#### 3.5.6 Germinación

Se tomaron 200 semillas de cada tipo de pasto y se colocó en bandejas de germinación con un sustrato de algodón, con la finalidad de verificar la viabilidad de las semillas certificadas y reajustar la densidad de siembra en caso de tener un porcentaje de germinación menor a lo que muestra la ficha técnica. Esta prueba se realizó sin ningún tipo de inóculo microbiano, en un tiempo de 15 días

#### 3.5.7 Siembra

La siembra se realizó en hileras de 14cm de distancia a razón de  $55 \text{ kg ha}^{-1}$  ( $49.5 \text{ g } 9\text{m}^{-2}$ ) a chorro continuo y se procedió a tapar las semillas a una profundidad de 2cm para los tres tipos de pastos.

#### 3.5.8 Deshierbas

La maleza se controló manualmente con el fin de evitar la competencia de agua y nutrientes con el cultivo establecido. Esta práctica es indispensable y se aplicó a todas las unidades experimentales establecidas.

### 3.5.9 Riego

Para el riego, se utilizó el sistema tipo K- Line, que es un sistema neozelandés que se adapta a pendientes pronunciadas y es exclusivo para praderas con un uso eficiente del agua, que se aplica a baja velocidad (lluvia suave) de aplicación de 2 a 4 mm hr<sup>-1</sup> (KLine, 2016).

El primer riego se realizó un día antes de la siembra el cual permitió que la semilla tenga suficiente humedad para poder realizar el proceso de germinación. Se utilizaron aspersores tipo K-Line dos veces por semana hasta llegar a capacidad de campo. Para apreciar de una forma sencilla la capacidad de campo, se empleó el método del tacto, que consiste en tomar un puñado de tierra en la mano y presionar firmemente, al soltar el puñado si se nota un contorno de humedad en la mano, el suelo está en capacidad de campo y con la humedad suficiente, pero si no forma este contorno se necesita un riego inmediato (Martin, 2017).

Posterior al primer mes, debido a las precipitaciones no hubo necesidad de riegos continuos ya que se obtuvo precipitaciones promedio de 46.8 mm mes<sup>-1</sup> durante cuatro meses consecutivos.

### 3.5.10 Fertilización

Se aplicó una fertilización como lo indica en la guía de Cárdenas y Garzón, (2011) 10-30-10 en dosis de 100 a 120 kg/ha/año y 100 kg de 18-46-0 en los tratamientos T2, T5 y T8 donde se realizaron fertilizaciones químicas, lo que equivale a 10.8 g (10-30-10) en 9 m<sup>2</sup> que consta la parcela y 9 g (18-46-0) 9 m<sup>2</sup>.

### 3.5.11 Cosecha

El primer corte se realizó a los 42 días después de la siembra de forma manual cuando el cultivo alcanzó una altura promedio de 25 cm, el proceso consistió en cortar el área foliar del pasto que enmarcó el cuadrante de 1m<sup>2</sup>, se pesó la materia verde cosechada en una balanza gramera con precisión de (0.5) y se tomó una muestra representativa de 200 g para el análisis de materia seca, este procedimiento se repitió a los 65, 89 y 117 días. Cinco días después de cada corte a modo drench se aplicó las BD en dosis de 1.8 ml/9m<sup>2</sup> en cada tratamiento (T1, T4 y T7).

### 3.5.12 Precipitaciones

Durante los meses enero a mayo del año 2018 se tuvieron diferentes precipitaciones en la localización del ensayo que se indican en la tabla 11.

**Tabla 11.***Precipitación mensual enero - mayo 2018*

<b>Mes</b>	<b>Precipitación (mm)</b>
Enero	18
Febrero	61
Marzo	34
Abril	86
Mayo	35

## CAPITULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo se analizó el efecto de las bacterias diazótroficas en el rendimiento de tres tipos de pastos, para lo cual se empleó un diseño de parcela dividida con una idea de mejorar una alternativa de producción. Las variables fueron analizadas con el programa estadístico INFOSTAT versión 2018 y los resultados se presentan a continuación.

#### 4.1 Concentración de Nitrógeno en Tejidos Foliare

Mediante el análisis de varianza se presentan los siguientes resultados, donde indica que no existe interacción entre los tratamientos de tipos de pastos junto al tipo de fertilización con valor ( $F= 1.95$ ;  $gl= 2, 16$ ;  $P= 0.1518$ ), por lo contrario, se observa que los tratamientos de forma independiente muestran valores significativos, como se muestra en la Tabla 12.

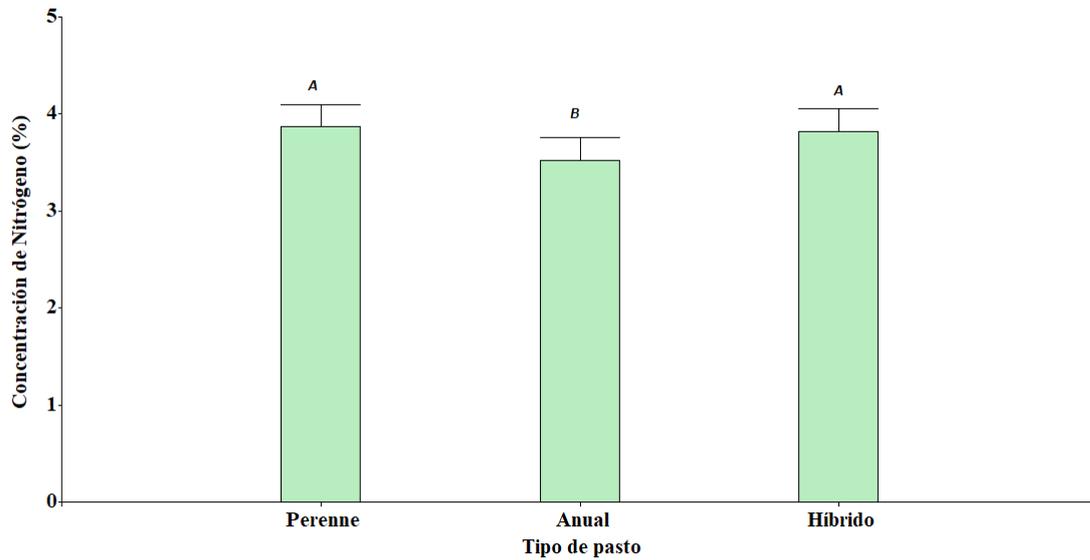
**Tabla 12.**

*ADEVA de la concentración de nitrógeno en tejidos foliares*

Tratamiento	Fuente de Variación FV	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Pasto	2	16	4.66	0.0254*
Fertilización	2	16	3.66	0.0492*
Pasto-Fertilización	2	16	1.95	0.1518

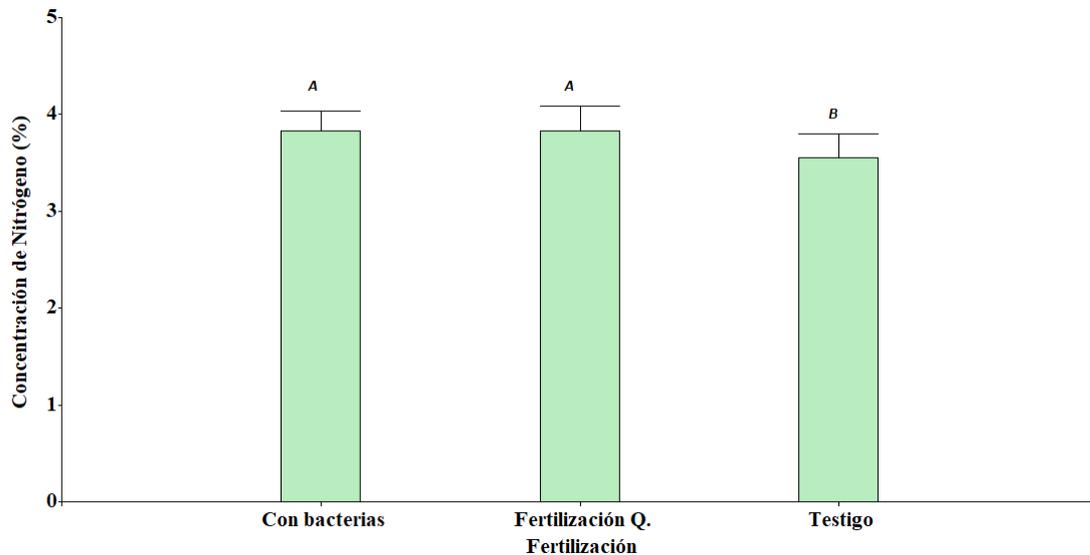
\* = Significativo, Valor  $P > 0.05$

La concentración de nitrógeno en la categoría que conforma los tres tipos de pastos indica que el pasto tipo perenne e híbrido contienen mayor concentración de nitrógeno con valores de 3.87% y 3.82% de nitrógeno total respectivamente (Figura 5). Este resultado se traduce que mediante las interacciones que se derivan de las características físicas, químicas y biológicas del suelo, producen cambios significativos en los ciclos biogeoquímicos del suelo y en la disponibilidad de nutrientes para las plantas (Ferrera y Alarcón, 2001).



**Figura 5.** Concentración de nitrógeno en los tres tipos de pastos

Para la categoría de tipo de fertilización, la concentración de nitrógeno total fue de 3.83% para los tratamientos bajo fertilización química y aplicación de bacterias (Figura 6), esto indica que no existe diferencias entre tratamientos en estudio por lo que se puede afirmar que las BD fijan nitrógeno atmosférico como lo menciona Hernández *et al.* (2014).



**Figura 6.** Concentración de nitrógeno en los diferentes tipos de fertilización

En la figura 7 se puede apreciar que no existe diferencias significativas estadísticamente, ya que comparten una misma categoría entre pastos y el tipo de fertilización. Tenemos valores desde 3.42% de nitrógeno total para el pasto tipo anual bajo fertilización química hasta 4.09% NT para el pasto tipo perenne bajo fertilización química. Por otro lado, los pastos bajo aplicación de BD se ubican en niveles intermedios indistintamente de los tipos de pastos con valores de (3.59% - 4.03%NT).

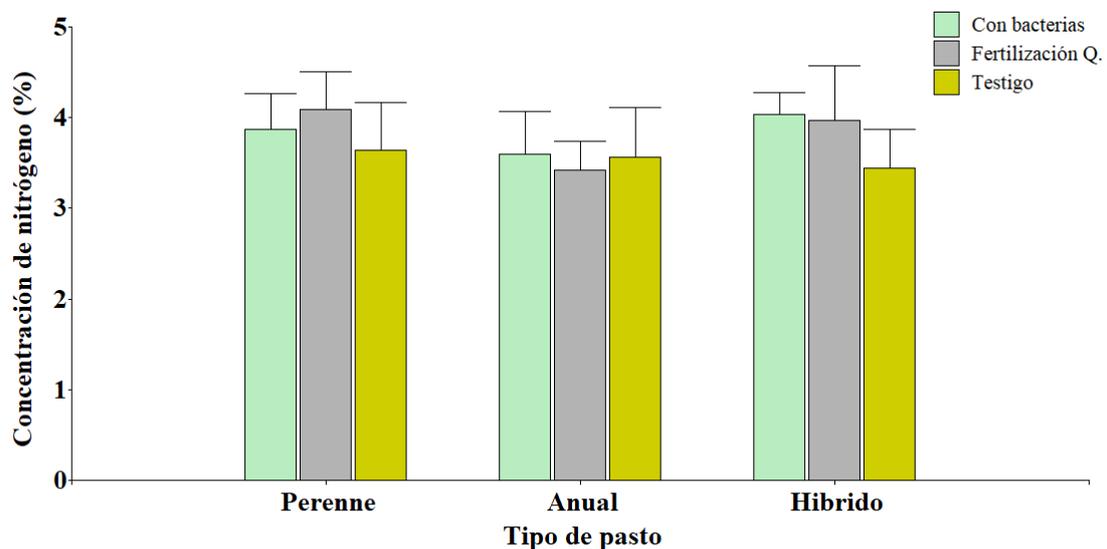


Figura 7. Concentración de Nitrógeno por tipo de pasto y fertilización

#### 4.2 Variable materia verde (MV)

Una vez realizado el análisis de varianza los resultados indican que no existe interacción entre el corte; pasto; tipo de fertilización con valores ( $F= 1.02$ ;  $gl= 24, 124$ ;  $P= 0.4526$ ) para la variable MV. Además, los resultados indican que de igual manera no existe interacción entre tipo de pasto y fertilización con valores ( $F= 0.59$ ;  $gl 4, 124$ ;  $P= 0.6717$ ). Por el contrario, existe interacción entre corte y fertilización con valores ( $F= 2.13$ ;  $gl= 12, 124$ ;  $P= 0.0192$ ). Además, presenta interacción entre corte y pasto con valores que se muestran en la Tabla 13.

