

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Tesis previa a la obtención del título de

INGENIERO AGROPECUARIO

“EVALUACIÓN AGRONÓMICA DEL RHIZOBIUM

CON INOCULACIÓN Y FERTILIZACIÓN

NITROGENADA EN UNA PASTURA DE TRÉBOL

BLANCO (*Trifolium repens*) Y RYEGRASS PERENNE

(*Lolium perenne*)”

VÍCTOR ALEJANDRO AVELLANEDA CASTRO

DIRECTOR DE TESIS: Ing. FREDDY IZQUIERDO CADENA

JUNIO 2007

**“EVALUACIÓN AGRONÓMICA DEL RHIZOBIUM
CON INOCULACIÓN Y FERTILIZACIÓN
NITROGENADA EN UNA PASTURA DE TRÉBOL
BLANCO (*Trifolium repens*) Y RYEGRASS PERENNE
(*Lolium perenne*)”**

APROBADO POR:

Ing. Freddy Izquierdo Cadena
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Valdano Tafur
DOCENTE DELEGADO

Ing. Janss Beltrán
DOCENTE DELEGADO

Ing. Charles Cachipundo
DIRECTOR DE LA CARRERA DE
INGENIERÍA AGROPECUARIA

DEDICATORIA

Al culminar una etapa más de mi vida estudiantil dedico a mis Padres todo el esfuerzo reflejado en esta tesis. Sin su apoyo constante no hubiese alcanzado mi meta.

AGRADECIMIENTO

Al culminar mi investigación, agradezco profundamente a mis padres, a mis maestros, especialmente al Ing. Freddy Izquierdo por el apoyo que me brindaron para poder alcanzar esta anhelada meta de mi vida.

ÍNDICE

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 JUSTIFICACIÓN	2
2. OBJETIVOS	
2.1 Objetivo general	4
2.2 Objetivos específicos	4
3. ANÁLISIS PRELIMINAR	
3.1 Forraje	5
3.2 Mezclas forrajeras	5
3.3 Especies forrajeras	6
3.3.1 Ryegrass	7
3.3.1.1 Ryegrass ingles	7
3.3.2 Tréboles	7
3.3.2.1 Trébol Blanco	8
3.4 Fertilización	8
3.4.1 Nutrientes	9
3.4.2 Nitrógeno	9
3.5 Efecto de la inoculación en pasturas de gramíneas y leguminosas	10
3.6 Rhizobium	11
3.6.1 Las Simbiosis	12
3.6.2 Simbiosis Rhizobium – Leguminosa	13
3.6.3 Inoculación	15

4. UBICACIÓN

4.1 Ubicación política territorial	18
4.2 Ubicación geográfica	18
4.3 Condiciones agro ecológicas	18
4.3.1 Clima	18
4.3.1.1 Precipitación	18
4.3.1.2 Heliofanía	18
4.3.1.3 Vientos	18
4.3.1.4 Heladas	18
4.3.2 Suelo	19
4.3.2.1 Características químicas	19
4.3.2.2 Características físicas	20
4.3.2.3 Topografía	20

5.- MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Materiales	21
5.2 Métodos	21
5.2.1 Diseño experimental	22
5.2.1.1 Tipo de diseño experimental	22
5.2.1.2 Tratamientos	22
5.2.1.3 Unidad experimental	22
5.2.1.4 Parcela neta	23
5.2.1.5 Variables	23
5.2.1.6 Métodos de evaluación	24

5.2.1.7 Pruebas de significancia	25
5.2.2 Hipótesis	25
5.2.3 Análisis económico	25
6. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO	27
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
7.1 Análisis económico	70
8. CONCLUSIONES	75
9. RECOMENDACIONES	77
10. RESUMEN	78
11. SUMMARY	81
12. BIBLIOGRAFÍA	84
13. ANEXOS	86

1.- INTRODUCCIÓN

A la ganadería de leche se dedican 298.962 UPAS en el país, ubicadas su mayor parte en la Sierra Ecuatoriana (73%). Esto representa 3 357.167 ha; producen 3`525.027 litros por día. El 76% se destina al consumo nacional. Constituye un rubro muy importante dentro de la economía del país, el 12.8 PIB nacional.

La producción de forraje depende del empleo adecuado de los fertilizantes para obtener la máxima capacidad productora del suelo. El mantenimiento de la fertilidad y el manejo de la pastura es la base del éxito de la explotación ganadera. En esta dinámica, la composición botánica de la canopia es de esencial importancia. La presencia de leguminosas desempeña un papel primordial en la vida útil de la pastura.

La producción forrajera de una mezcla de gramíneas y leguminosas, depende enteramente de la fijación simbiótica de las leguminosas. El suministro de nitrógeno puede llegar hasta 300 Kg. N/ha/año. El resto, se puede completar con aplicaciones adecuadas de nitrógeno, dependiendo de la presencia (porcentajes) de leguminosas en la canopia.

Con estos antecedentes, se plantea estudiar si las cepas nativas están activas comparadas con la inoculación en campo del trébol blanco con cepas de *Rhizobium* seleccionadas, y fertilización nitrogenada. La producción y dinámica de la pastura son los factores de estudio. Para este experimento se seleccionó un potrero establecido de 4 años, con una de TRÉBOL BLANCO (*Trifolium repens*) Y RYEGRASS PERENNE (*Lolium perenne*).

1.1. JUSTIFICACIÓN

La explotación lechera en la Sierra Ecuatoriana constituye un rubro muy importante dentro de la economía del país, obteniéndose mayor rentabilidad cuando la alimentación animal se basa fundamentalmente en pastos. Estos son la fuente más económica de suministro de proteína, energía y minerales.

Los factores que influyen en la producción forrajera son varios. Los que podemos manejar y mejorar están: riego adecuado y oportuno, y mantener el equilibrio de la pastura con un adecuado manejo. La presencia de leguminosas TRÉBOL BLANCO (*Trifolium repens*) es un factor muy importante en la economía de la fertilización de las praderas, pero también uno de los olvidados a la hora de la práctica. Seguramente el ganadero va a obtener mayor rentabilidad cuando la alimentación animal se base fundamentalmente en pasturas. Son estos la fuente más barata de suministrado de proteína, energía y minerales.

Las gramíneas tienen una tasa de extracción anual en promedio de 4 %, si una pastura produce anualmente 20 000 Kg MS/ha/año. Entonces el nitrógeno utilizado es 800 Kg N/ha/año, que representa 34.7 sacos de UREA, multiplicado por 20 USD/saco, da un egreso total año de 694 USD por año. “Si no tuviéramos las leguminosas en la composición botánica esta cantidad debería ser devuelta anualmente al suelo. Esta cantidad representa una contaminación al medio ambiente, nada práctica y por supuesto costosa.

El presente estudio pretende saber si las cepas de Rhizobium están activas, dándoles las condiciones adecuadas de fertilidad, compararlas con la fertilización nitrogenada

y saber el aporte al sistema de pastura. Además, constituye un aporte al conocimiento de la tecnología del cultivo de pastos, tomando en cuenta el factor fundamental a estudiarse **“EVALUACIÓN AGRONÓMICA DEL RHIZOBIUM CON INOCULACIÓN Y FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN UNA PASTURA DE TRÉBOL BLANCO (*Trifolium repens*) Y RYEGRASS PERENNE (*Lolium perenne*) EN LA ZONA ALTA DE CANGAHUA.** “ Todo ello busca aprovechar los mismos y asegurar una buena obtención de forraje. Se tiene el propósito de elevar el nivel de producción, y de mejorar las condiciones de vida del campesino de la zona. En este sector el 20% de los predios se dedican a este cultivo. Por todo ello se procedió a realizar esta investigación en la finca Yacutigrana, Parroquia de Cangahua, cantón Cayambe, provincia de Pichincha.

2.- OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de la inoculación con Rhizobium y fertilización nitrogenada en el rendimiento de materia seca.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estimar el efecto de la fertilización nitrogenada en la respuesta del Rhizobium.
- Determinar el grado de eficiencia de cada una de los tratamientos a través del rendimiento de materia seca.
- Aportar los resultados obtenidos a los agricultores de la zona con el propósito de mejorar las técnicas de cultivo.

3. ANÁLISIS PRELIMINAR

3.1.- FORRAJE.

PALADINES, forraje constituye aquel material vegetal herbáceo o arbóreo que puede ser consumido por los animales en forma directa, incluyendo materiales conservados, como heno y ensilaje.

3.2.- MEZCLAS FORRAJERAS.

CARAMBULA, manifiesta que la producción de forraje en general depende de las siguientes alternativas: utilizando mezclas forrajeras, gramíneas puras con nitrógeno y leguminosas solas; en los tres casos la disponibilidad de nitrógeno adquiere gran importancia cuando se requiere producir materia seca.

Los mejores pastizales son generalmente aquellos, donde las leguminosas están asociadas con las gramíneas. La mezcla de dos o más especies de pastos se hace con la finalidad de mejorar la cantidad y calidad de forraje, obteniendo mayor volumen, valor nutritivo balanceado en lo que se refiere a minerales, proteína y energía, buena digestibilidad en base a su disponibilidad para los animales y al uso adecuado de los nutrientes del suelo.

BENITEZ subraya que las mezclas forrajeras tienen ventajas como la disminución de problemas del timpanismo, aprovechan mejor la superficie del suelo, controlan la invasión de malezas y mantienen con regularidad la producción.

Según **FLORES**, las mezclas complementan algunos requerimientos minerales, pues que las gramíneas suministran energía, son ricas en hidratos de carbono, soportan mejor el pastoreo, mejor precocidad que las leguminosas y de acuerdo con **BENITEZ**, resisten la humedad y la acidez del suelo.

Las leguminosas además de poseer un alto valor nutritivo, fijan nitrógeno atmosférico y desempeñan un papel muy importante en la economía de la fertilización de praderas. El suministro de nitrógeno a las gramíneas depende enteramente de las leguminosas. Sin embargo, es posible aumentar la producción de forraje de una mezcla de gramíneas y leguminosas, con aplicaciones adecuadas de nitrógeno (14), especialmente cuando la proporción de leguminosas es baja.

CHAVERRA, indican que al aplicar nitrógeno en una mezcla forrajera, las gramíneas utilizan la mayor parte y las leguminosas en pequeña cantidad. La adición del elemento nitrógeno inhibe la absorción de este nutriente por las leguminosas y la cantidad de gramíneas, aumenta sin afectar la producción total de forraje.

3.3.- Especies forrajeras.

LEÓN. Indica que las plantas forrajeras más importantes que se encuentran en los potreros de la Sierra Ecuatoriana son:

CUADRO No. 1 Gramíneas presentes en la Sierra Ecuatoriana.

GRAMÍNEAS	NOMBRE CIENTÍFICO
Ryegrass ingles	<i>Lolium perenne</i>
Ryegrass italiano	<i>Lolium multiflorum.</i>
Pasto azul	<i>Dactylis glomerata.</i>
Falaris	<i>Phalaris tuberosa</i>
Festuca.	<i>Festuca arundinacea.</i>
Holco	<i>Holcus lanatus</i>

Fuente: Manual de establecimiento de pasturas

CUADRO No. 2 Leguminosas presentes en la Sierra Ecuatoriana.

LEGUMINOSAS	NOMBRE CIENTÍFICO
Trébol blanco	<i>Trifolium repens</i>
Trébol rojo	<i>Trifolium pratense</i>

Fuente: Manual de establecimiento de pasturas

3.3.1.- Ryegrass.

El Ryegrass pertenece a la familia de las gramíneas; subfamilia de las Pooideas, tribu de las órdeas y el género *Lolium*, Las especies *Lolium perenne*, *Lolium multiflorum* y *Lolium híbridum*, se encuentran muy difundidas en la Sierra Ecuatoriana.

3.3.1.1. - Ryegrass inglés (*Lolium perenne*)

El Ryegrass inglés es nativo de la zona templada de Asia norte de África, se considera como una de las mayores hierbas conocidas en el mundo. Es una especie perenne de 4 a 6 años, crece formando matorros con abundante follaje de hojas verdes lustrosas, cortas, lampiñas y completamente rígidas, plegadas a la yema, alcanza alturas de 30 a 60 cm.

3.3.2- Tréboles

Los tréboles, pertenecen a la familia de las leguminosas, subfamilias de las papilionáceas y a la tribu de los trifolios. Estas plantas ocupan el segundo lugar, como especies importantes para la alimentación del ganado, después de las gramíneas.

3.3.2.1.- Trébol blanco (*Trifolium repens*)

El trébol blanco es nativo de Europa. En nuestro país se encuentra en las zonas de las praderas interandinas y en la parte baja de los páramos, desde los 1500 a los 3500 m. s. n. m.

Es una leguminosa perenne, herbácea. Posee tallos de crecimiento y hábito rastrero que enraízan en los nudos y forman estolones, lo que hace que se propague fácilmente y se le considere una especie persistente.

El trébol blanco se utiliza principalmente al pastoreo, en mezcla con gramíneas, soporta bien el pisoteo y el daño que causan los animales. Además, suministra grandes cantidades de nitrógeno fijado en sus nódulos radiculares.

3.4. FERTILIZACIÓN

El crecimiento y desarrollo normal de los pastos está determinado por la disponibilidad de ciertos elementos químicos esenciales para la formación de sustancias básicas como las proteínas, fosfolípido y clorofila. Necesitan para ello elementos nutritivos tales como nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), azufre (S), magnesio (Mg), etc.

3.4.1 Nutrientes

Los nutrientes son aquellos que mantiene un crecimiento sano de la planta. Es necesario que se encuentren disponibles en el suelo en un amplio rango y bien balanceados, para mantener las necesidades de los cultivos.

a) Nutrientes no minerales.

Estos nutrientes se encuentra en la atmósfera y en agua, son utilizados en la fotosíntesis, dentro de estos tenemos al carbono (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O).

b) Nutrientes minerales.

Los elementos nutritivos minerales se clasifican en MICROELEMENTOS O NUTRIENTES PRIMARIOS, nitrógeno, fósforo y potasio, NUTRIENTES SECUNDARIOS, calcio magnesio y azufre necesario en cantidades sustanciales y MICROELEMENTOS, manganeso, cobre, cinc, hierro, molibdeno y boro que se requiere en cantidades pequeñas.

3.4.2. Nitrógeno.

La fertilización nitrogenada de los pastos es utilizada para elevar la cantidad y calidad de la producción y su eficiencia no se puede medir hasta que el alimento producido sea consumido y convertido por los animales.

El nitrógeno es un elemento para el crecimiento y el desarrollo de los vegetales. Es utilizado por la planta para la formación de aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, reguladores del crecimiento, fosfolípido y la formación de sus proteínas. Contribuye igualmente a la producción de clorofila, que es la materia de color verde, presente en los forrajes.

