



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TEMA:

Evaluación de fertilizantes y poblaciones de plantas en el híbrido de Sorgo 82G55 en la granja Experimental Limoncito UCSG provincia de Santa Elena.

Previa la obtención del Título

INGENIERO AGROPECUARIO

con mención en Gestión Empresarial Agropecuaria

ELABORADO POR:

CARLOS JULIO FLORES MONCAYO

ENZO RUBEN RAMOS TERRANOVA

GUAYAQUIL, AGOSTO DE 2012



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por los señores Carlos Julio Flores Moncayo y Enzo Rubén Ramos Terranova como requerimiento parcial para la obtención del título de INGENIERO AGROPECUARIO.

Guayaquil, Agosto de 2012

TUTOR

Ing. Agro. Ricardo Guamán Jiménez, M. Sc.

REDACCIÓN TÉCNICA

Eco. Agríc. Miguel Riofrío, M. Sc.

DISEÑO ESTADÍSTICO

Ing. Agro. Ricardo Guamán Jiménez, M. Sc.

SUMMARY

Dr. MVZ. Patricio Haro Encalada



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

INGENIERÍA AGROPECUARIA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

CARLOS JULIO FLORES MONCAYO

ENZO RUBEN RAMOS TERRANOVA

DECLARO QUE:

El proyecto de grado denominado “Evaluación de fertilizantes y poblaciones de plantas en el híbrido de Sorgo 82G55 en la granja Experimental Limoncito UCSG provincia de Santa Elena”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Guayaquil, Agosto del 2012

LOS AUTORES

CARLOS JULIO FLORES MONCAYO

ENZO RUBEN RAMOS TERRANOVA



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

INGENIERÍA AGROPECUARIA

AUTORIZACIÓN

Nosotros, CARLOS JULIO FLORES MONCAYO

ENZO RUBEN RAMOS TERRANOVA

Autorizamos a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del proyecto titulado: “Evaluación fertilizantes y poblaciones de plantas en el híbrido de Sorgo 82G55 en la granja Experimental Limoncito UCSG provincia de Santa Elena”, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Guayaquil, Agosto del 2012

LOS AUTORES

CARLOS JULIO FLORES MONCAYO

ENZO RUBEN RAMOS TERRANOVA

AGRADECIMIENTO

A Dios, sin el nada de esto pudo ser posible, le doy las gracias por la inspiración y la salud que me brinda día a día. Gracias por la vida.

Agradezco a mis padres, pilar fundamental para poder llegar hasta acá, sin duda su apoyo fue muy importante para poder lograr este objetivo, siempre serán mi inspiración para toda mi vida.

A toda mi extensa familia gracias por todo el amor y el apoyo brindado.

A Enzo Ramos, compañero de tesis, más que compañero un amigo, gracias por ser parte de este proyecto te deseo lo mejor en todo lo que emprendas.

A la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, a mis maestros en especial al Ing. Emilio Compte y al Ing. Msc. Ricardo Guamán tutor de este proyecto gracias por todo el apoyo durante toda la carrera, gracias por todas las experiencias y consejos brindados sin duda serán de gran aporte para mi vida profesional.

A todos los que han intervenido tanto directa como indirectamente en la realización de este proyecto muchas gracias.

.

Carlos Julio Flores Moncayo

DEDICATORIA

A Dios por sobre todas las cosas.

El presente trabajo va dedicado a todas las personas que siempre creyeron en mí y me brindaron todo el apoyo para hoy ser un profesional.

A mis padres Carlos Julio Flores y Estela Moncayo por todos los valores que inculcaron en mi vida y apoyarme siempre en todo momento.

A mis hermanas Cristina, Vanessa y Esthela Flores.

A mis abuelos Nelson Moncayo y Yolanda Haro.

A la memoria de mis abuelos Julio Flores y Luz Santos, siempre los llevaré en mi corazón.

Carlos Julio Flores Moncayo

AGRADECIMIENTO

Agradezco de todo corazón a Dios, sobre todas las cosas por haberme dado la vida, fuerza y deseo de superación para poder concluir este trabajo.

Mis más sinceros agradecimientos a la UCSG, a nuestro tutor Ing. Msc. Ricardo Guamán Jiménez y a nuestro profesor de campo Ing. Emilio Compte Saltos, por habernos brindado el apoyo necesario en la elaboración de este trabajo de investigación, facilitándonos sus conocimientos y habernos hecho posible cumplir esta meta.

Agradezco a mi familia, pilar fundamental en mi vida para convertirme en una persona, consecuente y positiva para la realización de esta tesis.

A mi amigo Carlos Flores que en el transcurso de la tesis, estuvo como un hermano apoyando y pudimos salir adelante ante las adversidades del proyecto. Dios siga tu camino ahora en tu vida profesional.

Enzo Rubén Ramos Terranova

DEDICATORIA

A mi hijo Gabriel Ramos Plúas.

A mis padres, Dr. Orlando Ramos y Soc. Esther Terranova, porque creyeron en mí y porque me sacaron adelante dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo alcanzar mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, y porque el orgullo que sienten por mí, fue lo que me hizo ir hasta el final. Va por ustedes, por lo que valen, porque admiro su fortaleza y por lo que han hecho de mí.

A mis hermanos Orlando y Angel Ramos Terranova, y a mi sobrino Sebastián Ramos.

A todos, espero no defraudarlos y contar siempre con su grandioso apoyo sincero e incondicional.

Enzo Rubén Ramos Terranova

ÍNDICE

| <u>CONTENIDO</u> | <u>Página</u> |
|--|----------------------|
| Resumen | i |
| Summary | ii |
| 1. INTRODUCCIÓN | |
| Introducción y objetivos | 2 |
| 2. REVISIÓN DE LITERATURA | |
| 2.1 Origen | 3 |
| 2.2 Taxonomía | 3 |
| 2.3 Descripción botánica | 4 |
| 2.3.1 Sistema Radicular | 4 |
| 2.3.2 Tallo | 4 |
| 2.3.3 Pedúnculo | 4 |
| 2.3.4 Hojas | 4 |
| 2.3.5 Inflorescencia | 5 |
| 2.3.6 Panoja | 5 |
| 2.4 Fases de desarrollo del sorgo | 5 |
| 2.5 Requerimiento edafoclimáticos | 6 |
| 2.5.1 Agua | 6 |
| 2.5.2 Temperatura | 6 |
| 2.5.3 Luz | 6 |
| 2.5.4 Suelo | 6 |
| 2.6 Material vegetal | 6 |
| 2.7 Prácticas culturales | 7 |
| 2.7.1 Siembra | 7 |
| 2.7.2 Fertilización | 8 |
| 2.7.3 Macronutrientes | 9 |
| 2.7.4 Micronutrientes | 9 |
| 2.7.5 Función de los nutrientes | 9 |
| 2.7.6 Síntoma de deficiencia funcional | 12 |
| 2.8 Principales plagas | 14 |
| 2.8.1 Enfermedades | 15 |
| 2.9 Cosecha | 15 |
| 3. MATERIALES Y MÉTODOS | |
| 3.1 Localización | 16 |
| 3.2 Características climáticas | 16 |
| 3.3 Materiales | 16 |
| 3.4 Factores estudiados | 17 |
| 3.5 Tratamientos estudiados | 17 |
| 3.5.1 Combinación de tratamientos | 18 |

| | | |
|-----------|---------------------------------------|----|
| 3.6 | Diseño experimental | 18 |
| 3.7 | Análisis de la varianza | 19 |
| 3.8 | Análisis funcional | 19 |
| 3.9 | Delineamiento experimental | 19 |
| 3.10 | Manejo del ensayo | 20 |
| 3.11 | Variables estudiadas | 21 |
| 4. | RESULTADOS Y DISCUSIONES | |
| 4.1 | Altura de planta | 23 |
| 4.2 | Altura de panoja | 23 |
| 4.3 | Largo de panoja | 26 |
| 4.4 | Panojas totales cosechadas | 26 |
| 4.5 | Peso de panoja | 29 |
| 4.6 | Peso total de panojas | 29 |
| 4.7 | Rendimiento | 32 |
| 5. | DISCUSIÓN | 34 |
| 6. | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | |
| 6.1 | Conclusiones | 36 |
| 6.2 | Recomendaciones | 37 |
| | BIBLIOGRAFÍA | 38 |
| | ANEXOS | 41 |

ÍNDICE DE CUADROS

| <u>Cuadros</u> | <u>Página</u> |
|--|----------------------|
| 1. Valores de la altura de planta (cm) | 44 |
| 2. Análisis de varianza de la variable altura de planta | 45 |
| 3. Valores de altura de panoja | 46 |
| 4. Análisis de varianza de la variable altura de panoja | 47 |
| 5. Valores de largo de panoja | 48 |
| 6. Análisis de varianza de la variable de largo de panoja | 49 |
| 7. Valores de panoja cosechadas | 50 |
| 8. Análisis de varianza de la variable panojas cosechadas | 51 |
| 9. Valores de peso de panojas (g) | 52 |
| 10. Análisis de varianza de la variable peso de panojas (g) | 53 |
| 11. Valores de peso total de panojas (kg) | 54 |
| 12. Análisis de varianza de la variable peso total de panojas (kg) | 55 |
| 13. Valores de rendimiento (kg/ha) | 56 |
| 14. Análisis de varianza de la variable rendimiento (kg/ha) | 57 |
| 15. Cuadro de comparación de las variables distancias vs fertilizantes | 58 |

ÍNDICE DE FOTOS

| <u>Fotos</u> | <u>Página</u> |
|--|----------------------|
| 1. Prueba de germinación híbrido sorgo 82G55 | 59 |
| 2. Instalación de sistema de riego | 59 |
| 3. Siembra | 60 |
| 4. Identificación de tratamientos | 60 |
| 5. Toma de población por parcela | 61 |
| 6. Cosecha | 61 |

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo entre los meses de junio y diciembre del 2011 en la Granja Experimental “Limoncito”, perteneciente a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la misma que está ubicada en la parroquia Julio Moreno, provincia de Santa Elena, tuvo como objetivo principal evaluar los efectos de fertilizantes y poblaciones de plantas en el híbrido de Sorgo 82G55.

Los factores en estudio fueron cuatro niveles de fertilizantes N160 (F₁); N 160 + P₂O₅ 40 (F₂); N 160 + P₂O₅ 40 +K₂O 40 (F₃); N160 + P₂O₅ 40 + K₂O 40 + S60 (F₄) y un testigo absoluto (F₅) y tres distancias de siembra 0.25; 0.35 y 0.45 a 0.80.

El diseño experimental empleado fue el de bloques completos al azar en arreglo factorial 4x3+1, con tres repeticiones. El tamaño de parcela fue de cuatro surcos, distanciados entre ellos a 0.80 m. El largo del surco fue de 6 m. La parcela útil estuvo constituida por dos surcos centrales.

Durante el desarrollo del trabajo se realizaron las siguientes labores agrícolas:

Adecuación de terreno, preparación del suelo, desinfección de la semilla, siembra, fertilización (la dosis a utilizarse dependió del protocolo establecido para la investigación), combate de plagas y la cosecha.

Las variables evaluadas se registraron en cinco plantas tomadas al azar de cada parcela útil, luego se procedió a promediar y fueron altura de planta, altura de panoja, largo de panoja, número total de panojas cosechadas, peso de panojas, peso total de panojas y rendimiento.

De acuerdo a los objetivos planteados se determinó en base al rendimiento que la mejor dosis de fertilizantes fue la aplicación de 160 kg N/ha + 40kg P₂O₅/ha a una distancia de 0.25m.

SUMMARY

The present work was carried out between June and December 2011 at the experimental farm "Limoncito", belongs to the Catholic University of Guayaquil that it was located in the Parish Julio Moreno, Santa Elena, the main objective was to assess the effects of fertilizers and plant populations in sorghum hybrid 82G55.

The factors studied were four levels of fertilizer N160 (F1), N P2O5 160 + 40 (F2), N160 + 40 + K2O P2O5 40 (F3), N160 + P2O5 K2O 40 + 40 + S60 (F4) and a control (F5) and three planting distances 0.25, 0.35 and 0.45 to 0.80.

