

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA



INFLUENCIA DE TRES DOSIS DE BIOL EN EL CRECIMIENTO Y
RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MAÍZ FORRAJERO (*Zea mays L.*)

TESIS

Para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR:

ANTHONY SAMIR RODRÍGUEZ CASTILLO

TRUJILLO, PERÚ

2014

La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente jurado:

Mg. SERGIO VALDIVIA VEGA

PRESIDENTE

Dr. MIGUEL ÁNGEL BARANDIARÁN GAMARRA

SECRETARIO

Mg. GUILLERMO MORALES SKRABONJA

VOCAL

Dr. MILTON HUANES MARIÑOS

ASESOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación en primer lugar a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud, ser el manantial de vida y darme lo necesario para seguir adelante día a día para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

En segundo lugar a mi madre por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor. En tercer lugar a mi padre por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

Por último a mis hermanos por ser el ejemplo de virtudes y valores y de la cual aprendí aciertos y de momentos difíciles y a todos aquellos que ayudaron directa o indirectamente a realizar este documento.

AGRADECIMIENTO

A Dios porque a pesar de que muchas veces puse mis intereses por encima de Ti nunca me faltaste y aunque no soy tu hijo más devoto, en Ti confío. Siempre me ha ayudado a seguir adelante y por Ti aún no pierdo la esperanza, sé que todos pueden decepcionarme menos tú y reconozco que sin Ti no hubiese podido sobrevivir estos últimos meses. Muchas Gracias.

A mí familia que han sido sin duda uno de los principales precursores de este logro, nunca se desesperaron, hicieron lo imposible para que yo pudiera seguir con mis estudios, creyeron que podía y siempre se preocuparon por lo que estaba haciendo, eso me mantuvo firme las veces que pude tambalearme; sé que muchas veces tenemos desacuerdos pero quién no los tiene, salimos adelante y así será siempre.

A mi asesor Dr. Milton Huanes Mariños muy gentilmente por apoyarme en todo lo que estaba a su mano, por darme la mano de un amigo e inspirarme a no quedarme atrás.

ÍNDICE

| | Pag |
|---|------------|
| DEDICATORIA | iii |
| AGRADECIMIENTO | iv |
| ÍNDICE | v |
| ÍNDICE DE CUADROS | viii |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS | x |
| ÍNDICE DE FIGURAS | xi |
| ÍNDICE DE ANEXOS | xiv |
| RESUMEN | xvi |
| ABSTRACT | xvii |
| | |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS | 4 |
| 2.1. ORIGEN DEL MAÍZ | 4 |
| 2.2. MORFOLOGÍA DEL MAÍZ (<i>Zea mays</i> L.)..... | 5 |
| 2.2.1. Sistema radicular | 5 |
| 2.2.2. Sistema caulinar – vegetativo | 5 |
| 2.2.3. Sistema caulinar reproductivo | 6 |
| 2.2.4. Granos de polen y estigma | 6 |
| 2.2.5. Frutos y semillas | 7 |
| 2.3. TAXONOMÍA | 8 |
| 2.4. CONDICIONES EDAFO – CLIMÁTICAS | 8 |
| 2.5. GENERALIDADES DEL MAÍZ | 11 |
| 2.6. BIOL | 12 |

| | |
|--|-----------|
| 2.7. FORMACIÓN DEL BIOL | 12 |
| 2.8. COMPOSICIÓN QUÍMICA Y BIOQUÍMICA DEL BIOL ... | 13 |
| 2.9. APLICACIÓN DEL BIOL | 14 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS | 15 |
| 3.1. UBICACION DEL EXPERIMENTO | 15 |
| 3.2. MATERIALES | 15 |
| 3.2.1. Campo | 15 |
| 3.2.2. Escritorio | 15 |
| 3.2.3. Equipos | 15 |
| 3.2.4. Insumos | 16 |
| 3.3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL | 16 |
| 3.4. DATOS METEOROLÓGICOS | 17 |
| 3.5. TRATAMIENTOS ESTUDIADOS | 18 |
| 3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL | 18 |
| 3.7. CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO | 19 |
| 3.8. CARACTERÍSTICAS DE LOS BLOQUES | 19 |
| 3.9. CARACTERÍSTICAS DE LAS PARCELAS EXPERIMENTALES | 19 |
| 3.10. DISTRIBUCIÓN EXPERIMENTAL | 20 |
| 3.11. ESTABLECIMIENTO Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO | 20 |
| 3.11.1. Preparación del terreno | 20 |
| 3.11.2. Siembra | 21 |
| 3.11.3. Fertilización | 21 |
| 3.11.4. Riego | 21 |
| 3.11.5. Control de malezas | 22 |
| 3.11.6. Aporque | 22 |
| 3.11.7. Control fitosanitario | 22 |
| 3.11.7.1. Gusano de tierra | 22 |
| 3.11.7.2. Gusano cogollero | 22 |
| 3.11.8. Cosecha | 23 |

| | |
|--|-----------|
| 3.12. DATOS EXPERIMENTALES | 24 |
| 3.12.1. Evaluaciones en el crecimiento | 24 |
| 3.12.1.1. Altura de las plantas | 24 |
| 3.12.1.2. Número de hojas | 24 |
| 3.12.2. Evaluaciones en la cosecha | 24 |
| 3.12.2.1. Número de mazorcas por planta . | 24 |
| 3.12.2.2. Rendimiento de forraje | 24 |
| IV. RESULTADOS | 25 |
| 4.1. ALTURA DE PLANTA | 25 |
| 4.1.1. Primera evaluación | 25 |
| 4.1.2. Segunda evaluación | 27 |
| 4.1.3. Tercera evaluación | 29 |
| 4.1.4. Cuarta evaluación | 31 |
| 4.2. NÚMERO DE HOJAS | 33 |
| 4.2.1. Primera evaluación | 33 |
| 4.2.2. Segunda evaluación | 35 |
| 4.2.3. Tercera evaluación | 37 |
| 4.2.4. Cuarta evaluación | 39 |
| 4.3. NÚMERO DE MAZORCAS/PLANTA | 41 |
| 4.4. RENDIMIENTO DE FORRAJE | 43 |
| V. DISCUSIÓN | 45 |
| VI. CONCLUSIÓN | 47 |
| VII. RECOMENDACIONES | 48 |
| VIII. BIBLIOGRAFÍA | 49 |
| IX. FOTOS | 52 |
| X. ANEXOS | 63 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | Pág. |
|--|-------------|
| CUADRO 1: | |
| Dosificaciones de biol | 14 |
| CUADRO 2: | |
| Análisis químico del biol UPAO | 16 |
| CUADRO 3: | |
| Análisis físico – químico del suelo experimental | 17 |
| CUADRO 4: | |
| Análisis textural de las muestras de suelo | 17 |
| CUADRO 5: | |
| Datos meteorológicos observados durante el desarrollo del cultivo de maíz, sector Nuevo Barraza, Trujillo, La Libertad, Perú. 2013 | 17 |
| CUADRO 6: | |
| Tratamientos estudiados | 18 |
| CUADRO 7: | |
| Datos de la altura de planta (cm) en la Primera evaluación, sector Nuevo Barraza, Trujillo, La Libertad, Perú. 2013 | 26 |
| CUADRO 8: | |

| | |
|--|----|
| Datos de la altura de planta (m) en la Segunda evaluación, sector Nuevo Barraza, Trujillo, La Libertad, Perú. 2013 | 28 |
|--|----|

CUADRO 9:

| | |
|--|----|
| Datos de la altura de planta (m) en la tercera evaluación, sector Nuevo Barraza, Trujillo, La Libertad, Perú. 2013 | 30 |
|--|----|

CUADRO 10:

| | |
|---|----|
| Datos de la altura de planta (m) en la Cuarta evaluación, sector Nuevo Barraza, Trujillo, La Libertad, Perú. 2013 | 32 |
|---|----|

CUADRO 11:

| | |
|--|----|
| Datos del número de hojas/planta en la Primera evaluación, sector Nuevo Barraza, Trujillo, La Libertad, Perú. 2013 | 34 |
|--|----|

CUADRO 12:

| | |
|--|----|
| Datos del número de hojas/planta en la Segunda evaluación, sector Nuevo Barraza, Trujillo, La Libertad, Perú. 2013 | 36 |
|--|----|

CUADRO 13:

| | |
|---|----|
| Datos del número de hojas/planta en la Tercera evaluación sector Nuevo Barraza, Trujillo, La Libertad, Perú. 2013 | 38 |
|---|----|

CUADRO 14:

| | |
|---|----|
| Datos del número de hojas/planta en la Cuarta evaluación, sector Nuevo Barraza, Trujillo, La Libertad, Perú. 2013 | 40 |
|---|----|

CUADRO 15:

| | |
|--|----|
| Datos del número de mazorcas por planta, sector Nuevo Barraza, Trujillo, La Libertad, Perú. 2013 | 42 |
|--|----|

CUADRO 16:

x

| | |
|---|----|
| Datos de toneladas por hectárea de rendimientos de forraje, sector Nuevo Barraza, Trujillo, La Libertad, Perú. 2013 | 44 |
|---|----|

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | Pág. |
|--|-------------|
| GRÁFICO 1: | |
| Altura de la planta – Primera evaluación | 26 |
| GRÁFICO 2: | |
| Altura de la planta – Segunda evaluación | 28 |
| GRÁFICO 3: | |
| Altura de la planta – Tercera evaluación | 30 |
| GRÁFICO 4: | |
| Altura de la planta – Cuarta evaluación | 32 |
| GRÁFICO 5: | |
| Número de hojas – Primera evaluación | 34 |
| GRÁFICO 6: | |
| Número de hojas – Segunda evaluación | 36 |
| GRÁFICO 7: | |
| Número de hojas – Tercera evaluación | 38 |
| GRÁFICO 8: | |
| Número de hojas – Cuarta evaluación | 40 |
| GRÁFICO 9: | |

| | |
|--|----|
| Número de mazorcas por planta xi | 42 |
|--|----|

GRÁFICO 10:

| | |
|-------------------------------------|----|
| Rendimiento de forraje (t/ha) | 44 |
|-------------------------------------|----|

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Pág. |
|---|-------------|
| FIGURA 1: | |
| Preparación de terreno | 52 |
| FIGURA 2: | |
| Emergencia de la planta | 52 |
| FIGURA 3: | |
| Aparición de la planta 1 semana después de la siembra | 53 |
| FIGURA 4: | |
| Primer riego después de la emergencia | 53 |
| FIGURA 5: | |
| Recorrido del agua por los tratamientos. Cuarteles | 54 |
| FIGURA 6: | |
| Plantas a las 2 semanas de la emergencia | 54 |
| FIGURA 7: | |
| Plantas a 1 mes de la emergencia | 55 |
| FIGURA 8: | |
| Preparación de la mezcla del fertilizante NPK. 50 % N y todo PK ... | 55 |
| FIGURA 9: | |

| | |
|--|----|
| Aplicación de la mezcla de fertilizante ^{xii} NPK | 56 |
| FIGURA 10: | |
| Encartelado | 56 |
| FIGURA 11: | |
| Primera evaluación de altura y número de hojas | 57 |
| FIGURA 12: | |
| Plantas a 2 meses de la emergencia | 57 |
| FIGURA 13: | |
| Biol depositado desde el biodigestor | 58 |
| FIGURA 14: | |
| Aplicación del biol en cada golpe | 58 |
| FIGURA 15: | |
| Segunda fertilización en conjunto con el biol y el aporque | 59 |
| FIGURA 16: | |
| Segunda evaluación de la altura y número de hojas | 59 |
| FIGURA 17: | |
| Plantas a 3 meses después de la emergencia | 60 |
| FIGURA 18: | |
| Cuarta evaluación de la altura, junto con el conteo de hojas | 60 |
| FIGURA 19: | |
| Vista panorámica del experimento | 61 |

FIGURA 20:

Evaluación del número de mazorcas por planta 61

FIGURA 21:

Plantas listas para la cosecha en forraje 62

FIGURA 22:

Medición de la masa de cada tratamiento, tomando 2 surcos centrales
..... 62

ÍNDICE DE ANEXOS

| | Pág. |
|--|-------------|
| ANEXO 1: | |
| Análisis de varianza de altura de planta – Primera evaluación | 63 |
| ANEXO 2: | |
| Análisis de varianza de altura de planta – Segunda evaluación | 63 |
| ANEXO 3: | |
| Análisis de varianza de altura de planta – Tercera evaluación | 64 |
| ANEXO 4: | |
| Análisis de varianza de altura de planta – Cuarta evaluación | 64 |
| ANEXO 5: | |
| Análisis de varianza de número de hojas – Primera evaluación | 65 |
| ANEXO 6: | |
| Análisis de varianza de número de hojas – Segunda evaluación..... | 65 |

ANEXO 7:

Análisis de varianza de número de hojas – Tercera
evaluación..... 66

ANEXO 8:

Análisis de varianza de número de hojas – Cuarta
evaluación..... 66

ANEXO 9:

Análisis de varianza de número de
mazorcas/planta..... 67

ANEXO 10:

Análisis de varianza de rendimiento de forraje
..... 67

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el sector Nuevo Barraza, perteneciente al Valle Santa Catalina, Distrito de Trujillo, Provincia de Trujillo, Departamento La Libertad. El principal objetivo fue evaluar el desarrollo de las plantas con el uso de biol en diversas dosis.