3.5.- EFECTO DE LA INOCULACIÓN EN PASTURAS DE GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS

La inoculación es una técnica que consiste en modificar la población de Rhizobium en el suelo, mediante la introducción de cepas efectivas, estas bacterias se encuentran en abundante cantidad, luego de haber aplicado el inoculante a la semilla o al suelo antes de la siembra

La inoculación de leguminosas, tiene las siguientes ventajas: asegura la aparición temprana de nódulos productivos, abastecimiento adecuado de nitrógeno para la planta, previniendo la carencia de este nutriente, conserva el nitrógeno del suelo para cultivos posteriores y mejora el contenido de proteína.

PALADINES. Manifiesta que en praderas compuestas de gramíneas y leguminosas, el rendimiento será mayor cuando aplicamos grandes cantidades de nitrógeno; puntualizando que esta práctica no es económica. Las leguminosas son capaces de fijar N por medio de la asociación entre la raíz de la leguminosa y bacterias del género Rhizobium, las mismas que aprovechan la energía de la planta y el nitrógeno del aire y del suelo. Este nitrógeno producido es aprovechado por la leguminosa para su crecimiento, para luego enriquecer al suelo al morir los nódulos y descomponerse, liberando el nitrógeno retenido y tornándose disponible para la gramínea.

La eficiencia de la fijación de nitrógeno depende de la pradera que tenga una suficiente población de leguminosas y que en el suelo exista una población adecuada de Rhizobios.

PALADINES indica que en praderas con una composición botánica de 15 a 30 % de leguminosas Trébol blanco, aporta entre 200 y 300 Kg. de Nitrógeno / ha, y por año (Paladines 1998) Pasturas de clima templado pp. 114.

3.6. RHIZOBIUM

La producción agrícola basada en leguminosas es fundamental para la alimentación humana, especialmente si es en equilibrio con el ambiente. Por ello, la interacción natural de estas plantas con una bacteria del suelo a nivel de la raíz, es ecológicamente importante, como medida para evitar el uso excesivo de fertilizantes nitrogenados que deterioran el suelo y contaminan el ambiente.

El objetivo de esta revisión es analizar brevemente parte de la información sobre el potencial de la bacteria del género *Rhizobium* para fijar N_2 , en simbiosis con leguminosas, para emplearse en la producción sustentable de esta planta. Esta bacteria del suelo pertenece a la familia Rhizobiaceae con tres géneros *Rhizobium*, *Bradyrhizobium* y *Azorhizobium*, clasificados según su capacidad para nodular, divididas en tres subfamilias Caesalpinoidea, Mimosoidea y la Papilionoidea en cada una el patrón de la nodulación es diferente.

La fijación biológica del N_2 , solo se observa cuando la bacteria reconoce a su hospedero, lo infecta a través de los pelos radicales para que en la matriz de las células corticales induzca una meiosis y mitosis acelerada que da lugar a un tejido hipertrofiado. El nódulo en el sistema radical de la leguminosa para entonces *Rhizobium* ha perdido su pared celular y se ha transformado en un bacteroide,

mientras que por la enzima llamada nitrogenada fija el N_2 y lo convierte en amonio, que luego transfiere al ribosoma vegetal para la síntesis de proteínas vegetales. Simultáneamente por la fotosíntesis la leguminosa reduce el CO_2 en carbohidratos que servirán como fuente de carbono y energía para *Rhizobium*, y con ella al aumentar la reserva de la glucosa, mantenerlo activo en el nódulo hasta cubrir las necesidades de N de la planta.

Por tanto, el uso de inoculantes a base de *Rhizobium* que reducen la aplicación de fertilizantes químicos al suelo, incrementan el contenido de N en el cultivo vegetal, su peso seco y mantienen el rendimiento en las leguminosas, lo que en consecuencia al bajar su costo de producción y la contaminación de mantos acuíferos y suelos, es vital para una agricultura sustentable.

3.6.1 Las simbiosis.

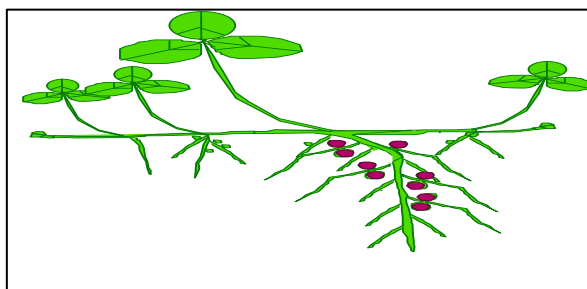
La bacteria *Rhizobium* es un bacilo corto algunas veces pleomorfo, Gram. Negativo, aerobio, no forma espora, móvil por flagelos peritricos o un solo flagelo lateral (FAO, 1995). Pertenece a la familia Rhizobiaceae, este es un género heterótrofo, común en el suelo, su temperatura óptima de crecimiento en condiciones artificiales es de $25^{\circ}C$ y su tolerancia al pH entra de 5 a 8. La base para su clasificación es su capacidad para nodular con leguminosas específicas como la presenta en la tabla 1 (Kimball, 1980). El nódulo es una hipertrofia de la raíz, un órgano especializado donde se realiza la fijación del N_2 (Sanaratne et al., 1987). Existen tres géneros de esta familia: *Rhizobium*, *Bradyrhizobium* (Badar y Moawad, 1991) y *Azospirillum* (Burity et al., 1989) de clara diversidad genética entre sí, por

ello es bien conocido que los tres géneros están lejanamente relacionados (Vanderleyden y Pieterneel, 1995).

Las leguminosas son angiospermas del Phylum Rosales y se clasifican en las subfamilias: Mimosoidea, Caesalpinoidea y Papilionoidea (Long, 1989), esta es una familia diversificada que incluye árboles, arbustos, plantas herbáceas y cultivadas para el consumo humano, la ganadería y la industrial (maderas, aceites), etc. Otras especies no cultivadas son importantes en la naturaleza, pero solo 20 especies de la familia Papilionoideae son de consumo humano. En las familias existen géneros que forman nódulos, pero el porcentaje de nodulación es diferente y dependiente de sus características genéticas, ya que el genotipo de la planta en las raíces, restringen la nodulación (Thies et al., 1992).

3.6.2. Simbiosis *Rhizobium*-leguminosa

FIGURA No. 1 Simbiosis *Rhizobium*-leguminosa



Fuente: Hetley M. 2003 Fertilidad del suelo

El establecimiento de la simbiosis para atrapar el N_2 entre *Rhizobium* y la leguminosa es un proceso complejo, donde la formación de nódulos la captación del N_2 se da en etapas sucesivas. *Rhizobium* induce en la leguminosa el desarrollo de nódulos en su raíz, los dos organismos establecen una cooperación metabólica, las bacterias reducen N_2 a amonio (NH_4), el cual exportan al tejido vegetal para su asimilación en proteínas y otros compuestos nitrogenados complejos, las hojas

reducen el CO₂ en azúcares durante la fotosíntesis y lo transportan a la raíz donde los bacteroides de *Rhizobium* lo usan como fuente de energía para proveer ATP al proceso de inmovilizar N₂.

La asociación se inicia con el proceso de infección, cuando las bacterias son estimuladas por los exudados radicales y proliferan lo que induce un alargamiento y curvado de los pelos radicales y posterior formación de una estructura tubular llamada cordón de infección (long. 1989). Este se desarrolla en el interior del punto de adhesión a la bacteria y forma un canal en interior del pelo. *Rhizobium* es conducido a través del cordón hasta la base del pelo (Burity et al., 1989). El cordón de infección atraviesa la pared de la célula cortical adyacente, ahí al perder la pared celular, se establece *Rhizobium*; después se engloba por la membrana plasmática del hospedero, lo que resulta en la formación del nódulo. Las bacterias y las células de la corteza radical se diferencian y comienza la fijación simbiótica del N₂ y el intercambio metabólico fijado el N₂, se transporta rápidamente del nódulo al resto de la planta. La reducción de N₂ molecular a amonio, se lleva a cabo por la nitrogenasa, que requiere ATP y de la leghemoglobina, una proteína globular cuya función es atrapar el oxígeno para facilitar el trabajo de la nitrogenada, además de transferir O₂ y estimular la oxidación de la reserva del carbono, cubrir el alto gasto de energía que *Rhizobium* requiere para incorporar el N₂. La leghemoglobina es codificada por un gen de la leguminosa, esta proteína se localiza en el nódulo fuera de la bacteria y es distinta para cada tipo de *Rhizobium* como se ilustra en la figura No. 1.

3.6.3. Inoculación

A pesar de que *Rhizobium* es un habitante común en los suelos agrícolas, frecuentemente su población es insuficiente para alcanzar una relación benéfica con la leguminosa, o bien cuando los rhizobios nativos no fijan cantidades suficientes de N_2 para las leguminosas es necesario inocular la semilla a la siembra y asegurar la fijación biológica del N_2 .

La utilización de un *Rhizobium* infectivo (capacidad de nodular) y efectivo (eficiencia para la fijación del N_2) en la leguminosa, implica determinar la necesidad de inoculación. Para ello, se corrobora la existencia del tipo de *Rhizobium* nativo en el suelo, su eficiencia para fijar N_2 , la concentración de N del suelo y si la leguminosa elegida se siembra con frecuencia en la región para mantener su rendimiento. Lo ideal es seleccionar un *Rhizobium* altamente infectivo y efectivo para lograr una disminución máxima del fertilizante nitrogenado sin decremento en el rendimiento de la leguminosa.

En general, la inoculación se puede recomendar para una zona agrícola que se sembrará con una nueva especie de leguminosa. Para controlar la calidad de un inoculante de una leguminosa específica, es necesario mantener un número de *Rhizobium* de aproximadamente 10^6 bacterias/g de inoculante (FAO, 1995) y determinar si es específico para la leguminosa a prueba. Así, un producto microbiano o inoculante, debe por lo menos mantener la productividad de un cultivo agrícola con menos dosis de fertilizante nitrogenado y con ello un ahorro en el costo de producción, minimizar la contaminación de aguas superficiales y mantos acuíferos y por supuesto la conservación del suelo, en un esquema de producción sustentable.

Existen varios tipos de inoculantes, pero el más común es un soporte a base de turba impregnada con un cultivo bacteriano. A pesar de que desde 1880 los inoculantes han sido comercializados, como un producto biológico requiere de un riguroso control de calidad de tipo microbiológico que garantice el éxito esperado con la leguminosa seleccionada.

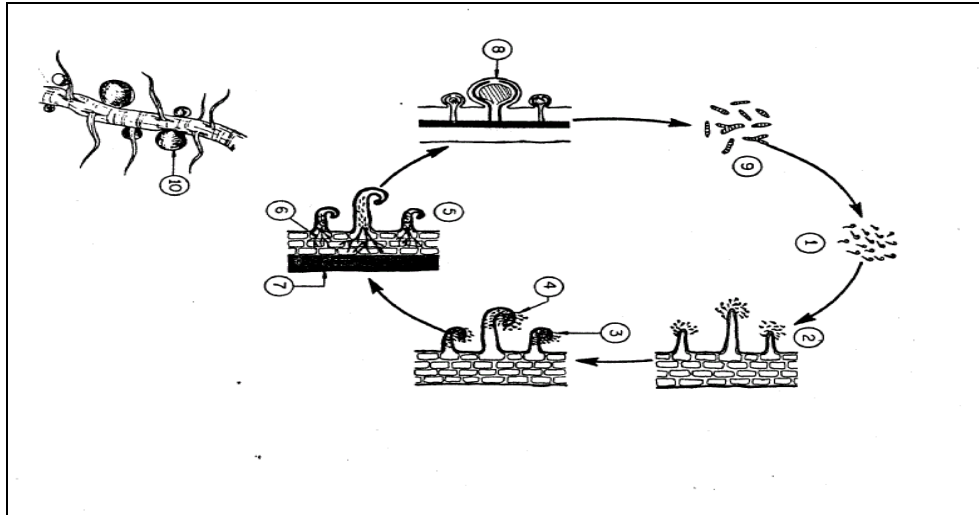
Un manejo inadecuado en su producción y manejo trae en consecuencia una baja efectividad al aplicarse en la leguminosa, debido a (Sánchez-Yáñez, 1997):

1. Deficiente preparación a nivel de laboratorio, manejo, almacenamiento a nivel de comercialización y aplicación del inoculante por parte de los fabricantes, comerciantes y agricultores.
2. Incompatibilidad del tipo de *Rhizobium* comercial y la leguminosa seleccionada.
3. Condiciones adversas para la infección y la actividad bacteriana, como concentraciones elevadas de N, metales pesados y antagonismo microbiano nativo del suelo no se pretende aplicar.

Actividad del *Rhizobium* nativo del suelo contra el introducido, en general por que los rhizobios autóctonos son infectivos, pero no son eficientes en la fijación de N_2 . Por lo cual para mejorar el rendimiento de soya y otras leguminosas, ha sido necesario seleccionar un nativo altamente infectivo y efectivo y además agregar pequeñas cantidades de fertilizante nitrogenado, aproximadamente 20 Kg. N/Ha, lo cual estimula la nodulación, para alcanzar hasta un 70-75% de nitrógeno fijado proveniente de la atmósfera (Thies et al., 1992). Este fenómeno depende de la interacción entre los genotipos del hospedero y el tipo de *Rhizobium*, mientras que con altas concentraciones de fertilizante nitrogenado, se inhiben la fijación

simbiótica del nitrógeno en el cual es evidente que la eficiencia para fijar N_2 es dependiente del tipo de *Rhizobium* y la leguminosa hospedera (Tamez y Peña-Cabriales, 1989).

Figura 2. Dinámica de formación de un nódulo en la raíz en una leguminosa causado por *Rhizobium*.



Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos16/rhizobium/rhizobium.shtml>. 2006

1. *Rhizobium* libre.
2. *Rhizobium* atraído por el pelo radical.
3. Inicio de la infección por *Rhizobium* en el pelo radical.
4. Cayado del pelo radical (pelo radicales, infectados por *Rhizobium*)
- 5 y 6. El cordón de infección de *Rhizobium* invade la matriz de células corticales de la leguminosa en la raíz.
7. *Rhizobium* se reproduce en células haploides de la raíz y pierde su pared celular se sobre produce auxina.
8. Resultado se da la hipertrofia radical y aparece el nódulo.
9. *Rhizobium* sin pared (Bacterioide) en las células corticales fija nitrógeno.
10. El nódulo con leghemoglobina fija N_2 .

4. UBICACIÓN

4.1. Ubicación Política Territorial

- 4.1.1 País: Ecuador
- 4.1.2. Provincia: Pichincha
- 4.1.3. Cantón: Cayambe
- 4.1.4. Parroquia: Cangahua
- 4.1.5. Comunidad: San José
- 4.1.6 Lugar: Finca Yacutigrana

4.2. Ubicación Geográfica

- 4.2.1. Longitud: 78° 10' 30"
- 4.2.2. Latitud: 0° 00' 20'
- 4.2.3. Altitud: 3400 m. s. n. m.