The experimental design used was randomized complete block factorial arrangement 4x3+1, with three replicates. The plot size was four rows, spaced 0.80 m between them. The length of the groove was 6 m. The useful plot was constituted by two central rows.

During the development work, conducted the following agricultural activities: suitability of land, soil preparation, seed disinfection, planting, fertilization (the dose to be used depended on the protocol established for research), pest control and harvest.

The evaluated variables were recorded on five plants taken at random from each plot useful, then proceeded to average and were as follow. Plant height, panicle height, panicle length, total number of harvested panicles, panicle weight, panicle weight and total yield.

According to the proposed objectives was to determinate based on performance that the best dose of fertilizer was 160 kg N/ha + 40 kg P2O5/ha at a distance of 0.25m.

1. INTRODUCCIÓN

El sorgo (*Sorghum bicolor* L.) es una planta originaria de las regiones tropicales y subtropicales de África Oriental, utilizada como materia prima para la elaboración de aceite, licor y cereal. El sorgo se cultiva en Europa, América y Asia. Según la REVISTA LÍDERES (2010), en la actualidad ¹en Ecuador se siembra cerca de 5 000 ha de sorgo distribuidas en Los Ríos (60 %) y Guayas (40 %), de estas, las variedades forrajera y blanca son las más sembradas. Los rendimientos del sorgo llegan a 45 kg/ha, en cada cosecha.

Su calidad ha sido reconocida a nivel mundial y es el cultivo que se adapta a una amplia gama de ambientes y produce grano bajo condiciones desfavorables para la mayoría de los otros cereales. Debido a su resistencia a la sequía, se considera como el cultivo más apto para las regiones áridas con lluvia errática.²

El sorgo posee una amplia variabilidad genética y del producto se extrae la masa verde y se cosecha la panoja o grano, que sirven como nutrientes para la alimentación animal, también se obtiene azúcar y alcohol y su fibra es industrializada para fabricar escobas o pasta de papel. En nuestro país, en zonas en las que la pluviosidad no permite que se cultive el maíz, el sorgo puede constituirse en una alternativa de producción para los agricultores de áreas semi secas, de la provincia de Manabí, Santa Elena y otras similares del litoral ecuatoriano, También se puede sembrar en rotación en áreas de la Cuenca del Río Guayas, para aprovechar la humedad remanente que queda en los suelos después de la cosecha del arroz o maíz, especies que son cultivadas con mayor intensidad durante la época lluviosa.³

La zona de “Limoncito” provincia de Santa Elena, se considera que es adecuada para el cultivo de sorgo, debido a que se puede adaptar a las condiciones de suelo y tolerar las deficiencias hídricas, aplicando para ello, un manejo adecuado del cultivo, principalmente con la irrigación se puede aprovechar también, la luminosidad que presenta en el sector. En estas condiciones, el agricultor podría realizar tres cosechas al año, lo que le significaría un mejor ingreso económico para el bienestar de su familia.

¹ Revista Líderes (2010)

² Varvel *et al*, 1995

³ Buscagro, 2007

Por otra parte, se considera que en nuestro medio el sorgo puede y debe constituirse en el cereal aliado del maíz (*Zea mays* L.), para suplir la demanda de materia prima que asciende a 90.000 toneladas para la elaboración de alimentos balanceados para animales, así como también para la posible elaboración de etanol, por lo que se espera que el sorgo se constituya en una buena opción de producción para los agricultores del litoral ecuatoriano.

En otro orden de cosas para el fomento del cultivo del sorgo en la zona de Limoncito provincia de Santa Elena, es necesario que se difunda de tecnologías apropiadas, especialmente en nutrición del suelo y poblaciones de plantas, por este motivo, en el presente estudio se evaluaron las tecnologías mencionadas.

Por lo indicado en el presente trabajo se evaluó el híbrido de sorgo “82G55” a través de distancias de siembras y niveles de fertilización.

Objetivo general

- Evaluar los efectos de fertilizantes y poblaciones de plantas en el híbrido de Sorgo 82G55, en la granja experimental Limoncito provincia de Santa Elena.

Objetivos específicos

- Identificar las mejores dosis de fertilizantes en el desarrollo del híbrido de Sorgo 82G55.
- Determinar la mejor distancia de siembra en el desarrollo del híbrido 82G55.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen

Pérez (2000), indica que el sorgo es un género botánico de unas 20 especies de gramíneas oriundas de las regiones tropicales y subtropicales de África oriental. Se cultivan en su zona de origen, Europa, América y Asia como cereal para consumo humano, animal, en la producción de forrajes, y para la elaboración de bebidas alcohólicas. Su resistencia a la sequía y el calor lo hace un cultivo importante en regiones áridas, y es uno de los cultivos alimentarios más importantes del mundo. Al tratarse de un alimento carente de gluten, representa una opción nutritiva para las personas que padecen de celiaquía o enfermedad celiaca (Enfermedad autoinmune, caracterizada por una inflamación crónica de la parte proximal del intestino delgado causada por la exposición a la gliadina, una proteína vegetal de algunos cereales). Posee propiedades astringentes, homeostáticas y anti diarreicas.

2.2. Taxonomía

De acuerdo con Carrero (2008), la clasificación científica del sorgo es la siguiente:

| | |
|------------------|--|
| Reino: | Plantae (plantas) |
| División: | Magnoliophyta (plantas con flores, angiospermas) |
| Clase: | Liliopsida |
| Orden: | Poales |
| Familia: | Poaceae |
| Tribu: | Andropogoneae |
| Género: | Sorghum |
| Especie: | bicolor L. |

2.3. Descripción botánica

2.3.1. Sistema Radicular

Ibar (2008), indica que la radícula sencilla, es responsable del establecimiento de la plántula y es temporal. El sistema radical adventicio fibroso se desarrolla de los nudos más abajo del tallo. La profundidad de enraizado es generalmente de 1 a 1.3 m con 80 % de las raíces en los primeros 30 cm.

2.3.2. Tallo

El sorgo es generalmente una planta con un solo tallo, pero varía mucho en su capacidad de ahijamiento dependiendo de la variedad, la población de plantas y el ambiente. Muchos tipos son perennes. La altura varía de 45 cm a más de 4 m y depende del número de nudos que es igual a sus números de hojas producidas y es una función del periodo hasta la madurez de la planta. La altura también depende de las longitudes del entrenudo, el pedúnculo y la panícula, y todos estos factores están bajo control genético separado. Los tallos tienen 7 a 24 nudos y son erectos, sólidos con una corteza dura y una medula más suave. El diámetro del tallo varía de 5 a 30 mm en la base (Pérez, 2000).

2.3.3. Pedúnculo

Es el entrenudo más alto que lleva a la inflorescencia, es siempre el más largo. La longitud está controlada genéticamente; pero los factores ambientales como la deficiencia de agua, pueden ejercer efectos pronunciados (Compton, 1990).

2.3.4. Hojas

El número de hojas del sorgo varía de 7 a 24 según el cultivar y la longitud del periodo de crecimiento. Las hojas son erectas hasta casi horizontales y se encorvan con la edad. Las hojas maduras son de 30 a 135 cm de longitud y de 1.5 a 15 cm de ancho. Son alternas y lanceoladas con una superficie superior lisa y cerosa (Infoagro, 2010).

2.3.5. Inflorescencia

La inflorescencia es una panícula de racimos con un raquis central completamente escondido por la densidad de las ramas de la panícula o totalmente expuesto. Las flores tienen estambres y pistilos (Ibar, 2008).

2.3.6. Panoja

La panoja es larga o corta, suelta y abierta, y compacta o semi-compacta; puede tener de 4 a 25 cm de largo, de 2 a 20 cm de ancho, de 60 a 90 gramos y llevar de 400 a 8.000 granos. Las semillas son aproximadamente de 3 mm, esféricas y oblongas, de color negro, rojizo y amarillento. El valor energético del grano de sorgo es un poco inferior al del maíz. Comparándolo con el grano de maíz, el de sorgo es generalmente un poco más rico en proteínas, pero más pobre en materia grasa; como las de maíz, son de un valor biológico bastante débil; son particularmente deficitarias en lisina (Poehlman, 2003).

2.4. Fases de desarrollo del sorgo

El periodo de desarrollo del sorgo consiste en tres fases: la vegetativa, la reproductiva, y el periodo de llenado de granos.

La fase vegetativa se caracteriza por la germinación, desarrollo de la plántula, crecimiento de las hojas y el establecimiento de una porción significativa del sistema radical completo.

La segunda fase empieza cuando en el meristema floral, continúa con el desarrollo de la inflorescencia y termina cuando tiene lugar la antesis (floración); durante esta fase, hay una elongación rápida de los entrenudos del tallo y expansión de las hojas.

La tercera fase, se caracteriza por el desarrollo y madurez del grano y la senescencia de las hojas (Pérez, 2000).

2.5. Requerimientos edafoclimáticos

2.5.1. Agua

El sorgo tolera mejor la sequía y el exceso de humedad en el suelo que la mayoría de los cereales y crece bien bajo una amplia gama de condiciones en el suelo. Responde favorablemente a la irrigación, requiriendo un mínimo de 250 mm durante su ciclo, con un óptimo comprendido entre los 400-550 mm (Poehlman, 2003).

2.5.2. Temperatura

El sorgo requiere temperaturas altas para su desarrollo normal. Para la germinación necesita una temperatura de suelo no inferior a los 18 °C. El crecimiento de la planta no es verdaderamente activo hasta que se sobrepasan los 15 °C, situándose el óptimo hacia los 32 °C. Durante la floración requiere una mínima de 16 °C, pues por debajo de este nivel se puede producir esterilidad de las espiguillas y reducir el rendimiento del grano.

Por el contrario, resiste bien el calor, si el suelo es suficientemente fresco no se comprueba corrimiento de flores con los fuertes calores (González, 1998).

2.5.3. Luz

El sombreado y la fotosíntesis reducida, tiene un menor efecto sobre el rendimiento cuando se imponen durante la etapa vegetativa y uno mayor durante la etapa reproductiva, mostrando también sensibilidad la etapa de llenado de grano (Ibar, 2008).

2.5.4. Suelo

Prefiere suelos profundos, sin exceso de sales, con buen drenaje, sin capas endurecidas, de buena fertilidad y un pH comprendido entre 6.2 y 7.8. Es moderadamente tolerante a suelos con alguna salinidad y/o alcalinidad, siendo su comportamiento, ante esas condiciones mejor que la de otros cultivos como maní, soya y maíz (Compton, 1990).

2.6. Material vegetal

Enciclopedia Agricultura y Ganadería (2006), menciona que las características deseables en la planta de sorgo son las siguientes:

- Buena producción de grano.
- Tallo fuerte.
- Uniformidad de altura.
- No presencia de macollos secundarios.
- Granos grandes y pesados, fáciles de trillar y de calidad alimenticia, ya sea para la alimentación humana o la del ganado.
- Panoja erecta con pedúnculo fuerte y largo de aproximadamente 18 - 20 cm sobre la última hoja, que sea densa y abierta, en la maduración.

Además de todas las características anteriores, en el sorgo es muy interesante su resistencia a los pájaros, ya que provocan muchos daños, no sólo por lo que comen, sino por lo que desgranar.

2.7. Prácticas Culturales

2.7.1. Siembra

González (1998), recomienda que antes de la siembra, el sorgo exige para la preparación del terreno una labor profunda, que mantengan el terreno limpio de malas hierbas.

Como regla general, la siembra del sorgo debe comenzar de quince a treinta días después de lo que es usual en el maíz en cada región. Para programar la siembra hay que tener presente el ciclo de la variedad o el híbrido, ya que es muy importante que durante el período comprendido entre prefloración y floración no coincida con un déficit hídrico o temperaturas extremas (Kuehl, 2001).

La densidad de siembra dependerá de la calidad de la semilla, tamaño y peso de la misma, sistema de siembra, ciclo del híbrido elegido, disponibilidad de riego y tipo de suelo.