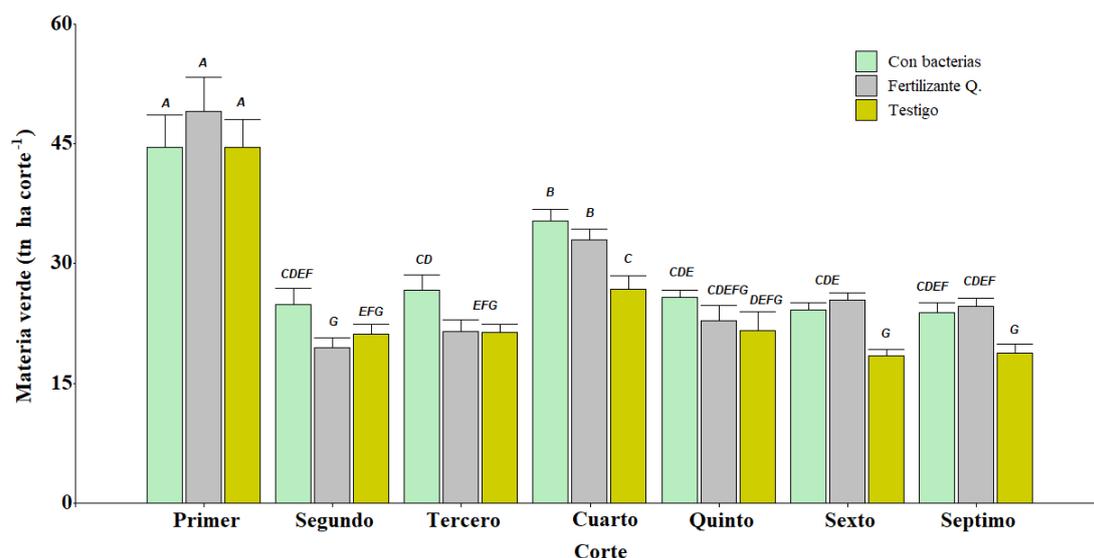
**Tabla 13.**

*ADEVA del peso de materia verde de los tres tipos de pastos*

Tratamientos	Fuente de variación FV	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Corte	6	124	39.19	0.0001
Pasto	2	124	0.47	0.6284
Fertilización	2	124	34.9	0.0001
Corte-Pasto	12	124	2.23	0.0138*
Corte-Fertilización	12	124	2.13	0.0192*
Pasto-Fertilización	4	124	0.59	0.6717
Corte-Pasto-Fertilización	24	124	1.02	0.4526

Nota: \* = Significativo, Valor P >0.05

La prueba de medias indica para la categoría Corte-Fertilización se observó que, en el primer corte presenta mayores cantidades de materia verde independientemente del tipo de fertilización. A nivel del cuarto corte los resultados muestran que para la fertilización con bacterias y fertilización química no presenta diferencias, sin embargo, es superior el tratamiento bajo aplicación de BD en relación al testigo con 24% mayor.



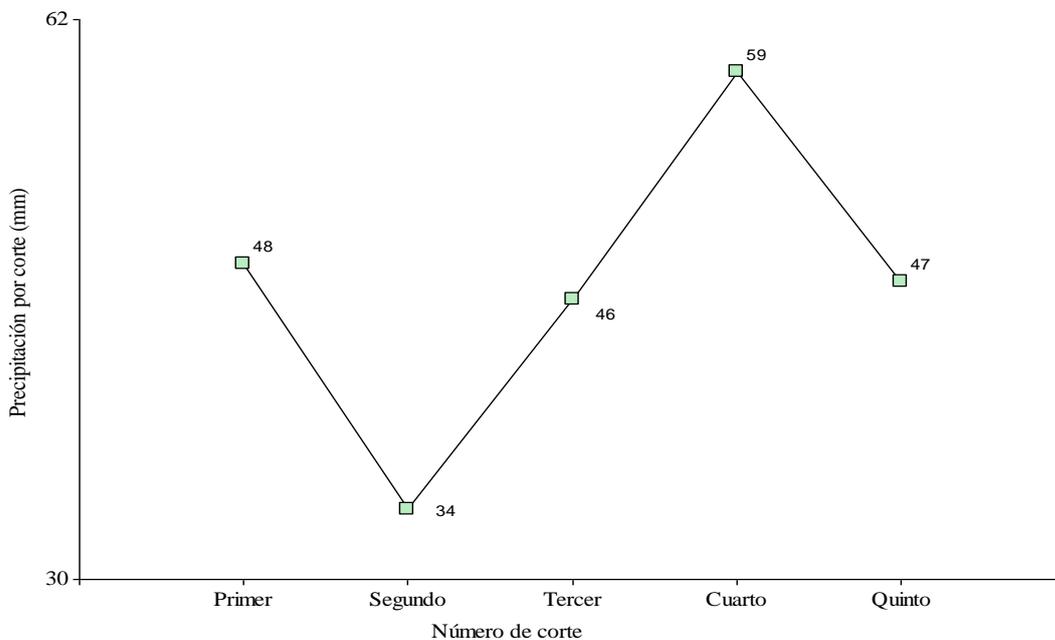
**Figura 8.** Interacción del tipo de fertilización y número de cortes de la variable materia verde

**Nota:** Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

De acuerdo a los resultados obtenidos por Cobos (2018), tuvo una disminución de producción de MV del primer corte al segundo corte en un 61.15%, mientras que los resultados de la presente investigación se obtuvo una reducción de producción de MV del primer corte al segundo corte con un valor de 44.27%, esto significa que la producción

de MV bajo aplicación de BD no refleja una disminución considerable. Sin embargo, Arguero y Martínez, (2011), mencionan que el crecimiento en altura y rendimiento de biomasa es inversamente proporcional a través de los cortes, es decir disminuye el desarrollo del pasto conforme pasa el tiempo, algo que se puede apreciar dentro de los cortes.

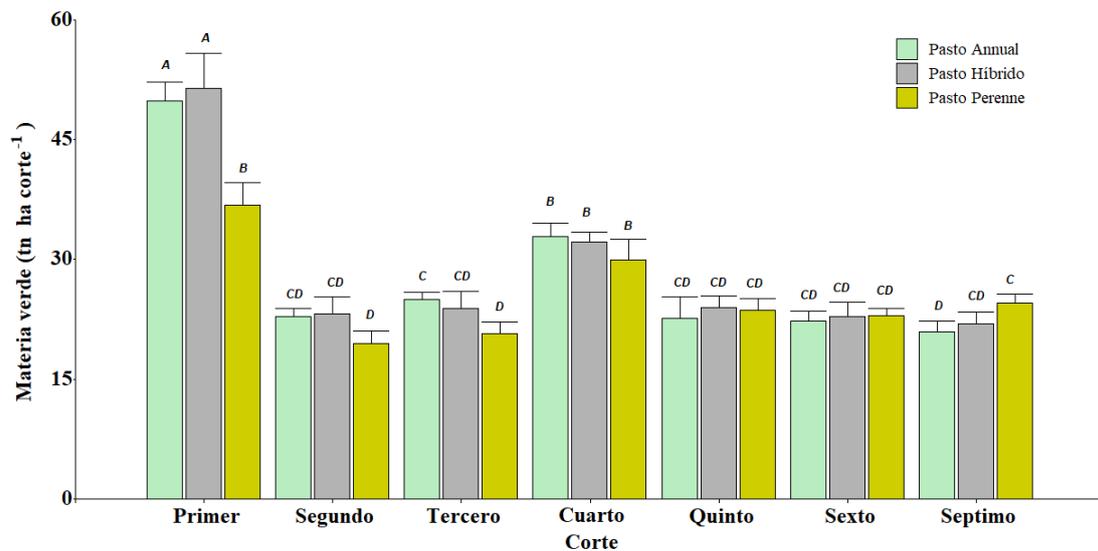
A nivel del cuarto corte se puede observar un crecimiento significativo, esto se debe a que en hubo mayor precipitación como se pude apreciar en la Figura 9 con 59 mm de precipitación durante el cuarto corte. Según Álvarez , Herrera, Díaz , Y Noda (2013), menciona que el clima es un componente esencial del sistema para que se pueda desarrollar y producir cantidad y calidad de biomasa. En la presente investigación se obtuvo datos de precipitación durante los cortes donde indica que a mayor precipitación mayor producción de materia verde.



**Figura 9.** Precipitación por corte en la hacienda Santa Mónica UTN período Enero - Mayo2018

Para la categoría de Corte-Pasto nos indica que los pastos tipo anual e híbrido son los que presentaron mayor producción de materia verde indistintamente del tipo de fertilización, a diferencia del pasto perenne que representa los valores bajos. Al primer corte se obtuvo un rendimiento de  $51.44 \text{ tha}^{-1}$  para pasto híbrido,  $49.83 \text{ tha}^{-1}$  anual,  $36.86 \text{ tha}^{-1}$  perenne. Sin embargo, Cobos (2018), reporta rendimientos de  $95.52 \text{ tha}^{-1}$  para el primer corte en pasto tipo anual, bajo condiciones de labranza convencional, siendo valores superiores a los que se obtuvieron en la investigación. Para el pasto tipo perenne según Vargas (2011), menciona que obtuvo rendimientos de  $4.63$  a  $5.55 \text{ tha}^{-1}$  a diferencia de los datos de la presente investigación, que son valores altos. Por lo tanto, se establece que, los

rendimientos están ligados a las variedades utilizadas, las condiciones edafoclimáticas y el tipo de manejo de las pasturas, para obtener rendimientos diferidos.



**Figura 10.** Interacción del tipo de pastos y número de cortes de materia verde  
**Nota:** Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### 4.3 Variable materia seca (MS)

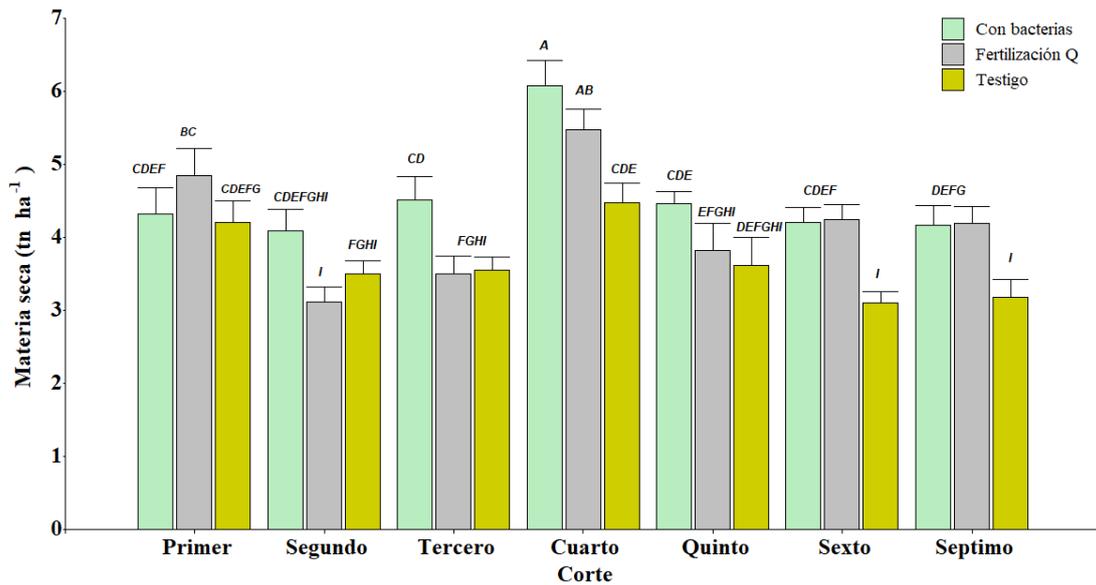
Una vez realizada el análisis de varianza los resultados indican que no existe interacción entre el corte-pasto-tipo de fertilización con valores ( $F= 0.87$ ;  $gl=24, 124$ ;  $P= 0.6359$ ), para la variable materia seca, lo que significa que los resultados no están influenciados por las BD, tipo de pasto y numero de cortes. Sin embargo, los resultados indican que existe interacción entre número de corte y tipo de pasto con valores ( $F 4.11$ ;  $gl= 4, 124$ ;  $P= 0.0235$ ). Además, para la categoría número de corte y fertilización existe interacción con valores ( $F= 2.41$ ;  $gl= 12, 24$ ;  $P= 0.0076$ ), (Tabla 14).