4.3. Condiciones Agro ecológicas

4.3.1. Clima templado a frío entre 7 a 20 grados centígrados con variaciones considerables.

4.3.1.1. Precipitación: 750 mm.

4.3.1.2. Heliofanía: 12 horas de luz

4.3.1.3. Vientos: Se presentan en los meses de junio, julio, agosto y septiembre, en dirección norte sur.

4.3.1.4. Heladas: Noviembre- Diciembre.

4.3.2. Suelo

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Una vez seleccionado el lugar donde se va efectuar el ensayo, se procedió a la toma de muestra de suelo, sacando cada una de ellas a 0.20 m. de profundidad.

El análisis de la muestra tanto físico como químico se realizó en el Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuaria, cuyos resultados fueron los siguientes:

4.3.2.1 Características Químicas

Se tomó una muestra representativa de suelo del sitio del experimento, al análisis de suelo se puede ver en el cuadro 3 y 4, la característica general de los suelos de la Sierra Ecuatoriana es el contenido bajo en fósforo, para el tipo de pastura debe estar por arriba de las 30 ppm. Izquierdo 2003.

CUADRO No. 3 Análisis químico del suelo.

ELEMENTO	EVALUACIÓN	INTERPRETACIÓN
pH	5.8	Ligeramente Ácido
Materia orgánica	6.40%	Alto
Nitrógeno total	95 ppm	Alto
Fósforo	8 ppm	Bajo
Potasio	0.26 meq /100 ml.	Medio
Calcio	12.20 meq /100 ml.	Alto
Magnesio	3.60 meq / 100 ml.	Alto
Hierro	693 ppm	Alto
Manganeso	12.20 ppm	Medio
Cobre	9.60 ppm	Alto
Zinc	5.20 ppm	Medio
Boro	0.20 ppm	Bajo
Azufre	5.80 ppm	Bajo

Fuente: Laboratorio de suelos (INIAP)

4.3.2.2. Características Físicas.

CUADRO No. 4 Características físicas del suelo.

Textura	Franco
Estructura	Granular
Profundidad	50 cm.

Fuente: Laboratorio de suelos (INIAP)

4.3.2.3. Topografía

La topografía de este sitio de experimento es inclinado.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Materiales

Los materiales utilizados en la investigación se indican a continuación:

- Semilla trébol blanco (*Trifolium repens*)
- Semilla Ryegrass prene (*Lolium prene*)
- Rhizobium
- Tractor agrícola.
- Estacas de madera.
- Martillo.
- Rollo de piola.
- Libreta de campo.
- Azadón.
- Mano de obra.
- Cámara fotográfica.
- Balanza de precisión.
- Cinta métrica.
- Lápiz.
- Regla.

5.2. Métodos

Antes de realizar el ensayo se realizó un corte de igualación y a continuación se realizó una fertilización de mantenimiento con las siguientes recomendaciones.

200 Kg / ha / año P₂O₅
150 Kg / ha / año K₂O
400 Kg / ha / año N
25 Kg / ha / año de azufre Micronizado

A continuación se efectuó una aireación del suelo con una rastra, con el fin de colocar el inoculante directamente en el suelo en una pastura establecida de 4 años, y al final se efectuó un riego por aspersión.

La toma de datos para las variables se realizó cada treinta días, y luego de cada toma de los datos se realizó un corte de igualación.

5.2.1. Diseño experimental

5.2.1.1. Tipo de Diseño Experimental

Se utilizó un “DBCA” con 4 tratamientos y 4 repeticiones.

5.2.1.2. Tratamientos.

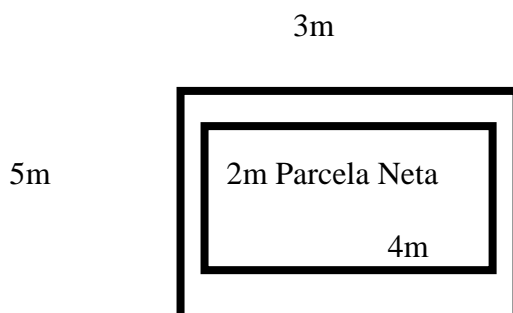
- **T₀** = Trébol blanco + Ryegrass perenne
- **T₁** = Trébol blanco + Ryegrass perenne + Nitrógeno (400 Kg / ha / año).
- **T₂** = Trébol blanco + Ryegrass perenne + Rhizobium (INIAP) 200 gr / ha.
- **T₃** = Trébol blanco + Ryegrass perenne + Rhizobium (INIAP) 200 gr. / ha + Nitrógeno (400 Kg / ha / año).

5.2.1.3. Unidad experimental

La unidad experimental fueron parcelas de 3 x 5 (15 m²), con separación de 1 m, en total de 16 unidades experimental, el área total del ensayo fue de (25m x 17m) 425 m² en la GRAFICA No 5 se muestra el diseño de campo.

5.2.1.4 Parcela neta.

La parcela neta es de 8 m², porque no se toma en cuenta el efecto de borde a pesar de tener separaciones entre parcelas y repeticiones siguiente manera.



5.2.1.5. Variables y métodos de evaluación

V₁ Rendimiento de Materia seca en TM / ha

V₂ Composición botánica.

V₃. Altura de la planta.

V₄ Peso seco de nódulos.

V₁- Rendimiento de Materia seca TM / ha

De la parcela neta se corta 1 metro cuadrado y se pesa la materia verde, luego se saca una alícuota de más – menos 100 gramos.

V₂- Composición botánica

Se utilizará el método por separación manual en base a materia seca, tomando una alícuota de la parcela neta cortada para la evaluación de producción.

V₃- Altura de la planta

Antes del corte se tomara 5 medidas por parcela, de la altura de la canopia a la hoja bandera.

V₄- Peso seco de nódulos

En la parcela neta se tomara al azar un cuadrante de 30 cm. x 30 cm. a una profundidad de 20 cm. de este bloque.

5.2.1.6 Métodos de evaluación

Los métodos de evaluación se tomaron de la siguiente manera:

EN EL LABORATORIO

Rendimiento de Materia seca en TM. / ha

De la parcela neta se corta 1 metro cuadrado y se pesa la materia verde, luego se saca una alícuota de más – menos 100 gramos, enfundamos en papel, luego sometemos por 24 h a 105 °C en la estufa, para obtener la materia seca.

.9.1.4.- Peso seco de nódulos

En el laboratorio se separa toda la planta de leguminosas incluido su raíz completa con mucho cuidado para luego lavar, extraer los nódulos, secar en la estufa por 24 h a 105 °C. Y posteriormente se pesaron en balanza analítica.

EN EL CAMPO

- Composición botánica.

El pasto cosechado dentro del área de muestreo se homogenizó y se tomó 100 gramos de forraje verde para clasificar por especie. Con el peso obtenido de cada una de estas se determinó el porcentaje de cada especie en la mezcla forrajera.

- Altura de la planta

Dentro de la parcela neta, en cada unidad experimental a los 30 días del corte de igualación, se midió la altura de gramíneas y leguminosas en centímetros, desde el nivel del suelo hasta el ápice, tomando para el efecto 4 muestras al azar.

El promedio de los datos sirvió para el cálculo estadístico.

5.2.1.7 PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Tukey al 5 %

5.2.2. HIPÓTESIS

Ho = (hipótesis nula), los tratamientos son iguales en la inoculación y la fertilización nitrogenada en la composición botánica, producción y en la fijación de nitrógeno ($T_0 = T_1 = T_2 = T_3$).

Ha = (hipótesis alternativa), los tratamientos son diferentes en la inoculación y la fertilización nitrogenada en la composición botánica, producción y en la fijación de nitrógeno. ($T_0 \neq T_1 \neq T_2 \neq T_3$).

Ho = (hipótesis nula), las repeticiones son iguales ($I = II = III = IV$)

Ha = (hipótesis alternativa), las repeticiones son diferentes ($I \neq II \neq III \neq IV$)

5.2.3. ANÁLISIS ECONÓMICO

En la comunidad de Cangahua, cantón Cayambe, el cultivo de pastos, constituye un eje secundario del sustento económico familiar. Desde hace dos años los ganaderos

se han visto afectados por los costos altos de fertilización razón por la cuál se ejecutó este tema “EVALUACIÓN AGRONÓMICA DEL RHIZOBIUM CON INOCULACIÓN Y FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN UNA PASTURA DE TRÉBOL BLANCO (*Trifolium repens*) Y RYEGRASS PERENNE (*Lolium Perenne*) EN LA ZONA ALTA DE CANGAHUA, para un buen aprovechamiento de los mismos y asegurar una buena obtención de forraje. También para elevar el nivel de producción y mejorar las condiciones de vida del campesino de la zona. En este sector el 20% de los predios se dedican a este cultivo, bajo estas razones se procedió a realizar en la finca Yacutigrana, Parroquia de Cangahua, cantón Cayambe, provincia de Pichincha.

6. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

- Preparación de suelo
- Orden de Preparación y compra de inóculo de Rhizobium
- Siembra
- Riegos
- Labores culturales
- Corte de igualación
- Composición botánica
- 3 evaluaciones o cortes

6.1.. CROQUIS DEL ENSAYO

CUADRO No. 5 Diseño de campo del experimento

	REP IV	REP III	REP II	REP I			
T0	T2 R	T2 R	T1 N	T2 R	T3 R + N	T3 R + N	T0
T3 R + N	T1 N	T0	T3 R + N	T0	T1 N	T2 R	T1 N

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1. ALTURA DE PLANTAS

PRIMER CORTE

A continuación en el (CUADRO No. 6) Se presentan los datos correspondientes a la altura promedio de las plantas.

CUADRO No. 6 Evaluación agronómica del Rhizobium con inoculación y fertilización nitrogenada en la altura promedio de gramíneas y leguminosas en centímetros en el primer corte a los treinta días. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

TRATAMIENTOS		$\bar{X}_{\text{TRAT.}}$
	T0	27.000
	T1	29.500
	T2	24.375
	T3	31.063
\bar{X}		27.985

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

En el ADEVA (**CUADRO No. 7**) se observa significancia estadística para tratamientos, por lo que hay diferencias entre los tratamientos (los tratamientos no son iguales), mientras que para las repeticiones se detectó alta significancia estadística o significancia estadística al 1%, hay diferencia entre las repeticiones.

El Coeficiente de variación (CV) de la altura de las plantas es de 8.84% que da confiabilidad a los resultados obtenidos, ya que se mantienen en niveles muy aceptables.

CUADRO No. 7. ADEVA para la altura promedio de las plantas en centímetros el factor inoculación y fertilización. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

ADEVA			
Fuente de variación (FV)	Grados de Libertad (GL.)	Suma de Cuadrados (SC.)	Cuadrado Medio (CM.)
TOTAL	15	559.31	.....
TRATAMIENTOS	3	103.07	34.358*
REPETICIONES	3	401.20	133.733**
Error Experimental	9	55.04	6.115

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

$$\bar{X} = 27.985$$

$$CV = 8.84\%$$

Así, de los promedios de los tratamientos (**CUADRO No. 8**) se observa que el **T₃** tiene la altura mayor con 31.062 cm. En tanto que el tratamiento **T₂** es la que menor altura tiene 24.375 cm.

Del mismo (**CUADRO No. 8**) Se detecta que el tratamiento **T₃** (Trébol Blanco + Ryegrass perenne + Rhizobium (INIAP) + Nitrógeno (400 Kg / ha / año)) tiene el promedio más alto con 31.063 cm.

CUADRO No. 8. Valores promedios para la altura de las plantas en el factor inoculación y fertilización. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

TRATAMIENTOS	\bar{X}
	27.000
T ₁	29.500
T ₂	24.375
T ₃	31.063

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

CUADRO No. 9. Prueba de Tukey al 5% para evaluación agronómica del Rhizobium con inoculación y fertilización nitrogenada en la altura promedio de las plantas en centímetros. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

TRATAMIENTOS	\bar{X}	RANGOS DE SIGNIFICANCIA
T3	31.06	a
T1	29.50	a b
T0	27.00	a b
T2	24.38	b

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

La prueba de Tukey al 5% (**CUADRO No. 9**) detecta dos rangos de significancia, encontrándose en el primer rango a, 3 tratamientos (T₃, T₁, T₀) y en el segundo rango b, con 3 tratamientos (T₁, T₀, T₂), Sin embargo, la mejor respuesta tiene el tratamiento T₃, al encontrarse sólo en el rango a, ya que los otros 2 tratamientos comparten el rango a, b. La peor respuesta la tiene el tratamiento T₂, al encontrarse sólo en el rango b.

7.1. ALTURA DE PLANTAS

SEGUNDO CORTE

A continuación en el (CUADRO No. 10) Se presentan los datos correspondientes a la altura promedio de las plantas.

CUADRO No.- 10. Evaluación agronómica del Rhizobium con inoculación y fertilización nitrogenada en la altura promedio de gramíneas y leguminosas en centímetros en el segundo corte a los sesenta días. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

TRATAMIENTOS		\bar{X} TRAT.
	T0	21.375
	T1	22.500
	T2	19.063
	T3	25.813
\bar{X} REP.		22.19

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

En el ADEVA (**CUADRO No. 11**) se observa alta significancia estadística o significancia estadística al 1% para tratamientos, por lo que hay diferencias entre los tratamientos (los tratamientos no son iguales), mientras que para las repeticiones se detectó alta significancia estadística o significancia estadística al 1%, hay diferencia entre las repeticiones.

El Coeficiente de variación (CV) de la altura de las plantas es de 8.12% que da confiabilidad a los resultados obtenidos, ya que se mantienen en niveles muy aceptables.

CUADRO No. 11 ADEVA para la altura promedio de las plantas en centímetros el factor inoculación y fertilización. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

ADEVA			
Fuente de variación (FV)	Grados de Libertad (GL.)	Suma de Cuadrados (SC.)	Cuadrado Medio (CM.)
TOTAL	15	200.69	.....
TRATAMIENTOS	3	94.66	31.552**
REPETICIONES	3	76.84	25.615**
Error Experimental	9	29.19	3.243

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

$$\bar{X} = 22.19$$

$$CV = 8.12\%$$

Así, de los promedios de los tratamientos (**CUADRO No. 12**) se observa que el **T₃** tiene la altura mayor con 25.813 cm. En tanto que el tratamiento **T₂** es la que menor altura tiene 19.063 cm.

Del mismo (**CUADRO No. 12**) Se detecta que el tratamiento **T₃** (Trébol Blanco + Ryegrass perenne + Rhizobium (INIAP) + Nitrógeno (400 Kg / ha / año)) tiene el promedio más alto con 25.813 cm.

CUADRO No. 12 Valores promedios para la altura de las plantas en el factor inoculación y fertilización. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

TRATAMIENTOS	\bar{X}
T ₀	21.375
T ₁	22.500
T ₂	19.063
T ₃	25.813

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

CUADRO No. 13. Prueba de Tukey al 5% para evaluación agronómica del Rhizobium con inoculación y fertilización nitrogenada en la altura promedio de las plantas en centímetros. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

TRATAMIENTOS	\bar{X}	RANGOS DE SIGNIFICANCIA
T3	25.81	a
T1	22.50	a b
T0	21.38	a b
T2	19.06	b

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

La prueba de Tukey al 5% (**CUADRO No. 13**) detecta dos rangos de significancia, encontrándose en el primer rango a, 3 tratamiento (T₃, T₁, T₀) y en el segundo rango b, también con 3 tratamientos (T₁, T₀, T₂), sin embargo la mejor respuesta tiene el tratamiento T₃, al encontrarse sólo en el rango a, ya que los otros tratamientos comparten el rango a, b. La peor respuesta la tiene el tratamiento T₀, al encontrarse sólo en el rango b.