Mena (2000), aconseja una densidad de 20 a 30 plantas por metro cuadrado y una separación de líneas de entre 20 y 60 cm, utilizando densidades de plantación menores en ciclos largos de cultivo, y mayores en ciclos cortos o intermedios.

En general se recomienda de 85.000 hasta más de 150.000 plantas útiles a cosecha por hectárea, correspondiendo las menores densidades a los ciclos largos y zonas de baja disponibilidad hídrica y sistemas convencionales de siembra a 0.70 m, con sorgos híbridos se necesitan aproximadamente 15 kg de semilla por hectárea. (Engormix, 2012).

Cualquiera que sea el sistema de siembra adoptado, se debe tener en cuenta que la semilla de sorgo es bastante pequeña y con menos reservas que otros cereales como soya o maíz, por lo que se la debe colocar sobre suelo húmedo y en contacto directo con el mismo, para que tenga lugar una rápida germinación y emergencia de lo que depende en gran parte el éxito del cultivo. Es esencial no enterrar excesivamente el grano, debiendo ser de unos 2 a 4 cm la profundidad, y procurando que ésta sea regular, consiguiendo una buena distribución en la hilera de siembra y por tanto una buena uniformidad del cultivo (Little, Hills, 1990).

2.7.2. Fertilización

El sorgo es un cultivo que tolera mejor que otros las deficiencias hídricas y se adapta a una amplia gama de condiciones de suelo, presentando así mismo una buena respuesta a la fertilización (Juanazo, 1998)

González (2000), afirma que el rendimiento del sorgo es severamente reducido por la baja fertilidad de los suelos, así como también por problemas en su condición física. Las condiciones de humedad y aireación son importantes en ese sentido, como sus características químicas.

La mayoría de los nutrientes están accesibles a un pH entre 6.0 y 7.0 aunque no es éste el único factor que influencia su disponibilidad, particularmente en el caso del Nitrógeno (N), donde es afectado por el nivel de acción microbiana del suelo.

La disponibilidad de nutrientes para el cultivo depende de distintos factores entre los que se incluyen tipos de suelo, rotaciones, cultivo antecesor, sistemas de labranza y condiciones ambientales.

Esto incluye, fundamentalmente, la dotación de Nitrógeno (N), Fósforo (P) y según la zona de que se trate, de Potasio (K). Los elementos menores están en la generalidad de los casos presentes en cantidades suficientes para el cultivo del sorgo pero, de tener algún indicio previo de alguna carencia en la zona, es conveniente tenerlos en cuenta en el análisis.

2.7.3. Macronutrientes

Los macro nutrientes llamados primarios son el Nitrógeno, Fósforo y Potasio. La deficiencia de Nitrógeno durante el período que va desde 30 días después de la emergencia hasta la floración, puede causar del 16 al 30 % de aborto de flores en la panoja. En cambio, si se presenta después de la floración, el grano tendrá un menor contenido de proteína. Por otra parte, en suelos deficientes en Nitrógeno las plantas desarrollan un sistema radicular más pobre. Los macronutrientes denominados secundarios son el Calcio, Magnesio y Azufre (Murty *et al*, 1994).

2.7.4. Micronutrientes

Son: el Boro, Molibdeno, Cloro, Cobre, Hierro, Manganeso y Zinc. Su disponibilidad y aún sus deficiencias suelen estar asociadas al pH y contenido de materia orgánica del suelo. El más importante de los micronutrientes para el sorgo es el hierro. Su deficiencia produce clorosis (amarillamiento). Las mayores carencias de este elemento se observan en suelos con altos contenidos de carbonatos de Calcio y con alta proporción de Sodio. Es muy importante un balance adecuado de nutrientes, ya que la deficiencia de unos o varios de ellos puede afectar la respuesta de otros. Por ejemplo una deficiencia de Fósforo no corregida limitaría la respuesta a la fertilización nitrogenada (House, 1982).

2.7.5. Función de los nutrientes

- **Nitrógeno (N):** Formación de la clorofila, proteínas, vitaminas y fuentes de energía: buen desarrollo del sistema radicular.

El Nitrógeno es el nutriente cuya deficiencia es más frecuente en las regiones sorgueras. Su restitución al suelo se puede regular mediante rotaciones con leguminosas y/o con el agregado de fertilizantes. La principal característica del Nitrógeno disponible aportado por el suelo o fertilizante, es su alta solubilidad en el agua del suelo. En suelos

manejados en sistemas de siembra directa el proceso de nitrificación es menor, por lo que se han observado también muy buenas respuestas a la fertilización nitrogenada. Los requerimientos del cultivo son muy bajos en los primeros 20 días posteriores a la emergencia, pero a partir de los 25 a 35 días, las necesidades de Nitrógeno aumentan mucho.

Si las necesidades de fertilización son grandes, conviene realizar un fraccionamiento, aplicando a la siembra un 30 – 50 % del total y el resto al estado de 5 - 6 hojas.

Las principales ventajas de la aplicación al estado de 5 - 6 hojas es que se reduce el riesgo de pérdidas del nutriente, especialmente por lixiviación (Mena, 2000).

Deficiencia de Nitrógeno

Deficiencias a partir de ese periodo afectan no sólo al rendimiento y sino también a la calidad de grano por disminución del contenido de proteína. Si los requerimientos totales de Nitrógeno no fueran muy elevados (hasta 50-60 kg/ha) se puede realizar una sola fertilización al sembrar, a unos 5 cm de profundidad y a un costado de la semilla, o hasta que el cultivo tenga de 5 ó 6 hojas (30 a 40 cm de altura), o sea, unos 25 días después de la emergencia. Las plantas jóvenes son achaparradas y raquíticas con hojas de un verde amarillento. En las plantas mayores, las puntas de las hojas más bajas son las que primero muestran el amarillamiento, el cual progresa hacia la vena central en una forma de "V", mientras los márgenes de las hojas se quedan verdes. En algunos casos ocurre un amarillamiento general de las hojas bajas. En los casos severos, las hojas de abajo se marchitan y se mueren de la punta hacia abajo (Fontanetto *et al*, 1999).

- **Fósforo (P):** Crecimiento de la planta, desarrollo de raíces y rendimiento de granos.

A diferencia del Nitrógeno, tiene escasa movilidad en el suelo, por su baja solubilidad. Para una adecuada eficiencia, el fertilizante debe aplicarse a la siembra, cerca de la semilla, preferentemente por debajo y al costado. La aplicación conjunta de Fósforo y Nitrógeno, sobre todo amoniacal, mejora la absorción del primero. Es por ello que los

fosfatos amónicos constituyen un excelente fertilizante, especialmente en sistemas de labranza mínima o siembra directa (Ercoli *et al*, 1996).

Deficiencia de Fósforo

Las señas de la carencia ocurren con más probabilidad durante el crecimiento inicial. Las carencias no severas usualmente causan el enanismo sin síntomas claros en las hadas. Las deficiencias más severas causan una coloración purpúrea que comienza a los puntos de las hojas más bajas (más viejas), las cuales comienzan a marchitarse y a morirse. Algunas variedades de sorgo no muestran la coloración purpúrea sino un color bronceado del mismo patrón.

En el sorgo, los síntomas generalmente desaparecen una vez que las plantas llegan a 40-45 cm, pero los rendimientos son severamente acortados. Las panojas de las plantas deficientes en P son un poco torcidas, tienen un espaciamiento irregular de semillas, y puntos sin semillas (Fontanetto *et al*, 1999)

- **Potasio (K):** Crecimiento inicial de la planta, formación de hojas grandes, formación de tallos y sistemas radiculares fuertes.

Este nutriente es muy necesario para el crecimiento temprano y el desarrollo de las hojas. Es poco móvil por su fijación a las arcillas del suelo (González, 1998).

Deficiencia de Potasio

Los márgenes de las hojas de abajo se ponen amarillas y mueren, comenzando al punto. Las plantas con deficiencias de potasio tienen entrenudos cortos y tallos débiles. Los tallos del maíz que se cortan a lo largo frecuentemente muestran nódulos de un color pardo oscuro. Las mazorcas de maíz de las plantas deficientes en Potasio frecuentemente son pequeñas y tienen puntos puntiagudos y de pocos granos. (Fontanetto *et al*, 1999).

- **Azufre (S):** La deficiencia de azufre puede ocasionar decoloración hacia un verde pálido en las hojas verdes.

Otro nutriente que está siendo considerado como limitante de la producción, es el Azufre (S). El mismo tiene un ciclo similar e incluso más complejo que el del Nitrógeno. Este último depende esencialmente de la materia orgánica y el Azufre también. Por ende, hay una fracción de S que está en la materia orgánica y que alimenta de S-SO₄ (azufre de sulfatos) a la fracción mineral y las plantas. Estas lo que necesitan tomar es S-SO₄, así como N-NO₃ para abastecer sus requerimientos de Nitrógeno (Fontanetto *et al*, 1999).

En el ciclo del Azufre intervienen mayor cantidad de microorganismos diferentes para poder desarrollarse en forma completa. (Narváez, 2005)

Deficiencia de Azufre

El enanismo, la maduración tardía, y un amarillamiento general de las hojas (a diferencia de la deficiencia por N) son las señas principales. A veces las venas se mantienen verdes, lo cual se puede interpretar como una deficiencia de Zinc o de Hierro. Sin embargo, las señas de carencia o deficiencia del Hierro y del Zinc son más probables en los suelos básicos o poco ácidos.

La deficiencia de Azufre puede ocasionar decoloración hacia un verde pálido en las hojas verdes. (Fontanetto *et al*, 1999).

Síntoma de deficiencia nutricional

Cuando las plantas sufren una disponibilidad insuficiente de nutrimentos, expresan unas características anormales visibles específicas para ese elemento.

En algunos casos, el tipo y cantidad de fertilizante puede ser recomendado en base a un diagnóstico visual inmediatamente, pero en la mayoría de los casos es necesario obtener información adicional del sistema agrícola tal como: análisis de nutrimentos, pH del suelo, nivel de materia orgánica, estatus de humedad del suelo, historial de uso de fertilizantes o plaguicidas.

Aunque cada nutriente produce unos síntomas de deficiencia característicos hay muchos factores que influyen sobre el diagnóstico, algunos de los cuales son:

1. Cultivo - Diferentes especies (cultivares, variedades) del mismo género pueden tener diferentes patrones, eficiencia, de utilización de nutrimentos. Por ende tienen mayor o menor susceptibilidad a mostrar las deficiencias visuales.

2. Estrés - Un síntoma de deficiencia puede resultar de un estrés sobre la planta no relacionado a la nutrición. Esto reduce la habilidad de la planta a obtener nutrimentos, aunque estos existan en niveles adecuados en el suelo.

3. Deficiencias leves - Deficiencias nutricionales leves pueden resultar en síntomas no definitivos que son difíciles de distinguir de otros síntomas de deficiencia nutricional.

4. Deficiencias múltiples – Esto ocurre cuando dos o más deficiencias enmascaran o alteran la apariencia de síntomas individuales. Por ejemplo, una deficiencia de N puede enmascarar otras deficiencias y por ende otros síntomas.

El diagnóstico visual requiere de un enfoque sistemático. Aunque existen 13 nutrimentos que expresan síntomas de deficiencia, el diagnóstico de estos puede ser simplificado evaluando el tipo de síntoma (clorosis, enanismo) y localización del síntoma (hojas viejas, hojas jóvenes). Algunos de los tipos de síntoma son:

- **Clorosis o amarillamiento uniforme o en los bordes** - El síntoma más común se debe a una falta en el desarrollo de la clorofila. Las hojas cloróticas varían su color desde un verde claro a un color amarillo.

- **Clorosis intervenal** - Las venas de la hoja se mantienen verde mientras el tejido entre-medio de las hojas se torna amarillo.

- **Necrosis** - Ocurre muerte o secamiento del tejido asociada con deshidratación y decoloración de los órganos de la planta. Daños asociados con sequía, herbicidas, enfermedades y exceso de sales también pueden causar necrosis.

- **Enanismo** - Una reducción en la tasa de crecimiento está asociado a casi todos los síntomas nutricionales. La forma del enanismo puede variar con la deficiencia.