Este experimento se instaló en el fundo UPAO II el 15 de Agosto de año 2013. Se evaluaron las características de altura de planta en distintas semanas, el número de hojas en distintas semanas, la cantidad de mazorcas por planta y el rendimiento de forraje en verde.

El diseño experimental usado fue el de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones, utilizándose cuatro tratamientos: A = 400 L/ha, B = 800 L/ha, C = 1200 L/ha y el testigo sin aplicación. Se realizó un análisis de varianza, asimismo se usó la prueba de significación Duncan al 0.05 de probabilidad.

Los resultados obtenidos en las cuatro medidas en la característica altura muestran que el tratamiento que tiene mejores resultados es la dosis 800 L/ha. Mientras que el tratamiento con los resultados más bajos es el testigo. En la característica hoja en las cuatro medidas muestras datos similares, comprobando así que el número de hojas no varía en gran proporción ya que no hay diferencias significativas. En la característica número de mazorcas por planta los mejores resultados se alcanzaron en la dosis de 800 L/ha y los más bajos resultados se obtuvieron en el testigo. La última característica evaluada es el rendimiento de forraje en verde se obtuvieron mejores resultados con la dosis 800 L/ha con 146.6 t/ha. En segundo tenemos a la dosis de 1200

L/ha con 129.3 t/ha. En tercer lugar a la dosis de 400 L/ha con 104 t/ha. En el último lugar tenemos al testigo con 92.3 t/ha.

ABSTRACT

The present research work was carried out in the sector Nuevo Barraza, which belongs to the Santa Catalina Valley, district and province of Trujillo, Department of La Libertad. The main objective was to evaluate the development of the plants using biol in different dose.

This experiment was planted at UPAO II on August 15th, 2013. The following characteristics were evaluated: plant height in different evaluations, the number of leaves in different evaluations, the number of ears per plant and the green forage yield.

The experimental design was a Randomized block design with four repetitions. Four treatments were studied: A = 400 L/ha, B = 800 L/ha, C = 1200 L/ha and D = a check without application. After the Analyses of variance, Duncan Significant test at 0.05 of probability was used.

The results obtained in the four evaluations for plant. Height shows that the treatment with the best results was the dose 800 L/ha. The check had the lower value. There were no significant differences in number of leaves in the four evaluations. In the characteristic number of ears per plant, the treatment with the best results was the dose 800 L/ha and the treatment with the worst results was the check. The last characteristic was the green forage yield, the treatment with best results was the dose 800 L/ha with 146.6 t/ha. The second was the dose of 1200 L/ha with 129.3 t/ha. The third was the dose of 400 L/ha with 104 t/ha. The last was the check with 92.3 t/ha.

I. INTRODUCCIÓN

El maíz como todo producto del que se espera un rendimiento comercial económico, debe disponer además de las oportunas prácticas de cultivo, de los nutrientes necesarios para alcanzar dicho objetivo. Estos nutrientes son los llamados elementos esenciales e indispensables para el crecimiento y desarrollo de las plantas y la producción final del grano. Tres de los elementos, llamados también macroelementos primarios, son el nitrógeno, fósforo y potasio, los que se aplican al suelo como fertilizantes comerciales. Otra fuente de estos elementos proviene de los abonos orgánicos y los abonos foliares, que incluyen elementos mayores secundarios y menores (magnesio, manganeso, boro, fierro, etc.), igualmente necesarios para el desarrollo normal de las plantas, aunque en proporciones mucho menores. El cultivo del maíz para la producción de grano tiene definidas exigencias de nutrientes (IICA, 2004)

Cada vez se extiende más el cultivo del maíz forrajero, dadas las grandes producciones de forraje que proporcionan y la gran facilidad de adopción en cualquier alternativa. El maíz forrajero se cultiva en regadío, pero también puede obtenerse en secanos frescos, donde, cultivándolo apropiadamente, se puede obtener una cantidad importante de forraje por hectárea.

Para el maíz forrajero se suelen emplear muchos kilogramos de semilla por ha. Hay quien emplea más de 50 y algunos hasta 100 kg. (Guerrero, 1999)

El maíz es uno de los cereales de importancia mundial y ocupa el tercer lugar en consumo después del arroz y el trigo como cultivo

alimenticio. En América Central y Panamá constituye una de las fuentes principales de nutrición para la población del área.

Este cultivo se produce en un rango amplio de altitudes que van del nivel del mar hasta los 2500 metros. Se cultiva también en una gran diversidad de tipos de suelo, sistemas de producción y extensiones territoriales. En términos de área cultivada, es el principal cultivo alimenticio para Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua y el segundo en importancia, después del arroz, en Costa Rica y Panamá, con un área de siembra aproximada de 1.5 millones de hectáreas a nivel de toda la región.

Se considera que la producción a nivel de Centroamérica es del orden de 2.5 millones de toneladas métricas por año. La producción nacional anual más baja corresponde a Panamá (680 000 t.) y la más alta se registra en Guatemala (1 046 000 t.).

La producción en grano tiene diferentes destinos, como son el autoconsumo, el mercado interno urbano y la industrialización (elaboración de concentrados alimenticios para animales, almidón, aceite, etc.). Esta producción no cubre la demanda de la población, por lo que se tiene que importar alrededor de 150 000 t. por año en la región con la consiguiente fuga de divisas que ello significa. (Saunders, 1990)

La producción de maíz forrajero, en superficie de riego, ha tenido un crecimiento acelerado, desde mediados de los noventa. De hecho, de 1994 a 2004, la tasa de crecimiento promedio anual fue de 7 por ciento. Una situación similar se presenta en la superficie de temporal, cuyo crecimiento fue de 8 por ciento anual de 1994 a 2004. El ascenso de la producción de maíz forrajero, tanto en superficie de temporal como de riego, puede ser explicado, entre otros factores, por el proceso de urbanización que se aceleró en la década de los noventa, que significó un aumento de la demanda de productos de origen proteico. Esto ha llevado

a que gran parte de la producción de maíz se destine a forraje.(Maestre, 2008)

Últimamente, se está volviendo a valorar y rescatar tecnologías ancestrales que no dañan al medioambiente, que permiten obtener productos alimenticios de mejor calidad, usando recursos locales que son de bajo costo. Una de estas tecnologías es la elaboración del biofertilizante líquido, conocido también como biol que contiene nitrógeno amoniacal, hormonas, vitaminas y aminoácidos. Estas sustancias permiten regular el crecimiento y desarrollo de la planta y además pueden ser un buen complemento a la fertilización aplicada al suelo. (Asociación para la conservación de la cuenca amazónica, 2008)

Durante la producción del biogás a partir de la fermentación metanogénica de los desechos orgánicos, en uno de los colectores laterales del digestor aparece un líquido sobrenadante que recibe el nombre de biol y con el tiempo aparece un lodo húmico en el fondo del digestor llamado biosol.

El biol es considerado como un fitoestimulante complejo que al ser aplicado a las semillas o al follaje de los cultivos permite incrementar la cantidad de raíces e incrementar la capacidad de fotosíntesis de las plantas mejorando sustancialmente la producción y calidad de las cosechas. (Medina, 1990)

II. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS

2.1. ORIGEN DEL MAÍZ:

El maíz es una de las plantas cultivadas de mayor interés desde el punto de vista de su origen, estructura y variación. Sólo se le conoce en cultivo y es seguro que no podía subsistir sin los cuidados del hombre. En cultivo han sido desarrollados tipos tan diferentes que permiten sembrarlos desde el Ecuador hasta el límite de las tierras templadas. Esa adaptabilidad, representada por los genotipos más variados, es paralela a la variedad de sus usos como alimento, forraje o utilización industrial. El origen del maíz ha sido objeto de estudios muy intensos, de los que han resultado varias hipótesis para explicarlo, sin que ninguna de ellas haya logrado aceptación general. Como el maíz no es conocido en estado silvestre, las explicaciones sobre su origen se basan en su relación con las dos entidades taxonómicas más afines: los teocintes y las especies del género *Tripsacum*. En ninguna de las hipótesis se considera la posibilidad de que haya habido otras entidades taxonómicas, ya desaparecidas, que pudieran haber participado en el origen del maíz. (León, 1990)

El centro de origen del maíz no ha sido determinado con exactitud, pero se estima que en el continente americano se encuentra el origen de este cultivo. La localización geográfica en el continente americano no ha sido aún definida, siendo tres los lugares de posible origen: México y América Central

constituyen el primer centro de origen; Ecuador, Perú y Bolivia, conforman otro; y por último Nueva Granada (Colombia) como tercer centro de origen. (Manrique, 1997)

2.2. MORFOLOGÍA MAÍZ (*Zea mays* L.): La morfología del maíz consta de (Paliwal, 2001)

2.2.1. Sistema radicular:

Las raíces seminales se desarrollan a partir de la radícula de la semilla a la profundidad que haya sido sembrada. El crecimiento de esas raíces disminuye después que la plúmula emerge por encima de la superficie del suelo y virtualmente detiene completamente su crecimiento en la etapa de tres hojas de la plántula. Las primeras raíces adventicias inician su desarrollo a partir del primer nudo en el extremo del mesocotilo.

Algunas raíces adventicias o raíces de anclaje emergen a dos o tres nudos por encima de la superficie del suelo; en algunos cultivares de maíz también se pueden desarrollar en un número mayor de nudos. La principal función de estas raíces es mantener la planta erecta y evitar el acame en condiciones normales.

2.2.2. Sistema caulinar – vegetativo:

Las plántulas de maíz son visibles sobre la superficie cuando tienen tres hojas si bien sus puntos de crecimiento están aún bajo tierra. En esta etapa la planta muestra un crecimiento vigoroso el cual se origina en un solo punto de crecimiento que es el meristemo apical: todas las partes del tallo del maíz tanto vegetativas

como reproductivas, se producen a partir de este meristemo.

El tallo consiste de cuatro estructuras básicas: los internudos, las hojas, el profilo y la yema o meristemo apical, que conocidas como el fitómero. El número de fitómeros producido durante la fase vegetativa del desarrollo es regulada tanto por factores genéticos como ambientales.

El tallo tiene tres componentes importantes en sus tejidos: la corteza o epidermis, los haces vasculares y la médula. Los haces vasculares están ordenados en círculos concéntricos con una mayor densidad de haces y anillos más cercanos hacia la zona periférica epidérmica: su densidad se reduce hacia el centro del tallo.

La anatomía de la hoja del maíz ha merecido considerable atención sobre todo para entender la estructura de la hoja en relación a la fotosíntesis de la planta C₄.

2.2.3. Sistema caulinar reproductivo:

El maíz es una planta monoica; desarrolla inflorescencias con flores de un solo sexo las que crecen siempre en lugares separados de la planta. La inflorescencia femenina o mazorca crece a partir de las yemas apicales en las axilas de las hojas y la inflorescencia masculina o panoja se desarrolla en el punto de crecimiento apical en el extremo superior de la planta.