7.1. ALTURA DE PLANTAS

TERCER CORTE

A continuación en el (CUADRO No. 14) Se presentan los datos correspondientes a la altura promedio de las plantas.

CUADRO No. 14 Evaluación agronómica del Rhizobium con inoculación y fertilización nitrogenada en la altura promedio de gramíneas y leguminosas en centímetros en el tercer corte a los noventa días. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

TRATAMIENTOS		$\bar{X}_{\text{TRAT.}}$
	T0	14.250
	T1	27.938
	T2	18.938
	T3	25.750
$\bar{X}_{\text{REP.}}$		21.718

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La InvestigaciónP

ANÁLISIS DE LA VARIANZA EN LA ALTURA PROMEDIO DE LAS PLANTAS EN CENTÍMETROS.

En el ADEVA (**CUADRO No. 15**) se observa significancia estadística o significancia estadística al 1% para tratamientos, por lo que hay diferencias entre los tratamientos (los tratamientos no son iguales), mientras que para las repeticiones se detectó no significancia estadística.

El Coeficiente de variación (CV) de la altura de las plantas es de 24.11% de confiabilidad a los resultados obtenidos.

CUADRO No. 15 ADEVA para la altura promedio de las plantas en centímetros el factor inoculación y fertilización. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

ADEVA			
Fuente de variación (FV)	Grados de Libertad (GL.)	Suma de Cuadrados (SC.)	Cuadrado Medio (CM.)
TOTAL	15	776.11	.....
TRATAMIENTOS	3	473.77	157.922*
REPETICIONES	3	55.52	18.505^{NS}
Error Experimental	9	246.83	27.425

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

$$\bar{X} = 21.718$$

$$CV = 24.11\%$$

Así, de los promedios de los tratamientos (**CUADRO No. 16**) se observa que el **T₃** tiene la altura mayor con 25.75 cm. En tanto que el tratamiento **T₂** es la que menor altura tiene 18.94 cm.

Del mismo (**CUADRO No. 16**) Se detecta que el tratamiento **T₃** (Trébol Blanco + Ryegrass perenne + Rhizobium (INIAP) + Nitrógeno (400 Kg / ha / año)) tiene el promedio más alto con 25.75 cm.

CUADRO No. 16 Valores promedios para la altura de las plantas en el factor inoculación y fertilización. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

TRATAMIENTOS	\bar{X}
T ₀	16.50
T ₁	27.94
T ₂	18.94
T ₃	25.75

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

CUADRO No. 17. Prueba de Tukey al 5% para evaluación agronómica del Rhizobium con inoculación y fertilización nitrogenada en la altura promedio de las plantas en centímetros. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

TRATAMIENTOS	\bar{X}	RANGOS DE SIGNIFICANCIA
T ₁	27.94	a
T ₃	25.75	a b
T ₂	18.94	a b
T ₀	16.50	b

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

La prueba de Tukey al 5% (**CUADRO No. 17**) detecta dos rangos de significancia, encontrándose en el primer rango a, 3 tratamiento (**T₁, T₃, T₂**) y en el segundo rango b, con 3 tratamientos (**T₃, T₂, T₀**). Sin embargo, la mejor respuesta tiene el tratamiento T₁, al encontrarse sólo en el rango a, ya que los otros 2 tratamientos comparten el rango a, b. La peor respuesta la tiene el tratamiento T₀, al encontrarse sólo en el rango b.

7.1. ALTURA DE PLANTAS

CUARTO CORTE

A continuación en el (CUADRO No. 18) Se presenta los datos correspondientes a la altura promedio de las plantas.

CUADRO No. 18 Evaluación agronómica del Rhizobium con inoculación y fertilización nitrogenada en la altura promedio de gramíneas y leguminosas en centímetros en el cuarto corte a los ciento veinte días. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

TRATAMIENTOS		$\bar{X}_{\text{TRAT.}}$
	T0	18.00
	T1	26.81
	T2	21.00
	T3	28.81
$\bar{X}_{\text{REP.}}$		23.63

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

En el ADEVA (**CUADRO No. 19**) se observa alta significancia estadística o significancia estadística al 1% para tratamientos, por lo que hay diferencias entre los tratamientos (los tratamientos no son iguales), mientras que para las repeticiones se dice que no hay significancia.

El Coeficiente de variación (CV) de la altura de las plantas es de 14.51% que da confiabilidad a los resultados obtenidos, ya que se mantienen en niveles muy aceptables.

CUADRO No. 19 ADEVA para la altura promedio de las plantas en centímetros el factor inoculación y fertilización. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

ADEVA			
Fuente de variación (FV)	Grados de Libertad (GL.)	Suma de Cuadrados (SC.)	Cuadrado Medio (CM.)
TOTAL	15	474.50	.....
TRATAMIENTOS	3	305.09	101.698**
REPETICIONES	3	63.59	21.198^{NS}
Error Experimental	9	105.87	11.757

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

$$\bar{X} = 23.63$$

$$CV = 14.51\%$$

Así, de los promedios de los tratamientos (**CUADRO No. 20**) se observa que el **T₃** tiene la altura mayor con 28.81cm. En tanto que el tratamiento **T₀** es la que menor altura tiene 18.00 cm.

Del mismo (**CUADRO No. 20**) Se detecta que el tratamiento **T₃** (Trébol Blanco + Ryegrass perenne + Rhizobium (INIAP) + Nitrógeno (400 Kg / ha / año) tiene el promedio más alto con 28.81 cm.

CUADRO No. 20 Valores promedios para la altura de las plantas en el factor inoculación y fertilización. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

TRATAMIENTOS	\bar{X}
T ₀	18.00
T ₁	26.81
T ₂	21.00
T ₃	28.81

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

CUADRO No. 21 Prueba de Tukey al 5% para evaluación agronómica del Rhizobium con inoculación y fertilización nitrogenada en la altura promedio de las plantas en centímetros. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

TRATAMIENTOS	\bar{X}	RANGOS DE SIGNIFICANCIA
T ₃	28.81	a
T ₁	26.81	a b
T ₂	21.00	b c
T ₀	18.00	c

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

La prueba de Tukey al 5% (**CUADRO No. 21**) detecta tres rangos de significancia, encontrándose en el primer rango a, 2 tratamiento (**T₃, T₁**) y en el segundo rango b, con 2 tratamientos (**T₁, T₂**) y en el tercer rango C, 2 tratamientos (**T₂, T₀**). Sin embargo, la mejor respuesta tiene el tratamiento T₃, al encontrarse sólo en el rango a, ya que los otros 2 tratamientos comparten el rango a, b. La peor respuesta la tiene el tratamiento T₀, al encontrarse sólo en el rango c.

7.2. RENDIMIENTO DE MATERIA SECA EN TM / ha / corte

PRIMER CORTE

A continuación en el (CUADRO No. 22) Se presenta los datos correspondientes a la producción de materia seca en TM / ha / corte.

CUADRO No. 22 Evaluación agronómica del Rhizobium con inoculación y fertilización nitrogenada en el rendimiento promedio de materia seca en TM / ha / corte en el primer corte a los treinta días. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

TRATAMIENTOS		\bar{X} TRAT.
	T0	3.297
	T1	5.355
	T2	3.955
	T3	4.745
\bar{X} REP.		4.338

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

En el ADEVA (CUADRO No. 23) se observa significancia estadística para los tratamientos, por lo que hay diferencias entre los tratamientos (los tratamientos no son iguales). Mientras que para las repeticiones se dice que no hay significancia estadística.

El Coeficiente de variación (CV) de la altura de las plantas es de 20.20% que da confiabilidad a los resultados obtenidos, ya que se mantienen en niveles muy aceptables.

CUADRO No. 23 ADEVA para el rendimiento de materia seca en TM / ha / corte en el factor inoculación y fertilización. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

ADEVA			
Fuente de variación (FV)	Grados de Libertad (GL.)	Suma de Cuadrados (SC.)	Cuadrado Medio (CM.)
TOTAL	15	21.41	.....
TRATAMIENTOS	3	9.72	3.239**
REPETICIONES	3	4.79	1.595^{NS}
Error Experimental	9	6.91	0.768

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

$$\bar{X} = 4.338$$

$$CV = 20.20\%$$

Así, de los promedios de los tratamientos (**CUADRO No. 24**) se observa que el **T₃** tiene mayor cantidad de Materia seca en TM / ha / corte con 4.745 TM. En tanto que el tratamiento **T₀** es la que menor cantidad de Materia seca produce con 3.297 TM.

Del mismo (**CUADRO No. 24**) Se detecta que el tratamiento **T₃** (Trébol Blanco + Ryegrass perenne + Rhizobium (INIAP) + Nitrógeno (400 Kg / ha / año)) tiene el producción más alto con 4.745 TM / ha / corte.

CUADRO No. 24 Valores promedios para producción de materia seca en TM / ha / corte en el factor inoculación y fertilización. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

TRATAMIENTOS	\bar{X}
T ₀	3.297
T ₁	5.355
T ₂	3.955
T ₃	4.745

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

CUADRO 25. Prueba de Tukey al 5% para evaluación agronómica del Rhizobium con inoculación y fertilización nitrogenada en la producción de materia seca en TM / ha / corte. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

TRATAMIENTOS	\bar{X}	RANGOS DE SIGNIFICANCIA
T1	5.355	a
T3	4.745	a b
T2	3.955	a b
T0	3.297	b

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

La prueba de Tukey al 5% (**CUADRO No. 25**) detecta dos rangos de significancia, encontrándose en el primer rango a, 3 tratamiento (**T₁, T₃, T₂**) y en el segundo rango b, con 3 tratamientos (**T₃, T₂, T₀**). Sin embargo, la mejor respuesta tiene el tratamiento T₁, al encontrarse sólo en el rango a, ya que los otros 2 tratamientos comparten el rango a, b. La peor respuesta la tiene el tratamiento T₀, al encontrarse sólo en el rango b.

7.2. RENDIMIENTO DE MATERIA SECA EN TM / ha / corte

SEGUNDO CORTE

A continuación en el (CUADRO No. 26) Se presenta los datos correspondientes a la producción de materia seca en TM / ha / corte

CUADRO No. 26 Evaluación agronómica del Rhizobium con inoculación y fertilización nitrogenada en el rendimiento promedio de materia seca en TM / ha / corte en el segundo corte a los sesenta días. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

TRATAMIENTOS		\bar{X} TRAT.
	T0	1.920
	T1	2.132
	T2	1.843
	T3	3.060
\bar{X} REP.		2.239

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

En el ADEVA (CUADRO No. 27) Se observa alta significancia estadística al 1% para los tratamientos, por lo que hay diferencias entre los tratamientos (los tratamientos no son iguales), mientras que para las repeticiones también se detectó alta significancia estadística al 1% (las repeticiones son iguales).

El Coeficiente de variación (CV) de la altura de las plantas es de 14.45% que da confiabilidad a los resultados obtenidos.

CUADRO No. 27 ADEVA para el rendimiento de materia seca en TM / ha / corte en el factor inoculación y fertilización. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

ADEVA			
Fuente de variación (FV)	Grados de Libertad (GL.)	Suma de Cuadrados (SC.)	Cuadrado Medio (CM.)
TOTAL	15	7.07	.....
TRATAMIENTOS	3	3.78	1.259**
REPETICIONES	3	2.35	0.783**
Error Experimental	9	0.94	0.105

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

$$\bar{X} = 2.239$$

$$CV = 14.45\%$$

Así, de los promedios de los tratamientos (**CUADRO No. 28**) se observa que el **T₃** tiene mayor cantidad de Materia seca en TM / ha / corte con 3.060 TM. En tanto que el tratamiento **T₂** es la que menor cantidad de Materia seca produce con 1.842 TM.

Del mismo (**CUADRO No. 28**) Se detecta que el tratamiento **T₃** (Trébol Blanco + Ryegrass perenne + Rhizobium (INIAP) + Nitrógeno (400 Kg / ha / año) tiene mayor producción con 3.060 TM / ha / corte.

CUADRO No. 28 Valores promedios para producción de materia seca en TM / ha / corte en el factor inoculación y fertilización. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

TRATAMIENTOS	\bar{X}
T ₀	1.920
T ₁	2.132
T ₂	1.843
T ₃	3.060

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

CUADRO No. 29 Prueba de Tukey al 5% para evaluación agronómica del Rhizobium con inoculación y fertilización nitrogenada en la producción de materia seca en TM / ha / corte. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

TRATAMIENTOS	\bar{X}	RANGOS DE SIGNIFICANCIA
T3	3.060	a
T1	2.132	b
T0	1.920	b
T2	1.842	b

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

La prueba de Tukey al 5% (**CUADRO No. 29**) detecta dos rangos de significancia, encontrándose en el primer rango a, 1 tratamiento (**T₃**) y en el segundo rango b, con 3 tratamientos (**T₁**, **T₀**, **T₂**). Sin embargo, la mejor respuesta tiene el tratamiento **T₃**, al encontrarse sólo en el rango a, ya que los otros 2 tratamientos comparten el rango a, b. La peor respuesta la tiene el tratamiento **T₂**, al encontrarse sólo en el rango b.

7.2. RENDIMIENTO DE MATERIA SECA EN TM / ha / corte

TERCER CORTE

A continuación en el (CUADRO No. 30) Se presenta los datos correspondientes a la producción de materia seca en TM / ha / corte.

CUADRO No. 30 Evaluación agronómica del Rhizobium con inoculación y fertilización nitrogenada en el rendimiento promedio de materia seca en TM / ha / corte en el tercer corte a los noventa días. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

TRATAMIENTOS		\bar{X} TRAT.
	T0	1.695
	T1	2.487
	T2	1.550
	T3	2.625
\bar{X} REP.		2.089

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

En el ADEVA (CUADRO No. 31) se observa significancia estadística para los tratamientos, por lo que hay diferencias entre los tratamientos (los tratamientos no son iguales), mientras que para las repeticiones se dice que no hay significancia estadística.

El Coeficiente de variación (CV) de la altura de las plantas es de 23.07% que da confiabilidad a los resultados obtenidos, ya que se mantienen en niveles muy aceptables.

CUADRO No. 31 ADEVA para el rendimiento de materia seca en TM / ha / corte en el factor inoculación y fertilización. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

ADEVA			
Fuente de variación (FV)	Grados de Libertad (GL.)	Suma de Cuadrados (SC.)	Cuadrado Medio (CM.)
TOTAL	15	6.47	.....
TRATAMIENTOS	3	3.57	1.189*
REPETICIONES	3	0.81	0.270^{NS}
Error Experimental	9	2.09	0.232

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

$$\bar{X} = 2.089$$

$$CV = 23.07\%$$

Así, de los promedios de los tratamientos (**CUADRO No. 32**) se observa que el **T₃** tiene mayor cantidad de Materia seca en TM / ha / corte con 2.625 TM. En tanto que el tratamiento **T₂** es la que menor cantidad de Materia seca produce con 1.550 TM.