- **Coloración anormal** - Algunas deficiencias nutricionales están caracterizadas por coloraciones rojas, púrpura, marrón o verde-oscuro. Coloración rojizo-púrpura se debe a la acumulación de antocianina en el tejido. (Andrade *et al*, 1996).

2.8. Principales plagas

Según Ibar (2008), las principales plagas del sorgo son las siguientes:

| Plagas del cultivo | Descripción |
|---|---|
| <i>Heliothis</i> sp. Gusano del choco (<i>Spodoptera frugiperda</i>) | Es un lepidóptero que ataca a numerosas plantas. A veces se confunden los ataques de <i>Heliothis</i> con los de gardama; pero como los medios de lucha de esta última son los mismos que para el <i>Heliothis</i> . |
| Gusano soldado (<i>Spodoptera exigua</i>) | La palomilla de este insecto pone sus huevos en las hojas en grupos, son de color blanco amarillento y cubiertos de pelusa. Las larvas recién salidas raspan la superficie de las hojas, luego se alimentan de los márgenes de las hojas, avanzando hacia el centro de ésta dejando solamente la nervadura central. |
| Arañuela o araña roja (<i>Tetranychus</i> sp.) | La araña roja es un pequeño ácaro, apenas visible a simple vista, que produce grandes daños en numerosas plantas. Viven en el envés de las hojas. |
| Mosquita de la panoja (<i>Contarinia sorghicola</i>) | Ataca durante la floración, causando pérdidas cercanas al 100 % si no se controla oportunamente. Esta mosca pone los huevos en las flores, y sus larvas se alimentan del grano en formación, impidiendo su desarrollo y causando la pérdida de éste. |

2.8.1. Principales enfermedades

- Roya del sorgo (*Puccinia sorghi*),
- Mancha zonada de la hoja (*Gloeocercospora sorghi*),
- Carbón
- Mancha gris de la hoja (*Cercospora sorghi*),
- Antracnosis y/o pudrición roja (*Colletotrichum graminicola*) (Enciclopedia Agricultura y Ganadería, 2006).

2.9. Cosecha

Aproximadamente a los 30 días después de la floración, el grano de sorgo alcanza su madurez fisiológica y se forma una capa negra en el hilo, que corta el movimiento de productos asimilados y agua del resto de la planta al grano.

En este estado, el grano tiene un contenido de humedad de cerca de 30 a 35 % y continuara perdiendo humedad por los 25 días siguientes, hasta alcanzar alrededor de 15 %, un nivel que se considera adecuado para la cosecha. En caso de un almacenaje de larga duración, la humedad del grano no debe pasar del 12 % (Pérez, 2000).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización

El trabajo experimental se llevó a cabo durante la época seca de 2011, en la Granja Experimental “Limoncito”, perteneciente a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. La granja pertenece a la parroquia Julio Moreno, cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena⁴.

3.2. Características Climáticas.

Según la clasificación ecológica de Holdridge, la zona corresponde al bosque Tropical seco y sus características son las siguientes⁵:

| | |
|-----------------------------------|------------------|
| Altitud | 17 msnm |
| Humedad relativa | 75 % |
| Temperatura promedio anual | 25 °C |
| Textura | Franco arcilloso |
| pH | 6.8 |

3.3. Materiales

- Bandejas
- Semillas
- Rastrillos
- Machetes
- Piolas
- Estacas
- Agua
- Calculadora
- Abonos orgánicos
- Palas
- Clavos
- Carretilla

⁴ Fuente: Página web de la UCSG

⁵ Fuente: Página web del INAMHI

- Balanza digital

3.4. Factores estudiados

Los factores en estudio fueron cuatro niveles de fertilizantes y tres distancias de siembra.

3.5. Tratamientos estudiados

Se utilizó el híbrido de sorgo '82G55'. Se estudiaron cuatro niveles de fertilizantes:

- F1: 160 kg N/ha ;
- F2: 160 kg N/ha + 40kg P₂O₅/ha;
- F3: 160 kg N/ha + 40kg P₂O₅ /ha + 40kg K₂O/ha;
- F4: 160 kg N/ha + 40kg P₂O₅ /ha + 40kg K₂O/ha + 60kg S/ha
- y un testigo absoluto F5.

También se estudiaron tres distancias de siembra:

- D1: 0.80 m x 0.25m;
- D2: 0.80 m x 0.35 m, y
- D3: 0.80 m x 0.45 m.

Lo anotado generó un Experimento Factorial $4 \times 3 + 1 = 13$ tratamientos. Las dosis de los fertilizantes correspondió a kg/ha. El P y K se aplicó a la siembra y el N y S a los 20 y 40 días de edad del cultivo.

3.5.1. Combinaciones de tratamientos

| No. de Tratamientos | Fertilizantes | Distancia |
|---------------------|---------------|-----------|
|---------------------|---------------|-----------|

Las combinaciones de los tratamientos se indicaron a continuación:

| | | |
|----|------------------|----|
| 1 | F1 | D1 |
| 2 | F1 | D2 |
| 3 | F1 | D3 |
| 4 | F2 | D1 |
| 5 | F2 | D2 |
| 6 | F2 | D3 |
| 7 | F3 | D1 |
| 8 | F3 | D2 |
| 9 | F3 | D3 |
| 10 | F4 | D1 |
| 11 | F4 | D2 |
| 12 | F4 | D3 |
| 13 | Testigo Absoluto | |

3.6. Diseño experimental.

El diseño experimental empleado fue el de Bloques Completos al Azar en arreglo factorial $4 \times 3 + 1$, con tres repeticiones. El tamaño de parcela fue de cuatro surcos, distanciados entre ellos a 0.80 m. El largo del surco fue de 6 m. La parcela útil estuvo constituida por dos surcos centrales.

3.7. Análisis de la varianza

El esquema del análisis de la varianza se indica a continuación:

ANDEVA

| F.de V. | GL |
|----------------------|------|
| Repeticiones | 2 |
| Tratamiento | (12) |
| Factorial | 11 |
| Fertilizantes | 3 |
| Población | 2 |
| Interacción F*P | 6 |
| Testigo vs Factorial | 1 |
| Error | 24 |
| Total | 38 |

3.8. Análisis funcional

Las comparaciones de las medias de los tratamientos se realizaron mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad.

3.9. Delineamiento experimental.

Para el manejo del ensayo se consideraron los siguientes aspectos:

| | |
|--------------------------------------|-----------------------|
| Número de repeticiones | 3 |
| Número de tratamientos | 13 |
| Número total de parcelas | 36 |
| Número de hileras por parcela | 4 |
| Número de hileras útiles por parcela | 2 |
| Distanciamiento entre repeticiones | 1.5 m |
| Distanciamiento entre hileras | 0.80 m |
| Distanciamiento entre sitios | 0.25m; 0.35 m y 0.45m |
| | |
| Largo de parcela | 6 m |
| Ancho de parcela | 3.20 m |
| Forma de parcela | Rectangular |

| | |
|--|-----------------------|
| Área de parcela (3.20 m x 6 m) | 19.20 m ² |
| Área útil de parcela (1.60 m x 6 m) | 9.60 m ² |
| Área del ensayo (21 m x 41.60 m) | 873.60 m ² |
| Área útil del ensayo (36 x 9.60 m ²) | 345.60 m ² |

3.10. Manejo del ensayo.

Durante el desarrollo del trabajo se realizaron las siguientes labores agrícolas:

- **Adecuación de terreno**

La adecuación del terreno consistió en eliminar malezas y residuos grandes del campo de tal forma que quede expedito para la siembra.

- **Preparación del suelo**

Primeramente se realizó un pase de arado y dos pases de rastra pesada, se realizó el surcado del área experimental a 0.80 m entre hileras.

- **Desinfección de la semilla**

Se desinfectó con fungicida Vitavax 300 y el insecticida Larvin 375F, en dosis de 3 g 8 cc por kg de semilla, respectivamente.

- **Siembra**

La siembra se realizó utilizando semillas certificadas, a una distancia de 0.80 m entre hileras y 0.25 m; 0.35 m y 0.45 m entre sitios.

- **Fertilización**

La fertilización se efectuó utilizando abonos convencionales. Los fertilizantes utilizados dependieron del protocolo establecido para la investigación.

- **Combate de plagas**

El combate de plagas en el cultivo se realizó de acuerdo a la presencia de plagas y su incidencia en el cultivo.

- **Cosecha y trilla**

Se realizó en estado seco y fue en forma manual en los dos surcos centrales del área útil de cada parcela. La trilla se efectuó con una máquina estacionaria.

3.11. Variables estudiadas.

Según el caso, las variables se registraron en cinco plantas tomadas al azar de cada parcela útil, luego se procedió a promediar.

a) Altura de planta (cm)

Se midió en cm desde nivel del suelo hasta la inserción de la hoja bandera en cinco plantas tomadas al azar, en los dos surcos centrales, luego se procedió a promediar.

b) Altura de panoja (cm)

En las mismas cinco plantas tomadas para altura de planta se determinó la altura de panoja en cm, midiéndose desde el nivel del suelo hasta la inserción de la panoja superior en el tallo.

c) Largo de Panoja (cm)

La variable se registró desde el nudo auxiliar hasta el ápice de la Panoja.

d) Número total de panojas cosechadas

La variable se registró en los dos surcos centrales de cada tratamiento.

e) Peso de panojas (g)

La variable se registró en gramos y en tres panojas tomadas al azar de cada parcela útil.

f) Peso total de panojas (kg)

Las panojas cosechadas en los dos surcos centrales se procedieron a pesarlas expresándose en kilogramos.

g) Rendimiento (kg/ha)

Las panojas cosechadas en los dos surcos centrales se procederá a trillarlas y, el grano obtenido se pesó expresándose en kg/ ha.

4. RESULTADOS

Durante el trabajo de investigación se evaluaron cuatro niveles de fertilizantes, y tres distancias de siembra en el híbrido de Sorgo 82G55. Los tratamientos fueron evaluados durante la época seca. Los resultados experimentales obtenidos durante el desarrollo del estudio se indican a continuación:

4.1. Altura de Planta (cm)

Los promedios de altura de planta se presentan en los Cuadros 1 y 1A de Anexos. En fertilizantes se observó que los tratamientos: 160 kg N/ha + 40 kg P₂O₅ /ha + 40 kg K₂O/ha y 160 kg N/ha + 40 kg P₂O₅ /ha + 40 kg K₂O/ha + 60 kg S/ha, con 111 cm, para cada caso, fueron los que alcanzaron el promedio más alto; en cambio, con el tratamiento 160 kg N/ha ocurrió lo contrario al haber presentado un valor de 103 cm. En distancias de siembra la diferencia encontrada en los promedios generales fue de apenas 1 cm.

Al comparar los promedios del experimento factorial con el promedio del testigo se encontró en el primer caso el valor fue de 109 cm y para los testigos de 113 cm.

Al realizar el análisis de la varianza (Cuadro 2A) se determinó que no hubo diferencias significativas en ninguna fuente de variación. El promedio general fue de 109 cm y el C.V. de 6.53 %.

4.2. Altura de Panoja (cm)

En los Cuadros 2 y 3A de Anexos se presentan los promedios de altura de panoja expresados en cm. En los promedios de fertilizantes se observó una variación entre los cuatro tratamientos evaluados de 6 cm a favor del tratamiento 160 kg N/ha + 40 kg P₂O₅/ha + 40 kg k₂₀/ha + 60 kg S/ha, mientras que en distancias de siembra la variación encontrada en los tres tratamientos fue de 5 cm a favor de la distancia 0.45 m.

Al comparar los promedios obtenidos entre el factorial y los testigos se determinó para el primer caso un valor de 126 cm y para los testigos un promedio de 129 cm. Al realizar el análisis de la varianza (Cuadro 4A) se determinó que no hubo diferencia

significativas en ninguna fuente de variación. El promedio general fue de 126 cm y el C.V fue de 6.38 %.