2.2.4. Granos de polen y estigmas:

El polen de maíz es una estructura trinuclear; tienen una célula vegetativa, dos gametos masculinos y numerosos granos de almidón; su gruesa pared tiene dos capas, la exina y la intina y es bastante resistente. A causa de las diferencias de desarrollo entre las florecillas superiores e inferiores en las espiguillas masculinas y la maduración asincrónica de las espigas, el polen cae continuamente de cada espiga por un periodo de una semana o más.

Los estigmas son la prolongación del canal del estilo de los óvulos maduros en la mazorca. Dependiendo de la longitud de la mazorca y de las hojas que las cubren, los estambres pueden crecer hasta 30 centímetros o más para llegar al extremo de las hojas de cobertura o espatas. Los estambres están cubiertos por numerosos pelos o tricomas colocados en ángulo abierto con el estambre, donde serán retenidos los granos de polen. El desarrollo de las flores femeninas y de los óvulos en la mazorca es acropétalo, desde la base hacia arriba.

2.2.5. Frutos y semillas:

El grano o fruto del maíz es un cariopse. La pared del ovario o pericarpio está fundida con la cubierta de la semilla o testa y ambas están combinadas conjuntamente para conformar la pared del fruto. El fruto maduro consiste de tres partes principales: la testa, el embrión diploide y el endosperma triploide. La parte más externa del endosperma en contacto con la pared del fruto es la capa de aleurona.

La estructura del endosperma del maíz es muy variable y le da al grano distintas apariencias.

8

2.3. TAXONOMÍA:

Según Robles (1990) menciona que el maíz se encuentra clasificado dentro del:

Reino : Vegetal

División : Tracheophyta

Subdivisión : Pteropsidae

Clase : Angiospermae

Subclase : Monocotiledoneae

Grupo : Glumifora

Orden : Poales

Familia : Maydeae

Género : Zea

Especie : mays

Nombre científico: *Zea mays L.*

2.4. CONDICIONES EDAFO – CLIMÁTICAS:

Según lo indicado por Manrique (1990) el maíz es un cultivo que necesita climas relativamente cálidos y cantidades de agua adecuadas. La mayoría de las variedades de maíz se cultivan en regiones de temporal, de clima caliente, y de climas subtropical húmedo, pero no se adaptan a regiones semiáridas.

La temperatura, para obtener una buena producción de maíz, debe oscilar entre 20 y 30 °C. La temperatura óptima va a depender del estado de desarrollo, así tenemos los siguientes requerimientos:

| DESCRIPCIÓN | MÍNIMA | ÓPTIMA | MÁXIMA |
|------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Germinación | 10 | 20 – 25 | 40 |
| Crecimiento vegetativo | 15 | 20 – 30 | 40 |
| Floración | 20 | 21 – 30 | 30 |

Asimismo manifiesta que en el transcurso de la formación de granos las temperaturas altas tienden a inducir una maduración más temprana.

El maíz requiere de pleno sol para su crecimiento. En cuanto a la floración, el maíz es una planta de días cortos, es decir florece rápido durante días cortos, sin embargo los mayores rendimientos se obtienen con 11 - 14 horas de luz por día, o sea cuando el maíz florece tardíamente.

La condición ideal de humedad del suelo, para el desarrollo del maíz, se da en el estado de capacidad de campo; y la

cantidad óptima de lluvias es de 550 mm, la máxima de 1 000 mm.

Porta y otros; (1999), determina que el maíz necesita suelos profundos y fértiles, para dar una buena cosecha. El suelo de textura franca es preferible para el maíz, esto permite un buen desarrollo del sistema radicular, con una mayor eficiencia de absorción de la humedad y de los nutrientes del suelo. Además se evitan problemas de acame o caída de plantas.

Los suelos con textura franca proveen un buen drenaje y retienen el agua, en el caso del maíz prefiere suelos con alto contenido de materia orgánica. Se obtiene mejor producción cuando la calidad y acidez del suelo están balanceadas, siendo el pH óptimo del suelo entre 6 y 7.

Ripusudan (2001) indica que el maíz es uno de los cereales utilizados por el hombre desde épocas remotas y una de las especies vegetales más productivas, tanto en su producción global cerca de 600 millones de toneladas por año como en su productividad más de 4 t/ha. Su centro de origen está México desde donde se difundió a todo el mundo después del primer viaje de Cristóbal Colón a fines de siglo XV. Su difusión fue más rápida en las zonas templadas en las cuales representa cerca del 40 % del área cosechada y el 60 % de la producción mundial; el promedio del rendimiento en las condiciones templadas es significativamente superior al de las áreas tropicales. Sin embargo, el maíz en las zonas templadas tiene un ciclo más largo que la mayoría de los maíces tropicales y el rendimiento diario relativo del maíz tropical se acerca al del maíz en la zona templada. La situación del maíz en los trópicos está cambiando rápidamente y el potencial de la heterosis

comienza a ser explotado en mayor escala en los países de desarrollo.

2.5. GENERALIDADES DEL MAÍZ:

Ripusudan (2001) menciona que la planta de maíz es un excelente forraje para el ganado. Produce, en promedio, más biomasa y nutrimentos digestibles por unidad de superficie que otros forrajes.

En ambientes templados es comúnmente usado para hacer ensilaje, tema sobre el cual se han realizado muchas investigaciones. Por otro lado, en los trópicos la planta de maíz es usada como forraje en varios estados de desarrollo. Una práctica común es quitar las hojas inferiores a medida que la planta crece y alimentar con ellas al ganado. Muy a menudo, el maíz es considerado como un cultivo de doble propósito, para forraje y para grano, y varias partes de la planta son usadas como forraje. Las hojas verdes se van quitando de a una a medida que la planta crece y se las da al ganado. En otros casos, la parte superior de la planta se corta para alimentar el ganado después que el grano llega a su madurez fisiológica. Después de la cosecha de las mazorcas, los restos también se usan como forraje.

Rivas (1990) indica que el cultivo de maíz forrajero se usa para conservación como ensilaje y también para la alimentación directa en verde. Ha adquirido enorme

importancia en los últimos años en el Valle de Cochabamba y zonas similares del país, por su alto rendimiento, buena palatabilidad y facilidad de conservación como ensilaje. El forraje conservado de esta especie sirve para alimentar los animales durante la época seca y fría del año, donde existe poca cantidad de forraje verde y también para los días donde el animal no puede salir a pastar. Los niveles de producción de semillas de maíz forrajero actualmente cubren el 50 %de la superficie destinada a este rubro, tomando en cuenta que la producción media anual es de 20 toneladas y la superficie destinada a la producción de maíz para ensilaje es de 2200 ha aproximadamente.

2.6. BIOL:

Motato (2008) indican que el biol es un abono líquido que resulta de la fermentación anaeróbica de los estiércoles, que actúa como un regulador del crecimiento vegetal y puede ser complemento a la fertilización aplicada en viveros y cultivos establecidos como cacao.

Echeverría (2009) mencionan que el biol es un abono orgánico líquido, resultado de la descomposición de los residuos animales y vegetales: guano, rastrojos, etc., en ausencia de oxígeno. Contiene nutrientes que son asimilados fácilmente por las plantas haciéndolas más vigorosas y resistentes. La técnica empleada para lograr este propósito son los biodigestores.

La Producción de Abono Foliar (Biol) es una técnica utilizada con el objetivo de incrementar la cantidad y calidad de las cosechas. Es fácil y barato de preparar, ya que se usa insumos

de la zona y se obtiene en un tiempo corto (1 - 4 meses). (Proyecto quinua orgánica, 2005).

2.7. FORMACIÓN DEL BIOL:

Martí (2008) menciona que la carga de mezcla diaria de estiércol con agua que se introduce al biodigestor será digerida por las bacterias y se producirá biogás. Pero por otro lado quedará un líquido ya digerido, que ha producido todo el biogás que podía, y que se convierte en un excelente fertilizante. A este fertilizante se le suele llamar de forma general biol. Es cierto que algunos documentos diferencian entre su parte más líquida y su parte sólida, llamando a la primera biol y a la segunda biosol.

Medina (1990) indica que al introducirse la materia prima por el tubo de cargue y depositarse en la cámara de fermentación del digestor, después de un tiempo de retención, el material orgánico original es descompuesto por diferentes bacterias anaeróbicas y luego de fermentado sale y se acumula un material sobrenadante en el tanque de descarga de apariencia líquida – viscoso y color oscuro denominado biol.

2.8. COMPOSICIÓN QUÍMICA Y BIOQUÍMICA DEL BIOL:

El fertilizante producido tiene un contenido en nitrógeno de 2 a 3 %, de fósforo de 1 a 2 %, de potasio entorno al 1 % y entorno a un 85 % de materia orgánica con un pH de 7.5. (Martí, 2008)

Clauré y otros (1992) indica que debido a la composición bioquímica del biol. Se puede señalar que esta fuente de fitohormonas orgánicas, en resumen sirve para las siguientes aplicaciones agronómicas:

- Enraizamiento.
- Acción sobre el follaje y crecimiento.
- Acción sobre la floración.
- Activador de semillas.

Es una fuente de fitoreguladores que se obtiene como producto del proceso de descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos en mangas de plástico (biodigestores), actúa como bioestimulante orgánico en pequeñas cantidades y es capaz de promover el crecimiento y desarrollo de las plantas. (Proyecto quinua orgánica, 2005)

2.9. APLICACIÓN DEL BIOL:

Según Felipe (2004) el biol, como fertilizante líquido, es muy útil para ser aplicado a través en los sistemas de irrigación. Las dosificaciones de referencia según tipos de cultivo se detallan en el cuadro 1.

CUADRO 1: Dosificaciones de biol:

| CULTIVO | DOSIS |
|----------------|---|
| Papa | 300 L. de biol/ha. en 3 aplicaciones foliares. Cada aplicación en una dilución de 50 % (100 L. de biol en 200 L. de agua) |
| Algodón | 160 L. de biol/ha. en 4 aplicaciones foliares. Cada aplicación en una dilución de 20 % (40 L. de biol en 200 L. de agua. |
| Uva | 320 L. de biol/ha. en 4 aplicaciones en una dilución al 20%. |
| Maíz | 160 L. de biol/ha. en 4 aplicaciones. |
| Espárrago | 320 L. de biol/ha. en 4 aplicaciones en una dilución al 20%. |

| | |
|-------|---|
| Fresa | 480 L. de biol/ha. En 12 aplicaciones (cada semana durante 3 primeros meses) en dilución al 20 %. |
|-------|---|

Fuente: Granja Casablanca. Perú
(2004).

III. MATERIALES Y MÉTODOS:

3.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO:

El trabajo de investigación experimental se instaló en el Campus UPAO – II, Valle Santa Catalina, ubicado en el sector Barraza, distrito Laredo, provincia Trujillo, región La Libertad, a 20 m.s.n.m.

Este campo experimental está ubicado geográficamente entre los paralelos 7°46' y 8°21' de latitud sur y 78°15'25" y 79°07'13" de longitud oeste.

3.2. MATERIALES:

3.2.1. Campo:

- Cinta métrica.
- Wincha.

- Arado (caballo)
- Estacas.
- Carteles.
- Palana.

3.2.2. Escritorio:

- Lapiceros.
- Lápices.
- Cuaderno.
- Papel – hojas A4.
- Calculadora.
- Laptop.

3.2.3. Equipos:

- Cámara digital. 16
- Tablet.
- Balanza.

3.2.4. Insumos:

- Semilla **MARGINAL 28T.**
- Biol.
- Fertilizante NPK.
- Herbicida.
- Insecticida.
- Fungicida.

3.3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL:

En la parcela experimental se procedió a muestrear el suelo para analizar sus características físico - químicas las cuales se hacen mención en el cuadro 2.

- Reacción del suelo (pH): neutro.
- Salinidad (C.E.): medianamente salino.

- Materia orgánica (M.O.): medio.
- Fósforo disponible (P_2O_5): alto.
- Potasio disponible (K_2O): muy alto.
- Carbonato de calcio ($CaCO_3$): normal.

Para el análisis físico – químico del suelo se tomaron al azar 5 muestras compuestas de todo el terreno experimental, a una profundidad de 30 cm cada una, cuidando que sean uniformes y representativas de cada bloque (cuadro 2).