Del mismo (**CUADRO No. 32**) Se detecta que el tratamiento **T₃** (Trébol Blanco + Ryegrass perenne + Rhizobium (INIAP) + Nitrógeno (400 Kg / ha / año)) tiene el producción más alto con 2.625 TM / ha / corte.

CUADRO No. 32 Valores promedios para producción de materia seca en TM / ha / corte en el factor inoculación y fertilización. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

TRATAMIENTOS	\bar{x}
T ₀	1.695
T ₁	2.487
T ₂	1.550
T ₃	2.625

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

CUADRO No. 33. Prueba de Tukey al 5% para evaluación agronómica del Rhizobium con inoculación y fertilización nitrogenada en la producción de materia seca en TM / ha / corte. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

TRATAMIENTOS	\bar{x}	RANGOS DE SIGNIFICANCIA
T ₃	2.625	a
T ₁	2.487	a b
T ₀	1.695	a b
T ₂	1.550	b

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

La prueba de Tukey al 5% (**CUADRO No. 33**) detecta dos rangos de significancia, encontrándose en el primer rango a, 3 tratamiento (T₃, T₁, T₀) y en el segundo rango b, con 3 tratamientos (T₁, T₀, T₂). Sin embargo, la mejor respuesta tiene el tratamiento T₃, al encontrarse sólo en el rango a, ya que los otros 2 tratamientos comparten el rango a, b. La peor respuesta la tiene el tratamiento T₂, al encontrarse sólo en el rango b.

7.2. RENDIMIENTO DE MATERIA SECA EN TM / ha / corte

CUARTO CORTE

A continuación en el (CUADRO No. 34) Se presenta los datos correspondientes a la producción de materia seca en TM / ha / corte.

CUADRO No. 34 Evaluación agronómica del Rhizobium con inoculación y fertilización nitrogenada en el rendimiento promedio de materia seca en TM / ha / corte en el cuarto corte a los ciento veinte días. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

TRATAMIENTOS		$\bar{X}_{\text{TRAT.}}$
	T0	1.393
	T1	2.300
	T2	1.567
	T3	2.375
X		1.909

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

En el ADEVA (CUADRO No. 35) se observa significancia estadística para los tratamientos, por lo que hay diferencias entre los tratamientos (los tratamientos no son iguales), mientras que para las repeticiones se dice que no hay significancia estadística.

El Coeficiente de variación (CV) de la altura de las plantas es de 21.27% que da confiabilidad a los resultados obtenidos, ya que se mantienen en niveles muy aceptables.

CUADRO No. 35 ADEVA para el rendimiento de materia seca en TM / ha / corte en el factor inoculación y fertilización. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

ADEVA			
Fuente de variación (FV)	Grados de Libertad (GL.)	Suma de Cuadrados (SC.)	Cuadrado Medio (CM.)
TOTAL	15	5.44	.....
TRATAMIENTOS	3	3.01	1.005*
REPETICIONES	3	0.94	0.315^{NS}
Error Experimental	9	1.48	0.165

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

$$\bar{X} = 1.909$$

$$CV = 21.27\%$$

Así, de los promedios de los tratamientos (**CUADRO No. 36**) se observa que el **T₃** tiene mayor cantidad de Materia seca en TM / ha / corte con 2.375 TM. En tanto que el tratamiento **T₀** es la que menor cantidad de Materia seca produce con 1.393 TM.

Del mismo (**CUADRO No. 36**). Se detecta que el tratamiento **T₃** (Trébol Blanco + Ryegrass perenne + Rhizobium (INIAP) + Nitrógeno (400 Kg / ha / año)) tiene el producción más alto con 2.375 TM / ha / corte.

CUADRO No. 36 Valores promedios para producción de materia seca en TM / ha / corte en el factor inoculación y fertilización. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

TRATAMIENTOS	\bar{X}
T ₀	1.393
T ₁	2.300
T ₂	1.567
T ₃	2.375

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

CUADRO No. 37. Prueba de Tukey al 5% para evaluación agronómica del Rhizobium con inoculación y fertilización nitrogenada en la producción de materia seca en TM / ha / corte Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

TRATAMIENTOS	\bar{X}	RANGOS DE SIGNIFICANCIA
T3	2.375	a
T1	2.300	a
T2	1.567	ab
T0	1.393	b

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

La prueba de Tukey al 5% (**CUADRO No. 37**) detecta dos rangos de significancia, encontrándose en el primer rango a, 3 tratamiento (**T₃, T₁, T₂**) y en el segundo rango b, con 2 tratamientos (**T₂, T₀**), sin embargo la mejor respuesta tiene el tratamiento T₃, al encontrarse sólo en el rango a, ya que los otros 2 tratamientos comparten el rango a, b. La peor respuesta la tiene el tratamiento T₀, al encontrarse sólo en el rango b.

7.3. PORCENTAJE DE RYEGRASS PERENNE EN 100 gr.

PRIMER CORTE

A continuación en el (CUADRO No. 38) Se presenta los datos correspondientes al porcentaje de Ryegrass perenne de 100 gr.

CUADRO No. 38 Evaluación agronómica del Rhizobium con inoculación y fertilización nitrogenada en la composición botánica de gramíneas (Ryegrass) expresado en porcentaje en el primer corte a los treinta días. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

TRATAMIENTOS		$\bar{X}_{\text{TRAT.}}$
	T0	29.213
	T1	30.910
	T2	25.483
	T3	46.858
$\bar{X}_{\text{REP.}}$		31.116

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

En el ADEVA (CUADRO No. 39) se observa alta significancia estadística al 1 % para los tratamientos, por lo que hay diferencias entre los tratamientos (los tratamientos no son iguales), mientras que para las repeticiones se dice que no hay significancia estadística.

El Coeficiente de variación (CV) de la altura de las plantas es de 15.88% que da confiabilidad a los resultados obtenidos, ya que se mantienen en niveles muy aceptables.

CUADRO No. 39 ADEVA para el porcentaje de Ryegrass perenne en el factor inoculación y fertilización. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

ADEVA			
Fuente de variación (FV)	Grados de Libertad (GL.)	Suma de Cuadrados (SC.)	Cuadrado Medio (CM.)
TOTAL	15	1434.06	.....
TRATAMIENTOS	3	1068.81	356.271**
REPETICIONES	3	116.29	38.764^{NS}
Error Experimental	9	248.96	27.662

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

$$\bar{X} = 31.116$$

$$CV = 15.88\%$$

Así, de los promedios de los tratamientos (**CUADRO No. 40**) se observa que el **T₃** tiene mayor porcentaje de Ryegrass perenne con 46.858 %. En tanto que el tratamiento **T₂** es la que menor porcentaje de Ryegrass perenne produce con 25.483 %.

Del mismo (**CUADRO No. 40**) Se detecta que el tratamiento **T₃** (Trébol Blanco + Ryegrass perenne + Rhizobium (INIAP) + Nitrógeno (400 Kg / ha / año)) tiene un mayor porcentaje de Ryegrass perenne 46.858 %.

CUADRO No. 40 Valores promedios para el porcentaje de Ryegrass perenne en 100 gr. en el factor inoculación y fertilización. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

TRATAMIENTOS	\bar{X}
T ₀	29.213
T ₁	30.910
T ₂	25.483
T ₃	46.858

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

CUADRO No. 41. Prueba de Tukey al 5% para evaluación agronómica del Rhizobium con inoculación y fertilización nitrogenada en el porcentaje de Ryegrass perenne. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

TRATAMIENTOS	\bar{X}	RANGOS DE SIGNIFICANCIA
T3	46.86	a
T1	30.91	b
T0	29.21	b
T2	25.48	b

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

La prueba de Tukey al 5% (**CUADRO No. 41**) detecta dos rangos de significancia, encontrándose en el primer rango a, 1 tratamiento (**T₃**) y en el segundo rango b, con 3 tratamientos (**T₁**, **T₀**, **T₂**). Sin embargo, la mejor respuesta tiene el tratamiento **T₃**, al encontrarse sólo en el rango a, ya que los otros 2 tratamientos comparten el rango a, b. La peor respuesta la tiene el tratamiento **T₂** al encontrarse sólo en el rango b.

7.3. PORCENTAJE DE TREBOL BLANCO EN 100 gr.

PRIMER CORTE

A continuación en el (CUADRO No. 42) Se presenta los datos correspondientes al porcentaje de trébol blanco de 100 gr.

CUADRO No. 42 Evaluación agronómica del Rhizobium con inoculación y fertilización nitrogenada en la composición botánica de leguminosas (Trébol blanco) expresado en porcentaje en el primer corte a los treinta días. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

TRATAMIENTOS		$\bar{X}_{\text{TRAT.}}$
	T0	14.660
	T1	21.205
	T2	25.142
	T3	14.163
$\bar{X}_{\text{REP.}}$		18.793

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL PORCENTAJE DE TREBOL BLANCO EN 100 gr.

En el DEVA (CUADRO No. 43) se observa alta significancia estadística al 1 % para los tratamientos, por lo que hay diferencias entre los tratamientos (los tratamientos no son iguales), mientras que para las repeticiones se dice que no hay significancia estadística.

El Coeficiente de variación (CV) de la altura de las plantas es de 22.72% que da confiabilidad a los resultados obtenidos, ya que se mantienen en niveles muy aceptables.

CUADRO No. 43 ADEVA para el porcentaje de trébol blanco en el factor inoculación y fertilización. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

ADEVA			
Fuente de variación (FV)	Grados de Libertad (GL.)	Suma de Cuadrados (SC.)	Cuadrado Medio (CM.)
TOTAL	15	579.69	.....
TRATAMIENTOS	3	338.63	112.876**
REPETICIONES	3	76.97	25.657^{NS}
Error Experimental	9	164.08	18.231

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

$$X = 18.793$$

$$CV = 22.72\%$$

Así, de los promedios de los tratamientos (**CUADRO No. 44**) se observa que el **T₂** tiene mayor porcentaje de Trébol blanco con 25.142%. En tanto que el tratamiento **T₀** es la que menor porcentaje de Trébol blanco produce con 14.660 %.

Del mismo (**CUADRO No. 44**) Se detecta que el tratamiento **T₃** (Trébol Blanco + Ryegrass perenne + Rhizobium (INIAP) + Nitrógeno (400 Kg / ha / año)) tiene un mayor porcentaje de Trébol blanco con 25.142 %.

CUADRO No. 44 Valores promedios para el porcentaje de Trébol blanco en 100 gr. en el factor inoculación y fertilización. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

TRATAMIENTOS	\bar{X}
T ₀	14.660
T ₁	21.205
T ₂	25.142
T ₃	14.163

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

CUADRO No. 45. Prueba de Tukey al 5% para evaluación agronómica del Rhizobium con inoculación y fertilización nitrogenada en el porcentaje de Ryegrass perenne. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

TRATAMIENTOS	\bar{X}	RANGOS DE SIGNIFICANCIA
T ₂	25.14	a
T ₁	21.20	a b
T ₃	14.66	b
T ₀	14.16	b

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

La prueba de Tukey al 5% (**CUADRO No. 45**) detecta dos rangos de significancia, encontrándose en el primer rango a, 2 tratamiento (T₂ y T₁) y en el segundo rango b, con 3 tratamientos (T₁, T₃, T₀). Sin embargo, la mejor respuesta tiene el tratamiento T₂, al encontrarse sólo en el rango a, ya que los otros 2 tratamientos comparten el rango a, b. La peor respuesta la tiene el tratamiento T₀ al encontrarse sólo en el rango b.

7.3. PORCENTAJE DE RYEGRASS PERENNE EN 100 gr.

CUARTO CORTE

A continuación en el (CUADRO No. 46) Se presenta los datos correspondientes al porcentaje de Ryegrass perenne de 100 gr.

CUADRO No. 46 Evaluación agronómica del Rhizobium con inoculación y fertilización nitrogenada en la composición botánica de gramíneas (Ryegrass) expresado en porcentaje en el cuarto corte a los ciento veinte días. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

TRATAMIENTOS		$\bar{X}_{\text{TRAT.}}$
	T0	15.062
	T1	25.258
	T2	22.905
	T3	30.745
$\bar{X}_{\text{REP.}}$		23.492

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

En el ADEVA (CUADRO No. 47) se observa alta significancia estadística al 1 % para los tratamientos, por lo que hay diferencias entre los tratamientos (los tratamientos no son iguales), mientras que para las repeticiones se dice que no hay significancia estadística.

El Coeficiente de variación (CV) de la altura de las plantas es de 16.96% que da confiabilidad a los resultados obtenidos, ya que se mantienen en niveles muy aceptables.

CUADRO No. 47 ADEVA para el porcentaje de Ryegrass perenne en el factor inoculación y fertilización. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

ADEVA			
Fuente de variación (FV)	Grados de Libertad (GL.)	Suma de Cuadrados (SC.)	Cuadrado Medio (CM.)
TOTAL	15	780.82	.....
TRATAMIENTOS	3	508.50	169.499**
REPETICIONES	3	129.52	43.173^{NS}
Error Experimental	9	142.81	15.868

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

$$\bar{X} = 23.492$$

$$CV = 16.92\%$$

Así, de los promedios de los tratamientos (**CUADRO No. 48**) se observa que el **T₃** tiene mayor porcentaje de Ryegrass perenne con 30.74%. En tanto que el tratamiento **T₀** es la que menor porcentaje de Ryegrass perenne produce con 15.062 %.

Del mismo (**CUADRO No. 48**) Se detecta que el tratamiento **T₃** (Trébol Blanco + Ryegrass perenne + Rhizobium (INIAP) + Nitrógeno (400 Kg / ha / año)) tiene un mayor porcentaje de Ryegrass perenne con 30.74%.

CUADRO No. 48 Valores promedios para el porcentaje de Ryegrass perenne en 100 gr. en el factor inoculación y fertilización. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

TRATAMIENTOS	\bar{X}
T ₀	15.062
T ₁	25.258
T ₂	20.905
T ₃	30.745

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

CUADRO No. 49. Prueba de Tukey al 5% para evaluación agronómica del Rhizobium con inoculación y fertilización nitrogenada en el porcentaje de Ryegrass perenne. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

TRATAMIENTOS	\bar{X}	RANGOS DE SIGNIFICANCIA
T3	30.74	a
T1	25.26	a
T2	22.90	a b
T0	15.06	b

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

La prueba de Tukey al 5% (**CUADRO 49**) detecta dos rangos de significancia, encontrándose en el primer rango a, 3 tratamiento (**T₃, T₁, T₂**) y en el segundo rango b, con 2 tratamientos (**T₂, T₀**). Sin embargo, la mejor respuesta tiene el tratamiento T₃, al encontrarse sólo en el rango a, ya que los otros 2 tratamientos comparten el rango a, b. La peor respuesta la tiene el tratamiento T₀ al encontrarse sólo en el rango b.