Cuadro 1. Promedios de altura de planta determinados en cm en el híbrido de sorgo '82G55' evaluado a través de cuatro niveles de fertilizantes y tres distancias de siembra en la Granja Limoncito. UCSG, 2012.

| Fertilizantes | Distancias entre sitios (cm) | | | \bar{x}_F |
|--|------------------------------|------|------|--------------------|
| | 0.25 | 0.35 | 0.45 | |
| 160 kg N/ha | 103 | 106 | 101 | 103 ^{NS} |
| 160 kg N/ha + 40 kg P ₂ O ₅ /ha | 112 | 105 | 111 | 109 |
| 160 kg N/ha + 40kg P ₂ O ₅ /ha + 40kg K ₂ O/ha | 111 | 112 | 110 | 111 |
| 160 kg N/ha + 40 kg P ₂ O ₅ /ha + 40 kg K ₂ O/ha + 60 kg S/ha | 106 | 112 | 115 | 111 |
| \bar{x}_D | 108 ^{NS} | 109 | 109 | 109 |
| \bar{x} Factorial | | | | 109 ^{NS} |
| \bar{x} Testigo | | | | 113 |
| Fcal. Fertilizantes | | | | 2.31 ^{NS} |
| Fcal. Distancias | | | | 0.12 ^{NS} |
| Fcal. Int Fertilizantes x Distancias | | | | 0.77 ^{NS} |
| Fcal. Factorial vs Testigo | | | | 1.22 ^{NS} |
| C.V (%) | | | | 6.53 |

NS= No Significativo

Cuadro 2. Promedios de altura de panoja determinados en cm en el híbrido de sorgo '82G55' evaluados bajo cuatro niveles de fertilizantes y tres distancias de siembra en la Granja Limoncito. UCSG, 2012.

| Fertilizantes | Distancias entre sitios (cm) | | | |
|---|-------------------------------------|-------------|-------------|------------------------------|
| | 0.25 | 0.35 | 0.45 | \bar{x}F |
| 160 kg N/ha | 119 | 125 | 122 | 122 ^{NS} |
| 160 kg N/ha + 40 kg P ₂ O ₅ /ha | 132 | 122 | 127 | 127 |
| 160 kg N/ha + 40kg P ₂ O ₅ /ha + 40kg K ₂ O/ha | 124 | 128 | 128 | 127 |
| 160 kg N/ha + 40 kg P ₂ O ₅ /ha + 40 kg K ₂ O/ha + 60 kg S/ha | 121 | 126 | 127 | 128 |
| \bar{x} D | 124 ^{NS} | 125 | 129 | 126 |
| \bar{x} Factorial | | | | 126 ^{NS} |
| \bar{x} Testigo | | | | 129 |
| Fcal. Fertilizantes | | | | 0.98 ^{NS} |
| Fcal. Distancias | | | | 1.08 ^{NS} |
| Fcal. Int Fertilizantes x Distancias | | | | 1.34 ^{NS} |
| Fcal. Factorial vs Testigo | | | | 0.39 ^{NS} |
| C.V (%) | | | | 6.38 |

NS= No Significativo

4.3. Largo de Panoja (cm)

En los Cuadros 3 y 5A y Anexos se presentan los promedios de largo de panoja expresados en cm. En los promedios de fertilizantes se encontró una variación entre los cuatro tratamientos evaluados de únicamente de 2 cm a favor del tratamiento 160 kg N/ha; mientras que en distancias de siembra la variación encontrada en los tres tratamientos fue de apenas de 1cm a favor de la distancia 0.35 m.

Al comparar los promedios obtenidos entre el factorial y los testigos se determinó para el primer caso un valor de 29 cm y para los testigos un promedio de 25 cm.

Al realizar el análisis de la varianza (Cuadro 6A) se determinó diferencias altamente significativas en repeticiones y en factorial vs testigo, mientras que en las demás fuentes de variación no se detectaron variaciones significativas. El promedio general fue de 29 cm. El C.V. fue de 6.06 %.

4.4. Panojas Totales Cosechadas

Los promedios de panojas cosechadas se presentan en los Cuadros 4 y 7A de Anexos. En fertilizantes se observó que los tratamientos 160 kg N/ha + 40 kg P₂O₅ /ha + 40 kg K₂O/ha y 160 kg N/ha + 40kg P₂O₅ /ha + 40 kg K₂O/ha + 60 kg S/ha con 111 panojas y 109 panojas respectivamente fueron los que alcanzaron los promedios más altos, seguidos por el tratamiento 160 kg N/ha + 40 kg P₂O₅/ha con 108 panojas , en cambio con el tratamiento 160 kg N/ha ocurrió lo contrario al haber presentado un valor de 103 panojas, mientras que en distancias de siembra la variación encontrada en los tres tratamientos fue de apenas 1 panoja a favor de la distancia 0.45 m.

Al comparar los promedios del experimento factorial con el de los testigos se encontró que en el primer caso el valor fue de 108 panojas y para los testigos de 105 panojas.

Al realizar el análisis de la varianza (Cuadro 8A) se determinó diferencias altamente significativas en repeticiones, mientras que en las demás fuente de variación no se

detectaron variaciones significativas. El promedio general fue de 108 panojas y el C.V fue de 11.18 %.

Cuadro 3. Promedios de largo de panoja determinados en cm, en el híbrido de sorgo '82G55' evaluados bajo cuatro niveles de fertilizantes y tres distancias de siembra en la Granja Limoncito. UCSG, 2012.

| Fertilizantes | Distancia entre sitios (cm) | | | \bar{x}_F |
|---|-----------------------------|------|------|---------------------|
| | 0.25 | 0.35 | 0.45 | |
| 160 kg N/ha | 30 | 30 | 30 | 30 ^{NS} |
| 160 kg N/ha + 40 kg P ₂ O ₅ /ha | 28 | 29 | 30 | 29 |
| 160 kg N/ha + 40 kg P ₂ O ₅ /ha + 40 kg K ₂ O/ha | 28 | 30 | 27 | 28 |
| 160 kg N/ha + 40 kg P ₂ O ₅ /ha + 40 kg K ₂ O/ha + 60 kg S/ha | 28 | 29 | 28 | 29 |
| \bar{x}_D | 29 ^{NS} | 30 | 29 | 29 |
| \bar{x} Factorial | | | | 29 ^{**} |
| \bar{x} Testigo | | | | 25 |
| Fcal. Fertilizantes | | | | 1.08 ^{NS} |
| Fcal. Distancias | | | | 0.76 ^{NS} |
| Fcal. Int Fertilizantes x Distancias | | | | 1.18 ^{NS} |
| Fcal Factorial vs Testigo | | | | 12.80 ^{**} |
| C.V (%) | | | | 6.06 |

NS= No Significativo

**= Altamente Significativo

Cuadro 4. Promedios del Número de panojas cosechadas en el híbrido de sorgo '82G55' evaluados bajo cuatro niveles de fertilizantes y tres distancias de siembra en la Granja Limoncito. UCSG, 2012.

| Fertilizantes | Distancia entre sitios (cm) | | | \bar{x}_F |
|---|-----------------------------|------|------|--------------------|
| | 0.25 | 0.35 | 0.45 | |
| 160 kg N/ha | 99 | 104 | 105 | 103 ^{NS} |
| 160 kg N/ha + 40 kg P ₂ O ₅ /ha | 114 | 108 | 103 | 108 |
| 160 kg N/ha + 40 kg P ₂ O ₅ /ha + 40 kg K ₂ O/ha | 110 | 111 | 112 | 111 |
| 160 kg N/ha + 40 kg P ₂ O ₅ /ha + 40 kg K ₂ O/ha + 60 kg S/ha | 104 | 108 | 115 | 109 |
| \bar{x}_D | 107 ^{NS} | 108 | 109 | 108 |
| \bar{x} Factorial | | | | 108 ^{NS} |
| \bar{x} Testigo | | | | 105 |
| Fcal. Fertilizantes | | | | 0.80 ^{NS} |
| Fcal. Distancias | | | | 0.08 ^{NS} |
| Fcal. Int Fertilizantes x Distancias | | | | 0.54 ^{NS} |
| Fcal Factorial vs Testigo | | | | 0.09 ^{NS} |
| C.V (%) | | | | 11.18 |

NS= No Significativo

4.5. Peso de Panojas (g)

En los Cuadros 5 y 9 A de Anexos se presentan los promedios del peso de panojas expresados en gramos. En los promedios de fertilizantes se observó una variación entre los cuatro tratamientos evaluados de 14 gramos a favor del tratamiento 160 kg N/ha + 40 kg P₂O₅ /ha + 40 kg K₂O/ha; mientras que en distancias de siembra la variación encontrada en los tres tratamientos fue de 7 gramos a favor de la distancia 0.35 m.

Al comparar los promedios obtenidos entre factorial y los testigos se determinó en el primer caso un valor de 86 gramos y para los testigos un promedio de 67 gramos.

El análisis de la varianza (Cuadro 10A) determinó que no hubo diferencias significativas en ninguna fuente de variación. El promedio general fue de 86 gramos y el C.V de 25.90 %.

4.6. Peso Total de Panojas (kg)

Los promedios del peso total de panojas se presentan en los Cuadros 6 y 11A de Anexos. En fertilizantes se observó que los tratamientos 160 kg N/ha + 40 kg P₂O₅/ha y 160 kg N/ha + 40 kg P₂O₅ /ha + 40 kg K₂O/ha con 7 kg en cada caso fueron los que alcanzaron los promedios más altos; en cambio con los tratamientos 160 kg N/ha y 160 kg N/ha + 40 kg P₂O₅/ha, ocurrió lo contrario al haber presentado cada uno, un valor de 6 kg .

En distancias de siembra la diferencia encontrada en los promedios generales fue de 1 kg a favor de la distancia 0.25 m.

Al comparar los promedios del experimento factorial con el del testigo, se determinó en los dos casos un promedio de 6 kg.

Al realizar el análisis de la varianza (Cuadro 12A) se obtuvo que no hubo diferencias significativas en ninguna fuente de variación. El promedio general fue de 6 kg y el C.V de 12.88 %.

Cuadro 5. Promedios, del Peso de Panoja (g) cosechadas en el híbrido de sorgo '82G55' evaluados bajo cuatro niveles de fertilizantes y tres distancias de siembra en la Granja Limoncito. UCSG, 2012.

| Fertilizantes | Distancia entre sitios (m) | | | \bar{X}_F |
|---|----------------------------|------|------|--------------------|
| | 0.25 | 0.35 | 0.45 | |
| 160 kg N/ha | 93 | 82 | 63 | 80 ^{NS} |
| 160 kg N/ha + 40 kg P ₂ O ₅ /ha | 73 | 97 | 91 | 87 |
| 160 kg N/ha + 40 kg P ₂ O ₅ /ha + 40 kg K ₂ O/ha | 89 | 107 | 87 | 94 |
| 160 kg N/ha + 40 kg P ₂ O ₅ /ha + 40 kg K ₂ O/ha + 60 kg S/ha | 91 | 73 | 89 | 84 |
| \bar{X}_D | 87 ^{NS} | 90 | 83 | 86 |
| \bar{X} Factorial | | | | 86 ^{NS} |
| \bar{X} Testigo | | | | 67 |
| Fcal. Fertilizantes | | | | 0.70 ^{NS} |
| Fcal. Distancias | | | | 0.29 ^{NS} |
| Fcal. Int Fertilizantes x Distancias | | | | 1.17 ^{NS} |
| Fcal. Factorial vs Testigo | | | | 2.22 ^{NS} |
| C.V (%) | | | | 25.90 |

NS= No Significativo

Cuadro 6. Promedios, del Peso por Panoja determinados en el híbrido de sorgo '82G55' evaluados bajo cuatro niveles de fertilizantes y tres distancias de siembra en la Granja Limoncito. UCSG, 2012.

| Fertilizantes | Distancia entre sitios (m) | | | \bar{x}_F |
|--|----------------------------|------|------|--------------------|
| | 0.25 | 0.35 | 0.45 | |
| 160 kg N/ha | 6 | 6 | 7 | 6 ^{NS} |
| 160 kg N/ha + 40 kg P ₂ O ₅ /ha | 7 | 9 | 7 | 7 |
| 160 kg N/ha + 40 kg P ₂ O ₅ /ha + 40 kg K ₂ O/ha | 7 | 7 | 6 | 7 |
| 160 kg N/ha + 40 kg P ₂ O ₅ /ha + 40 kg K ₂ O/ha + 60kg S/ha | 6 | 6 | 6 | 6 |
| \bar{x}_D | 7 ^{NS} | 6 | 6 | 6 |
| \bar{x} Factorial | | | | 6 ^{NS} |
| \bar{x} Testigo | | | | 6 |
| Fcal. Fertilizantes | | | | 0.97 ^{NS} |
| Fcal. Distancias | | | | 0.64 ^{NS} |
| Fcal. Int Fertilizantes x Distancias | | | | 1.13 ^{NS} |
| Fcal. Factorial vs Testigo | | | | 0.77 ^{NS} |
| C.V (%) | | | | 12.88 |

NS= No Significativo

4.7. Rendimiento (kg/ha)

En los Cuadros 7 y 13A de Anexos se presentan los promedios del rendimiento expresados en kg/ha. En los promedios de fertilizantes se observó que los tratamientos 160 kg N/ha + 40kg P₂O₅/ha y 160 kg N/ha + 40 kg P₂O₅ /ha + 40 kg K₂O/ha + 60 kg S/ha, con 6519 kg/ha y 6108 kg/ha, respectivamente obtuvieron los valores más altos; en cambio, con los tratamientos 160 kg N/ha y 160 kg N/ha + 40 kg P₂O₅ /ha + 40 kg K₂O/ha ocurrió lo contrario al observar un valor de 5871 kg/ha y 6098 kg/ha respectivamente. En distancias de siembra la diferencia encontrada fue de 158 kg/ha a favor de la distancia 0.25 m.