CUADRO 2: Análisis químico del biol.

| DÍAS | N _T % | P % | K % | pH | CE dS/m |
|------|------------------|------|------|-----|---------|
| 15 | 0.70 | 0.25 | 0.87 | 6.0 | 2.17 |
| 20 | 0.91 | 0.87 | 0.75 | 6.0 | 2.21 |
| 25 | 1.52 | 1.12 | 0.85 | 6.0 | 2.28 |
| 30 | 1.63 | 1.95 | 1.12 | 7.0 | 2.35 |
| 35 | 1.81 | 2.21 | 1.24 | 7.0 | 2.44 |

Fuente: Tesis del Ing. Orlando Cabrera Espinola UPAO. 2013.

CUADRO 3: Análisis físico - químico del suelo experimental.

| MUESTRA | MO % | P ppm | K ppm | pH 1:1 | % Saturación Bases | C.E. _{ES} mS/cm (estimado) | CaCO ₃ |
|-----------|------|-------|--------|--------|--------------------|-------------------------------------|-------------------|
| 0 – 30 cm | 1.74 | 30.18 | 416.73 | 6.85 | 43 | 6.956 | 3.4 |

Fuente: Laboratorio de Análisis de suelos. AGROLAB, Trujillo, Perú. 2013.

CUADRO 4: Análisis textural de las muestras de suelo.

| MUESTRA | PORCENTAJE DE PARTÍCULAS | | | TEXTURA U.S.D.A. |
|-----------|--------------------------|-------|---------|------------------|
| | ARENA | LIMO | ARCILLA | |
| 0 – 30 cm | 45.7 | 34.05 | 20.25 | Franco |

Fuente: Laboratorio de Análisis de suelos. AGROLAB, Trujillo, Perú. 2013.

3.4. DATOS METEOROLÓGICOS:

Los datos meteorológicos registrados durante la conducción del experimento se detallan en el Cuadro 5.

CUADRO 5: Datos meteorológicos observados durante el desarrollo del cultivo del maíz, sector Nuevo Barraza, Trujillo, La Libertad, Perú. 2013.

| MESES | TEMPERATURA | | HR % | RADIACIÓN cal/cm ² /día | PRECIPITACIÓN mm |
|-----------|-------------|--------|------|---------------------------------------|---------------------|
| | MÍNIMA | MÁXIMA | | | |
| Setiembre | 16.5 | 16.8 | 88.2 | 147.5 | 1.5 |
| Octubre | 16.9 | 17.2 | 87.8 | 168.9 | 1.6 |
| Noviembre | 17.9 | 18.2 | 86.7 | 177.5 | 1.4 |
| Diciembre | 20.4 | 20.8 | 84.5 | 204.7 | 3.2 |

Fuente: Estación meteorológica de la empresa agroindustrial Laredo S.A.A.

En el Cuadro 5 se registran los datos climatológicos de Temperatura máxima y mínima, humedad relativa del aire, radiación y precipitación; las cuales tuvieron lugar en los meses en las que se desarrolló el experimento.

También se pudo apreciar que durante la duración del trabajo de investigación los datos climatológicos tuvieron un comportamiento

3.5. TRATAMIENTOS ESTUDIADOS:

En este trabajo de investigación se estudiaron 4 tratamientos que incluyen 3 dosis de biol y un testigo (sin aplicación), aplicados en todas las parcelas, en forma aleatoria. En el Cuadro 5 se muestran los tratamientos estudiados.

CUADRO 6: Tratamientos estudiados.

| TRATAMIENTO | DOSIS DE BIOL (L/ha) | PROCEDENCIA |
|--------------------|-----------------------------|--------------------|
| A | 400 | Campus UPAO II |
| B | 800 | Campus UPAO II |
| C | 1200 | Campus UPAO II |
| D | 0 | - |

3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL:

El diseño experimental escogido para la tesis fue el diseño de bloques completamente al azar (BCA), divididos en 4 tratamientos y 4 repeticiones (bloques). Se efectuó el ANVA y la prueba Duncan.

3.7. CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO:

Número de tratamientos: 4

Número de repeticiones: 4

Área neta del experimento: 448 m²

Área total del experimento: 594 m²

Largo del campo: 33 m

Ancho del campo: 18 m

3.8. CARACTERÍSTICAS DE LOS BLOQUES:

Longitud de bloques: 16 m

Ancho del bloque: 7 m

Calles entre los bloques: 1 m

Superficie neta: 112 m²

3.9. CARACTERÍSTICAS DE LAS PARCELAS EXPERIMENTALES:

Número total de parcelas: 16

Longitud: 7 m

Ancho: 4 m

Área de la parcela: 28 m²

Número de surcos por parcela: 4

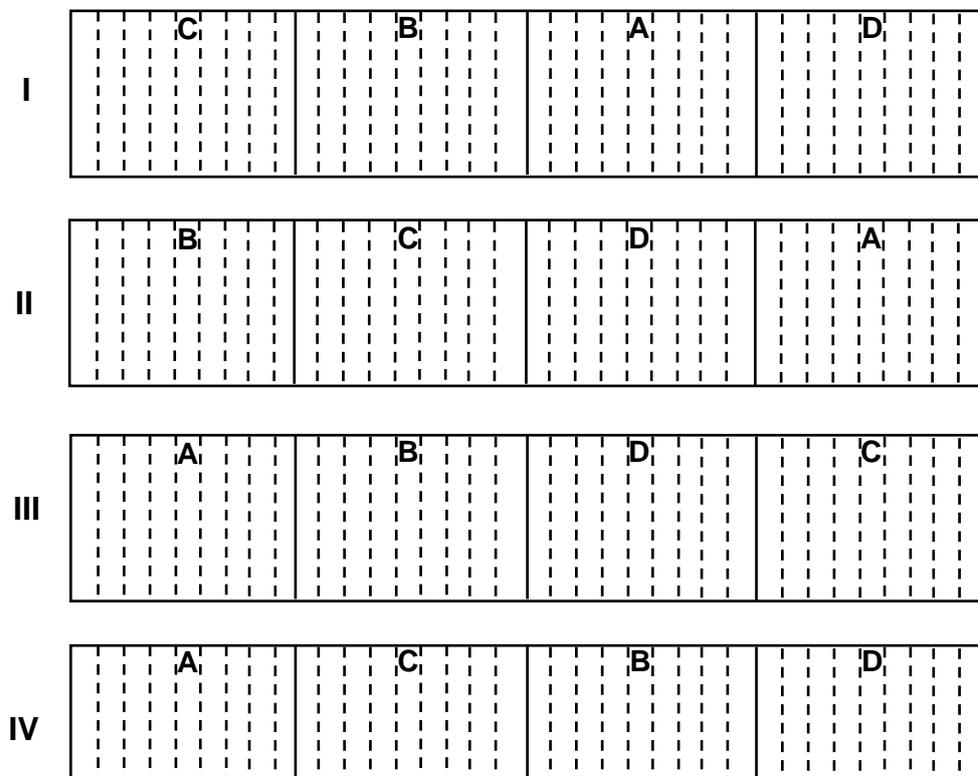
Separación entre los surcos: 0.80 m

Separación entre las plantas: 0.30 m = 3 golpes/m.

Semillas por golpe: 2

Área con valor estadístico: 2 surcos centrales = 11.2 m².

3.10. DISTRIBUCIÓN EXPERIMENTAL:



3.11. ESTABLECIMIENTO Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO:

3.11.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO:

Para esta labor lo que se hizo fue un barbecho por un par de días aplicando un alto volumen de agua para descompactar el suelo, luego se usó una yunta de caballo y se procedió a arar el terreno. Después se hizo la labor del surcado a 0.8 m. entre surcos. Por último se hizo la señalización de las parcelas que estaban divididas en 4 tratamientos y 4 repeticiones, además se hizo un buen acondicionamiento de las acequias.

3.11.2. SIEMBRA:

En esta labor se procedió a sembrar cada 30 cm entre plantas, dejando 2 semillas por golpe a una profundidad de 4 – 5 cm. La densidad fue de 83 333 plantas/ha.

3.11.3. FERTILIZACIÓN:

Esta labor es la más importante en este experimento y para la cual, se realizaron dos fertilizaciones. La primera fertilización se realizó al mes de haber efectuado la siembra. En esta oportunidad se aplicó una dosis de 200 – 100 – 100 kg de NPK/ha. En

esta primera fertilización se aplicó todo el PK y el 50 % de la dosis de N.

La segunda fertilización se realizó al momento del aporque coincidiendo con la aplicación del 50 % de la dosis restante de N. Conjuntamente con esta segunda fertilización se aplicaron, para todos los tratamientos (excepto el testigo), el abono líquido biol a dosis de 400 – 800 – 1200 L/ha, respectivamente.

3.11.4. RIEGO:

En el caso de los riegos, se efectuaron de acuerdo a las necesidades del cultivo, desde el inicio, al culminar la siembra (día siguiente) hasta el término del periodo vegetativo²². Teniendo cuidado con los requerimientos por estación.

3.11.5. CONTROL DE MALEZAS:

El control de malezas se realizó de acuerdo a las incidencias que se presentaron. Se aplicará Atranez (Atrazina) con dosis 2.5 %o. Aproximadamente a los 20 días después de la siembra, para evitar problemas con malezas.

3.11.6. APORQUE:

Se realizó conjuntamente con la segunda fertilización nitrogenada.

3.11.7. CONTROL FITOSANITARIO:

3.11.7.1. Gusanos de tierra (*Agrotis ípsilon*):

Estos insectos se presentaron en la etapa de crecimiento vegetativo, cortando la planta en el cuello y para su control se aplicó Lorsbann al 2.5 ‰.

3.11.7.2. Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*):

En el primer estadio de crecimiento se presentó esta plaga y, como su nombre lo indica, ataca el cogollo de la planta, el cual fue controlado con aplicación de Tamarón al 3 ‰.

23

3.11.8. COSECHA:

La cosecha se realizó manualmente cuando las plantas llegaron a su madurez comercial. El registro de la producción se hizo de los dos surcos centrales.

3.12. DATOS EXPERIMENTALES:

3.12.1. EVALUACIONES EN EL CRECIMIENTO:

3.12.1.1. Altura de las plantas:

Se determinó la altura de las plantas de las 16 parcelas (28 m²c/u) experimentales, evaluando 10 plantas por cada repetición y por cada tratamiento. La medición de altura de planta se consideró desde el cuello de la raíz hasta la base de la última hoja. Se hicieron un total de cuatro evaluaciones (Una por mes). Se midió en cm en la primera evaluación y en las 3 siguientes se hizo en m.

3.12.1.2. Número de hojas:

Se registró el número de hojas de 10 plantas de cada tratamiento y repetición, respectiva. Se realizaron, al igual que la altura de planta, cuatro evaluaciones (Una por mes).

3.12.2. EVALUACIONES EN LA COSECHA:

3.12.2.1. Número de mazorcas por planta:

Esta evaluación se realizó al momento de la cosecha, evaluando 10 plantas por cada tratamiento y repetición.

3.12.2.2. Rendimiento de forraje(t/ha):

²⁵
Este dato se obtuvo del peso total de las plantas de los 2 surcos centrales de cada tratamiento.

IV. RESULTADOS

4.1. ALTURA DE PLANTA:

4.1.1. Primera evaluación: Al mes de la siembra – 15/08/2013

Se realizó un análisis de varianza para la altura de planta en diversas etapas de desarrollo, hasta alcanzar su máximo crecimiento, que llegó junto con la aparición de la inflorescencia masculina.