7.4. PORCENTAJE DE TREBOL BLANCO EN 100 gr.

CUARTO CORTE

A continuación en el (CUADRO No. 50) Se presenta los datos correspondientes al porcentaje de trébol blanco de 100 gr.

CUADRO No. 50 Evaluación agronómica del Rhizobium con inoculación y fertilización nitrogenada en la composición botánica de leguminosas (Trébol blanco) expresado en porcentaje en el cuarto corte a los ciento veinte días. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

TRATAMIENTOS		$\bar{X}_{\text{TRAT.}}$
	T0	19.870
	T1	15.688
	T2	25.323
	T3	14.495
$\bar{X}_{\text{REP.}}$		18.844

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

En el ADEVA (CUADRO No. 51) se observa alta significancia estadística al 1 % para los tratamientos, por lo que hay diferencias entre los tratamientos (los tratamientos no son iguales), mientras que para las repeticiones se dice que no hay significancia estadística.

El Coeficiente de variación (CV) de la altura de las plantas es de 16.76% que da confiabilidad a los resultados obtenidos, ya que se mantienen en niveles muy aceptables.

CUADRO No. 51 ADEVA para el porcentaje de trébol blanco en el factor inoculación y fertilización. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

ADEVA			
Fuente de variación (FV)	Grados de Libertad (GL.)	Suma de Cuadrados (SC.)	Cuadrado Medio (CM.)
TOTAL	15	381.68	.....
TRATAMIENTOS	3	287.60	95.868**
REPETICIONES	3	4.26	1.421^{NS}
Error Experimental	9	89.81	9.979

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

$$\bar{X} = 18.844$$

$$CV = 16.76\%$$

Así, de los promedios de los tratamientos (**CUADRO No. 52**) se observa que el **T₂** tiene mayor porcentaje de Trébol blanco con 25.32%. En tanto que el tratamiento **T₃** es la que menor porcentaje de Trébol blanco produce con 14.50%.

Del mismo (**CUADRO No. 52**) Se detecta que el tratamiento **T₂** (Trébol Blanco + Ryegrass perenne + Rhizobium (INIAP) + Nitrógeno (400 Kg / ha / año)) tiene un mayor porcentaje de Trébol blanco con 25.32 %.

CUADRO No. 52 Valores promedios para el porcentaje de Trébol blanco en 100 gr. En el factor inoculación y fertilización. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

TRATAMIENTOS	\bar{X}
T ₀	19.870
T ₁	15.688
T ₂	25.323
T ₃	14.495

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

CUADRO No. 53. Prueba de Tukey al 5% para evaluación agronómica del Rhizobium con inoculación y fertilización nitrogenada en el porcentaje de Trébol blanco. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

RATAMIENTOS	\bar{X}	RANGOS DE SIGNIFICANCIA
T2	25.32	a
T0	19.87	a b
T1	15.69	b
T3	14.50	b

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

La prueba de Tukey al 5% (**CUADRO No. 53**) detecta dos rangos de significancia, encontrándose en el primer rango a, 2 tratamiento (**T₂ y T₀**) y en el segundo rango b, con 3 tratamientos (**T₀, T₃, T₃**). Sin embargo, la mejor respuesta tiene el tratamiento T₂, al encontrarse sólo en el rango a, ya que los otros 2 tratamientos comparten el rango a, b. La peor respuesta la tiene el tratamiento T₃ al encontrarse sólo en el rango b.

7.4. PESO SECO DE NÓDULOS

PRIMER CORTE

A continuación en el (CUADRO No. 54) Se presenta los datos correspondientes al peso seco de nódulos.

CUADRO No. 54 Evaluación agronómica del Rhizobium con inoculación y fertilización nitrogenada en el peso seco de nódulos en kilogramos / ha en el primer corte a los treinta días. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

TRATAMIENTOS		\bar{X} TRAT.
	T0	368.305
	T1	847.103
	T2	1020.730
	T3	1189.098
\bar{X} REP.		856.309

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

En el ADEVA (CUADRO No. 55) se observa alta significancia estadística al 1 % para los tratamientos, por lo que hay diferencias entre los tratamientos (los tratamientos no son iguales), mientras que para las repeticiones se dice que no hay significancia estadística.

El Coeficiente de variación (CV) es 21.56% que da confiabilidad a los resultados obtenidos.

CUADRO No. 55 ADEVA para el peso seco de nódulos en el factor inoculación y fertilización. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

ADEVA			
Fuente de variación (FV)	Grados de Libertad (GL.)	Suma de Cuadrados (SC.)	Cuadrado Medio (CM.)
TOTAL	15	2081539.59	.....
TRATAMIENTOS	3	1504060.44	501353.479**
REPETICIONES	3	270715.87	90238.625^{NS}
Error Experimental	9	306763.28	

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

$$\bar{X} = 856.309$$

$$CV = 21.56\%$$

Así, de los promedios de los tratamientos (**CUADRO No. 56**) se observa que el **T₃** tiene mayor peso seco de nódulos con 1189.098 Kg / ha. En tanto que el tratamiento **T₀** es la que menor peso seco de nódulos produce con 368.305 Kg / ha.

Del mismo (**CUADRO No. 56**) Se detecta que el tratamiento **T₃** (Trébol Blanco + Ryegrass perenne + Rhizobium (INIAP) + Nitrógeno (400 Kg / ha / año)) tiene mayor peso seco de nódulos con 1189.098 Kg / ha.

CUADRO No. 56 Valores promedios para peso seco de nódulos en el factor inoculación y fertilización. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

TRATAMIENTOS	\bar{X}
T ₀	368.305
T ₁	847.103
T ₂	1020.730
T ₃	1189.098

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

CUADRO No. 57. Prueba de Tukey al 5% para evaluación agronómica del Rhizobium con inoculación y fertilización nitrogenada en el peso seco de nódulos. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

TRATAMIENTOS	\bar{X}	RANGOS DE SIGNIFICANCIA
T3	1189.098	a
T2	1020.730	a
T1	847.103	a
T0	368.305	b

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

La prueba de Tukey al 5% (**CUADRO No. 57**) detecta dos rangos de significancia, encontrándose en el primer rango a, 3 tratamiento (**T₃, T₂, T₁**) y en el segundo rango b, con 1 tratamientos (**T₀**). Sin embargo, la mejor respuesta tiene el tratamiento T₃, al encontrarse sólo en el rango a, ya que los otros 3 tratamientos comparten el rango a, b. La peor respuesta la tiene el tratamiento T₀ al encontrarse sólo en el rango b.

7.4. PESO SECO DE NÓDULOS

CUARTO CORTE

A continuación en el (CUADRO No. 58) Se presenta los datos correspondientes al peso seco de nódulos.

CUADRO No. 58 Evaluación agronómica del Rhizobium con inoculación y fertilización nitrogenada en el peso seco de nódulos en kilogramos / ha en el cuarto corte a los ciento veinte días. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

TRATAMIENTOS		\bar{X} TRAT.
	T0	726.085
	T1	797.118
	T2	1083.870
	T3	1538.988
\bar{X} REP.		1036.515

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

En el ADEVA (CUADRO No. 59) se observa alta significancia estadística al 1 % para los tratamientos, por lo que hay diferencias entre los tratamientos (los tratamientos no son iguales), mientras que para las repeticiones se dice que no hay significancia estadística.

El Coeficiente de variación (CV) de la altura de las plantas es de 17.08% que da confiabilidad a los resultados obtenidos, ya que se mantienen en niveles muy aceptables.

CUADRO No. 59 ADEVA para el peso seco de nódulos en el factor inoculación y fertilización. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

ADEVA			
Fuente de variación (FV)	Grados de Libertad (GL.)	Suma de Cuadrados (SC.)	Cuadrado Medio (CM.)
TOTAL	15	1935397.29	.....
TRATAMIENTOS	3	1633596.31	544532.104**
REPETICIONES	3	19710.39	6570.126^{NS}
Error Experimental	9	282090.60	31343.400

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

$$\bar{X} = 1036.515$$

$$CV = 17.08\%$$

Así, de los promedios de los tratamientos (**CUADRO No. 60**) se observa que el **T₃** tiene mayor peso seco de nódulos con 1538.988Kg / ha. En tanto que el tratamiento **T₀** es la que menor peso seco de nódulos produce con 726.085Kg / ha.

Del mismo (**CUADRO No. 60**) Se detecta que el tratamiento **T₃** (Trébol Blanco + Ryegrass perenne + Rhizobium (INIAP) + Nitrógeno (400 Kg / ha / año)) tiene mayor peso seco de nódulos con 1538.988 Kg / ha.

CUADRO No. 60 Valores promedios para peso seco de nódulos en el factor inoculación y fertilización. Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

TRATAMIENTOS	\bar{X}
T ₀	726.085
T ₁	797.118
T ₂	1083.870
T ₃	1538.988

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

CUADRO No. 61. Prueba de Tukey al 5% para evaluación agronómica del Rhizobium con inoculación y fertilización nitrogenada en el peso seco de nódulos Cayambe – Pichincha. Mayo 2007.

TRATAMIENTOS	\bar{X}	RANGOS DE SIGNIFICANCIA
T3	1538.988	a
T2	1083.870	b
T1	797.118	b
T0	726.085	b

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

La prueba de Tukey al 5% (**CUADRO No. 61**) detecta dos rangos de significancia, encontrándose en el primer rango a, 1 tratamiento (T₃) y en el segundo rango b, con 3 tratamientos (T₂, T₁, T₀). Sin embargo, la mejor respuesta tiene el tratamiento T₃, al encontrarse sólo en el rango a, ya que los otros 3 tratamientos comparten el rango a, b. La peor respuesta la tiene el tratamiento T₀ al encontrarse sólo en el rango b.

7.1. Análisis Económico

Para realizar este análisis se ha consultado CIMMYT con el método de presupuesto

Parcial, con la siguiente cronología a seguirse:

- Análisis de costos variables y beneficios netos
- Análisis de dominancia.
- Análisis marginal para tratamientos no dominados.

Una vez realizados estos tres análisis, se obtuvieron los siguientes resultados.

CUADRO No. 62 Presupuesto parcial de la evaluación agronómica del Rhizobium con inoculación y fertilización nitrogenada en una pastura de Trébol blanco (*Trifolium repens*) y Ryegrass perenne (*Lolium perenne*) en la zona alta de Cangahua.

CONCEPTO	TRATAMIENTOS			
	0 TRÉBOL BLANCO + RYEGRASS PERENNE	1 TRÉBOL BLANCO + RYEGRASS PERENNE + NITRÓGENO (400 Kg / ha / año)	2 TRÉBOL BLANCO + RYEGRASS PERENNE + RHIZOBIUM (INIAP)	3 TRÉBOL BLANCO + RYEGRASS PERENNE + RHIZOBIUM (INIAP) + + NITRÓGENO (400 Kg / ha / año)
Rendimiento promedio en TM / ha	1393	2300	1567	2375
Rendimiento Ajustado (10%)	1253.7	2070	1410.3	2137.5
Beneficio Bruto	417.9	690	470.1	712.5
Costo de fertilización (\$/ha)	304.61	464.37	324.61	484.37
Costo de mano de obra (\$/ha)	24	36	24	36
Total de costos que varían (\$/ha)	328.61	500.37	328.61	520.37
Beneficios netos (USD/ha)	89.29	189.63	141.49	192.13

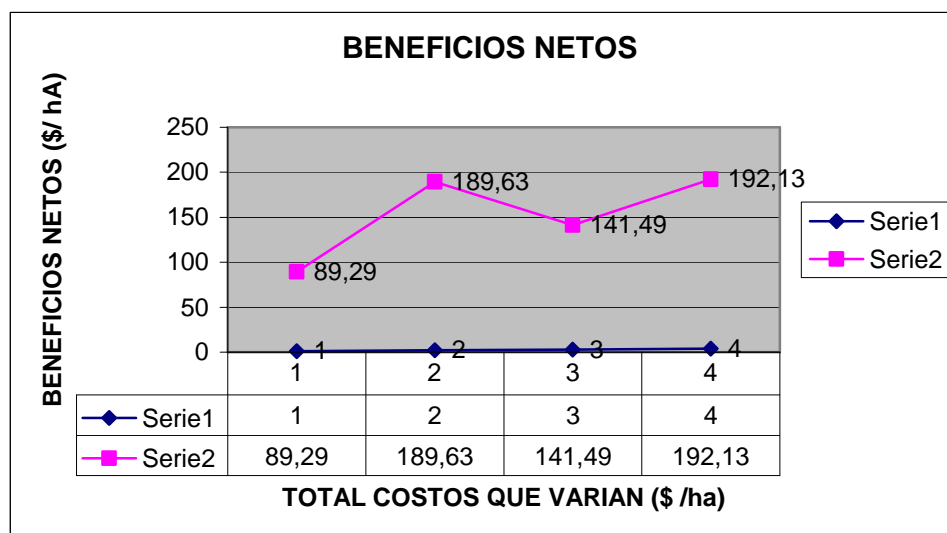
Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

CUADRO No. 63 Beneficios netos de la evaluación agronómica del Rhizobium con inoculación y fertilización nitrogenada en una pastura de Trébol blanco (*trifolium repens*) y Ryegrass perenne (*Lolium perenne*) en la zona alta de Cangahua.

BENEFICIOS NETOS	TOTAL DE COSTOS DE VARIAN
89.29	328.61
189.63	500.37
141.49	328.61
192.13	520.37

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

GRÁFICO No. 1 Beneficios netos de la evaluación agronómica del Rhizobium con inoculación y fertilización nitrogenada en una pastura de Trébol blanco (*Trifolium repens*) y Ryegrass perenne (*Lolium perenne*) en la zona alta de Cangahua.



Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

CUADRO No. 64 Análisis marginal de la evaluación agronómica del Rhizobium con inoculación y fertilización nitrogenada en una pastura de Trébol blanco (*trifolium repens*) y Ryegrass perenne (*Lolium perenne*) en la zona alta de Cangahua.

	TRATAMIENTOS	TOTAL DE COSTOS QUE VARÍAN (USD/ha)	BENEFICIOS NETOS /USD/ha)	TASA DE RETORNO MARGINAL
0	0 TRÉBOL BLANCO + RYEGRASS PERENNE	328.61	89.29	58.42%
1	1 TRÉBOL BLANCO + RYEGRASS PERENNE + NITRÓGENO (400 Kg / ha / año)	500.37	189.63	28.03%
2	2 TRÉBOL BLANCO + RYEGRASS PERENNE + RHIZOBIUM (INIAP)	328.61	141.49	29.48%
3	3 TRÉBOL BLANCO + RYEGRASS PERENNE + RHIZOBIUM (INIAP) + NITRÓGENO (400 Kg / ha / año)	520.37	192.13	\bar{X}

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

De los (CUADROS No. 62, 63, 64) podemos observar los siguientes resultados para el tratamiento T0 obtenemos un beneficio neto de (328.61 USD / ha), para el tratamiento T1 (500.37 USD / ha), para el tratamiento T2 (328.61 USD / ha) y para el tratamiento T3 (520.37 USD / ha) de beneficio neto, observando que la mejor respuesta tiene el tratamiento T3 con un beneficio neto de 520.37 USD / ha, y la

peor respuesta la tiene el tratamiento T0 (testigo) con un beneficio neto de 328.61 USD / ha respectivamente.