**Tabla 14.***ADEVA del Rendimiento de materia seca de los tres tipos de pastos*

Tratamientos	Fuente de variación FV	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Corte	6	124	16.74	0.0001
Pasto	2	124	1.29	0.2799
Fertilización	2	124	27.33	0.0001
Corte: Pasto	12	124	2.07	0.0235*
Corte: Fertilización	12	124	2.41	0.0076*
Pasto: fertilización	4	124	0.32	0.8614
Corte: Pasto: Fertilización	24	124	0.87	0.6359

\* = Significativo, Valor P &gt; 0.05

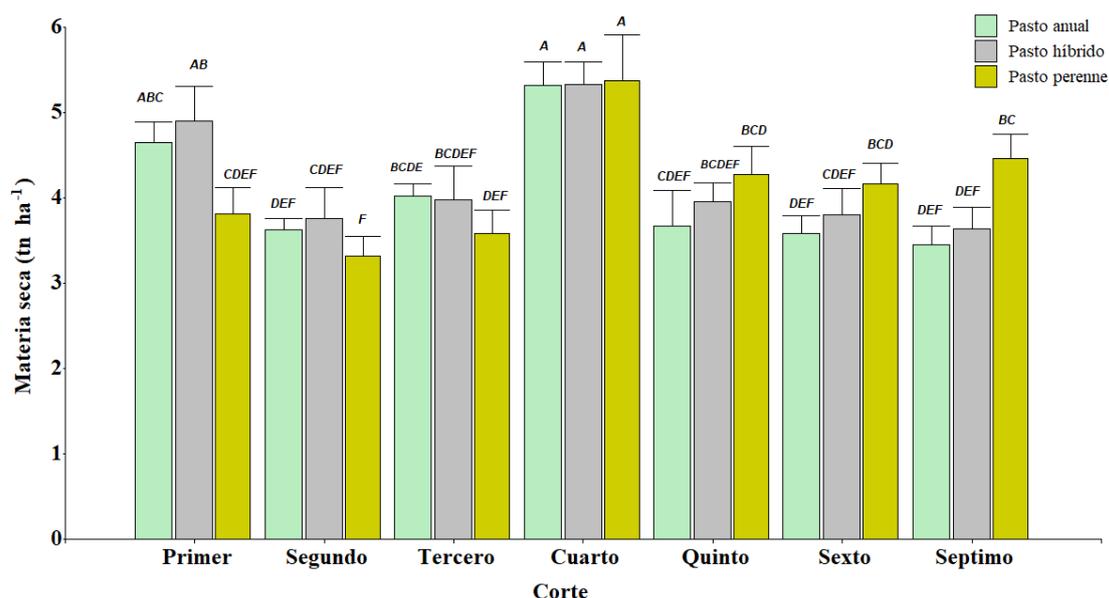
Para los tratamientos bajo aplicación de BD y fertilización química fueron estadísticamente no significativas para la variable de materia seca (MS) como se muestra en la (Figura 11). Visto desde un enfoque agroecológico, es más factible aplicar BD ya que este tipo de fertilización puede reducir el consumo de fertilizantes químicos como indican Hernández *et al.*, (2014), que al aplicar bacterias diazótrofes asociativas se logran aportes de nitrógeno atmosférico a la planta permitiendo disminuir el uso de productos químicos nitrogenados.

**Figura 11.** Rendimiento de Materia Seca de los tratamientos en estudio por cada corte.**Nota:** Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

El mayor rendimiento de materia seca corresponde al tratamiento bajo aplicación de BD a nivel del cuarto corte, indistintamente del tipo de pasto, con un valor de 6.07 tMS $ha^{-1}$  y el de menor valor es para el tratamiento sin fertilización, con un rendimiento de 3.09

tMSha<sup>-1</sup>, ubicándose dentro de los rangos establecidos por Quilligana (2016) que obtuvo un rendimiento de 3.7 tMSha<sup>-1</sup> en pasto ryegrass a nivel de Pichincha – Ecuador.

Indistintamente del método de fertilización, los resultados indican que los tratamientos bajo aplicación de BD tienen un efecto igual o mayor sobre los rendimientos obtenidos bajo aplicación química. Sin embargo, Zuluaga, Restrepo, y Parra (2010), indica que la fertilización orgánica es importante debido a su impacto sobre la estructura del suelo y sobre algunas características fisicoquímicas que ayudan a una mejor utilización del fertilizante químico y finalmente favorecen la calidad y producción de forraje.



**Figura 12.** Rendimiento de Materia Seca de los tratamientos en estudio por tipo de pasto  
**Nota:** Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

El mayor valor de materia seca se obtuvo al cuarto corte con rendimientos de 5.37 tMSha<sup>-1</sup> para pasto tipo perenne, 5.33 tMSha<sup>-1</sup> pasto híbrido y 5.32 tMSha<sup>-1</sup> para pasto tipo anual donde indica que son estadísticamente similares. Según Villalobos, Arce, y WingChing (2013), obtuvo un rendimiento de 3.36 tMSha<sup>-1</sup> para pasto tipo perenne, que son valores inferiores a los que se obtuvo en la investigación. Además, Monsivais (2013), reportó un rendimiento de 2.21 tMSha<sup>-1</sup> para pasto tipo anual; por lo tanto, los valores de la presente investigación son superiores a comparación de los autores antes mencionados.

Por otro lado, las características ambientales influyen sobre la producción de MS de los pastos (Villalobos & Sánchez, 2010). Lo que se puede apreciar en el cuarto corte de la Figura 9, que existe un incremento considerable para los 3 tipos de pastos, esto corrobora a lo mencionado por el autor.

El porcentaje de materia seca mediante el análisis estadístico, indica que, el tratamiento bajo aplicación de BD y fertilización química son similares estadísticamente para el pasto tipo perenne con valores de 17.10 % y 16.71 %MS respectivamente, mientras que, el pasto tipo anual con fertilización química tiene un valor bajo de 15 %MS, siendo este pasto el de menor valor, (Tabla 15).

El mayor porcentaje de materia seca corresponde al T1 (*Lolium perenne*), con un valor de 17.10 %, lo que significa que tiene un rendimiento de 4.7 tMSha<sup>-1</sup> y el de menor valor es para el tratamiento T5 (*Lolium multiflorum*), con 15 %MS y con un rendimiento de 3.4 tMSha<sup>-1</sup>, ubicándose dentro de los rangos establecidos por Quilligana (2016) que obtuvo un rendimiento de 3.76 tMSha<sup>-1</sup> en pasto perenne a nivel de Pichincha – Ecuador.

**Tabla 15.**

*Porcentaje de Materia Seca de los tratamientos en estudio para los tres tipos de pastos.*

Pasto	Fertilización	Medidas	E.E.	
perenne	bfn	17.10	0.28	A
perenne	fq	16.71	0.28	A
perenne	testigo	16.19	0.28	B
hibrido	testigo	15.81	0.28	B C
hibrido	bfn	15.62	0.28	C
anual	bfn	15.45	0.28	C D
hibrido	fq	15.10	0.28	D
anual	testigo	15.05	0.28	D
<u>anual</u>	<u>fq</u>	<u>15.00</u>	<u>0.28</u>	D

**Nota:** Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Sin embargo, el tratamiento (T9), que fue el testigo entre el cultivar de pasto híbrido, obtuvo mayor porcentaje de MS con 15.81 %, esto se debe a que en estas parcelas presentaron mayor concentración de materia orgánica con 6.29 % de acuerdo a los reportes de análisis de laboratorio de suelos.

#### **4.4 Dinámica poblacional de las bacterias fijadoras de nitrógeno (BFN)**

El análisis de varianza muestra el siguiente resultado, donde indica que la variable de dinámica poblacional es significativa con valor  $P < 0.0001$  (Tabla 15), lo que expresa que a medida que se realiza los cortes existe un crecimiento considerable siendo directamente proporcional.

**Tabla 16.***ADEVA de dinámica poblacional de las bacterias fijadoras de nitrógeno*

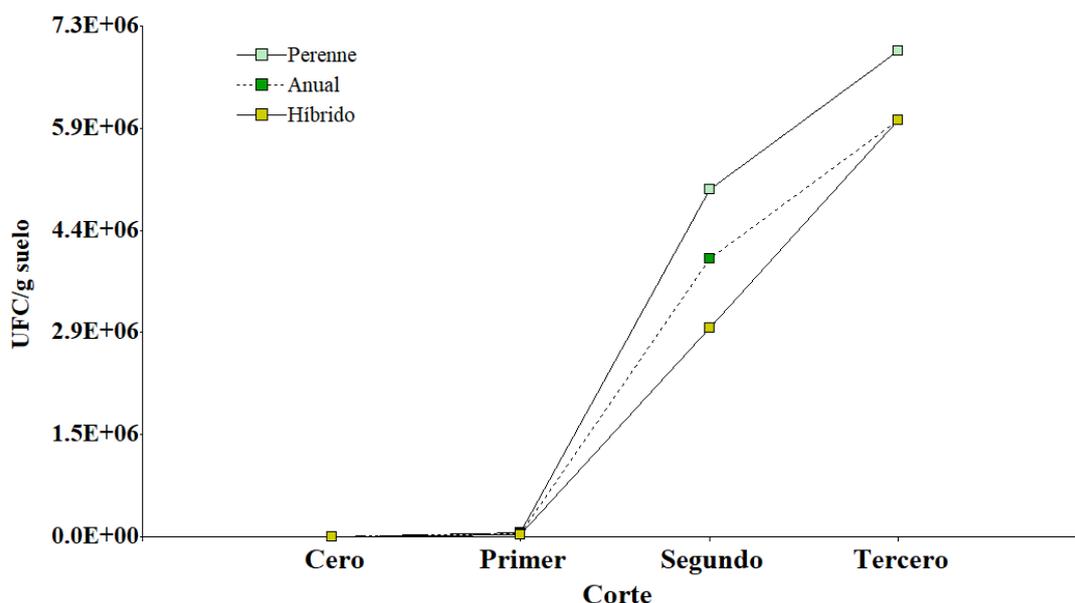
Tratamiento	Fuente de Variación FV	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Corte	3	6	118.31	<0.0001

Las pruebas de fisher presentan que, la dinámica poblacional de bacterias fijadoras de nitrógeno, se muestra un incremento considerado desde el inicio del experimento, es decir en el corte cero con  $3.3 \times 10^3$  UFC  $g^{-1}$ , hasta el tercer corte que obtuvo  $6.3 \times 10^6$  UFC  $g^{-1}$ , (Tabla 17)

**Tabla 17.***Prueba de medidas para dinámica poblacional de BFN*

Corte	Media	E.E.	
Cero	$3.3 \times 10^3$	$3.3 \times 10^3$	C
Primer	$4.6 \times 10^4$	$8.8 \times 10^3$	C
Segundo	$4 \times 10^6$	$5.7 \times 10^5$	B
Tercero	$6.3 \times 10^6$	$3.3 \times 10^5$	A

Para el pasto tipo perenne se muestra la tendencia de incremento de las BD mayor a los pastos tipo híbrido y anual con  $1 \times 10^6$ , además, existe un crecimiento notorio independientemente del tipo de pasto desde el primer corte hasta el tercer corte, (figura13).



**Figura 13.** Dinámica poblacional de bacterias fijadoras de nitrógeno en los tres tipos de pastos en los diferentes cortes.