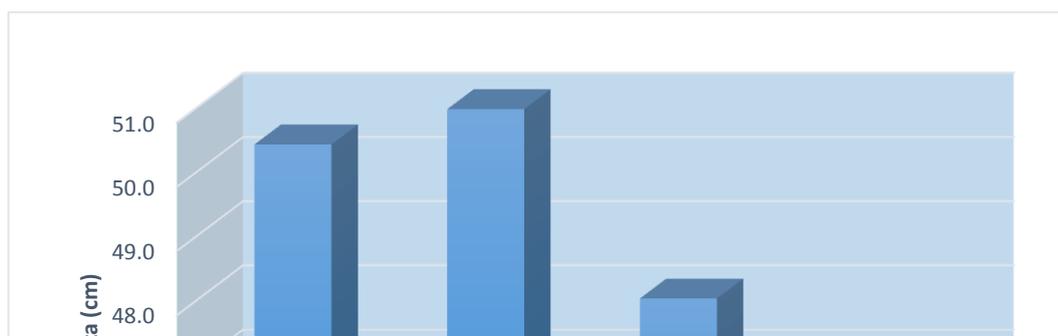
Para esta evaluación no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos y entre bloques, lo que indica que no hay diferencia entre ellos.

| TRATAMIENTO | I | II | III | IV | Σ | \bar{x} | Duncan |
|-------------|---|----|-----|----|----------|-----------|--------|
|-------------|---|----|-----|----|----------|-----------|--------|

El coeficiente de variación fue de 7.70 % y el promedio experimental para esta evaluación es de 48.818750 cm. (ANEXO 1)

Al realizar la prueba de significación Duncan al 0.05 de probabilidad (CUADRO 7) no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos.

CUADRO 7: Datos de la altura de planta (cm) en la Primera evaluación, sector Nuevo Barraza, Trujillo, La Libertad, Perú. 2013.



| | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|-------|------|---|
| B 800 L/ha | 50.4 | 53.0 | 49.9 | 50.6 | 203.9 | 51.0 | a |
| A 400 L/ha | 55.1 | 43.9 | 54.9 | 47.8 | 201.7 | 50.4 | a |
| C 1200 L/ha | 52.0 | 50.1 | 42.1 | 47.9 | 192.1 | 48.0 | a |
| D Testigo (sin aplicación) | 49.7 | 44.9 | 45.8 | 43.0 | 183.4 | 45.9 | a |

GRÁFICO 1: Altura de planta – Primera evaluación.

4.1.2. Segunda evaluación: A 2 meses de la siembra – 15/09/2013.

Para esta evaluación se efectuó un análisis de varianza para la característica altura.

En esta evaluación se encontró diferencias significativas entre los tratamientos. Esto indica que los tratamientos difieren en cantidad o se puede decir que hay heterogeneidad, mientras que para bloques no se encontraron diferencias significativas (ANEXO 2).

El coeficiente de variación es de 6.52% y el promedio experimental para esta evaluación es de 1.045000 m. (ANEXO 2)

| TRATAMIENTO | I | II | III | IV | Σ | \bar{x} | Duncan |
|-------------|---|----|-----|----|----------|-----------|--------|
|-------------|---|----|-----|----|----------|-----------|--------|

En la prueba de significación Duncan al 0.05 de probabilidad (CUADRO 8). No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos estudiados.

CUADRO 8: Datos de la altura de planta (m) en la Segunda evaluación, sector Nuevo Barraza, Trujillo, La Libertad, Perú. 2013.

| | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|
| B 800 L/ha | 1.177 | 1.250 | 1.295 | 1.160 | 4.882 | 1.2 | a |
| C 1200 L/ha | 1.064 | 1.130 | 1.040 | 1.132 | 4.366 | 1.1 | a b |
| A 400 L/ha | 0.967 | 0.851 | 1.070 | 1.033 | 3.921 | 1.0 | b c |
| D Testigo (sin aplicación) | 0.881 | 0.915 | 0.890 | 0.865 | 3.551 | 0.9 | c |

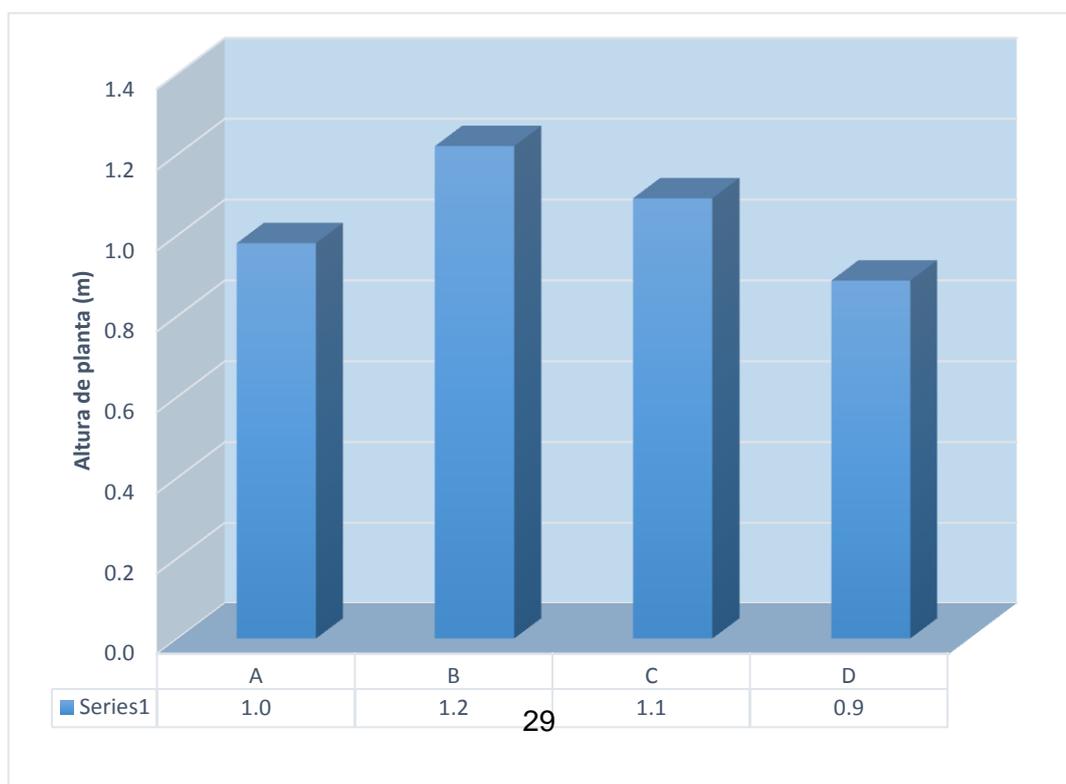


GRÁFICO 2: Altura de planta – Segunda evaluación.

4.1.3. Tercera evaluación: A 3 meses de la siembra – 15/10/2013.

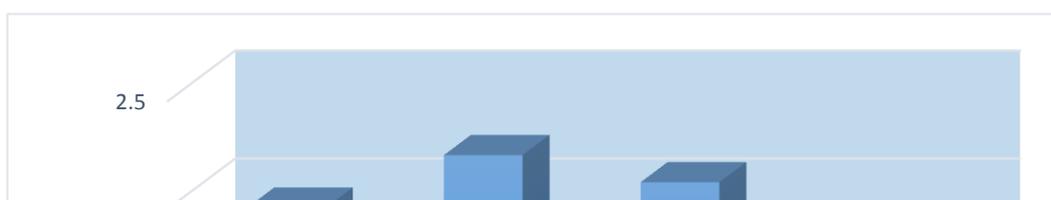
En esta tercera evaluación se hizo un análisis de varianza de la altura de planta.

En esta evaluación se encontró diferencias significativas entre los tratamientos. Esto indica que los tratamientos que difieren en cantidad demuestran heterogeneidad, mientras que para bloques no se encontraron diferencias significativas (ANEXO 3).

El coeficiente de variación es de 1.68 % y el promedio experimental para esta evaluación es de 1.984438 m. (ANEXO 3)

La evaluación de significación Duncan al 0.05 de probabilidad (CUADRO 9). En esta evaluación, se encontraron diferencias significativas de los tratamientos con abonos orgánicos y el testigo.

CUADRO 9: Datos de la altura de planta (m) en la Tercera evaluación, sector Nuevo Barraza, Trujillo, La Libertad, Perú. 2013.



| TRATAMIENTO | I | II | III | IV | Σ | \bar{x} | Duncan |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|----------|-----------|--------|
| B 800 L/ha | 2.190 | 2.123 | 2.205 | 2.198 | 8.716 | 2.2 | a |
| C 1200 L/ha | 2.035 | 2.095 | 2.018 | 2.065 | 8.213 | 2.1 | b |
| A 400 L/ha | 1.947 | 1.912 | 1.917 | 1.965 | 7.741 | 1.9 | c |
| D Testigo (sin aplicación) | 1.750 | 1.795 | 1.77 | 1.760 | 7.081 | 1.8 | d |

GRÁFICO 3: Altura de la planta – Tercera evaluación.

4.1.4. Cuarta evaluación: A 4 meses de la siembra – 15/11/2013.

Para esta cuarta evaluación se hizo un análisis de varianza de la altura.

En esta evaluación se encontró diferencias significativas entre los tratamientos esto indica que los tratamientos que difieren en cantidad o se puede decir que hay heterogeneidad, mientras que para bloques no se encontró diferencia significativa es decir son medidas homogéneas (ANEXO 4).

El coeficiente de variación es de 2.53% y el promedio experimental para esta evaluación es de 2.794688 m. (ANEXO 4)

La evaluación de significación Duncan al 0.05 de probabilidad (CUADRO 10). Se encontró que no hubo diferencias significativas entre el tratamiento B con 800 L/ha de biol y el tratamiento C con 1200 L/ha. Pero si hubo diferencias significativas de estos con los tratamientos A con 400 L/ha de biol y el testigo.

CUADRO 10: Datos de la altura de planta (m) en la Cuarta evaluación, sector Nuevo Barraza, Trujillo, La Libertad, Perú. 2013.

| TRATAMIENTO | I | II | III | IV | Σ | \bar{x} | Duncan |
|---|-------|-------|-------|-------|----------|-----------|--------|
| B 800 L/ha | 2.955 | 3.000 | 3.043 | 2.975 | 11.973 | 3.0 | a |
| C 1200 L/ha | 2.900 | 2.902 | 2.923 | 2.885 | 11.610 | 2.9 | a |
| A 400 L/ha | 2.768 | 2.515 | 2.765 | 2.799 | 10.847 | 2.7 | b |
| D Testigo (sin aplicación) | 2.535 | 2.463 | 2.642 | 2.645 | 10.285 | 2.6 | c |

GRÁFICO 4: Altura de la planta – Cuarta evaluación.

4.2. NÚMERO DE HOJAS:

4.2.1. Primera evaluación: Al mes de la siembra – 15/08/2013.

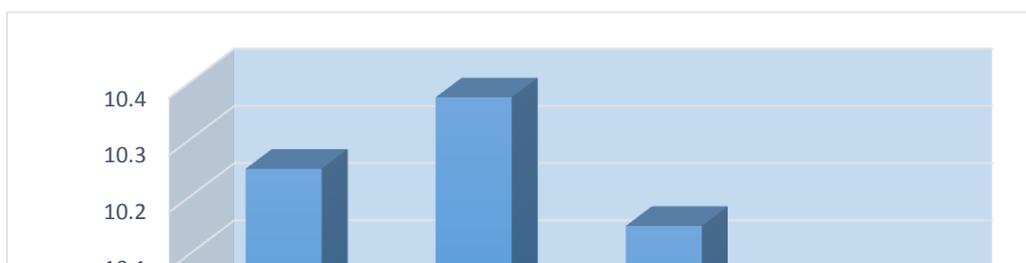
Se realizó un análisis de varianza para el número de hojas en diversas etapas de desarrollo, hasta alcanzar su máximo crecimiento, que llega junto con la aparición de la inflorescencia masculina.

Para esta evaluación no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos y entre bloques (ANEXO 5), lo que indica que no hay diferencia entre ellos, es decir hay homogeneidad.

El coeficiente de variación es de 3.42 % y el promedio experimental para esta evaluación es de 10.150000 hojas. (ANEXO 5)

La evaluación de significación Duncan al 0.05 de probabilidad (CUADRO 11). Esta evaluación nos demostró que no hay diferencias significativas entre los tratamientos B, A y C, también no hay diferencias significativas entre los tratamientos A, C y D. Por último se observa que entre el tratamiento B y D se muestra diferencias significativas.