8. CONCLUSIONES

De la presente investigación se deducen las siguientes conclusiones:

El mejor resultado se obtuvo con el tratamiento T3 (Trébol blanco + Ryegrass perenne + Rhizobium (INIAP) + Nitrógeno (400 Kg / ha / año), respectivamente para las siguientes variables:

- **Para el rendimiento de materia seca en TM / ha / mes** en el primer corte en el T3 (Rhizobium (INIAP) + Nitrógeno (400 Kg / ha / año) se obtuvo un valor de 4.745 TM / ha, frente a 3.297 TM / ha T0 (Testigo); en el segundo corte la tendencia se mantiene en el T3 y se obtuvo un valor de 3.060 TM / ha, frente a 1.842 TM / ha, del T2 (trébol blanco + Ryegrass perenne + Rhizobium (INIAP)); y , en el tercer corte el T3 tiene 2.625 TM / ha, frente a 1.550 TM / ha, del T2 (trébol blanco + Ryegrass perenne + Rhizobium (INIAP)), y en el cuarto corte el T₃ tiene 2.375 TM / ha / mes, frente a 1.393 TM / ha / mes del T₀ (Testigo).

La inoculación y la fertilización Nitrogenada es efectiva con una tendencia a incrementar la producción se puede pensar que a medida que la planta se fortalece los resultados y la tendencia será muy clara.

- **Para la altura de planta** el T3 (Rhizobium (INIAP) + Nitrógeno (400 Kg / ha / año) tiene 31.062 cm. frente a 24.375 cm. del T₂ (Trébol blanco + Ryegrass perenne + Rhizobium (INIAP) en el primer corte, en el segundo corte el T₃ tiene 25.813 cm. frente 19.063 cm. del T₂ (trébol blanco + Ryegrass perenne + Rhizobium (INIAP); y en el tercer corte 25.75 cm. frente a 18.94 cm. del T2 (trébol blanco + Ryegrass perenne + Rhizobium (INIAP), y en el cuarto corte el T₃ tiene 28.81 cm. Frente a 18.00 cm. Del T₀ (Testigo).

La inoculación y la fertilización nitrogenada es positiva en la altura de las plantas.

Composición botánica

- **Para el porcentaje de Ryegrass** perenne en el primer corte en el T₃ (Trébol Blanco + Ryegrass perenne + Rhizobium (INIAP) + Nitrógeno (400 Kg / ha / año) se obtuvo un valor de 46.858 % frente a 25.483 % del T₂ (trébol blanco + Ryegrass perenne + Rhizobium (INIAP)), en el cuarto corte en el T₃ se obtuvo un valor de 30.74 % frente a 15.062 % del T₀ (Testigo).
- **Para el porcentaje de trébol blanco** en el primer corte en el T₂ (Rhizobium (INIAP) se obtuvo un valor de 25.142 % frente a 14.660 % del T₀ (Testigo) y en el cuarto corte en el T₂ obtuvo un valor 25.32 % frente a 14.50 % del T₃ (Trébol Blanco + Ryegrass perenne + Rhizobium (INIAP) + Nitrógeno (400 Kg / ha / año).

La influencia negativa de la fertilización nitrogenada sobre la disminución del porcentaje de leguminosas es notoria, resultados que concuerdan con los obtenidos por Terán Wilson. 2005.

Peso de nódulos

- Para el peso seco de evaluación inicial nódulos en el T₃ (Trébol Blanco + Ryegrass perenne + Rhizobium (INIAP) + Nitrógeno (400 Kg / ha / año) se obtuvo un valor de 1189.098 Kg / ha frente a 368.605 Kg / ha del T₀ (Testigo).
- Y en la evaluación final en el T₃ (Trébol Blanco + Ryegrass perenne + Rhizobium (INIAP) + Nitrógeno (400 Kg / ha / año) se obtuvo un valor de 1538.988 Kg / ha frente a 726.085 del T₀ (Testigo).
- En cuanto al análisis económico de los tratamientos, se concluye que el mejor tratamiento en cuanto a los beneficios netos se refiere es el T₃ (Trébol Blanco + Ryegrass perenne + Rhizobium (INIAP) 200 gr. / ha + Nitrógeno (400 Kg / ha / año) en el cual se obtiene un beneficio neto de 192. 13 USD / ha, frente al tratamiento T₀ (testigo), en el cual se obtiene un beneficio neto de 89.29 USD / ha.

9. RECOMENDACIONES

Una vez concluido el presente experimento, y sobre la base de los resultados obtenidos, se presentan las siguientes recomendaciones para la zona:

- Para obtener una buena producción forrajera se recomienda utilizar el tratamiento T3 (Trébol Blanco + Ryegrass perenne + Rhizobium (INIAP) que a pesar de no ser el de más alta productividad, es el que no afecta el medio ambiente y es económicamente rentable.
- Realizar nuevos ensayos de inoculación del Rhizobium en trébol blanco con, diferentes niveles de fertilización nitrogenada, buscando el punto óptimo, en relación a la composición botánica y producción de la pastura
- El inoculante de Rhizobium se debe aplicar a la semilla o al suelo antes de la siembra una vez establecida la pastura lo más lógico es aplicar en el agua, en verano y en la noche.
- El sistema simbiótico de las leguminosas forrajeras necesitan que el contenido de fósforo en el suelo, sea corregido antes de la siembra a 30 ppm. Si este no es el caso se ocultan las respuestas de la inoculación.
- El resultado de inoculación se puede apreciar en la cantidad de población, color y disposición de los nódulos en la raíz

10. RESUMEN

El presente trabajo se efectuó en la provincia de Pichincha, cantón Cayambe, parroquia Cangahua, en la finca Yacutigrana, situado a una Longitud 78° 10' 30" y Latitud 0° 00' 20", promedio de precipitación 750 mm. Temperatura promedio 13 °C; y Altitud 3400 m.

El factor en estudio fue: la evaluación agronómica del Rhizobium con inoculación y fertilización nitrogenada en una pastura de Trébol blanco (*Trifolium repens*) y Ryegrass perenne (*Lolium perenne*) en la zona alta de Cangahua.

Antes de realizar el ensayo se realizó un corte de igualación y a continuación se realizó la fertilización de mantenimiento con las siguientes recomendaciones.

200 Kg / ha / año P₂O₅
150 Kg / ha / año K₂O
400 Kg / ha / año N
25 Kg / ha / año de azufre Micronizado

Posteriormente se efectuó la aireación del suelo con rastra, con el fin de colocar el inoculante directamente en el suelo en una pastura establecida de 4 años, y se efectuó el riego por aspersión.

La toma de datos para las variables se realizó cada treinta días, y luego de cada toma de los datos se efectuó un corte de igualación.

Se propuso en el ensayo los siguientes objetivos: a) Estimar el efecto de la fertilización nitrogenada en la respuesta del Rhizobium; b) Determinar el grado de eficiencia de cada uno de los tratamientos a través del rendimiento de Materia Seca;

c) Aportar los debidos conocimientos obtenidos a los agricultores de la zona con el propósito de mejorar las técnicas de cultivo.

Para el análisis estadístico se utilizó un “DBCA”, con 4 tratamientos y 4 repeticiones lo que permite utilizar este tipo de diseño experimental. La unidad experimental fueron parcelas de 3 x 5 (15 m²), con separación de 1 m, en total de 16 unidades teniendo una superficie total de (25m x 17m) 425 m². La parcela neta es de 8 m².

Los tratamientos fueron: **T₀** = Trébol blanco + Ryegrass perenne; **T₁** = Trébol Blanco + Ryegrass perenne + Nitrógeno (400 Kg / ha / año); **T₂** = Trébol blanco + Ryegrass perenne + Rhizobium (INIAP) 200 gr. / ha; **T₃**= Trébol blanco + Ryegrass perenne + Rhizobium (INIAP) 200 gr. / ha + Nitrógeno (400 Kg / ha / año).

Las variables que se evaluaron fueron: **V₁**. Rendimiento de Materia seca en TM / ha; **V₂** Composición botánica; **V₃**. Altura de la planta; **V₄** Peso seco de nódulos.

El mejor resultado se obtuvo con el tratamiento T3 (Trébol blanco + Ryegrass perenne + Rhizobium (INIAP) + Nitrógeno (400 Kg / ha / año), respectivamente para las siguientes variables:

- La mejor producción de materia seca en TM / ha / corte, se obtuvo en el tratamiento T₃ (Trébol blanco + Ryegrass perenne + Rhizobium (INIAP) + Nitrógeno (400 Kg / ha / año), con una valor en el último corte de 375 TM / ha / corte.

- La mayor altura de la planta se obtuvo en el tratamiento T₃ (Trébol blanco + Ryegrass perenne + Rhizobium (INIAP) + Nitrógeno (400 Kg / ha / año), con una valor en el último corte de 28.81 cm.
- Para obtener mayor porcentaje de gramíneas el mejor tratamiento T₃ (Trébol blanco + Ryegrass perenne + Rhizobium (INIAP) + Nitrógeno (400 Kg / ha / año), con un valor 30.74 % de Ryegrass perenne.
- Para obtener una mayor población de nódulos en las leguminosas el mejor tratamiento es el (Trébol Blanco + Ryegrass perenne + Rhizobium (INIAP) + Nitrógeno (400 Kg / ha / año).

11. SUMMARY

The present work was made in the county of Pichincha, canton Cayambe, parish Cangahua, in the property Yacutigrana, located to a Longitude 78° 10' 30 " and Latitude 0' 00' 20', average of precipitation 750 mm. Temperature average 13 °C; and to an altitude 3400 m.

The factor in study was: the agronomic evaluation of the Rhizobium with inoculation and fertilization nitrogenada in a Dutch clover pasture (*Trifolium repens*) and perennial Ryegrass (perennial *Lolium*) in the high area of Cangahua.

Before carrying out the rehearsal it was carried out an equalization cut, next was carried out maintenance fertilization with the following recommendations.

200 kg / Hectare / year P2O5
150 kg / Hectare / year K2O
400 kg / Hectare / year N
25 kg / Hectare / year of sulfur
Micronizado

Next an aeration of the floor was made with a trail, with the purpose of placing the inoculate directly in the floor in a 4 year-old established pasture, and at the end a watering was made by aspersion.

The taking of data for the variables were carried out every thirty days and after each taking of the data was carried out an equalization cut.

It intended in the rehearsal the following objectives: a) To estimate the effect of the fertilization nitrogenada in the answer of the Rhizobium; b) To determine the grade of efficiency of each one of the treatment, through the yield of Dry matter; c) To contribute the due obtained knowledge to the farmers of the area with the purpose of improving the cultivation techniques.

For the analysis statistic a" DBCA" was used, with 4 treatments and 4 repetitions what allows to use this type of experimental design. The experimental unit was parcels of 3 x 5 (15 m²), with separation of 1 m, in total of 16 units having a total surface of (25m x 17m) 425 m². The net parcel is of 8 m².

The treatments were: To = Dutch clover + perennial Ryegrass; T1 = Clover Blanco + perennial Ryegrass + Nitrogen (400 Kg / Hectare / year); T2 = Dutch clover + perennial Ryegrass + Rhizobium (INIAP) 200 gr. / Hectare; T3 = Dutch clover + perennial Ryegrass + Rhizobium (INIAP) 200 gr. / Hectare + Nitrogen (400 Kg / Hectare / year).

The variables that were evaluated were: V1. Yield in TM dry Matter. / Hectare; V2 botanical Composition; V3 Height of the plant; V4 Dry weight of nodules.

The best result was obtained with the treatment T3 (Dutch clover + perennial Ryegrass + Rhizobium (INIAP) + Nitrogen (400 Kg / Hectare / year), respectively for the following variables:

- The best production of dry matter in TM / Hectare / it cuts, it was obtained in the treatment T3 (Dutch clover + perennial Ryegrass + Rhizobium (INIAP) + Nitrogen (400 Kg / Hectare / year), with a value in the last court of. 375 TM / Hectare / it cuts.
- The biggest height in the plant was obtained in the treatment T3 (Dutch clover + perennial Ryegrass + Rhizobium (INIAP) + Nitrogen (400 Kg / Hectare / year), with a value in the last court of 28. 81 cm.
- To obtain bigger percentage of gramineous the best treatment T3 (Dutch clover + perennial Ryegrass + Rhizobium (INIAP) + Nitrogen (400 Kg / Hectare / year), with a value 30. 74% of perennial Ryegrass.
- To obtain bigger percentage of leguminous the best treatment T2 (Dutch clover + perennial Ryegrass + Rhizobium (INIAP), with a value in the last court 25. 32 Dutch clover%.
- To obtain a bigger population of nodules in the leguminous ones the best treatment it is the (Clover Blanco + perennial Ryegrass + Rhizobium (INIAP) + Nitrogen (400 Kg / Hectare / year).

12. BIBLIOGRAFÍA

1. ALARCON, E. y LORERO, J. Establecimiento, Fertilización y Manejo de las principales gramíneas y leguminosas, 1985 pp. 26 – 27.
2. BARRERA, C. y VILLAMIZAR, R., BERNALD, J., LOTERO, J. Frecuencia de aplicación y dosis de nitrógeno en los pastos Ryegrass anual, Ryegrass inglés en la serie de suelos río Bogotá. Agricultura Tropical (Colombia), 1970
3. BENITEZ, A. Pastos y Forrajes. Quito, Editorial Universitarias, 1980. pp. 58 – 60.
4. CARAMBULA, M. Producción y Manejo de Pasturas sembradas. Montevideo. Editorial Universitaria.
5. CHAVERRA, H., ECHEVERRI, S. Y CROWDER, L. Aplicación de nitrógeno a mezclas de gramíneas y leguminosas de clima frío. Agricultura Tropical. (Colombia). 1967.
6. ESTEVEZ, C. Respuestas de trébol blanco a la inoculación de Rhizobium, informe Anual, Quito, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 1985. pp. 91 – 95.
7. FLORENCIO, S. Fertilizantes. Nutrición vegetal. 2da edición. México, A. G. T., 1982. pp. 9 – 97
8. FLORES, a. Manual de Forrajes para zonas Áridas y Semiáridas. Lima. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria y Agroindustrial (INIAP) 1992.
9. GUERRERO, R. 1974. Formas del fósforo y sus relaciones con la fertilidad de suelos. Bogotá (Col). Suelos ecuatorianos. P. 349 – 387.
10. PALADINES E IZQUIERDO 2003 Fertilización de pasturas en el centro norte de la sierra ecuatoriana.
11. LEON, V. Valor Nutritivo de las Especies forrajeras (Influencia de la calidad de forraje en la digestión).
12. ----- 1997. Fundamentos de producción y Dinámica de los Pastizales. Quito (Ec): Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. pp28
13. Manual de Métodos de Evaluación, Selección y Manejo Agronómico.