Bajo condiciones óptimas las BD pueden desarrollar, mantener y cumplir su función, tales como: la producción de sustancias estimuladoras del crecimiento, sideróforos y antibióticos: así como la inducción de resistencia en la planta y la fijación del nitrógeno, (Moreno y Galvis 2013). Debido a las condiciones edafoclimáticas propias de la zona de estudio con temperatura promedio de 19°C y suelos franco-arenoso, se obtuvo un incremento visible de las BFN al segundo corte con un valor de  $6 \times 10^4$  UFC  $g^{-1}$  para el pasto tipo perenne,  $5 \times 10^4$  UFC  $g^{-1}$  pasto tipo anual y  $3 \times 10^4$  UFC  $g^{-1}$  pasto tipo híbrido.

Por otro lado la investigación realizada por Ortiz (2010), indica que los métodos de inoculación interfieren en la interacción planta – microorganismo, además demostró que el mejor método fue la inoculación líquida a la semilla que conjuntamente con las técnicas agronómicas y la mínima fertilización química, facilitaron el establecimiento de la bacteria en la rizosfera, mejorando la síntesis de hormonas vegetales, permitiendo una mayor absorción de nutrientes por la planta y el incremento de los órganos vegetativos, además se observó la fijación de nitrógeno atmosférico mediante el análisis de nitrógeno total con un 3.83% .

Sin embargo, De-Bashan *et al.*, (2010) citado por Ojeda *et al.*, (2016) señalan que la capacidad de las BD para colonizar la rizosfera puede depender de algunas propiedades, como la quimiotaxis que permite a la bacteria acercarse a los ambientes beneficiosos y escapar de los hostiles, además sirve como mecanismo de comunicación intercelular y de reclutamiento celular bajo condiciones de stress (Ortega, 2006). Lo que se indica en la investigación, que al día 63 correspondiente al segundo corte ya se obtuvo un crecimiento de  $4.6 \times 10^3$  UFC  $g^{-1}$ . En tal sentido, resulta importante su habilidad para unirse a las raíces

de las plantas y las partículas del suelo, por lo que se considera que tuvo un efecto positivo en el rendimiento de los tres tipos de pastos.

# CAPÍTULO V

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

- La concentración de nitrógeno en tejidos foliares muestra similitud en el pasto perenne y pasto híbrido, siendo su concentración de 0.3% mayor que el pasto tipo anual.
- En el primer corte los rendimientos fueron aproximadamente 15 t ha<sup>-1</sup> mayores en el pasto híbrido y anual, comparado con el pasto perenne; seguido por el cuarto corte, en donde el rendimiento fue similar en los tres tipos de pastos, 30 kg por hectárea.
- En el primer corte se presentaron mayores rendimientos de materia verde independientemente del tipo de fertilización utilizada. Por otro lado, en el cuarto, sexto y séptimo corte la aplicación con fertilización química y la aplicación de bacterias presentaron rendimientos superiores al testigo, con diferencias mayores a 10 t ha<sup>-1</sup>, mostrando una similitud entre las bacterias diazótrofes.
- En cuanto a materia seca en el cuarto corte los tres tipos de pastos muestran rendimientos superiores a 5 t ha<sup>-1</sup>, sin embargo, en el primer corte el pasto híbrido muestra rendimientos superiores a 1 t ha<sup>-1</sup> aproximadamente con respecto al pasto anual y perenne.
- En el cuarto, sexto y séptimo corte, la aplicación de fertilización química y la aplicación de bacterias diazótrofes presentan rendimientos superiores al testigo con aproximadamente casi 2 t ha<sup>-1</sup>
- El análisis microbiológico para bacterias fijadoras de nitrógeno registro un aumento de más del 100% desde la siembra al segundo corte y un 36% del segundo al tercer corte.

## RECOMENDACIONES

- Realizar análisis completos de micro y macro elementos para determinar un diagrama general de movilidad de los nutrientes.
- Analizar el proceso de germinación a través de cámaras de germinación a nivel de laboratorio con inoculación de bacterias diazótrofes, para observar el crecimiento radicular.
- Continuar evaluando el porcentaje de MS a través del tiempo, para determinar su efecto en los tres tipos de pastos y determinar la curva de producción.
- Determinar el mejor método de inoculación y definir el potencial benéfico de las bacterias diazótrofes que se utilizaron en el presente estudio.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agrosad. (2017). “Importador de semillas Cuenca Ecuador”. Obtenido de <http://agrosad.com.ec/index.php/productos/semillas/semillas-de-pastos/results,11-10>
- Aguirre Medina, J. F., Irizar Garza, Martha B. G., Durán Prado, A., Grageda Cabrera, O. A., Peña del Río, Ma de los A., Loredo Osti, C., Gutiérrez Baeza, A. (Marzo de 2009). *Los biofertilizantes microbianos: alternativa para la agricultura en México*. Obtenido de [http://www.observatorioedsicta.info/observatorio/sites/default/files/files\\_ofertatec/inoculante/BIOFERTILIZANTES%20MICROBIANOS.pdf](http://www.observatorioedsicta.info/observatorio/sites/default/files/files_ofertatec/inoculante/BIOFERTILIZANTES%20MICROBIANOS.pdf)
- Álvarez , A., Herrera, R., Díaz , L., y Noda, A. (2013). Influencia de las precipitaciones y la temperatura en la producción de. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 413.
- Armenta Bojórquez, A. D., Cervantes Medina , C., y Galaviz Lara, J. A. (Enero de 2012). *Impacto de la fertilización nitrogenada en agua para consumo humano en el municipio de Guasave Sinaloa, México*. Obtenido de <http://www.ebrary.com>
- Bécquer Granados, C. J. (2012). Efecto de la inoculación con bacterias rizosféricas en dos variedades de trigo. Fase II: invernadero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 3(5), 2012. México: Red Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas.
- Beracochea, M. (Noviembre de 2011). *Respuesta de Variedades Comerciales de Maíz (Zea mays L.) a la Inoculación de Bacterias Endofitas - Diazótrofas*. Obtenido de <http://www.bib.fcien.edu.uy/files/etd/pasan/uy24-15387.pdf>
- Bonilla, A. (2013). “Comportamiento agronómico de seis variedades de reygrass (*Lolium multiflorum* – *Lolium perenne*) con una fertilización química en el cantón salcedo”. Obtenido de <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/544/1/T-UTEQ-0037%281%29.pdf>
- Cárdenas, A., Y Garzón, J. (2011). *Guia de Manejo de Pastos de las Sierra Ecuatoriana*. Obtenido de <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Gu%C3%ADa%20de%20manejo%20de%20pastos%20para%20la%20Sierra%20Sur%20Ecuatoriana..pdf>
- Carranza, C., Castellanos, G., Deaza, D., & Miranda, D. (2016). *Efecto de la aplicación de reguladores de crecimiento sobre la germinación de semillas de badea (Passiflora quadrangularis L.) en condiciones de invernadero*. *REVISTA COLOMBIANA DE CIENCIAS HORTÍCOLAS - Vol. 10 - No. 2*, 284-291.
- Chien, S. H., IFDC, Gearhart, M. M., & Collamer , D. J. (2001). *Los Fertilizantes Nitrogenados y la Acidificación del Suelo* . Obtenido de Efecto de diferentes fuentes de N amoniacal sobre la acidificación del suelo. Reporte de International Fertilizer Development Center (IFDC). : <http://www.fertilizando.com/articulos/Los%20Fertilizantes%20Nitrogenados%20y%20la%20Acidificacion%20del%20Suelo.asp>

- Constantino, M., Gómez Álvarez, R., Álvarez Solís, J. D., Pat Fernández, J., y Espín, G. (2010). *Efecto de la biofertilización y los biorreguladores en la germinación y el crecimiento de Carica papaya L.* *Revista Colombiana de Biotecnología*, 103-115. Dirección General de Producción Agraria. (Junio de 2005). *Manual de manejo de pastos cultivados para zonas alto andinas*. Obtenido de [http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/pastos-forrajes/manual\\_pastos.pdf](http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/pastos-forrajes/manual_pastos.pdf)
- Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, ESPAC. (2013). *Informe de Encuesta de Superficie Y Producción Agropecuaria Continua*. Obtenido de [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac%202013/InformeejecutivoESPAC2013.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac%202013/InformeejecutivoESPAC2013.pdf)
- Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, ESPAC. (2015). *Informe de Encuesta de Superficie Y Producción Agropecuaria Continua*. Obtenido de [http://www.ecuadorencifras.gob.ec//documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac\\_2014-2015/2015/Presentacion%20de%20resultados%20ESPAC\\_2015.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec//documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2014-2015/2015/Presentacion%20de%20resultados%20ESPAC_2015.pdf)
- Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria, ESPAC. (2017). *Informe de Encuesta de Superficie Y Producción Agropecuaria Continua..* Obtenido de [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac\\_2017/Informe\\_Ejecutivo\\_ESPAC\\_2017.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2017/Informe_Ejecutivo_ESPAC_2017.pdf)
- Fernández, L. A. (2005). Nodulación, inoculantes y métodos de inoculación. *CONICET*, 15-19.
- Ferlini, H. (2008). *Inoculación de semillas, una técnica también para gramíneas*. Obtenido de <http://www.infogranjas.com.ar/pasturas-cultivadas/inoculacion-de-semillas-una-tecnica-tambien-para-gramineas>
- Ferrera, C. R., y Alarcón, A. (2006). *La microbiología del suelo en la agricultura sostenible. México, D.F., MX: Red Ciencia Ergo Sum*. Obtenido de <http://www.ebrary.com>
- Garces, A. (2015). *Rye grass híbrido*. Obtenido de <https://prezi.com/z0rcqikqvpqb/rye-grass-hibrido>
- González, F. (2015). *Medio ambiente y desarrollo sostenible*. Obtenido de contaminación por fertilizantes: "Un serio problema ambiental": <http://fgonzalesh.blogspot.com/2011/01/contaminacion-por-fertilizantes-un.html>
- Grageda Cabrera, O. A., Medina Cázares, T., Y Aguilar Acuña, J. L. (Enero de 2006). *Pérdida de Nitrógeno por emisión de N<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>O en Diferentes Sistemas de Manejo y con tres Fuentes Nitrogenadas*. Obtenido de <http://site.ebrary.com/lib/utnortesp/reader.action?docID=10109045>
- Gutiérrez, P. (2013). *Efecto de la inoculación con Bacterias Diazótrofas en Plantas de Maíz (Zea mays L) de Distintas Variedades*. Obtenido de <https://www.colibri.udelar.edu.uy/bitstream/123456789/1548/1/uy24-16820.pdf>

- Hernández, M., Pereira, M., Y Tang, M. (Enero de 2009). *Utilización de los microorganismos biofertilizantes en los cultivos tropicales*. Obtenido de <http://www.ebrary.com>
- Hernández, Y., Garcia, O. A., y Ramon, M. (2010). *Utilización de algunos microorganismos del suelo en cultivos de interés para la ganadería*. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 35(2):85-97, 2001. La Habana, CU: Instituto de Ciencia Animal. Obtenido de <http://www.ebrary.com>
- Hernández Rodríguez, A., Rives Rodríguez, N., Acebo Guerrero, Y., Diaz de la Osa, A., Heydrich Pérez, M., y Divan Baldani, V. L. (Abril de 2014). *Potencialidades de las bacterias diazotróficas asociativas en la promoción del crecimiento vegetal y el control de Pyricularia oryzae (Sacc.) en el cultivo del arroz (Oryza sativa L.)*. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1010-27522014000100001](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522014000100001)
- Iúdice, I., y Moscardi, M. (2011). *Especies Forrajeras*. Obtenido de <https://www.sites.google.com/site/especiesforrajeras/especies-forrajeras/raigras-anual>
- KLine. (2016). K - Line Irrigation. Obtenido de <https://www.k-linena.com/>
- Lara, H. (2002). *Efecto de cuatro niveles de nitrógeno, dos de azufre y dos edades de corte en la producción de materia seca de Panicum maximum cv Tobiata*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11036/2365>
- López, S. (2009). *Diseño, análisis e interpretación de Indicadores de Gestión para la "Compañía AGRISAMO S.A.", de la ciudad de Otavalo*.
- Martin, E. C. (Enero de 2017). *Métodos para Medir la Humedad del Suelo para la Programación del Riego ¿Cuándo?* Obtenido de [https://extension.arizona.edu/sites/extension.arizona.edu/files/pubs/az1220s-2017\\_0.pdf](https://extension.arizona.edu/sites/extension.arizona.edu/files/pubs/az1220s-2017_0.pdf)
- Martínez, E., López, M., Ormeño, E., y Moles, C. (Junio de 2015). *Manual teórico-práctico Los Biofertilizantes y su uso en la Agricultura*. Obtenido de <http://www.bioenergeticos.gob.mx/wp-content/uploads/2015/06/Manual.-Los-biofertilizantes-y-su-uso-en-la-agricultura.pdf>
- Mendoza, C., y Mendoza, A. (2014). BACTERIAS: POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO. *La Ciencia y el Hombre*.
- Monsivais, K. L. (2013). *CRECIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD ESTACIONAL DE Festuca arundinacea Schreber, Festulolium sp. y Lolium multiflorum Lam. EN UNA REGION SEMIARIDA*. Obtenido de <https://ninive.uaslp.mx/xmlui/bitstream/handle/i/3445/IAZ1CRE01301.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Moreno, L., y Galvis, F. (2013). *Potencial biofertilizante de bacterias diazótroficas aisladas de muestras de suelo rizosférico*. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03942013000100003](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942013000100003)
- Ojeda Quintana, L. J., Toledo Vazquez, L., Hernández Rodríguez, L., Machado Díaz, Y., y Furrázola Gómez, E. (Marzo de 2016). *Influencia de la aplicación de Azospirillum lipoferum en Megathyrsus maximus vc. guinea tobiata en un*