CUADRO 11: Datos del número de hojas por planta en la primera evaluación, sector Nuevo Barraza, Trujillo, La Libertad, Perú. 2013.



| TRATAMIENTO | I | II | III | IV | Σ | \bar{x} | Duncan |
|--------------------------------------|------|------|------|------|----------|-----------|--------|
| B 800 L/ha | 10.2 | 10.7 | 10.5 | 10.1 | 41.5 | 10.4 | a |
| A 400 L/ha | 10.3 | 9.9 | 10.6 | 10.2 | 41.0 | 10.3 | a b |
| C 1200 L/ha | 10.8 | 9.9 | 9.8 | 10.1 | 40.6 | 10.2 | a b |
| D Testigo (sin aplicación) | 9.6 | 9.8 | 10.0 | 9.9 | 39.3 | 9.8 | b |

GRÁFICO 5: Número de hojas – Primera evaluación.

4.2.2.Segunda evaluación: A los 2 meses de la siembra – 15/09/2013.

Para esta evaluación se efectuó un análisis de varianza para la característica de número de hojas.

En esta evaluación se encontró diferencias significativas entre los tratamientos esto indica que los tratamientos que difieren en cantidad o se puede decir que hay heterogeneidad, mientras que para bloques no se encontró diferencia significativa (ANEXO 6).

El coeficiente de variación es de 4.49 % y el promedio experimental para esta evaluación es de 10.912500 hojas. (ANEXO 6)

En la prueba de significación Duncan al 0.05 de probabilidad (CUADRO 12). Se observó que entre los tratamiento B, C y A no hay diferencias significativas, pero entre los anteriores mencionados con respecto al testigo si muestra diferencias significativas.

CUADRO 12: Datos del número de hojas por planta en la segunda evaluación, sector Nuevo Barraza, Trujillo, La Libertad, Perú. 2013.



| TRATAMIENTO | I | II | III | IV | Σ | \bar{x} | Duncan |
|--------------------------------------|------|------|------|------|----------|-----------|--------|
| B 800 L/ha | 11.5 | 11.4 | 11.6 | 10.9 | 45.4 | 11.4 | a |
| C 1200 L/ha | 11.4 | 11.4 | 10.8 | 10.7 | 44.3 | 11.1 | a |
| A 400 L/ha | 11.1 | 10.3 | 10.8 | 11.9 | 44.1 | 11.0 | a |
| D Testigo (sin aplicación) | 9.9 | 10.1 | 10.3 | 10.5 | 40.8 | 10.2 | b |

GRÁFICO 6: Número de hojas – Segunda evaluación.

4.2.3.Tercera evaluación: A los 3 meses de la siembra – 15/10/2013.

En esta tercera evaluación se hizo un análisis de varianza del número de hojas.

Se encontró diferencias significativas entre bloques y tratamientos según el (ANEXO 7) lo que nos indica que hay heterogeneidad entre los datos de ambas evaluaciones.

El coeficiente de variación es de 1.34 % y el promedio experimental para esta evaluación es de 15.206250 hojas. (ANEXO 7)

La evaluación de significación Duncan al 0.05 de probabilidad (CUADRO 13) nos indicó que los tratamientos B y C no muestra diferencias significativas, los tratamientos C y A no existe diferencias significativas y por último los tratamientos A y D no hubo diferencias significativas.

CUADRO 13: Datos del número de hojas por planta en la Tercera evaluación, sector Nuevo Barraza, Trujillo, La Libertad, Perú. 2013.

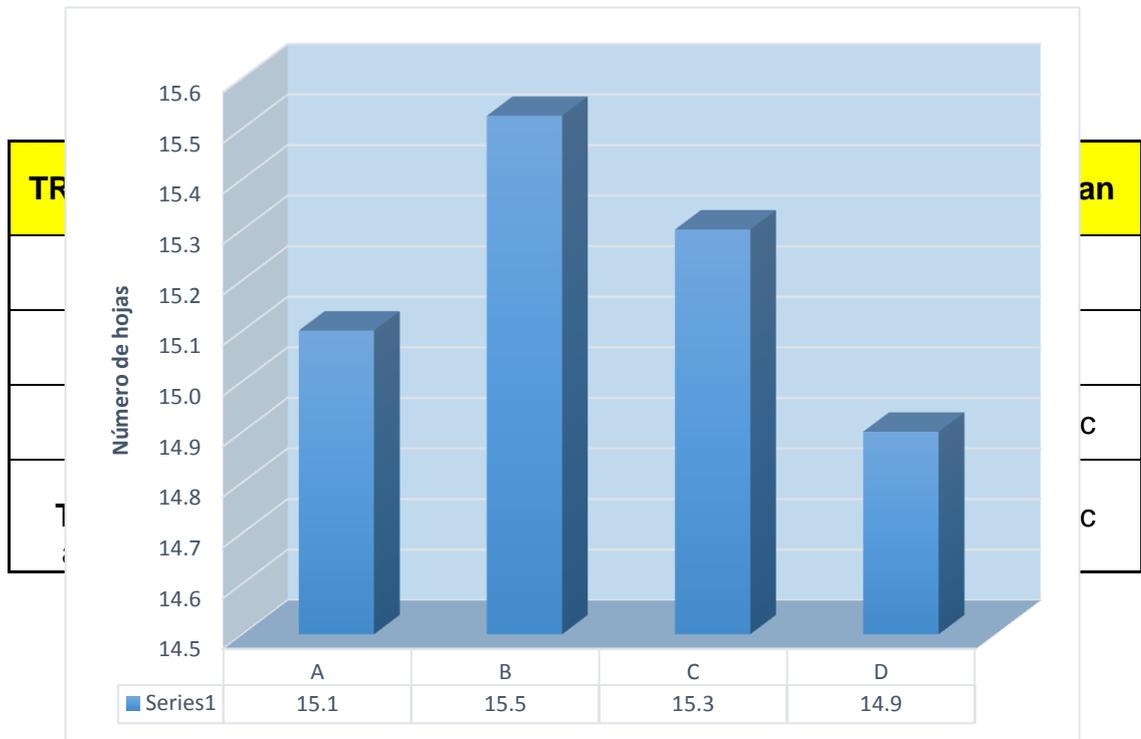


GRÁFICO 7: Número de hojas – Tercera evaluación.

4.2.4.Cuarta evaluación: A los 4 meses de la siembra – 15/11/2013.

Para esta cuarta evaluación se hizo un análisis de varianza del número de hojas.

En esta evaluación se encontró diferencias significativas entre los tratamientos y entre los bloques esto indica que los tratamientos y bloques que difieren en cantidad o se puede decir que hay heterogeneidad (ANEXO 8).

El coeficiente de variación es de 0.62 % y el promedio experimental para esta evaluación es de 15.806250 hojas. (ANEXO 8)

La evaluación de significación Duncan al 0.05 de probabilidad (CUADRO 14) indicó que los tratamientos D y A no muestra diferencias significativas, pero estos anteriores mencionados con los tratamientos B y C si muestran diferencias significativas.

CUADRO 14: Datos del número de hojas por planta en la Cuarta evaluación, sector Nuevo Barraza, Trujillo, La Libertad, Perú. 2013.

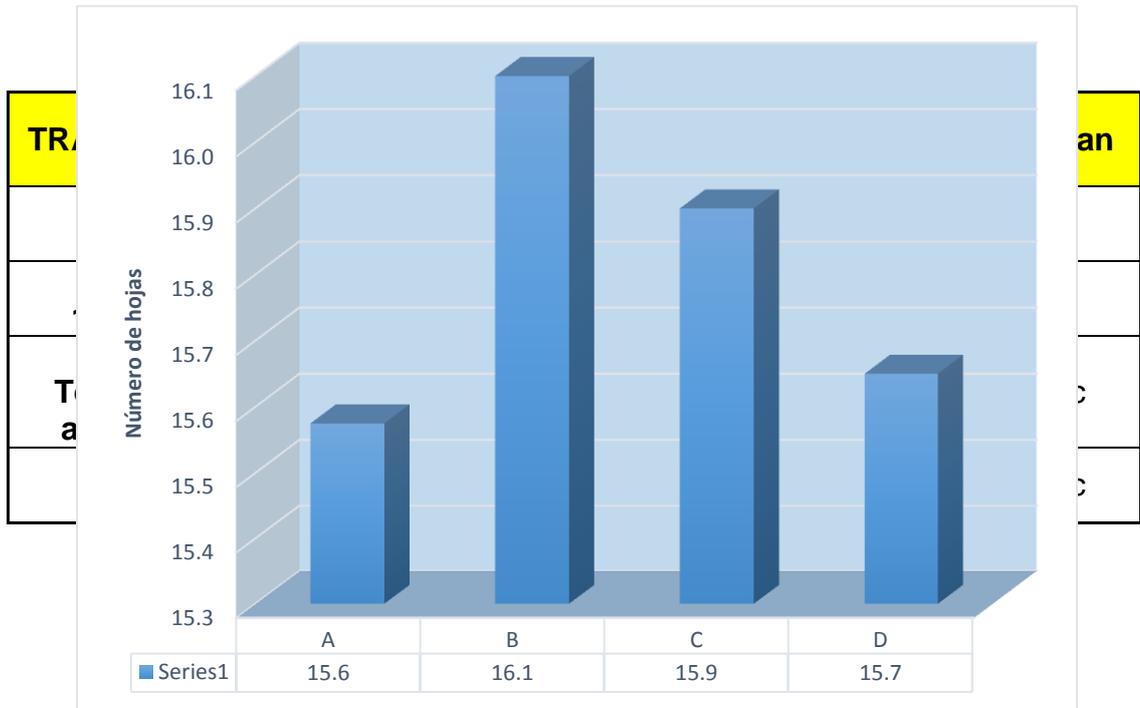


GRÁFICO 8: Número de hojas – Cuarta evaluación.

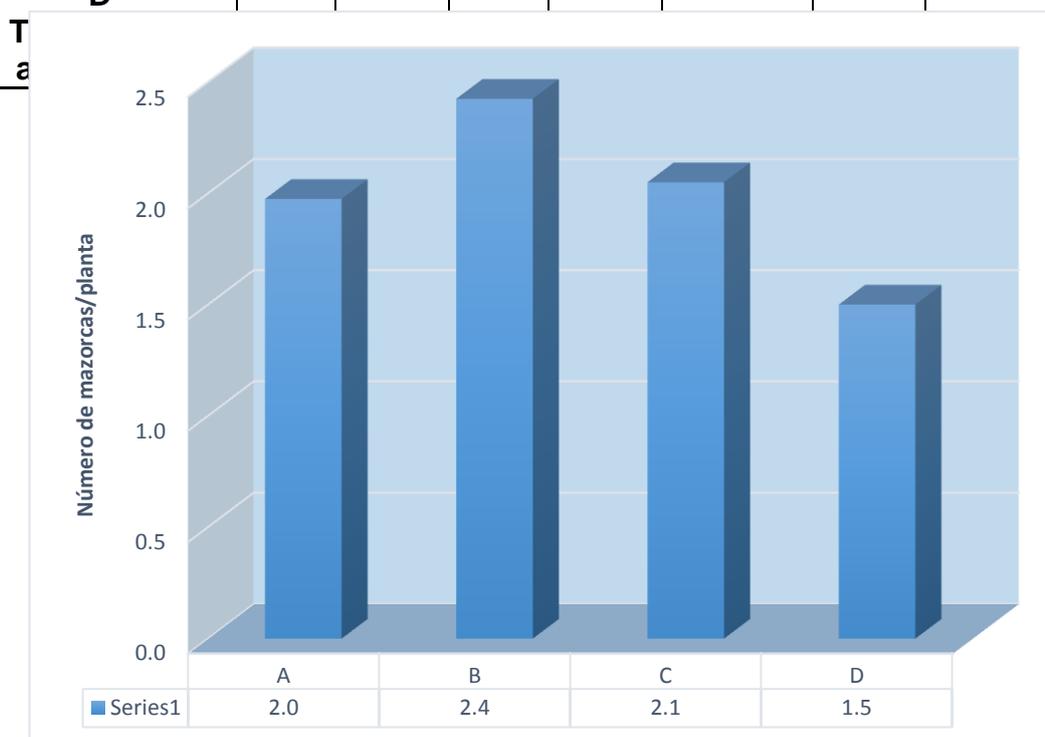
4.3. NÚMERO DE MAZORCAS/PLANTA: 22/11/2013

Se realizó un análisis de varianza para el número de mazorcas por planta.