Al comparar los promedios obtenidos entre el Factorial y los Testigos se determinó para el primer caso un valor de 6149 kg/ha y para los testigos un promedio de 5140 kg/ha.

Al realizar el análisis de la varianza (Cuadro 14A) se determinó que hubo diferencia significativas en Factorial vs Testigo, mientras que en las demás fuentes de variación no se detectaron variaciones significativas. El promedio general fue de 6149 kg/ha y el C.V de 12.91 %.

Cuadro 7. Promedios del Rendimiento determinados en kg/ha, en el híbrido de sorgo '82G55' evaluados bajo cuatro niveles de fertilizantes y tres distancias de siembra en la Granja Limoncito. UCSG, 2012.

| Fertilizantes | Distancia entre sitios (m) | | | \bar{X}_F |
|--|----------------------------|------|------|--------------------|
| | 0.25 | 0.35 | 0.45 | |
| 160 kg N/ha | 5698 | 5566 | 6349 | 5871 ^{NS} |
| 160 kg N/ha + 40 kg P ₂ O ₅ /ha | 6591 | 6381 | 6584 | 6519 |
| 160 kg N/ha + 40 kg P ₂ O ₅ /ha + 40 kg K ₂ O/ha | 6274 | 6564 | 5457 | 6098 |
| 160 kg N/ha + 40 kg P ₂ O ₅ /ha + 40 kg K ₂ O/ha + 60kg S/ha | 6267 | 5690 | 6368 | 6108 |
| \bar{X}_D | 6208 ^{NS} | 6050 | 6190 | 6149 |
| \bar{X} Factorial | | | | 6149 [*] |
| \bar{X} Testigo | | | | 5140 |
| Fcal. Fertilizantes | | | | 1.06 |
| Fcal. Distancias | | | | 0.14 |
| Fcal. Int Fertilizantes x Distancias | | | | 1.01 |
| Fcal. Factorial vs Testigo | | | | 4.58 [*] |
| C.V (%) | | | | 12.91 |

NS= No Significativo

*= Significativo

5. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos de los cuatro niveles de fertilizantes y tres distancias de siembra del sorgo 82G55, se determinó lo siguiente:

En lo que se refiere a la altura de planta, los tratamientos presentaron un promedio general de 109 cm, valor que se considera que concuerda con lo que afirma Pérez (1994), quien manifiesta que la altura de planta puede variar de 45 cm a más de 4 m y, que la forma de crecimiento de la planta es influenciado, por las condiciones ambientales. En cuanto a los fertilizantes estudiados al no haberse detectado diferencias significativas en la variable, ni en la comparación del Factorial con el Testigo absoluto, lo que puede interpretar afirmando de que en el terreno donde se llevo el ensayo estaban presentes los elementos estudiados, afirmación que se respalda con lo determinado en el testigo, que incluso presenta un crecimiento superior en 4 cm. Según Engormix (2012) la distancia ideal es de 0.60 m en este trabajo de investigación se utilizo 0.80 m lo cual la diferencia no fue significativa (1 cm).

La altura de panoja los resultados indican que la altura de la panoja no tiene relación con la aplicación de fertilizantes y distintas distancias de siembra ya que no existieron diferencias significativas entre el testigo y ninguno de los tratamientos.

En cuanto a largo de panoja con la mejor fertilización se obtuvo 2 cm de diferencia que no está dentro del rango de Poehlman (2003). El promedio general fue de 29 cm superando lo dicho por Poehlman (2003) en un 16 %, mientras que en distancias no tiene diferencias significativas.

En la variable panojas cosechadas con la mejor fertilización nos dio como resultado 115 panojas obteniendo un 16 % más que las otras mezclas de fertilizantes utilizadas en el ensayo. En cuanto a la distancia de siembra, no tuvo significancia ya que solo vario de 1 a 2 panojas.

En peso de panoja se tuvo un mejor resultado utilizando 160 kg N/ha + 40 kg P₂O₅ /ha + 40 kg K₂O/ha dando un peso promedio de 107 gramos superando lo dicho por Poehlman (2003) en un 18 %. La distancia de 0.35 metros arrojó un mejor resultado que el resto, pero no tuvo diferencia significativa, dando una varianza de 6 gramos.

En el peso total de panoja, el resultado fue de 9 kilogramos promedio por saco utilizando el 160 kg N/ha + 40 kg P₂O₅/ha, que está dentro del rango de lo redactado por revista Lideres (2010). No hubo significancia en cuanto a distancia de siembra.

En lo que se refiere a rendimiento en el fertilizante 160 kg N/ha + 40 kg P₂O₅/ha se tuvo un rendimiento de 6591 kg/ha, en una distancia de 0.25m valor que está por debajo del rango que determinó la revista “Lideres” en un 3 %.

El rendimiento más bajo fue el de 160 kg N/ha + 40 kg P₂O₅ /ha + 40 kg K₂O/ha y una distancia de 0.45 m con 5457 kg/ha que indica un 20 % menos de lo dicho por la revista “Lideres”.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Después de haber culminado el trabajo de investigación y de haber realizado los análisis correspondientes, se llegó a las siguientes conclusiones:

- Los fertilizantes y distancias entre sitios estudiados, no inciden en el crecimiento altura de planta y de panoja del híbrido de sorgo '82G55'.
- Los fertilizantes y distancias entre sitios no influyen en la expresión de largo de panoja, sin embargo al comparar los resultados con los del testigo este último presenta una menor expresión.
- La variable total de panojas cosechadas los efectos de fertilizantes y distancia entre sitios no influye en la expresión de dicha variable.
- En el promedio del peso de panoja cosechada y en el peso total de panojas se observa que el híbrido de sorgo '82G55' no es influenciado por los fertilizantes, distancias de siembra y la interacción correspondiente.
- En el rendimiento, pese a no haberse detectado diferencias estadísticas con el tratamiento 160 kg N/ha + 40 kg P₂O₅/ha, se obtiene las mayores producciones, tendencia que se representa numéricamente mayor en la distancia 0.25 m. Los resultados obtenidos se consideran confiables debido a que su C.V. fue bajo.

6.2 Recomendaciones

De acuerdo a lo mencionado anteriormente se recomienda lo siguiente:

- Repetir el ensayo con nuevas dosis de fertilizantes para confirmar o reconfirmar los resultados obtenidos.

- Continuar con evaluaciones de híbridos de Sorgo conjuntamente con prácticas agrícolas en la zona de Limoncito.

BIBLIOGRAFÍA

- Andrade, F., Echeverría, H., González, N., Uhart, S y Darwich N. 1996. Requerimientos de nitrógeno, fosforo y potasio de los cultivos de sorgo, maíz y soya. CERBAS, EEA INTA Balcarce, Boletín Técnico 134. 17 p.
- Carrero, P. 2008. El sorgo. Editorial Mundi Prensa libros. 13- edición. 775 p.
- Compton, L. P. 1990. Agronomía del sorgo. Instituto Internacional para el mejoramiento en cultivos para los trópicos semiáridos (ICRISAT), India. 301 p.
- Ercoli, L., Marco, M., Masoni, A. y Massantini, F. 1996. Effect of temperature and phosphorus fertilization on phosphorus and nitrogen uptake by sorghum. *Crop Science* 36: 348-354.
- Enciclopedia Practica del la Agricultura y la Ganadería. 2006. sf. Sorgo (*sorghum* spp). Familia Gramíneae o Poaceae. Océano/Centrum. Barcelona, España. p. 324-329.
- Engormix. 2011. Fecha de consulta: 23 de julio del 2011. Disponible en: <http://www.engormix.com/MA-agricultura/pasturas/articulos/consideraciones-cultivo-sorgo-granifero-t1688/089-p0.htm>
- Fontanetto, H., Keller, O., Borsarelli, J. y Gagliano, C. 1999. Efecto del nitrógeno y del azufre en sorgo y maíz. INTA, Estación Experimental Agropecuaria Rafaela; Macrorregión pampeana Norte. Publicación Miscelánea N° 89 : 139-141
- González, R. 2000. Prueba de rendimiento de híbridos y variedades de sorgo granífero con bajo contenido de taninos. IV Curso sobre Producción de Sorgo del 04 al 08 de diciembre. Asoportuguesa. Araure. Estado Portuguesa. pp. I-XI
- González, R. 1998. Fechas de siembra y la fertilización sobre el comportamiento de dos cultivares comerciales de sorgo granífero en Portuguesa. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 15 (6): 583-593.

- House, L. R. 1982. El Sorgo; Guía para su mejoramiento genético. Universidad Autónoma Chapingo. México. 425 p.
- Juanazo, C. 1998, Respuesta a diferentes niveles de fertilización de N-P-K cantón Playas CEDEGE.
- Kuehl, R.O. 2001. Diseño de experimentos; principios estadísticos de diseño y análisis de investigación. Traducido del inglés por Marcia González Osuna. 2^a ed. Thomson – Learning. México. 666 p.
- Little, T. y F. Hills. 1990. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. México. Trillas. 270 p.
- Mena, H., Jiménez, R. and E. Georgis. 2000. Ensayos regionales uniformes de sorgo graníferos. INIA - Ceniap - Maracay. 23 p.
- Murty, D. S., Tabo, R. and Ajayi. O. 1994. (ICRISAT). Andhra Pradesh, India. Information Bulletin No. 41. 67 p.
- Narváez, A. 2005. tesis de grado manejo de el nitrógeno en el comportamiento de los híbridos. INIAP.
- Ibar, L. 2008. El sorgo: cultivo y aprovechamiento. 2da edición. Editorial AEDOS. 161 p.
- Infoagro. 2010. Sorghum bicolor L (en línea). Fecha de consulta: 20 de julio del 2010. Disponible en: <http://www.infoagro.com/herbaceos/forrajes/sorgo.htm>
- Pérez, A. J. 2000. Cultivos I; Cereales- leguminosas-oleaginosas. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Facultad de Ciencias Agrarias. Bogotá-Colombia. Unad. p. 398-413.

Poehlman, J. M. 2003. Mejoramiento Genético de las cosechas. Traducido del inglés al Español por Manuel Guzmán Ortiz y Mario Alberto Hernández Cuapio. 2da edición. . México. Limusa. p 361-382.

Revista Lideres. 2010. Artículo “El sorgo es vital para alimentos y combustible
Fecha de consulta: 20 de julio del 2010. Disponible en:
<http://www.revistalideres.ec/Otros/sectores/ListadoOtrosSectores/LD090720P20ENPERSPECTIVA.aspx>.