- suelo Pardo Grisáceo. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03942016000100004](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942016000100004)
- Olivares, J. (09 de Mayo de 2007). *Nitrógeno y Cambio Climático*. Obtenido de <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2010/02/23/135447>
- Ortega, J. J. (03 de Diciembre de 2006). *Papel de la quimiotaxis en el transporte bacteriano y la biodegradación de hidrocarburos aromáticos policíclicos en suelos*. Obtenido de [https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/23965/I\\_T-1332.pdf?sequence=1](https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/23965/I_T-1332.pdf?sequence=1)
- Ortiz, G. M. (2010). *Evaluación del efecto de cuatro métodos de inoculación de dos cepas de azospirillum spp., en el cultivo de maíz (Zea mays L.), variedades iniap 122 y 102 en las provincias de imbabura y pichincha*. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/823>
- Quilligana, S. P. (2016). *Comparación productiva de tres cultivares de ryegrass perenne (Lolium perenne) en términos de producción y calidad, Tambillo- Ecuador 2015*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec:8080/bitstream/25000/8031/1/T-UCE-0004-23.pdf>
- Parra, Y., Y Cuevas, F. (2002). *Potencialidades de azospirillum como inoculante. Cultivos Tropicales del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas*, 31-41.
- Pérez, A., Bustamante, C., Rodríguez, P., y Viñals, R. (2005). *Influencia de la fertilización nitrogenada sobre la microflora edáfica y algunos indicadores del crecimiento y el rendimiento de Coffea canephora pierre cultivado en suelo pardo ócrico sin carbonatos. Cultivos Tropicales. Vol. 26, pp. 65-71*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/1932/193215934013.pdf>
- Rueda Puente, E. O., Ortega García, J., Barrón Hoyos, J. M., López Elías, J., Murillo Amador, B., Hernández Montiel, L. G., Alvarado Martínez, A. G., Valdez Domínguez, R. D. (Junio de 2015). *Los fertilizantes biológicos en la agricultura*. Obtenido de <http://www.invernus.uson.mx/revistas/articulos/18-Rueda%20Puente%20y%20Col20151.pdf>
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (Senplades). (22 de septiembre de 2017). *Todo una Vida Plan Nacional de Desarrollo 2017 - 2021*. Obtenido de [http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL\\_0K.compressed1.pdf](http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL_0K.compressed1.pdf)
- Silva, H. R. (26 de Julio de 2011). *Evaluación de Diferentes Densidades de Siembra del Plántago Lanceolata Asociado a una Mezcla de Esecies Introducidas*. Obtenido de <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/1552/1/17T01068.pdf>
- Vargas, C. (25 de Julio de 2011). *"Evaluación de diferentes dosis de enmiendas húmicas en la producción primaria de forraje del lolium perenne (rye grass)"*. Obtenido de <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/1004/1/17T01057.pdf>
- Villalobos, L., y Sánchez, J. (2010). Obtenido de *Evaluación agronómica y nutricional del pasto Ryegrass Perenne Tetraploide (Lolium perenne) producido en lecherías de las zonas altas de Costa Rica. I. Producción de biomasa y fenología:*

[https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0377-94242010000100003](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0377-94242010000100003)

- Villalobos, L., Arce, J., y WingChing, R. (2013). producción de biomasa y costos de producción de pastos estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*), kikuyo (*Kikuyuocloa clandestina*) y ryegrass perenn e (*Lolium perenne*) en lecherías de costa rica. *Agronomía Costarricense*, 91-103.
- Zuluaga, J. E., Restrepo, L. F., y Parra, J. E. (2010). *Evaluación comparativa de los parámetros productivos y agronómicos del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), bajo dos metodologías de fertilización*. *Revista Lasallista de Investigación*, 7(2), 94-100.

## ANEXOS

### Porcentaje de germinación



Semillas de pasto en bandejas de germinación

**Tabla 18.**

*Porcentaje de germinación de los tres tipos de pastos*

<b>Tipo de semilla</b>	<b>Semillas utilizadas</b>	<b>Semillas germinadas</b>	<b>Semillas no germinadas</b>	<b>% De germinación</b>
Perenne	200	181	19	90.5
Anual	200	182	18	91
Hibrido	200	191	9	95.5

### Costo beneficio

En la siguiente tabla se observa el costo beneficio de cada tratamiento donde los valores con mejor rentabilidad se lograron con los tratamientos T1, T4 y T7 con 31, 17 y 21% respectivamente, cabe reconocer que los tratamientos antes mencionados son los que fueron inoculados con BD, a diferencia de los tratamientos bajo fertilización química que tienen rentabilidad nula.

**Tabla 19***Análisis de Costos de producción, Utilidad Bruta y Costo Beneficio*

<b>Tratamientos</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>	<b>T9</b>
Mano de obra (usd)	250	250	250	250	250	250	250	250	250
Semilla	262,16	262,16	262,16	169.46	169.46	169.46	182.9	182.9	182.9
Bacterias D.	140	0	0	140	0	0	140	0	0
Fertilizante Q.	0	299.1	0	0	299.1	0	0	299.1	0
Costos fijos (usd)	691.08	691.08	691.08	691.08	691.08	691.08	691.08	691.08	691.08
Total, gastos (usd)	1081.08	1240.18	941.08	1250.54	1409.64	1110.54	1263.98	1423.08	1123.98
Imprevistos (10%)	1189.19	1364.20	1035.19	1375.59	1550.60	1221.59	1390.38	1565.39	1236.38
Costo de producción (10%)	1189.19	1364.20	1035.19	1375.59	1550.60	1221.59	1390.38	1565.39	1236.38
Rendimiento kg/hectárea	27500	26200	22600	29900	28200	26100	30700	29500	25300
Rendimiento kg/hectárea ajustada (10%)	2750	2620	2260	2990	2820	2610	3070	2950	2530
Total, ingresos (costo 1 usd x kg)	2750.00	2620.00	2260.00	2990.00	2820.00	2610.00	3070.00	2950.00	2530.00
Utilidad bruta	1560.81	1255.80	1224.81	1614.41	1269.40	1388.41	1679.62	1384.61	1293.62
<b>B/C</b>	1.31	0.92	1.18	1.17	0.82	1.14	1.21	0.88	1.05

## ANEXOS ESTADÍSTICOS

### CONCENTRACIÓN DE NITRÓGENO

#### **N - Medias ajustadas y errores estándares para pasto**

*LSD Fisher (Alfa=0.05)*

*Procedimiento de corrección de p-valores: No*

pasto	MediasE.E.		
Perenne	3.87	0.23	A
Hibrido	3.82	0.24	A
Anual	3.53	0.23	B

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

#### **N - Medias ajustadas y errores estándares para fertilización**

*LSD Fisher (Alfa=0.05)*

*Procedimiento de corrección de p-valores: No*

fertilización	MediasE.E.		
bfm	3.83	0.20	A
fq	3.83	0.25	A
testigo	3.55	0.25	B

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

#### **N - Medias ajustadas y errores estándares para pasto\*fertilización**

*LSD Fisher (Alfa=0.05)*

*Procedimiento de corrección de p-valores: No*

pasto	fertilización	MediasE.E.						
Perenne	fq	4.09	0.45	A				
Hibrido	bfm	4.03	0.45	A	B			
Hibrido	fq	3.97	0.45	A	B	C		
Perenne	bfm	3.87	0.45	A	B	C	D	
Perenne	testigo	3.64	0.45		B	C	D	E
Anual	bfm	3.59	0.45			C	D	E
Anual	testigo	3.56	0.45			C	D	E
Hibrido	testigo	3.44	0.45				D	E
Anual	fq	3.42	0.45					E

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

### MATERIA VERDE

#### **tn.ha - Medias ajustadas y errores estándares para Corte**

*LSD Fisher (Alfa=0.05)*

*Procedimiento de corrección de p-valores: No*

Corte	Medias	E.E.	
Primer	46.04	2.01	A
Cuarto	31.68	0.81	B
Quinto	23.44	1.22	C
Tercero	23.17	0.90	C
Sexto	22.67	0.52	C
Séptimo	22.46	0.62	C
Segundo	21.85	0.93	C

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

### **tn.ha - Medias ajustadas y errores estándares para Pasto**

*LSD Fisher (Alfa=0.05)*

*Procedimiento de corrección de p-valores: No*

Pasto	Medias	E.E.	
Hibrido	28.49	0.73	A
Annual	28.07	0.73	A
Perenne	25.43	0.73	B

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

### **tn.ha - Medias ajustadas y errores estándares para Fertilización**

*LSD Fisher (Alfa=0.05)*

*Procedimiento de corrección de p-valores: No*

Fertilización	Medias	E.E.	
conbact	29.34	0.73	A
fertq	27.96	0.73	A
sinfert	24.69	0.73	B

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

### **tn.ha - Medias ajustadas y errores estándares para Corte\*Pasto**

*LSD Fisher (Alfa=0.05)*

*Procedimiento de corrección de p-valores: No*

Corte	Pasto	Medias	E.E.	
Primer	Hibrido	51.44	3.47	A
Primer	Annual	49.83	3.47	A
Primer	Perenne	36.86	3.47	B
Cuarto	Annual	32.91	1.38	B
Cuarto	Hibrido	32.23	1.38	B
Cuarto	Perenne	29.89	1.38	B
Tercero	Annual	24.97	1.54	C

Séptimo	Perenne	24.51	1.04	C	
Quinto	Hibrido	24.02	2.10	C	D
Tercero	Hibrido	23.86	1.54	C	D
Quinto	Perenne	23.61	2.10	C	D
Segundo	Hibrido	23.17	1.60	C	D
Sexto	Perenne	22.93	0.86	C	D
Segundo	Annual	22.86	1.60	C	D
Sexto	Hibrido	22.80	0.86	C	D
Quinto	Annual	22.68	2.10	C	D
Sexto	Annual	22.28	0.86	C	D
Séptimo	Hibrido	21.93	1.04	C	D
Séptimo	Annual	20.94	1.04		D
Tercero	Perenne	20.69	1.54		D
Segundo	Perenne	19.52	1.60		D

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

### tn.ha - Medias ajustadas y errores estándares para Corte\*Fertilización

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Corte	Fertilización	Medias	E.E.					
Primer	fertq	49.03	3.47	A				
Primer	conbact	44.57	3.47	A				
Primer	sinfert	44.53	3.47	A				
Cuarto	conbact	35.30	1.38		B			
Cuarto	fertq	32.93	1.38		B			
Cuarto	sinfert	26.80	1.38			C		
Tercero	conbact	26.68	1.54		C	D		
Quinto	conbact	25.83	2.10		C	D	E	
Sexto	fertq	25.39	0.86		C	D	E	
Segundo	conbact	24.93	1.60		C	D	E	F
Séptimo	fertq	24.67	1.04		C	D	E	F
Sexto	conbact	24.16	0.86		C	D	E	F
Séptimo	conbact	23.91	1.04		C	D	E	F
Quinto	fertq	22.82	2.10		C	D	E	F
G								
Quinto	sinfert	21.66	2.10			D	E	F
G								
Tercero	fertq	21.47	1.54				E	F
G								
Tercero	sinfert	21.37	1.54				E	F
G								
Segundo	sinfert	21.19	1.60				E	F
G								
Segundo	fertq	19.42	1.60					
G								
Séptimo	sinfert	18.81	1.04					
G								
Sexto	sinfert	18.47	0.86					G