14. <http://www.monografias.com/trabajos16/rhizobium/rhizobium.shtml>. 2006
15. <http://www.ars.usda.gov/is/espanol/kids/environment/story3/sp.rhizobium.htm>. 2006
16. <http://www.monografias.com/trabajos33/trehalosa/trehalosa.shtml>. 2006
17. <http://www.unavarra.es/genmic/curso%20microbiologia%20general/53-rhizobium%201.htm> . 2006
18. <http://www.fao.org/docrep/007/x7660s/x7660s0a.htm>. 2006

13. ANEXOS

Anexo No. 1 Recopilación de datos.

CUADRO No. 1 Altura promedio de gramíneas y leguminosas en centímetros en el primer corte.

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DEL RHIZOBIUM CON INOCULACIÓN Y FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN UNA PASTURA DE TRÉBOL BLANCO (<i>Trifolium repens</i>) Y RYEGRASS PERENNE (<i>Lolium perenne</i>) EN LA ZONA ALTA DE CANGAHUA.						
TRATAMIENTO	REPETICIONES				Σ trat.	\bar{X} trat.
	I	II	III	IV		
To	35,75	22,50	25,50	24,25	108,00	27,00
T1	38,50	29,25	20,50	29,75	118,00	29,50
T2	31,75	19,50	22,00	24,25	97,50	24,38
T3	39,25	27,75	26,00	31,25	124,25	31,06
Σ rep.	135,25	99,00	94,00	109,50	437,75	
\bar{X} rep.	33,81	24,75	23,50	27,38		27,36

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

CUADRO No. 2 Altura promedio de gramíneas y leguminosas en centímetros en el segundo corte.

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DEL RHIZOBIUM CON INOCULACIÓN Y FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN UNA PASTURA DE TRÉBOL BLANCO (<i>Trifolium repens</i>) Y RYEGRASS PERENNE (<i>Lolium perenne</i>) EN LA ZONA ALTA DE CANGAHUA.						
TRATAMIENTO	REPETICIONES				Σ trat.	\bar{X} trat.
	I	II	III	IV		
To	24,25	20,75	18,50	22,00	85,50	21,38
T1	24,25	21,50	20,25	24,00	90,00	22,50
T2	20,75	15,00	15,75	24,75	76,25	19,06
T3	26,00	23,50	25,00	28,75	103,25	25,81
Σ rep.	95,25	80,75	79,50	99,50	355,00	
\bar{X} rep.	23,81	20,19	19,88	24,88		22,19

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

CUADRO No. 3 Altura promedio de gramíneas y leguminosas en centímetros en el tercer corte.

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DEL RHIZOBIUM CON INOCULACIÓN Y FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN UNA PASTURA DE TRÉBOL BLANCO (<i>Trifolium repens</i>) Y RYEGRASS PERENNE (<i>Lolium perenne</i>) EN LA ZONA ALTA DE CANGAHUA.						
TRATAMIENTO	REPETICIONES				Σ trat.	\bar{X} trat.
	I	II	III	IV		
To	13,50	14,50	15,50	13,50	57,00	14,25
T1	26,00	28,50	25,00	32,25	111,75	27,94
T2	33,00	14,00	14,25	14,50	75,75	18,94
T3	26,25	24,75	24,75	27,25	103,00	25,75
Σ rep.	98,75	81,75	83,50	87,50	351,50	
\bar{X} rep.	24,69	20,44	20,88	21,88		21,97

Elaborado Por: El Autor

Fuente: La Investigación

CUADRO No. 4 Altura promedio de gramíneas y leguminosas en centímetros en el cuarto corte.

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DEL RHIZOBIUM CON INOCULACIÓN Y FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN UNA PASTURA DE TRÉBOL BLANCO (<i>Trifolium repens</i>) Y RYEGRASS PERENNE (<i>Lolium perenne</i>) EN LA ZONA ALTA DE CANGAHUA.						
TRATAMIENTO	REPETICIONES				Σ trat.	\bar{X} trat.
	I	II	III	IV		
To	16,50	17,75	15,75	22,00	72,00	18,00
T1	28,50	29,50	20,50	28,75	107,25	26,81
T2	26,50	15,25	18,50	23,25	83,50	20,88
T3	29,50	25,25	30,75	29,75	115,25	28,81
Σ rep.	101,00	87,75	85,50	103,75	378,00	
\bar{X} rep.	25,25	21,94	21,38	25,94		23,63

Elaborado Por: El Autor

Fuente: La Investigación

CUADRO No. 5 Rendimiento de materia seca en TM/ha/corte en el primer corte.

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DEL RHIZOBIUM CON INOCULACIÓN Y FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN UNA PASTURA DE TRÉBOL BLANCO (<i>Trifolium repens</i>) Y RYEGRASS PERENNE (<i>Lolium perenne</i>) EN LA ZONA ALTA DE CANGAHUA.						
TRATAMIENTO	REPETICIONES				Σ trat.	\bar{X} trat.
	I	II	III	IV		
To	3,10	2,55	4,69	2,85	13,19	3,30
T1	5,88	3,75	6,19	5,60	21,43	5,36
T2	4,47	2,65	3,21	5,49	15,83	3,96
T3	5,26	4,62	4,31	4,79	18,99	4,75
Σ rep.	18,71	13,58	18,40	18,74	69,43	
\bar{X} rep.	4,68	3,40	4,60	4,68		4,34

Elaborado Por: El Autor

Fuente: La Investigación

CUADRO No. 6 Rendimiento de materia seca en TM/ha/corte en el segundo corte.

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DEL RHIZOBIUM CON INOCULACIÓN Y FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN UNA PASTURA DE TRÉBOL BLANCO (<i>Trifolium repens</i>) Y RYEGRASS PERENNE (<i>Lolium perenne</i>) EN LA ZONA ALTA DE CANGAHUA.						
TRATAMIENTO	REPETICIONES				Σ trat.	\bar{X} trat.
	I	II	III	IV		
To	1,24	1,77	2,35	2,32	7,68	1,92
T1	1,77	2,50	1,96	2,30	8,52	2,13
T2	0,88	1,91	2,44	2,14	7,37	1,84
T3	2,41	3,64	3,09	3,10	12,24	3,06
Σ rep.	6,29	9,82	9,84	9,86	35,81	
\bar{X} rep.	1,57	2,45	2,46	2,46		2,24

Elaborado Por: El Autor

Fuente: La Investigación

CUADRO No. 7 Rendimiento de materia seca en TM/ha/corte en el tercer corte.

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DEL RHIZOBIUM CON INOCULACIÓN Y FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN UNA PASTURA DE TRÉBOL BLANCO (<i>Trifolium repens</i>) Y RYEGRASS PERENNE (<i>Lolium perenne</i>) EN LA ZONA ALTA DE CANGAHUA.						
TRATAMIENTO	REPETICIONES				Σ trat.	\bar{X} trat.
	I	II	III	IV		
To	2,00	1,57	1,80	1,41	6,78	1,70
T1	1,86	2,36	2,28	3,45	9,95	2,49
T2	2,07	0,97	1,72	1,44	6,21	1,55
T3	2,50	2,12	2,62	3,26	10,49	2,62
Σ rep.	8,43	7,02	8,42	9,56	33,44	
\bar{X} rep.	2,11	1,76	2,11	2,39		2,09

Elaborado Por: El Autor

Fuente: La Investigación

CUADRO No.8 Rendimiento de materia seca en TM/ha/corte en el cuarto corte.

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DEL RHIZOBIUM CON INOCULACIÓN Y FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN UNA PASTURA DE TRÉBOL BLANCO (<i>Trifolium repens</i>) Y RYEGRASS PERENNE (<i>Lolium perenne</i>) EN LA ZONA ALTA DE CANGAHUA.						
TRATAMIENTO	REPETICIONES				Σ trat.	\bar{X} trat.
	I	II	III	IV		
To	1,37	1,92	1,08	1,20	5,57	1,39
T1	2,79	2,50	1,89	2,02	9,20	2,30
T2	2,26	1,66	1,20	1,15	6,28	1,57
T3	1,75	2,88	2,57	2,30	9,50	2,37
Σ rep.	8,16	8,96	6,74	6,68	30,54	
\bar{X} rep.	2,04	2,24	1,68	1,67		1,91

Elaborado Por: El Autor

Fuente: La Investigación

CUADRO No. 9 Composición botánica de gramíneas (Ryegrass) en porcentaje en el primer corte.

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DEL RHIZOBIUM CON INOCULACIÓN Y FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN UNA PASTURA DE TRÉBOL BLANCO (<i>Trifolium repens</i>) Y RYEGRASS PERENNE (<i>Lolium perenne</i>) EN LA ZONA ALTA DE CANGAHUA.						
TRATAMIENTO	REPETICIONES				Σ trat.	\bar{X} trat.
	I	II	III	IV		
To	31,15	31,77	25,23	28,70	116,85	29,21
T1	27,85	42,51	20,14	33,14	123,64	30,91
T2	28,79	22,45	27,96	22,73	101,93	25,48
T3	43,49	51,32	44,28	48,34	187,43	46,86
Σ rep.	131,28	148,05	117,61	132,91	529,85	
\bar{X} rep.	32,82	37,01	29,40	33,23		33,12

Elaborado Por: El Autor

Fuente: La Investigación

CUADRO No. 10 Composición botánica de leguminosas (Trébol blanco) en porcentaje en el primer corte.

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DEL RHIZOBIUM CON INOCULACIÓN Y FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN UNA PASTURA DE TRÉBOL BLANCO (<i>Trifolium repens</i>) Y RYEGRASS PERENNE (<i>Lolium perenne</i>) EN LA ZONA ALTA DE CANGAHUA.						
TRATAMIENTO	REPETICIONES				Σ trat.	\bar{X} trat.
	I	II	III	IV		
To	14,79	20,89	10,64	12,32	58,64	14,66
T1	18,57	27,79	14,39	24,07	84,82	21,21
T2	26,47	24,04	28,26	21,80	100,57	25,14
T3	11,39	14,99	10,58	19,69	56,65	14,16
Σ rep.	71,22	87,71	63,87	77,88	300,68	
\bar{X} rep.	17,81	21,93	15,97	19,47		18,79

Elaborado Por: El Autor

Fuente: La Investigación

CUADRO No. 11 Composición botánica de gramíneas (Ryegrass) en porcentaje en el cuarto corte.

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DEL RHIZOBIUM CON INOCULACIÓN Y FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN UNA PASTURA DE TRÉBOL BLANCO (<i>Trifolium repens</i>) Y RYEGRASS PERENNE (<i>Lolium perenne</i>) EN LA ZONA ALTA DE CANGAHUA.						
TRATAMIENTO	REPETICIONES				Σ trat.	\bar{X} trat.
	I	II	III	IV		
To	16,30	13,79	14,26	15,90	60,25	15,06
T1	29,28	22,45	28,92	20,38	101,03	25,26
T2	24,23	25,33	21,93	20,13	91,62	22,91
T3	41,64	31,15	27,04	23,15	122,98	30,75
Σ rep.	111,45	92,72	92,15	79,56	375,88	
\bar{X} rep.	27,86	23,18	23,04	19,89		23,49

Elaborado Por: El Autor

Fuente: La Investigación

CUADRO No. 12 Composición botánica de leguminosas (Trébol blanco) en porcentaje en el cuarto corte.

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DEL RHIZOBIUM CON INOCULACIÓN Y FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN UNA PASTURA DE TRÉBOL BLANCO (<i>Trifolium repens</i>) Y RYEGRASS PERENNE (<i>Lolium perenne</i>) EN LA ZONA ALTA DE CANGAHUA.						
TRATAMIENTO	REPETICIONES				Σ trat.	\bar{X} trat.
	I	II	III	IV		
To	20,30	15,92	18,49	24,77	79,48	19,87
T1	12,93	17,64	16,41	15,77	62,75	15,69
T2	26,67	29,20	22,68	22,84	101,39	25,35
T3	13,47	12,39	16,70	15,42	57,98	14,50
Σ rep.	73,37	75,15	74,28	78,80	301,60	
\bar{X} rep.	18,34	18,79	18,57	19,70		18,85

Elaborado Por: El Autor

Fuente: La Investigación

CUADRO No. 13 Peso seco de nódulos en kilogramos / ha en el primer corte.

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DEL RHIZOBIUM CON INOCULACIÓN Y FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN UNA PASTURA DE TRÉBOL BLANCO (<i>Trifolium repens</i>) Y RYEGRASS PERENNE (<i>Lolium perenne</i>) EN LA ZONA ALTA DE CANGAHUA.						
TRATAMIENTO	REPETICIONES				Σ trat.	\bar{X} trat.
	I	II	III	IV		
To	210,46	315,69	420,92	526,15	1473,22	368,30
T1	526,15	631,38	1073,35	1157,53	3388,40	847,10
T2	736,61	926,02	1157,53	1262,76	4082,92	1020,73
T3	1367,99	1157,53	1031,25	1199,62	4756,39	1189,10
Σ rep.	2841,21	3030,62	3683,05	4146,06	13700,94	
\bar{X} rep.	710,30	757,66	920,76	1036,51		856,31

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

CUADRO No. 14 Peso seco de nódulos en kilogramos / ha en el cuarto corte.

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DEL RHIZOBIUM CON INOCULACIÓN Y FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN UNA PASTURA DE TRÉBOL BLANCO (<i>Trifolium repens</i>) Y RYEGRASS PERENNE (<i>Lolium perenne</i>) EN LA ZONA ALTA DE CANGAHUA.						
TRATAMIENTO	REPETICIONES				Σ trat.	\bar{X} trat.
	I	II	III	IV		
To	631,38	715,56	736,61	820,79	2904,35	726,09
T1	736,61	831,32	778,70	841,84	3188,47	797,12
T2	947,07	968,12	1157,53	1262,76	4335,47	1083,87
T3	1788,91	1736,29	1262,76	1367,99	6155,95	1538,99
Σ rep.	4103,97	4251,29	3935,60	4293,38	16584,24	
\bar{X} rep.	1025,99	1062,82	983,90	1073,35		1036,51

Elaborado Por: El Autor
Fuente: La Investigación

Anexo No. 2

Fotografías del experimento realizado.

FIGURA No. 1

Ensayo sobre la evaluación agronómica del Rhizobium con inoculación y fertilización nitrogenada en una pastura de Trébol blanco (*trifolium repens*) y Ryegrass perenne (*Lolium perenne*) en la zona alta de Cangahua



FIGURA No. 2

Establecimiento de parcelas para la elaboración de tesis.



FIGURA No. 3

Aplicación de los fertilizantes en las parcelas establecidas.



FIGURA No. 4

Aireación del suelo con una rastra destrabada.



FIGURA No. 5

Formación de surcos para la aplicación del Rhizobium.



FIGURA No. 6

Colocación del Rhizobium en las parcelas establecidas



FIGURA No. 7

Corte de un 1 metro cuadrado para la composición botánica.



FIGURA No. 8

Medición de la altura de las plantas.



FIGURA No. 9

Toma de las muestras de una planta de leguminosa.