El cultivo del sorgo granífero; Guía técnica (en línea) fecha de consulta: 08/07/08.
Disponible en: www.buscagro.com Sorgo.2007

Varvel, G.E. y Peterson, T.A. 1995. Precipitation use efficiency of soybean and grain Sorghum in monoculture and rotation Soil Sci. Soc. Am. J., 95:

ANEXOS

Cuadro 1A. Valores de la altura de planta (cm) determinados en el sorgo 82G55 a través de la evaluación de fertilizantes y poblaciones de plantas. Sector Limoncito, Provincia de Santa Elena. UCSG, 2012.

| Altura de Planta (cm) | | | | | | |
|------------------------------|---------------------|---------------------|-----------|------------|--------------|-----------|
| N°Trat | Tratamientos | Repeticiones | | | ΣX_i | \bar{x} |
| | | I | II | III | | |
| 1 | F1 D1 | 101 | 109 | 99 | 309 | 103 |
| 2 | F1 D2 | 112 | 98 | 108 | 318 | 106 |
| 3 | F1 D3 | 109 | 92 | 102 | 303 | 101 |
| 4 | F2 D1 | 106 | 114 | 115 | 335 | 111 |
| 5 | F2 D2 | 101 | 106 | 109 | 316 | 105 |
| 6 | F2 D3 | 113 | 99 | 120 | 332 | 110 |
| 7 | F3 D1 | 108 | 120 | 104 | 332 | 110 |
| 8 | F3 D2 | 117 | 117 | 101 | 335 | 111 |
| 9 | F3 D3 | 115 | 115 | 100 | 330 | 110 |
| 10 | F4 D1 | 105 | 107 | 106 | 318 | 106 |
| 11 | F4 D2 | 112 | 111 | 113 | 336 | 112 |
| 12 | F4 D3 | 117 | 107 | 122 | 346 | 115 |
| 13 | (T) | 110 | 112 | 118 | 340 | 113 |
| ΣR_j | □ | 1426 | 1407 | 1417 | 4250 | 109 |

Cuadro 2A. Análisis de varianza de la variable Altura de planta

ANDEVA

| F. de V. | GL | SC | CM | F.Cal | F. Tabla | |
|----------------------|----|---------|--------|--------------------|----------|------|
| | | | | | 5 % | 1 % |
| Repeticiones | 2 | 13.90 | 6.95 | 0.14 ^{NS} | 3.40 | 5.61 |
| Tratamientos | 12 | 660.31 | 55.03 | 1.09 ^{NS} | 2.18 | 3.03 |
| Factorial | 11 | 598.56 | | | | |
| Fertilizantes | 3 | 352.56 | 117.52 | 2.31 ^{NS} | 3.01 | 4.72 |
| Distancia | 2 | 12.39 | 6.19 | 0.12 ^{NS} | 3.40 | 5.61 |
| Int FxD | 6 | 233.61 | 38.94 | 0.77 ^{NS} | 2.51 | 3.67 |
| Fact vs Test | 1 | 61.75 | 61.75 | 1.22 ^{NS} | 4.26 | 7.82 |
| Error | 24 | 1216.77 | 50.70 | | | |
| Total | 38 | 1890.97 | | | | |

NS = No Significativo

Cuadro 3A. Valores de la altura de panoja (cm) determinados en el sorgo 82G55 a través de la evaluación de fertilizantes y poblaciones de plantas. Sector Limoncito, Provincia de Santa Elena. UCSG, 2012.

| Altura de Panoja(cm) | | | | | | |
|----------------------|--------------|--------------|------|------|------------|-----------|
| N°Trat | Tratamientos | Repeticiones | | | $\sum X_i$ | \bar{x} |
| | | I | II | III | | |
| 1 | F1 D1 | 121 | 121 | 115 | 357 | 119 |
| 2 | F1 D2 | 131 | 114 | 130 | 375 | 125 |
| 3 | F1 D3 | 126 | 116 | 125 | 367 | 122 |
| 4 | F2 D1 | 127 | 131 | 138 | 396 | 132 |
| 5 | F2 D2 | 116 | 123 | 126 | 365 | 121 |
| 6 | F2 D3 | 130 | 117 | 134 | 381 | 127 |
| 7 | F3 D1 | 123 | 132 | 116 | 371 | 123 |
| 8 | F3 D2 | 137 | 136 | 112 | 385 | 128 |
| 9 | F3 D3 | 135 | 132 | 117 | 384 | 128 |
| 10 | F4 D1 | 120 | 125 | 119 | 364 | 121 |
| 11 | F4 D2 | 131 | 122 | 125 | 378 | 126 |
| 12 | F4 D3 | 141 | 124 | 147 | 412 | 137 |
| 13 | (T) | 128 | 125 | 134 | 387 | 129 |
| $\sum R_j$ | □ | 1666 | 1618 | 1638 | 4922 | 126 |

Cuadro 4A. Análisis de varianza de la variable Altura de Panoja

ANDEVA

| F. de V. | GL | SC | CM | F.Cal | F. Tabla | |
|----------------------|----|---------|-------|--------------------|----------|------|
| | | | | | 5 % | 1 % |
| Repeticiones | 2 | 89.44 | 44.71 | 0.69 ^{NS} | 3.40 | 5.61 |
| Tratamientos | 12 | 878.36 | 73.20 | 1.13 ^{NS} | 2.18 | 3.03 |
| Factorial | 11 | 852.90 | | | | |
| Fertilizantes | 3 | 191.36 | 63.88 | 0.98 ^{NS} | 3.01 | 4.72 |
| Distancia | 2 | 140 | 70.02 | 1.08 ^{NS} | 3.40 | 5.61 |
| Int FxD | 6 | 521.27 | 86.80 | 1.34 ^{NS} | 2.51 | 3.67 |
| Fact vs Test | 1 | 25.46 | 25.46 | 0.39 ^{NS} | 4.26 | 7.82 |
| Error | 24 | 1554.56 | 64.77 | | | |
| Total | 38 | 2522.36 | | | | |

NS = No Significativo

Cuadro 5A. Valores de largo de panoja (cm) determinados en el sorgo 82G55 a través de la evaluación de fertilizantes y poblaciones de plantas. Sector Limoncito, Provincia de Santa Elena. UCSG, 2012.

| Largo de Panoja (cm) | | | | | | |
|----------------------|--------------|--------------|-----|-----|------------|-----------|
| N°Trat | Tratamientos | Repeticiones | | | $\sum X_i$ | \bar{x} |
| | | I | II | III | | |
| 1 | F1 D1 | 32 | 30 | 29 | 91 | 30 |
| 2 | F1 D2 | 30 | 30 | 29 | 89 | 29 |
| 3 | F1 D3 | 31 | 31 | 27 | 89 | 29 |
| 4 | F2 D1 | 28 | 30 | 25 | 83 | 27 |
| 5 | F2 D2 | 31 | 28 | 29 | 88 | 29 |
| 6 | F2 D3 | 33 | 29 | 29 | 91 | 30 |
| 7 | F3 D1 | 29 | 29 | 27 | 85 | 28 |
| 8 | F3 D2 | 31 | 30 | 29 | 90 | 30 |
| 9 | F3 D3 | 28 | 27 | 26 | 81 | 27 |
| 10 | F4 D1 | 28 | 30 | 28 | 86 | 28 |
| 11 | F4 D2 | 32 | 27 | 29 | 88 | 29 |
| 12 | F4 D3 | 29 | 29 | 28 | 86 | 28 |
| 13 | (T) | 29 | 28 | 19 | 76 | 25 |
| $\sum R_j$ | □ | 391 | 378 | 354 | 1123 | 29 |

Cuadro 6A. Análisis de varianza de la variable Largo de Panoja

ANDEVA

| F. de V. | GL | SC | CM | F.Cal | F. Tabla | |
|----------------------|----|--------|-------|---------------------|----------|------|
| | | | | | 5 % | 1 % |
| Repeticiones | 2 | 54.21 | 27.10 | 24.58 ^{**} | 3.40 | 5.61 |
| Tratamientos | 12 | 75.03 | 6.25 | 5.29 [*] | 2.18 | 3.03 |
| Factorial | 11 | 36.01 | | | | |
| Fertilizantes | 3 | 9.87 | 3.29 | 1.08 ^{NS} | 3.01 | 4.72 |
| Distancia | 2 | 4.67 | 2.33 | 0.76 ^{NS} | 3.40 | 5.61 |
| Int FxD | 6 | 21.56 | 3.59 | 1.18 ^{NS} | 2.51 | 3.67 |
| Fact vs Test | 1 | 38.93 | 38.93 | 12.80 ^{**} | 4.26 | 7.82 |
| Error | 24 | 73.13 | 3.04 | | | |
| Total | 38 | 202.36 | | | | |

NS= No Significativo

* =Significativo

**=Altamente Significativo

Cuadro 7A. Valores de panojas cosechadas determinados en el sorgo 82G55 a través de la evaluación de fertilizantes y poblaciones de plantas. Sector Limoncito, Provincia de Santa Elena. UCSG, 2012.

| Número total de Panojas cosechadas | | | | | | |
|------------------------------------|--------------|--------------|------|------|------------|-----------|
| N°Trat | Tratamientos | Repeticiones | | | $\sum X_i$ | \bar{x} |
| | | I | II | III | | |
| 1 | F1 D1 | 100 | 102 | 95 | 297 | 99 |
| 2 | F1 D2 | 130 | 80 | 102 | 312 | 104 |
| 3 | F1 D3 | 130 | 96 | 90 | 316 | 105 |
| 4 | F2 D1 | 134 | 110 | 100 | 344 | 114 |
| 5 | F2 D2 | 111 | 107 | 106 | 324 | 108 |
| 6 | F2 D3 | 135 | 82 | 91 | 308 | 102 |
| 7 | F3 D1 | 143 | 91 | 97 | 331 | 110 |
| 8 | F3 D2 | 131 | 107 | 96 | 334 | 111 |
| 9 | F3 D3 | 140 | 117 | 80 | 337 | 112 |
| 10 | F4 D1 | 137 | 80 | 94 | 311 | 103 |
| 11 | F4 D2 | 133 | 100 | 90 | 323 | 107 |
| 12 | F4 D3 | 145 | 92 | 108 | 345 | 115 |
| 13 | (T) | 130 | 103 | 84 | 317 | 105 |
| $\sum R_j$ | □ | 1699 | 1177 | 1233 | 4199 | 108 |

Cuadro 8A. Análisis de varianza de Panojas cosechadas

ANDEVA

| F. de V. | GL | SC | CM | F.Cal | F. Tabla | |
|----------------------|----|----------|---------|---------------------|----------|------|
| | | | | | 5 % | 1 % |
| Repeticiones | 2 | 10382.97 | 5191.48 | 35.81 ^{**} | 3.40 | 5.61 |
| Tratamientos | 12 | 852.67 | 71.06 | 0.49 ^{NS} | 2.18 | 3.03 |
| Factorial | 11 | 839.66 | | | | |
| Fertilizantes | 3 | 351.66 | 117.22 | 0.80 ^{NS} | 3.01 | 4.72 |
| Distancia | 2 | 22.17 | 11.08 | 0.08 ^{NS} | 3.40 | 5.61 |
| Int FxD | 6 | 465.83 | 77.63 | 0.54 ^{NS} | 2.51 | 3.67 |
| Fact vs Test | 1 | 13.01 | 13.01 | 0.09 ^{NS} | 4.26 | 7.82 |
| Error | 24 | 3479.03 | 144.15 | | | |
| Total | 38 | 14714.67 | | | | |

NS= No Significativo

**= Altamente Significativo

Cuadro 9A. Valores de peso de panojas (g) determinados en el sorgo 82G55 a través de la evaluación de fertilizantes y poblaciones de plantas. Sector Limoncito, Provincia de Santa Elena. UCSG, 2012.