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

**tn.ha - Medias ajustadas y errores estándares para Pasto\*Fertilización**

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Pasto	Fertilización	Medias	E.E.				
Hibrido	conbact	30.65	1.25	A			
Annual	conbact	29.87	1.25	A			
Hibrido	fertq	29.53	1.25	A	B		
Annual	fertq	28.20	1.25	A	B	C	
Perenne	conbact	27.50	1.25	A	B	C	
Perenne	fertq	26.16	1.25		B	C	
Annual	sinfert	26.13	1.25		B	C	
Hibrido	sinfert	25.30	1.25			C	D
Perenne	sinfert	22.64	1.25				D

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

**tn.ha - Medias ajustadas y errores estándares para Corte\*Pasto\*Fertilización**

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Corte	Pasto	Fertilización	Medias	E.E.				
Primer	Hibrido	fertq	59.10	6.00	A			
Primer	Annual	sinfert	52.10	6.00	A	B		
Primer	Annual	conbact	51.17	6.00	A	B		
Primer	Hibrido	conbact	49.50	6.00	A	B	C	
Primer	Annual	fertq	46.23	6.00	A	B	C	
Primer	Hibrido	sinfert	45.73	6.00	A	B	C	
Primer	Perenne	fertq	41.77	6.00		B	C	D
Cuarto	Annual	fertq	36.43	2.38		B	C	D
Cuarto	Hibrido	conbact	36.20	2.38		B	C	D
Primer	Perenne	sinfert	35.77	6.00		B	C	D

E

Cuarto E	Perenne	conbact	35.67	2.38			C	D
Cuarto E	Annual F	conbact	34.03	2.38			C	D
Primer E	Perenne F G	conbact	33.03	6.00			C	D
Cuarto E	Perenne F G	fertq	32.10	2.38				D
Cuarto E	Hibrido F G	fertq H	30.27	2.38				D
Cuarto E	Hibrido F G	sinfert H	30.23	2.38				D
Cuarto E	Annual F G	sinfert H I	28.27	2.38				
Sexto E	Hibrido F G	fertq H I	28.10	1.47				
Tercero E	Hibrido F G	conbact H I	27.93	2.66		J		
Quinto E	Hibrido F G	conbact H I	27.67	3.63		J	K	
Tercero E	Annual F G	conbact H I	27.33	2.66		J	K	
Segundo E	Hibrido F G	conbact H I	26.70	2.75		J	K	L
Séptimo E	Hibrido F G	fertq H I	26.27	1.79		J	K	L
Quinto E	Perenne F G	conbact H I	25.77	3.63		J	K	L M
Séptimo E	Perenne G	fertq H I	25.60	1.79		J	K	L M
Séptimo E	Perenne G	conbact H I	25.50	1.79		J	K	L M N

Segundo	Annual	conbact	24.77	2.75					
E	G	H I	J	K	L	M	N	O	
Tercero	Perenne	conbact	24.77	2.66					
E	G	H I	J	K	L	M	N	O	
Sexto	Annual	conbact	24.40	1.47					
E	G	H I	J	K	L	M	N	O	
Sexto	Perenne	conbact	24.40	1.47					
E	G	H I	J	K	L	M	N	O	
Sexto	Annual	fertq	24.30	1.47					
E	G	H I	J	K	L	M	N	O	
Tercero	Annual	fertq	24.20	2.66					
E	G	H I	J	K	L	M	N	O	
P									
Quinto	Annual	conbact	24.07	3.63					
E	G	H I	J	K	L	M	N	O	
P	Q								
Sexto	Perenne	fertq	23.77	1.47					
E	G	H I	J	K	L	M	N	O	
P	Q								
Segundo	Hibrido	sinfert	23.70	2.75					
E	G	H I	J	K	L	M	N	O	
P	Q								
Sexto	Hibrido	conbact	23.67	1.47					
E	G	H I	J	K	L	M	N	O	
P	Q								
Tercero	Annual	sinfert	23.37	2.66					
E	G	H I	J	K	L	M	N	O	
P	Q								
Segundo	Perenne	conbact	23.33	2.75					
E	G	H I	J	K	L	M	N	O	
P	Q								
Séptimo	Annual	conbact	23.33	1.79					
E	G	H I	J	K	L	M	N	O	
P	Q								
Quinto	Hibrido	fertq	23.00	3.63					
E	G	H I	J	K	L	M	N	O	
P	Q								
Quinto	Perenne	fertq	22.90	3.63					
E	G	H I	J	K	L	M	N	O	
P	Q								
Séptimo	Hibrido	conbact	22.90	1.79					
E	G	H I	J	K	L	M	N	O	
P	Q								

Tercero	Hibrido	sinfert	22.73	2.66					
E	G	H I	J	K	L	M	N	O	
P	Q								
Quinto	Annual	fertq	22.57	3.63					
E	G	H I	J	K	L	M	N	O	
P	Q								
Séptimo	Perenne	sinfert	22.43	1.79					
E	G	H I	J	K	L	M	N	O	
P	Q								
Segundo	Annual	sinfert	22.30	2.75					
E	G	H I	J	K	L	M	N	O	
P	Q								
Quinto	Perenne	sinfert	22.17	3.63					
E	G	H I	J	K	L	M	N	O	
P	Q								
Séptimo	Annual	fertq	22.13	1.79					
G		I J	K	L	M	N	O	P	
Q									
Cuarto	Perenne	sinfert	21.90	2.38					
G		I J	K	L	M	N	O	P	
Q									
Segundo	Annual	fertq	21.50	2.75					
G		I J	K	L	M	N	O	P	
Q									
Quinto	Annual	sinfert	21.40	3.63					
G		I J	K	L	M	N	O	P	
Q									
Quinto	Hibrido	sinfert	21.40	3.63					
G		I J	K	L	M	N	O	P	
Q									
Tercero	Hibrido	fertq	20.90	2.66					
G		J	K	L	M	N	O	P	
Q									
Sexto	Perenne	sinfert	20.63	1.47					
			K	L	M	N	O	P	
Q									
Tercero	Perenne	fertq	19.30	2.66					
			K	L	M	N	O	P	
Q									
Segundo	Hibrido	fertq	19.10	2.75					
			K	L	M	N	O	P	
Q									
Sexto	Annual	sinfert	18.13	1.47					
					M		O	P	
Q									
Tercero	Perenne	sinfert	18.00	2.66					
					M		O	P	
Q									

Segundo	Perenne	fertq	17.67	2.75	M	O	P
Q							
Segundo	Perenne	sinfert	17.57	2.75	M	O	P
Q							
Séptimo	Annual	sinfert	17.37	1.79			
Q							
Sexto	Hibrido	sinfert	16.63	1.47			
Q							
Séptimo	Hibrido	sinfert	16.63	1.79			

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

## MATERIA SECA

### kg.ha.MS - Medias ajustadas y errores estándares para Corte

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Corte	Medias	E.E.		
Cuarto	5341.09	185.49	A	
Primer	4456.31	232.84	B	
Quinto	3967.52	237.19	B	C
Tercero	3856.70	179.70		C
Séptimo	3847.74	168.89		C
Sexto	3846.81	151.71	C	
Segundo	3566.31	171.18		C

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

**kg.ha.MS - Medias ajustadas y errores estándares para pasto***LSD Fisher (Alfa=0.05)**Procedimiento de corrección de p-valores: No*

pasto	Medias	E.E.
Hibrido	4193.94	150.69 A
Perenne	4140.43	150.69 A
Annual	4043.84	150.69 A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )***kg.ha.MS - Medias ajustadas y errores estándares para fertilización***LSD Fisher (Alfa=0.05)**Procedimiento de corrección de p-valores: No*

fertilización	Medias	E.E.
conbact	4547.63	150.69 A
fertq	4168.97	150.69 B
sinfert	3661.61	150.69 C

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )***kg.ha.MS - Medias ajustadas y errores estándares para Corte\*pasto***LSD Fisher (Alfa=0.05)**Procedimiento de corrección de p-valores: No*

Corte	pasto	Medias	E.E.
Cuarto	Perenne	5371.22	281.13 A
Cuarto	Hibrido	5330.78	281.13 A
Cuarto	Annual	5321.28	281.13 A
Primer	Hibrido	4902.06	372.11 A B
Primer	Annual	4652.06	372.11 A B C
Séptimo	Perenne	4457.06	247.77 B C
Quinto	Perenne	4279.78	380.25 B C D
Sexto	Perenne	4162.33	211.81 B C D
Tercero	Annual	4018.17	269.61 B C D E
Tercero	Hibrido	3973.44	269.61 B C D E
F			
Quinto	Hibrido	3954.78	380.25 B C D E
F			
Primer	Perenne	3814.83	372.11 C D E
F			
Sexto	Hibrido	3797.50	211.81 C D E
F			
Segundo	Hibrido	3758.72	252.43 C D E
F			
Quinto	Annual	3668.00	380.25 C D E
F			

Séptimo F	Hibrido	3640.33	247.77	D	E
Segundo F	Annual	3620.94	252.43	D	E
Sexto F	Annual	3580.61	211.81	D	E
Tercero F	Perenne	3578.50	269.61	D	E
Séptimo F	Annual	3445.83	247.77	D	E
Segundo F	Perenne	3319.28	252.43		

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

**kg.ha.MS - Medias ajustadas y errores estándares para Corte\*fertilización**

*LSD Fisher (Alfa=0.05)*

*Procedimiento de corrección de p-valores: No*

Corte	fertilización	Medias	E.E.			
Cuarto	conbact	6078.22	281.13 A			
Cuarto	fertq	5474.33	281.13 A	B		
Primer	fertq	4842.28	372.11	B	C	
Tercero	conbact	4511.94	269.61		C	D
Cuarto	sinfert	4470.72	281.13		C	D E
Quinto	conbact	4457.94	380.25		C	D E
Primer F	conbact	4324.61	372.11		C	D E
Sexto F	fertq	4237.83	211.81		C	D E
Sexto F	conbact	4205.33	211.81		C	D E
Primer F	sinfert G	4202.06	372.11		C	D E
Séptimo F	fertq G	4192.06	247.77		C	D E
Séptimo F	conbact G	4167.78	247.77		C	D E
Segundo F	conbact G H	4087.61	252.43		C	D E
Quinto F	fertq G H	3822.83	380.25		D	E
		I				

Quinto	sinfert		3621.78	380.25					E
F	G	H	I						
Tercero	sinfert		3553.72	269.61					
F	G	H	I						
Tercero	fertq		3504.44	269.61					
F	G	H	I						
Segundo	sinfert		3502.33	252.43					
F	G	H	I						
Séptimo	sinfert		3183.39	247.77					
		I							
Segundo	fertq		3109.00	252.43					
		I							
Sexto	sinfert		3097.28	211.81					
		I							

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

#### **kg.ha.MS - Medias ajustadas y errores estándares para pasto\*fertilización**

*LSD Fisher (Alfa=0.05)*

*Procedimiento de corrección de p-valores: No*

pasto	fertilización	Medias	E.E.					
Perenne	conbact	4649.36	209.61	A				
Hibrido	conbact	4599.52	209.61	A				
Annual	conbact	4394.02	209.61	A	B			
Perenne	fertq	4242.05	209.61	A	B	C		
Hibrido	fertq	4202.57	209.61	A	B	C		
Annual	fertq	4062.29	209.61		B	C	D	
Hibrido	sinfert	3779.74	209.61			C	D	E
Annual	sinfert	3675.21	209.61				D	E
Perenne	sinfert	3529.88	209.61					E

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

#### **kg.ha.MS - Medias ajustadas y errores estándares para Corte\*pasto\*fertilización**

*LSD Fisher (Alfa=0.05)*

*Procedimiento de corrección de p-valores: No*

Corte	pasto	fertilización	Medias	E.E.				
Cuarto	Perenne	conbact	6579.33	461.43	A			
Cuarto	Hibrido	conbact	6047.33	461.43	A	B		
Cuarto	Annual	fertq	5829.33	461.43	A	B	C	
Cuarto	Perenne	fertq	5743.33	461.43	A	B	C	
D								
Primer	Hibrido	fertq	5684.50	625.46	A	B	C	
D	E							