En esta evaluación se encontró diferencias altamente significativas entre los tratamientos y diferencias significativas entre bloques (ANEXO 9), lo que indica que hay diferencia en ambas evaluaciones, es decir hay heterogeneidad. El coeficiente de variación es de 5.63 % y el promedio experimental para esta evaluación es de 1.987500 mazorcas. (ANEXO 9).

La evaluación de significación Duncan al 0.05 de probabilidad (CUADRO 15) indicó que entre el tratamiento C y A no hay diferencias significativas, mientras que estos con respecto al tratamiento B y el testigo muestran diferencias significativas.

| TRATAMIENTO | I | II | III | IV | Σ | \bar{x} | Duncan |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|----------|-----------|--------|
| B 800 L/ha | 2.3 | 2.4 | 2.4 | 2.6 | 9.7 | 2.4 | a |
| C 1200 L/ha | 2.1 | 1.9 | 2.0 | 2.2 | 8.2 | 2.1 | b |
| A 400 L/ha | 2.2 | 1.8 | 1.8 | 2.1 | 7.9 | 2.0 | b |
| D | | | | | | | |



43

GRÁFICO 9: Número de mazorcas/planta.

4.4. RENDIMIENTO DE FORRAJE: 22/11/2013

Se realizó un análisis de varianza para el rendimiento de forraje en verde.

En esta evaluación se encontró diferencias altamente significativas entre los tratamientos lo que indica que hay diferencia entre los datos, es decir hay heterogeneidad. Mientras que en los bloques no hay diferencia significativa por lo que los datos son homogéneos. El coeficiente de variación es de 10.24% y el promedio experimental para esta evaluación es de 118.036350 t/ha. (ANEXO 10)

La evaluación de significación Duncan al 0.05 de probabilidad (CUADRO 16) nos indicó que no hubo diferencias significativas entre el tratamiento B y C, también nos muestra que entre el tratamiento A y el testigo no hubo diferencias significativas.

El testigo tiene 92.3 t/ha de rendimiento. El tratamiento B con 800 L/ha de biol tiene 146.6 t/ha de rendimiento superando en 58.8 % en rendimiento al testigo; el tratamiento C con 1200 L/ha de biol tiene 129.3 t/ha de rendimiento superando en 40.1 % en rendimiento al testigo y el tratamiento A con 400 L/ha de biol tiene 104 t/ha de rendimiento superando en 12.7 % en rendimiento al testigo.

CUADRO 16: Datos de toneladas por hectárea de rendimientos de forraje, sector Nuevo Barraza, Trujillo, La Libertad, Perú. 2013.

| TRATAMIENTO | I | II | III | IV | Σ | \bar{x} | Duncan |
|--------------------------------------|--------|-------|-------|-------|----------|-----------|--------|
| B 800 L/ha | 142.9 | 161.1 | 140.2 | 142.2 | 586.3 | 146.6 | a |
| C 1200 L/ha | 132.1 | 139.8 | 127.4 | 117.7 | 517.1 | 129.3 | a |
| A 400 L/ha | 103.36 | 85.3 | 108.0 | 119.3 | 416.0 | 104.0 | b |
| D Testigo (sin aplicación) | 97.4 | 80.5 | 94.8 | 96.4 | 369.2 | 92.3 | b |

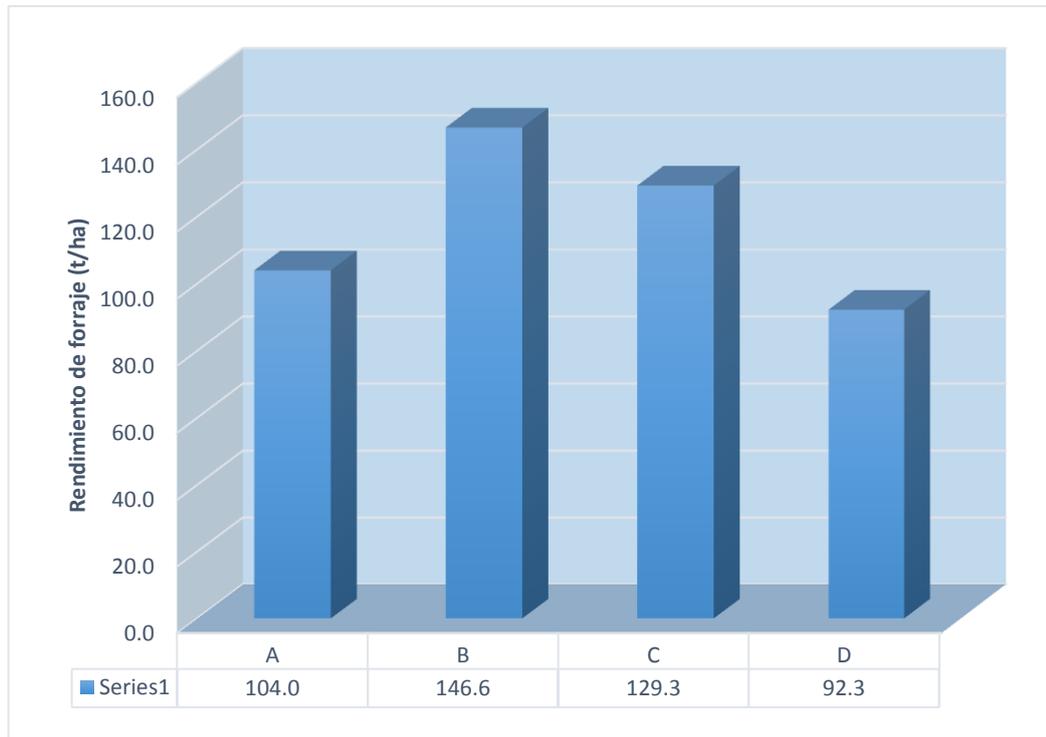


GRÁFICO 10: Rendimiento de forraje (t/ha)

V. DISCUSIÓN

En la característica evaluada de altura en las 3 primeras evaluaciones se alcanzaron resultados similares entre los tratamientos es decir, que no hubieron diferencias significativas debido a que la acción del biol no era muy pronunciada por no ser un fertilizante inorgánico de rápida acción, el biol, supuestamente, tarda más tiempo para ser disponible. Mientras que en la última evaluación se presentaron diferencias significativas, es decir hubo tratamientos que alcanzaron mayor altura que otros. Para esta última evaluación se nota diferencias significativas ya que el biol probablemente se encuentra disponible o accesible para la planta. El tratamiento B con dosis de biol de 800 L/ha es el que obtiene los mejores resultados, que los demás. Y como se esperaba, el testigo fue el que ocupó el último lugar. De aquí se deduce que el biol en distintas concentraciones promueve el desarrollo de la planta. (Proyecto quinua orgánica, 2005).

Para la característica evaluada de número de hojas se observa, que en la primera evaluación no hay diferencias significativas entre los tratamientos y entre los bloques. A partir de la segunda evaluación hasta la última, el número de hojas varía, pero no en gran proporción. La dosis de biol que sobresalió en relación a las demás es la de 800 L/ha y el tratamiento, que quedó rezagado fue el testigo. El biol ejerce acción sobre el follaje según (Clauré y otros, 1992). Asimismo, se puede asumir, que el número de hojas no varía en gran medida como pasa con otras características evaluadas.

La tercera característica evaluada se refiere al número de mazorcas por planta. Aquí, en el análisis de varianza se puede observar diferencias significativas entre los tratamientos y los bloques, lo que nos indica un comportamiento heterogéneo. Según Clauré y col. (1992) indican, que el biol ejerce acción sobre la floración y por ende, en el número de mazorcas. Con relación a ello, Martí (2008) nos indica, que el biol tiene aproximadamente de 1 a 2% de potasio y que este elemento ejerce acción positiva sobre la floración. En esta evaluación el tratamiento que alcanzó el mejor número de mazorcas/planta fue el tratamiento con dosis de 800 L/ha, seguida de la dosis de 1200 L/ha, 400 L/ha y por último el testigo. Según La prueba de significación Duncan, la dosis de 1200 L/ha y 400 L/ha de biol no muestran diferencias significativas, mientras que la dosis de 800 L/ha y el testigo son diferentes, significativamente.

Evaluando el rendimiento de forraje en verde (expresado en t/ha), se obtuvo diferencias significativas entre los tratamientos estudiados. El tratamiento que alcanzó mejores resultados fue el tratamiento B con dosis de 800 L/ha logrando 146.6 t/ha, seguida del tratamiento C con dosis de 1200 L/ha que logró 129.3 t/ha, le sigue el tratamiento A con dosis de 400 L/ha que logró 104 t/ha. El último lugar en rendimiento lo ocupó el testigo con 92.3 t/ha. Según estos resultados se puede inferir que el biol ejerce acción sobre el desarrollo del follaje como lo indican Clauré y col. (1992) y Martí (2008), quienes indican, que el biol contiene aproximadamente de 2 a 3 % de nitrógeno. De acuerdo a la prueba de significación Duncan al 0.05 de probabilidad, nos muestra que no hay diferencias significativas entre la dosis de 800 y 1200 L/ha de biol. La misma tendencia se observan en los tratamientos con dosis de 400 y 0 L/ha de biol.

VI. CONCLUSIONES

El presente trabajo de investigación concluye en lo siguiente:

1. El crecimiento vegetativo de la planta en esta investigación deriva en dos componentes: la altura y el número de hojas. Para estos dos componentes el uso de biol ha sido efectivo en la dosis de 800 L/ha, ya que se obtuvo mejores resultados en conjunto con la fertilización química inicial. De esto, se puede inferir que la dosis de 800 L/ha de biol es la adecuada para maíz y es la que influye positivamente en el crecimiento y desarrollo vegetativo del maíz. .
2. El rendimiento de la planta en esta investigación parte de dos términos: el número de mazorcas por planta y la masa total de plantas por tratamiento. El tratamiento B con dosis de 800 L/ha de biol en combinación con 200-100-100 de NPK obtuvo el máximo rendimiento de forraje con 146.6 t/ha, superando significativamente al testigo que obtuvo 92.3 t/ha.

VII. RECOMENDACIONES

Esta experiencia del uso de biol en combinación de fertilización NPK nos permite hacer las siguientes recomendaciones:

1. Usar la misma investigación con las mismas dosis biol y fertilización química podría ser probado en la sierra o en la selva, ya que estas cuentan con otros climas, otra situación.
2. Usar la misma dosis de NPK en conjunto con una dosis de biol de 700 – 800 – 900 L/ha en esta misma zona.

VIII. BIBLIOGRAFÍA:

ASOCIACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE LA CUENCA
AMAZÓNICA. 2008. Disponible en:
<http://www.acca.org.pe/espanol/publicaciones/manuales/biol.pdf>
Accesado: 15/06/2013 15:18

CLAURÉ J., MORALES C. Y TAPIA O. 1992. Manejo de efluentes.
Proyecto Biogás UMSS – GTZ. Bolivia. Pag 2, 10.

ECHEVERRÍA, R. 2009. Aplicación de biofertilizantes en el campo.
s.n.t. Disponible en:
<http://www.inia.gob.pe/genetica/insitu/Biol.pdf>. Accesado el 10 de
octubre del 2013.

FELIPE, C. 2004. Primer curso de Biodigestión, Bioagricultura
Casa Blanca (finca de producción, investigación y capacitación en
agricultura ecológica y agroecoturismo). Lote 20 – Parcelación
Casa Blanca Pachacamác. Lima. Perú.

GUERRERO GARCÍA A, 1999, Cultivos herbáceos extensivos.
Ediciones Mundi – Prensa, Madrid, pag 714.

HIPP ANDREW. 2004. El maíz por dentro y por fuera. First Edition.
Studio Stalio. North America. Pag 4.

IICA. 2004. Manual Tecnológico Del Maíz Amarillo Duro Y de
Buenas Practicas Agrícolas Para el Valle de Huaura. Incagro. Perú.
Pag 51.

LEÓN JORGE. 1990. Botánica de los productos tropicales. Primera edición. Colección libros y materiales educativos. México. pag 112 – 113.

MAESTRE ALFONSO J. 2008, Nuevas rutas para el desarrollo de América latina, Costa Rica, pag 201.

MANRIQUE, P. 1990. Manuales para Educación Agropecuaria: Maíz 1 990. Editorial Trillas. México. Pag 19,20.