| Peso de Panoja (g) | | | | | | |
|--------------------|--------------|--------------|------|------|------------|-----------|
| N°Trat | Tratamientos | Repeticiones | | | $\sum X_i$ | \bar{x} |
| | | I | II | III | | |
| 1 | F1 D1 | 80 | 100 | 100 | 280 | 93 |
| 2 | F1 D2 | 70 | 120 | 56 | 246 | 82 |
| 3 | F1 D3 | 60 | 50 | 80 | 190 | 63 |
| 4 | F2 D1 | 84 | 86 | 50 | 220 | 73 |
| 5 | F2 D2 | 80 | 90 | 120 | 290 | 97 |
| 6 | F2 D3 | 70 | 80 | 124 | 274 | 91 |
| 7 | F3 D1 | 80 | 70 | 116 | 266 | 89 |
| 8 | F3 D2 | 82 | 120 | 120 | 322 | 107 |
| 9 | F3 D3 | 60 | 116 | 85 | 261 | 87 |
| 10 | F4 D1 | 78 | 76 | 120 | 274 | 91 |
| 11 | F4 D2 | 64 | 78 | 76 | 218 | 73 |
| 12 | F4 D3 | 64 | 80 | 124 | 268 | 89 |
| 13 | (T) | 80 | 80 | 40 | 200 | 67 |
| $\sum R_j$ | □ | 952 | 1146 | 1211 | 3309 | 86 |

Cuadro 10A. Análisis de varianza de Peso de Panojas

ANDEVA

| F. de V. | GL | SC | CM | F.Cal | F. Tabla | |
|----------------------|----|---------|---------|--------------------|----------|------|
| | | | | | 5 % | 1 % |
| Repeticiones | 2 | 2793.38 | 1396.69 | 2.89 ^{NS} | 3.40 | 5.61 |
| Tratamientos | 12 | 5769.75 | 480.81 | 1.00 ^{NS} | 2.18 | 3.03 |
| Factorial | 11 | 4695.64 | | | | |
| Fertilizantes | 3 | 1026.97 | 342.32 | 0.70 ^{NS} | 3.01 | 4.72 |
| Distancia | 2 | 288.75 | 144.36 | 0.29 ^{NS} | 3.40 | 5.61 |
| Int FxD | 6 | 3379.94 | 563.37 | 1.17 ^{NS} | 2.51 | 3.67 |
| Fact vs Test | 1 | 1074.11 | 1074.11 | 2.22 ^{NS} | 4.26 | 7.82 |
| Error | 24 | 11594 | 483.08 | | | |
| Total | 38 | 20157 | | | | |

NS= No Significativo

Cuadro 11A. Valores de peso total de panojas (kg) determinados en el sorgo 82G55 a través de la evaluación de fertilizantes y poblaciones de plantas. Sector Limoncito, Provincia de Santa Elena. UCSG, 2012.

| Peso Total de Panoja (Kg) | | | | | | |
|----------------------------------|--------------|--------------|----|-----|------------|-----------|
| N° | Tratamientos | Repeticiones | | | $\sum X_i$ | \bar{x} |
| | | I | II | III | | |
| 1 | F1 D1 | 6 | 6 | 7 | 19 | 6 |
| 2 | F1 D2 | 6 | 5 | 6 | 17 | 5 |
| 3 | F1 D3 | 8 | 6 | 6 | 20 | 6 |
| 4 | F2 D1 | 8 | 7 | 6 | 21 | 7 |
| 5 | F2 D2 | 6 | 7 | 7 | 20 | 6 |
| 6 | F2 D3 | 7 | 6 | 7 | 20 | 6 |
| 7 | F3 D1 | 7 | 6 | 8 | 21 | 7 |
| 8 | F3 D2 | 7 | 7 | 7 | 21 | 7 |
| 9 | F3 D3 | 6 | 6 | 5 | 17 | 5 |
| 10 | F4 D1 | 7 | 5 | 7 | 19 | 6 |
| 11 | F4 D2 | 6 | 7 | 5 | 18 | 6 |
| 12 | F4 D3 | 6 | 6 | 7 | 19 | 6 |
| 13 | (T) | 6 | 7 | 5 | 18 | 6 |
| $\sum R_j$ | \square | 86 | 81 | 83 | 250 | 6 |

Cuadro 12A. Análisis de varianza de Peso total de panojas (kg)

ANDEVA

| F. de V. | GL | SC | CM | F.Cal | F. Tabla | |
|----------------------|----|-------|------|--------------------|----------|------|
| | | | | | 5 % | 1 % |
| Repeticiones | 2 | 0.97 | 0.48 | 0.71 ^{NS} | 3.40 | 5.61 |
| Tratamientos | 12 | 8.10 | 0.68 | 0.99 ^{NS} | 2.18 | 3.03 |
| Factorial | 11 | 7.57 | | | | |
| Fertilizantes | 3 | 2.00 | 0.67 | 0.97 ^{NS} | 3.01 | 4.72 |
| Distancia | 2 | 0.90 | 0.44 | 0.64 ^{NS} | 3.40 | 5.61 |
| Int FxD | 6 | 4.67 | 0.78 | 1.13 ^{NS} | 2.51 | 3.67 |
| Fact vs Test | 1 | 0.53 | 0.53 | 0.77 ^{NS} | 4.26 | 7.82 |
| Error | 24 | 16.36 | 0.69 | | | |
| Total | 38 | 25.44 | | | | |

Cuadro 13A. Valores de rendimiento (kg ha⁻¹) determinados en el sorgo 82G55 a través de la evaluación de fertilizantes y poblaciones de plantas. Sector Limoncito, Provincia de Santa Elena. UCSG, 2012.

| Rendimiento (Kg ha⁻¹) | | | | | | |
|---|---------------------|---------------------|-----------|------------|------------|-----------------------------|
| N°Trat | Tratamientos | Repeticiones | | | ∑Xi | \bar{x} |
| | | I | II | III | | |
| 1 | F1 D1 | 5157 | 5749 | 6187 | 17093 | 5698 |
| 2 | F1 D2 | 5250 | 5031 | 6416 | 16697 | 5566 |
| 3 | F1 D3 | 7188 | 5860 | 6000 | 19048 | 6349 |
| 4 | F2 D1 | 7482 | 6061 | 6230 | 19773 | 6591 |
| 5 | F2 D2 | 5484 | 6785 | 6875 | 19144 | 6381 |
| 6 | F2 D3 | 6646 | 6230 | 6875 | 19751 | 6583 |
| 7 | F3 D1 | 5750 | 5626 | 7447 | 18823 | 6274 |
| 8 | F3 D2 | 6049 | 6875 | 6767 | 19691 | 6564 |
| 9 | F3 D3 | 5870 | 5250 | 5250 | 16370 | 5457 |
| 10 | F4 D1 | 6500 | 5151 | 7150 | 18801 | 6267 |
| 11 | F4 D2 | 5625 | 6888 | 4557 | 17070 | 5690 |
| 12 | F4 D3 | 5716 | 6083 | 7307 | 19106 | 6369 |
| 13 | (T) | 5000 | 5990 | 4432 | 15422 | 5141 |
| ∑Rj | □ | 77717 | 77579 | 81493 | 236789 | 6072 |

Cuadro 14A. Análisis de varianza de Rendimiento (kg ha⁻¹)**ANDEVA**

| F. de V. | GL | SC | CM | F.Cal | F. Tabla | |
|----------------------|----|----------|---------|--------------------|----------|------|
| | | | | | 5 % | 1 % |
| Repeticiones | 2 | 758888 | 379444 | 0.62 ^{NS} | 3.40 | 5.61 |
| Tratamientos | 12 | 8702737 | 725228 | 1.18 ^{NS} | 2.18 | 3.03 |
| Factorial | 11 | 5886695 | | | | |
| Fertilizantes | 3 | 1963920 | 654640 | 1.06 ^{NS} | 3.01 | 4.72 |
| Distancia | 2 | 178047 | 89024 | 0.14 ^{NS} | 3.40 | 5.61 |
| Int FxD | 6 | 3744728 | 624121 | 1.01 ^{NS} | 2.51 | 3.67 |
| Fact vs Test | 1 | 2816042 | 2816042 | 4.58 [*] | 4.26 | 7.82 |
| Error | 24 | 14743535 | 614314 | | | |
| Total | 38 | 24205160 | | | | |

Cuadro 15A. Cuadro de comparaciones de las variables distancias vs fertilizantes

| | Fertilizantes | Distancias |
|---------------------------------|--|-------------------|
| Altura de planta | 160 kg N/ha + 40kg P ₂ O ₅ /ha | 0.25 |
| Altura de panoja | 160 kg N/ha + 40kg P ₂ O ₅ /ha | 0.25 |
| Largo de panoja | 160 kg N/ha + 160 kg N/ha + 40kg P ₂ O ₅ /ha + 40kg K ₂ O/ha | 0.25-0.35 |
| Total panojas cosechadas | 160 kg N/ha + 40kg P ₂ O ₅ /ha + 40kg K ₂ O/ha + 60kg S/ha | 0.45 |
| Peso de panoja | 160 kg N/ha + 40kg P ₂ O ₅ /ha + 40kg K ₂ O/ha | 0.35 |
| Peso total de panojas | 160 kg N/ha + 40kg P ₂ O ₅ /ha | 0.35 |
| Rendimiento | 160 kg N/ha + 40kg P ₂ O ₅ /ha | 0.25 |

Fuente “INIAP”, 2011



Foto 1. Prueba de germinación híbrido sorgo 82G55

Fuente: “Granja Experimental Limoncito”, 2011



Foto 2. Instalación de sistema de riego

Fuente: “Granja Experimental Limoncito”, 2011



Foto 3. Siembra

Fuente: “Granja Experimental Limoncito”, 2011



Foto 4. Identificación de tratamientos

Fuente: “Granja Experimental Limoncito”, 2011



Foto 5. Toma de población por parcela

Fuente: “Granja Experimental Limoncito”, 2011



Foto 6. Cosecha

PRESUPUESTO – TESIS

| COSTOS DE PRODUCCION SORGO (Sorghum bicolor) | | | | | | |
|--|------------------|------|--------------------|--------------|-----------------|----------------|
| ACTIVIDADES | UNIDAD DE MEDIDA | CANT | VALOR UNITARIO USD | SUBTOTAL USD | TOTAL USD | % |
| COSTOS DIRECTOS | | | | | | |
| Preparación de Suelos | | | | | 100,00 | 7,21% |
| Preparación de Suelo/Tractor | hora | 1 | 30,00 | 30,00 | | |
| Análisis de suelo | hora | 1 | 40,00 | 40,00 | | |
| Limpieza de Suelo | jornal | 2 | 15,00 | 30,00 | | |
| Siembra | | | | | 50,00 | 3,60% |
| Semilla | kg | 2 | 10,00 | 20,00 | | |
| Siembra | jornal | 2 | 15,00 | 30,00 | | |
| Fertilización | | | | | 42,00 | 3,03% |
| Urea (N) | Kg | 10 | 0,60 | 6,00 | | |
| Fertilizante Completo (NPK) | Kg | 10 | 0,60 | 6,00 | | |
| Fertilizante Completo (NPKS) | Kg | 10 | 0,60 | 6,00 | | |
| Aplicación de Fertilizantes | jornal | 4 | 6,00 | 24,00 | | |
| Control Fitosanitario | | | | | 72,00 | 5,19% |
| Insecticida | Lt | 1 | 12,00 | 12,00 | | |
| Aplicación de Fitosanitarios (Manual) | jornal | 4 | 15,00 | 60,00 | | |
| Control de Malezas | | | | | 26,46 | 1,91% |
| Herbicida | Kg | 1 | 6,46 | 6,46 | | |
| Aplicación de Herbicida (Manual) | jornal | 4 | 5,00 | 20,00 | | |
| Riego | | | | | 1015,00 | 73,16% |
| Equipo de Riego | Ha | 1 | 1000,00 | 1000,00 | | |
| Combustible | Gl | 10 | 1,50 | 15,00 | | |
| Cosecha | | | | | 82,00 | 5,91% |
| Cosecha y Trilla | jornal | 15 | 5,00 | 75,00 | | |
| Transporte | U | 14 | 0,50 | 7,00 | | |
| | | | | TOTAL | 1387,46 | 100,00% |
| COSTOS INDIRECTOS | | | | | \$ 69,37 | |
| Imprevistos 5% | | | | | \$ 69,37 | |