Cuarto D	Annual E	conbact	5608.00	461.43 A	B	C
Cuarto D	Hibrido E F	sinfert	5094.67	461.43	B	C
Cuarto D	Hibrido E F	fertq G	4850.33	461.43	B	C
Quinto D	Perenne E F	conbact G H	4798.00	639.99	B	C
Primer D	Annual E F	conbact G H	4795.67	625.46	B	C
Primer D	Annual E F	sinfert G H	4768.33	625.46	B	C
Septimo D	Perenne E F	conbact G H	4749.33	399.98	B	C
Primer D	Hibrido E F	conbact G H	4746.00	625.46	B	C
Septimo D	Perenne E F	fertq G H	4674.33	399.98	B	C
Quinto D	Hibrido E F	conbact G H	4608.17	639.99	B	C
Tercero D	Hibrido E F	conbact G H	4596.00	440.32		C
Sexto D	Perenne E F	conbact G H	4574.33	332.26		C
Sexto D	Hibrido E F	fertq G H	4558.83	332.26		C
Cuarto D	Annual E F	sinfert G H	4526.50	461.43		C
Tercero D	Annual E F	conbact G H	4500.83	440.32		C
Primer D	Perenne E F	fertq G H	4450.17	625.46		C

Tercero	Perenne	conbact	4439.00	440.32					C
D	E F	G H	I J	K L	M				
Primer	Annual	fertq	4392.17	625.46					C
D	E F	G H	I J	K L	M				N
Séptimo	Hibrido	fertq	4289.17	399.98					N
D	E F	G H	I J	K L	M				
Primer	Hibrido	sinfert	4275.67	625.46					N
D	E F	G H	I J	K L	M				
O									
Segundo	Hibrido	conbact	4272.00	408.63					O
E	F G	H I	J K	L M	N				
Sexto	Perenne	fertq	4266.67	332.26					O
E	F G	H I	J K	L M	N				
Quinto	Perenne	fertq	4192.83	639.99					O
E	F G	H I	J K	L M	N				
P									
Sexto	Hibrido	conbact	4062.67	332.26					O
E	F G	H I	J K	L M	N				
P									
Segundo	Hibrido	sinfert	4019.67	408.63					O
E	F G	H I	J K	L M	N				
P									
Segundo	Annual	conbact	4017.50	408.63					O
E	F G	H I	J K	L M	N				
P									
Sexto	Annual	conbact	3979.00	332.26					O
E	F G	H I	J K	L M	N				
P									
Segundo	Perenne	conbact	3973.33	408.63					O
E	F G	H I	J K	L M	N				
P									
Quinto	Annual	conbact	3967.67	639.99					O
E	F G	H I	J K	L M	N				
P									
Séptimo	Perenne	sinfert	3947.50	399.98					O
P	F G	H I	J K	L M	N				
Tercero	Hibrido	sinfert	3938.67	440.32					O
P	F G	H I	J K	L M	N				
Séptimo	Annual	conbact	3889.50	399.98					O
P	F G	H I	J K	L M	N				
Sexto	Annual	fertq	3888.00	332.26					O
P	F G	H I	J K	L M	N				

Séptimo	Hibrido	conbact	3864.50	399.98						
	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
P										
Quinto	Perenne	sinfert	3848.50	639.99						
	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
P										
Tercero	Annual	fertq	3817.33	440.32						
	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
P										
Cuarto	Perenne	sinfert	3791.00	461.43						
	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
P										
Tercero	Annual	sinfert	3736.33	440.32						
	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
P										
Quinto	Hibrido	fertq	3665.00	639.99						
	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
P										
Sexto	Perenne	sinfert	3646.00	332.26						
	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
P										
Séptimo	Annual	fertq	3612.67	399.98						
	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
P										
Quinto	Annual	fertq	3610.67	639.99						
	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
P										
Quinto	Hibrido	sinfert	3591.17	639.99						
	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
P										
Primer	Perenne	sinfert	3562.17	625.46						
		G	H	I	J	K	L	M	N	O
P										
Segundo	Annual	sinfert	3559.50	408.63						
		G	H	I	J	K	L	M	N	O
P										
Primer	Perenne	conbact	3432.17	625.46						
		G	H	I	J	K	L	M	N	O
P										
Quinto	Annual	sinfert	3425.67	639.99						
		G	H	I	J	K	L	M	N	O
P										
Tercero	Hibrido	fertq	3385.67	440.32						
		H	I	J	K	L	M	N	O	
P										
Tercero	Perenne	fertq	3310.33	440.32						
		H	I	J	K	L	M	N	O	
P										

Segundo	Annual	fertq	3285.83	408.63			
			K		M	N	O
P							
Segundo	Perenne	fertq	3056.67	408.63			
					M	N	O
P							
Tercero	Perenne	sinfert	2986.17	440.32			
					M	N	O
P							
Segundo	Hibrido	fertq	2984.50	408.63			
						N	O
P							
Segundo	Perenne	sinfert	2927.83	408.63			
							O
P							
Sexto	Annual	sinfert	2874.83	332.26			
P							
Séptimo	Annual	sinfert	2835.33	399.98			
P							
Sexto	Hibrido	sinfert	2771.00	332.26			
P							
Séptimo	Hibrido	sinfert	2767.33	399.98			

P

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

## DINAMICA DE LA POBLACION DE BACTERIAS FIJADORAS DE NITROGENO

### BFN - Medias ajustadas y errores estándares para Corte

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Corte	Medias	E.E.	
Tercero	6333333.33	333362.54	A
Segundo	4000000.00	333362.54	B
Primer	46666.67	333362.54	C
Cero	3333.33	333362.54	C

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

**BFN - Medias ajustadas y errores estándares para pasto**

*LSD Fisher (Alfa=0.05)*

*Procedimiento de corrección de p-valores: No*

<u>pasto</u>	<u>Medias</u>	<u>E.E.</u>	
Perenne	3015750.00	1571963.92	A
Anual	2513500.00	1571963.92	A
Hibrido	2258250.00	1571963.92	A

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

## FICHA TECNICA DEL BIOFERTILIZANTE



### **BIOFERTILIZANTE CON MICROORGANISMOS DEL SUELO**

HAB es un biofertilizante que contiene microorganismos muy importantes degradadores de la materia orgánica presente en el suelo (residuos de cosecha, materiales en descomposición, etc.), que en forma natural tardarían más tiempo en hacerse disponibles para las plantas. HAB contribuye a la formación de humus y a la recuperación de su fertilidad.

#### **COMPOSICION:**

<i>Azospirillum brasilense</i>	Cincuenta y seis millones *
<i>Azospirillum lipoferum</i>	Cincuenta y seis millones *
<i>Azotobacter chroococcum</i>	Cuarenta y dos millones *
<i>Lactobacillus Acidophilus</i>	Ciento cuarenta millones *
<i>Bacillus subtilis</i>	Cien millones *
<i>Bacillus licheniformis</i>	Cien millones *
<i>Bacillus micoides</i>	Cien millones *
<i>Pseudomona fluorescens</i>	Cincuenta millones *
<i>Pseudomona putida</i>	Cincuenta millones *
<i>Sacharomyces cerevisiae</i>	Ciento cuarenta mil *
Ingredientes aditivos: c.s.p	1 litro
pH en solución al 10%	6.0

#### **MODO DE ACCION**

Azotobacter y Azospirillum son fijadores libres de nitrógeno y son productores de sustancias promotoras del crecimiento vegetal: ácido indol acético, gibberalinas y citoquininas. Los Bacillus son facultativos (aeróbicos y anaeróbicos) su principal función esta en descomponer polisacáridos, ácidos nucleicos y lípidos; son solubizadores de fosfatos, azufre y productores de antibióticos naturales. Las Pseudomonas son bacterias promotoras del crecimiento vegetal, suprimen microorganismos patógenos y estimulan la acción de otros microorganismos asociados a las raíces como las micorrizas. Rhizobium es una bacteria que tiene acción simbiótica con las raíces y su principal función esta en tomar nitrógeno diatómico para convertirlo en amonio.

#### **DOSIFICACION**

Puede aplicarse en todos los cultivos.



Av. José Gómez Mz. 10 Solar 17 \* Telef.: 04-2264399 \* Celular 0999406766  
[www.grupoibo.com](http://www.grupoibo.com) \* [ibo@grupoibo.com](mailto:ibo@grupoibo.com)





La dosis general es de 0.5 – 1 litro por hectárea.

#### COMPATIBILIDAD

HAB resulta compatible con la mayoría de fertilizantes de uso común. Si tiene alguna duda con la compatibilidad se recomienda hacer una prueba de miscibilidad.

#### PRECAUCIONES

Este producto puede causar irritación ocular. En caso de ingestión accidental, consulte un medico y muestre la etiqueta. No suministrar alcohol. No inducir el vómito ni administrar nada por vía oral a una persona inconsciente.

#### PRESENTACIONES

Envase x 1 litro.

Galón x 4 litros

Caneca x 20 litros.

**REGISTRO MAGAP: 02052592**

**FABRICADO POR: IBO S.A.**

Av. José Gómez Mz.# 10 S.17 Bodega 21  
PBX. +593 4 2264399  
Celular +593 9 99406766  
Mail: [ibo@grupoibo.com](mailto:ibo@grupoibo.com) [www.grupoibo.com](http://www.grupoibo.com)  
Guayaquil – Ecuador

**DISTRIBUIDO POR: IBO S.A.**

Av. José Gómez Mz.# 10 S.17 Bodega 21  
PBX. +593 4 2264399  
Celular +593 9 99406766  
Mail: [ibo@grupoibo.com](mailto:ibo@grupoibo.com) [www.grupoibo.com](http://www.grupoibo.com)  
Guayaquil – Ecuador



Av. José Gómez Mz. 10 Solar 17 \* Telef.: 04-2264399 \* Celular 0999406766  
[www.grupoibo.com](http://www.grupoibo.com) \* [ibo@grupoibo.com](mailto:ibo@grupoibo.com)



**RECOMENDACIONES PARA SU USO**

RECOMENDACIONES PARA SU USO		
CULTIVOS	DOSIS	EPOCA Y FRECUENCIA DE APLICACIÓN
<b>CICLO CORTO:</b> Arroz, maíz, soya, sorgo, hortalizas en general	0.5 – 1 lt/ha	Efectuar 2 a 3 aplicaciones desde la pre siembra hasta la prefloración con intervalos de 15 a 30 días. Hacer la primera aplicación entre la pre siembra y 10 a 15 días después de la siembra. La segunda y tercera aplicación hacerlas preferiblemente después de las fertilizaciones edáficas
<b>CULTIVOS ANUALES Y PERENNES:</b> Café, caña de azúcar, banano, palma africana	0.5 – 1 lt/ha	Efectuar 3 a 4 aplicaciones por ciclo o por año entre la siembra y la indicación de la producción con intervalos de 30 días. En cultivos establecidos con producción continua hacer la primera aplicación al suelo después de la cosecha y abonada, las siguientes aplicaciones con intervalo de 90 días realizando máximo 4 por ciclo de producción.