MANRIQUE, P. 1997. El maíz en el Perú. Editorial Concytec. Lima - Perú. Pag 374.

MARTÍ H., J. 2008. Biodigestores familiares: Guía de diseño y manual de instalación. Creative Commons. Bolivia. Pag 31.

MEDINA. A.1990. El biol fuente estimulante del desarrollo agrícola. Programa especial de energía UMSS – GTZ. Bolivia. Pag 28, 58.

MEJÍA PRIETO J. 1984. Asi habla el mexicano. Primera edición. Panorama editorial. pag 104.

MOTATO A., N. 2008. Elaboracion y uso de abonos organicos para el cacao que se cultiva en Manabi. Ecuador. Pag 8

PORTA, J.; López, M. & Col. 1999. Edafología para la Agricultura y el medio Ambiente. Editorial Mundi Prensa. Segunda Edición. Bilbao - España.

PROYECTO QUINUA ORGANICA. 2005. Disponible en: <http://www.quinoa.life.ku.dk/~media/Quinoa/docs/pdf/Outreach/ManualBiofinal.ashx>. Accesado el 9/2013.

RIPUSUDAN L. PALIWAL, 2001, El maíz en los trópicos, FAO, Roma, pag 4, 14 – 19, 228

RIVAS N, 1990, IX Seminario Manejo de Enfermedades y Plagas del Maíz, IICA, Colombia, pag 40 – 41.

ROBLES, S. 1990. Producción de granos y forrajes. Editorial Limusa. México. pag 17

ROMERO E. 2006. Historia económica del Perú. Centro de producción fondo editorial. Perú. pag 61.

SAUNDERS JOSEPH L. 1990. Guía para el manejo integrado de plagas en el cultivo de maíz. Proyecto manejo integrado de plagas. Costa Rica. pag 156.

IX. FOTOS



Fuente: Original del autor.

FIGURA 1:Preparación del terreno.



Fuente: Original del autor.

FIGURA 2:Emergencia de una plántula.



Fuente: Original del autor.

FIGURA 3: Aparición de planta 1 semana después de la siembra.



Fuente: Original del autor.

FIGURA 4: Primer riego después de la emergencia.



Fuente: Original del autor.

FIGURA 5: Recorrido del agua por los tratamientos. Cuarteles.



Fuente: Original del autor.

FIGURA 6: Plantas a las 2 semanas de la emergencia.



Fuente: Original del autor.

FIGURA 7:Plantas a 1 mes de la emergencia.



Fuente: Original del autor.

FIGURA 8:Preparación de la mezcla del fertilizante NPK. 50 % de N y todo PK



Fuente: Original del autor.

FIGURA 9: Aplicación de la mezcla de fertilizante NPK.



Fuente: Original del autor.

FIGURA 10: Encartelado.



Fuente: Original del autor.

FIGURA 11:Primera evaluación de altura y número de hojas



Fuente: Original del autor.

FIGURA 12:Plantas a 2 meses de la emergencia.



Fuente: Original del autor.

FIGURA 13: Biol depositado desde el biodigestor.



Fuente: Original del autor.

FIGURA 14: Aplicación del biol en cada golpe.



Fuente: Original del autor.

FIGURA 15: Segunda fertilización en conjunto con el biol y el aporque.



Fuente: Original del autor.

FIGURA 16: Segunda evaluación de la altura y número de hojas.



Fuente: Original del autor.

Figura 17: Plantas a 3 meses después de la emergencia.



Fuente: Original del autor.

Figura 18: Cuarta evaluación de la altura, junto con el conteo de hojas.



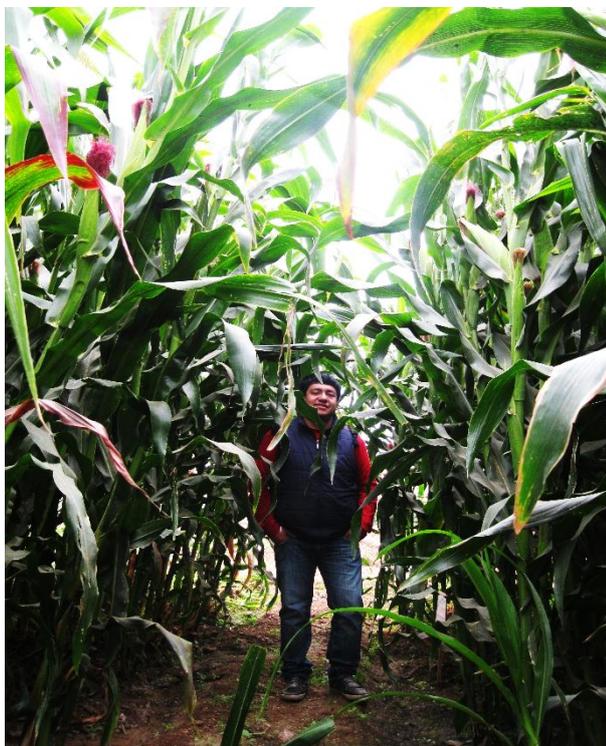
Fuente: Original del autor.

Figura 19: Vista panorámica del experimento.



Fuente: Original del autor.

Figura 20: Evaluación del número de mazorcas por planta.



Fuente: Original del autor.

Figura 21: Plantas listas para la cosecha en forraje.



Fuente: Original del autor.

Figura 22: Medición de la masa de cada tratamiento, tomando 2 surcos centrales.

X. ANEXOS.

ANEXO 1: Análisis de varianza de altura de planta – Primera evaluación.

| F. de V. | SC | GL | CM | Fc | Ft | Significación |
|---------------------|---------|----|--------|------|-----------|---------------|
| Tratamientos | 66.692 | 3 | 22.231 | 1.57 | 3.86/6.99 | NS |
| Repeticiones | 48.982 | 3 | 16.327 | 1.16 | 3.86/6.99 | NS |
| Error | 127.171 | 9 | 14.130 | - | - | - |
| Total | 242.844 | 15 | - | - | - | - |

$$\bar{x} = 48.818750 \text{ cm} \quad S\bar{x} = 1.879499 \quad \text{C.V.} = 7.70 \%$$

ANEXO 2: Análisis de varianza de altura de planta – Segunda evaluación.

| F. de V. | SC | GL | CM | Fc | Ft | Significación |
|---------------------|-------|----|-------|-------|-----------|---------------|
| Tratamientos | 0.248 | 3 | 0.083 | 17.75 | 3.86/6.99 | ** |
| Repeticiones | 0.006 | 3 | 0.002 | 0.41 | 3.86/6.99 | NS |
| Error | 0.042 | 9 | 0.005 | - | - | - |
| Total | 0.295 | 15 | - | - | - | - |

$$\bar{x} = 1.045000 \text{ m.} \quad S\bar{x} = 0.034093 \quad \text{C.V.} = 6.52\%$$

ANEXO 3: Análisis de varianza de altura de planta – Tercera evaluación.

| F. de V. | SC | GL | CM | Fc | Ft | Significación |
|---------------------|-------|----|--------|--------|-----------|---------------|
| Tratamientos | 0.364 | 3 | 0.121 | 109.54 | 3.86/6.99 | ** |
| Repeticiones | 0.001 | 3 | 0.0003 | 0.26 | 3.86/6.99 | NS |
| Error | 0.010 | 9 | 0.001 | - | - | - |
| Total | 0.374 | 15 | - | - | - | - |

$$\bar{x} = 1.984438 \text{ m.} \quad S\bar{x} = 0.016630 \quad \text{C.V.} = 1.68 \%$$

ANEXO 4: Análisis de varianza de altura de planta – Cuarta evaluación.

| F. de V. | SC | GL | CM | Fc | Ft | Significación |
|---------------------|-------|----|-------|-------|-----------|---------------|
| Tratamientos | 0.431 | 3 | 0.144 | 28.71 | 3.86/6.99 | ** |
| Repeticiones | 0.036 | 3 | 0.012 | 2.38 | 3.86/6.99 | NS |
| Error | 0.045 | 9 | 0.005 | - | - | - |
| Total | 0.512 | 15 | - | - | - | - |

$$\bar{x} = 2.794688 \text{ m.} \quad S\bar{x} = 0.035384 \quad \text{C.V.} = 2.53\%$$

ANEXO 5: Análisis de varianza de número de hojas – Primera evaluación.

| F. de V. | SC | GL | CM | Fc | Ft | Significación |
|---------------------|-------|----|-------|------|-----------|---------------|
| Tratamientos | 0.665 | 3 | 0.222 | 1.84 | 3.86/6.99 | NS |
| Repeticiones | 0.090 | 3 | 0.030 | 0.25 | 3.86/6.99 | NS |
| Error | 1.085 | 9 | 0.121 | - | - | - |
| Total | 1.840 | 15 | - | - | - | - |

$$\bar{x} = 10.150000 \quad S\bar{x} = 0.173606 \quad C.V. = 3.42\%$$

ANEXO 6: Análisis de varianza de número de hojas – Segunda evaluación.

| F. de V. | SC | GL | CM | Fc | Ft | Significación |
|---------------------|-------|----|-------|------|-----------|---------------|
| Tratamientos | 2.952 | 3 | 0.984 | 4.10 | 3.86/6.99 | * |
| Repeticiones | 0.102 | 3 | 0.034 | 0.14 | 3.86/6.99 | NS |
| Error | 2.163 | 9 | 0.240 | - | - | - |
| Total | 5.217 | 15 | - | - | - | - |

$$\bar{x} = 10.912500 \quad S\bar{x} = 0.245091 \quad C.V. = 4.49\%$$

ANEXO 7: Análisis de varianza de número de hojas – Tercera evaluación.

| F. de V. | SC | GL | CM | Fc | Ft | Significación |
|---------------------|-------|----|-------|------|-----------|---------------|
| Tratamientos | 0.862 | 3 | 0.287 | 6.88 | 3.86/6.99 | * |
| Repeticiones | 1.012 | 3 | 0.337 | 8.08 | 3.86/6.99 | ** |
| Error | 0.376 | 9 | 0.042 | - | - | - |
| Total | 2.249 | 15 | - | - | - | - |

$$\bar{x} = 15.206250 \quad S\bar{x} = 0.102147 \quad C.V. = 1.34\%$$

ANEXO 8: Análisis de varianza de número de hojas – Cuarta evaluación.

| F. de V. | SC | GL | CM | Fc | Ft | Significación |
|---------------------|-------|----|-------|-------|-----------|---------------|
| Tratamientos | 0.692 | 3 | 0.231 | 24.24 | 3.86/6.99 | ** |
| Repeticiones | 0.232 | 3 | 0.077 | 8.12 | 3.86/6.99 | ** |
| Error | 0.086 | 9 | 0.010 | - | - | - |
| Total | 1.009 | 15 | - | - | - | - |

$$\bar{x} = 15.806250 \quad S\bar{x} = 0.048770 \quad C.V. = 0.62\%$$

ANEXO 9: Análisis de varianza de número de mazorcas/planta.

| F. de V. | SC | GL | CM | Fc | Ft | Significación |
|---------------------|-------|----|-------|-------|-----------|---------------|
| Tratamientos | 1.733 | 3 | 0.578 | 46.20 | 3.86/6.99 | ** |
| Repeticiones | 0.212 | 3 | 0.071 | 5.67 | 3.86/6.99 | * |
| Error | 0.112 | 9 | 0.012 | - | - | - |
| Total | 2.057 | 15 | - | - | - | - |

$$\bar{x} = 1.987500 \quad S\bar{x} = 0.055902 \quad C.V. = 5.63\%$$

ANEXO 10: Análisis de varianza de rendimiento de forraje.

| F. de V. | SC | GL | CM | Fc | Ft | Significación |
|---------------------|----------|----|----------|-------|-----------|---------------|
| Tratamientos | 7202.472 | 3 | 2400.824 | 16.45 | 3.86/6.99 | ** |
| Repeticiones | 14.249 | 3 | 4.750 | 0.03 | 3.86/6.99 | NS |
| Error | 1313.889 | 9 | 145.988 | - | - | - |
| Total | 8530.610 | 15 | - | - | - | - |

$$\bar{x} = 118.036350 \text{ t/ha} \quad S\bar{x} = 6.041269 \quad C.V. = 10.24 \%$$