## REPORTE DE ANALISIS FOLIARES (19/01/2018)

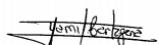
 <b>ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"</b> <b>LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS</b> Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
---	---

### REPORTE DE ANALISIS FOLIARES

<b>DATOS DEL PROPIETARIO</b> Nombre : Edwin Tuquerez Dirección : Otavalo Ciudad : Teléfono : Fax :	<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> Nombre : Hcda. Sta. Mónica Provincia : Imbabura Cantón : Otavalo Parroquia : Iluman Ubicación :	<b>PARA USO DEL LABORATORIO</b> Cultivo : RAY GRASS Fecha de Muestreo : 19/01/2018 Fecha de Ingreso : 19/01/2018 Fecha de Salida : 02/02/2018
---	---	---

N° Muest. Laborat.	Identificación del Lote	(%)								(ppm)						
		N	P	K	Ca	Mg	S	M.O.	B	Zn	Cu	Fe	Mn	Mo	Na	
29929	LPO+	4,12 B	0,33 B	2,34 S	0,64 A	0,27 A										
29930	LPO	4,55 S	0,34 B	2,68 A	0,55 A	0,25 A										
29931	LPO-	3,33 B	0,28 B	2,29 S	0,61 A	0,25 A										
29932	LM+	4,94 S	0,30 B	2,09 S	0,60 A	0,25 A										
29933	LMO	3,16 B	0,21 B	1,40 B	0,57 A	0,21 A										
29934	LM-	2,64 B	0,21 B	1,28 B	0,42 A	0,15 B										
29935	LH+	3,06 B	0,30 B	1,82 B	0,44 A	0,21 A										
29936	LHO	3,67 B	0,28 B	1,54 B	0,56 A	0,27 A										
29937	LH-	3,69 B	0,36 S	2,30 S	0,49 A	0,24 A										

**INTERPRETACION**  
 B = Bajo  
 S = Suficiente  
 A = Alto

  
 RESPONSABLE LABORATORIO

  
 LABORATORISTA

## REPORTE DE ANALISIS FOLIARES (21/02/2018)

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

### REPORTE DE ANALISIS FOLIARES

<b>DATOS DEL PROPIETARIO</b> Nombre : Edwin Túquerez Dirección : Otavalo Ciudad : Teléfono : Fax :	<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> Nombre : Hacienda Santa Mónica Provincia : Imbabura Cantón : Otavalo Parroquia : Iluman Ubicación :	<b>PARA USO DEL LABORATORIO</b> Cultivo : RYE GRASS Fecha de Muestreo : 21/02/2018 Fecha de Ingreso : 21/02/2018 Fecha de Salida : 09/03/2018
---	---	---

N° Muest. Laborat.	Identificación del Lote	(%)								(ppm)						
		N	P	K	Ca	Mg	S	M.O.	B	Zn	Cu	Fe	Mn	Mo	Na	
29958	LPO	4,66 S	0,48 A	2,66 A	0,45 A	0,30 A	0,18 B		17,0 S	51,7 A	14,1 A	71,8 A	22,2 B			
29959	LPO+	4,14 B	0,52 A	2,68 A	0,42 A	0,29 A	0,21 B		13,3 S	52,7 A	12,0 A	49,8 B	19,8 B			
29960	LPO-	5,00 S	0,47 A	2,72 A	0,41 A	0,27 A	0,22 B		17,0 S	47,9 A	11,9 A	50,6 S	18,3 B			
29961	LMO	4,55 S	0,43 A	2,97 A	0,35 A	0,24 A	0,23 B		20,3 A	45,0 A	10,6 A	41,2 B	15,4 B			
29962	LM+	4,25 B	0,38 S	2,58 A	0,36 A	0,20 S	0,23 B		16,7 S	41,5 A	9,7 A	39,0 B	15,6 B			
29963	LM-	4,26 B	0,46 A	2,60 A	0,33 A	0,24 A	0,20 B		17,7 A	46,5 A	11,4 A	46,4 B	15,9 B			
29964	LH+	5,40 A	0,47 A	2,72 A	0,41 A	0,27 A	0,21 B		16,0 S	42,3 A	12,6 A	38,9 B	13,2 B			
29965	LHO	4,62 S	0,45 A	2,55 A	0,37 A	0,23 A	0,20 B		21,3 A	37,5 A	11,9 A	32,7 B	14,4 B			
29966	LH-	4,80 S	0,46 A	2,72 A	0,35 A	0,24 A	0,18 B		17,7 A	27,8 A	11,4 A	30,1 B	15,4 B			

**INTERPRETACION**  
 B = Bajo  
 S = Suficiente  
 A = Alto

  
 RESPONSABLE LABORATORIO

  
 LABORATORISTA

## REPORTE DE ANALISIS FOLIARES (16/03/2018)

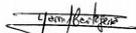
 <b>INIAP</b> <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	<b>ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"</b> <b>LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS</b> Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
--	---	---

### REPORTE DE ANALISIS FOLIARES

<b>DATOS DEL PROPIETARIO</b> Nombre : Edwin Tuquerez Dirección : Otavalo Ciudad : Teléfono : Fax :	<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> Nombre : Hacienda Santa Mónica Provincia : Imbabura Cantón : Otavalo Parroquia : Ilumán Ubicación :	<b>PARA USO DEL LABORATORIO</b> Cultivo : RYE GRASS Fecha de Muestreo : 16/03/2018 Fecha de Ingreso : 16/03/2018 Fecha de Salida : 23/03/2018
---	---	---

N° Muest. Laborat.	Identificación del Lote	(%)								(ppm)							
		N	P	K	Ca	Mg	S	M.O.	B	Zn	Cu	Fe	Mn	Mo	Na		
29986	LPO+	4,64	S														
29987	LPO	4,91	S														
29988	LPO-	4,65	S														
29989	LM+	4,31	B														
29990	LMO	3,93	B														
29991	LM-	4,47	B														
29992	LH+	4,37	B														
29993	LHO	5,11	A														
29994	LH-	4,20	B														

**INTERPRETACION**  
 B = Bajo  
 S = Suficiente  
 A = Alto

  
 RESPONSABLE LABORATORIO

  
 LABORATORISTA

## REPORTE DE ANALISIS FOLIARES (09/04/2018)

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

### REPORTE DE ANALISIS FOLIARES

<b>DATOS DEL PROPIETARIO</b> Nombre : Edwin Tuquerez Dirección : Otavalo Ciudad : Teléfono : 0998651819 Fax :	<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> Nombre : Hcnd Santa Monica Provincia : Imbabura Cantón : Otavalo Parroquia : Ilumán Ubicación :	<b>PARA USO DEL LABORATORIO</b> Cultivo : RYE GRASS Fecha de Muestreo : 09/04/2018 Fecha de Ingreso : 09/04/2018 Fecha de Salida : 20/04/2018
--	---	---

N° Muest. Laborat.	Identificación del Lote	(%)								(ppm)							
		N	P	K	Ca	Mg	S	M.O.	B	Zn	Cu	Fe	Mn	Mo	Na		
30030	LPO+	3,67	B														
30031	LPO	3,77	B														
30032	LPO-	3,37	B														
30033	LM+	3,76	B														
30034	LMO	3,51	B														
30035	LM-	3,63	B														
30036	LH+	4,17	B														
30037	LHO	3,75	B														
30038	LH-	3,41	B														

**INTERPRETACION**  
 B = Bajo  
 S = Suficiente  
 A = Alto

  
 RESPONSABLE LABORATORIO

  
 LABORATORISTA

# REPORTE DE ANALISIS MICROBIOLÓGICOS (25/01/2018)



Av. 12 de Octubre y Patria  
E-MAIL: [diserlab@puce.edu.ec](mailto:diserlab@puce.edu.ec)  
RUC: 1790105601001  
Telef: 2991727  
Fax: 2991726  
Quito - Ecuador

## LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA AGRÍCOLA INFORME DEL ENSAYO

MAG-01 -2018

**NOMBRE DEL CLIENTE:** Edwin Tuquerez  
**DIRECCIÓN DEL CLIENTE:** La Avelina Km 5 vía Otavalo-Ibarra  
**ENSAYO SOLICITADO:** RECUENTO DE BACTERIAS FIJADORAS DE NITRÓGENO EN SUELOS  
**Método Referencial:** R.W. Weaver, Chair Scott ,Angle Peter Bottomley, David Bezdicek, Scott Smith , Ali Tabatabai, Art Wollum(1999).  
Methods of Soil Analysis. Part2-Microbiological and Biochemical Properties.  
RECUENTO EN PLACA A PROFUNDIDAD EN MEDIOS SELECTIVOS.  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 2018-01-04  
**FECHA DE EJECUCIÓN:** 2018-01-05  
**FECHA DEL REPORTE:** 2018-01-25  
**MUESTRA N°:** Ver tabla adjunta  
**Etiqueta:** Suelo (LP +; LM + y LH +)

TRANSCRITO POR: Leda. Vismeli Santana.  
VISTO BUENO: Mgtr. Elena Grandá M.

*La información que consta en la etiqueta es enviada por el cliente y por tanto es de su exclusiva responsabilidad.*

**RESULTADOS DE LA MUESTRA N°: MAg-01-2018**

RECuento DE MICROORGANISMOS	
Identificación de la muestra	RECuento DE BACTERIAS FIJADORAS DE NITROGENO UFC/g
MAg-01- 1-18 Suelo (LP +)	3 x10 <sup>3</sup>
MAg-01-2-18 Suelo (LM +)	4 x10 <sup>3</sup>
MAg-01-3-18 Suelo (LH+)	3 x10 <sup>3</sup>

Resultado válido solo para la muestra analizada

**Abreviaciones:**

**PUCE:** Léase Pontificia Universidad Católica del Ecuador

**MAg:** Léase Microbiología Agrícola

**UFC:** Léase Unidades formadoras de colonias

**g:** Léase gramo

**INFORMACIÓN:**

La muestras analizadas N° MAg-01-(1-3)-18 llegan en fundas plásticas con aproximadamente 250 gramos de suelo.

  
**RESPONSABLE**  
**ÁREA DE MICROBIOLOGÍA**  
**Mgtr. Elena Granda**

  
**ANALISTA DE LABORATORIO**  
**Lda. Vismeli Santana**

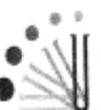
**SELLO DEL LABORATORIO**

PONTIFICIA UNIVERSIDAD  
 CATOLICA DEL ECUADOR  
 ESCUELA DE BIOANÁLISIS  
 DISerLAB - PUCE

## REPORTE DE ANALISIS MICROBIOLÓGICOS (27/03/2018)



Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador



**DISerLAB**  
**PUCE** Diagnóstico, Investigación  
Servicios, Laboratorios

Av. 12 de Octubre y Patria  
E-MAIL: [diserlab@puce.edu.ec](mailto:diserlab@puce.edu.ec)  
RUC: 1790105601001  
Telef: 2991727  
Fax: 2991726  
Quito - Ecuador

### LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA AGRÍCOLA INFORME DEL ENSAYO

MAg-20 -2018

**NOMBRE DEL CLIENTE:** Edwin Tuquerez

**DIRECCIÓN DEL CLIENTE:** La Avelina Km 5 vía Otavalo-Ibarra

**ENSAYO SOLICITADO:** RECUENTO DE BACTERIAS FIJADORAS DE NITRÓGENO EN SUELOS

**Método Referencial:** R.W. Weaver, Chair Scott ,Angle Peter Bottomley, David Bezdicek, Scott Smith , Ali Tabatabai, Art Wollum(1999).  
Methods of Soil Analysis. Part2-Microbiological and Biochemical Properties.  
RECUENTO EN PLACA A PROFUNDIDAD EN MEDIOS SELECTIVOS.

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 2018-03-16

**FECHA DE EJECUCIÓN:** 2018-03-19

**FECHA DEL REPORTE:** 2018-03-27

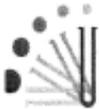
**MUESTRA N°:** Ver tabla adjunta

**Etiqueta:** Suelo (LP +; LM + y LH +)

TRANSCRITO POR: Lcda. Vismeli Santana.

VISTO BUENO: Mgtr. Elena Granda M.

*La información que consta en la etiqueta es enviada por el cliente y por tanto es de su exclusiva responsabilidad.*



**RESULTADOS DE LA MUESTRA N°: MAg-20-2018**

RECUESTO DE MICROORGANISMOS	
	RECUESTO DE BACTERIAS FIJADORAS DE NITROGENO
Identificación de la muestra	UFC/g
MAg-20- 1-18 Suelo (LP +)	6 x10 <sup>4</sup>
MAg-20-2-18 Suelo (LM +)	5 x10 <sup>4</sup>
MAg-20-3-18 Suelo (LH+)	3 x10 <sup>4</sup>

**Resultado válido solo para la muestra analizada**

**Abreviaciones:**

**PUCE:** Léase Pontificia Universidad Católica del Ecuador

**MAg:** Léase Microbiología Agrícola

**UFC:** Léase Unidades formadoras de colonias

**g:** Léase gramo

**INFORMACIÓN:**

La muestras analizadas N° MAg-20-(1-3)-18 llegan en fundas plásticas con aproximadamente 250 gramos de suelo.

  
RESPONSABLE

ÁREA DE MICROBIOLOGÍA

Mgtr. Elena Granda

  
ANALISTA DE LABORATORIO

Lcda. Vismeli Santana

**SELLO DEL LABORATORIO**

