

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA, LEON.
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGIA TROPICAL.**



**EVALUACIÓN DEL DESARROLLO FENOLÓGICO Y RENDIMIENTOS DEL
CULTIVO DE *Amaranthus cruentus*, BAJO CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS
DEL CAMPUS AGROPECUARIO DE LA UNAN-LEÓN. EN EL CICLO
COMPRENDIDO 2011-2012.**

AUTORES:

BR. ÁNGEL FRANCISCO RODRÍGUEZ BONILLA

BR. JORGE VICTORINO SOLÍS MEMBREÑO

BR. JOEL ADALI PÉREZ ÁLVAREZ

TUTOR: MSC. MIGUEL BÁRCENAS

ASESOR: DRA. XIOMARA CASTILLO

**Trabajo presentado como requisito parcial para obtener el título de
Ingeniería en Agroecología Tropical**

León 2011

INDICE GENERAL

| CONTENIDO | Pág. |
|-----------------------------|-------------|
| INDICE GENERAL..... | i |
| DEDICATORIAS..... | ii |
| AGRADECIMIENTO..... | v |
| RESUMEN..... | 1 |
| INTRODUCCIÓN..... | 2 |
| OBJETIVOS..... | 4 |
| HIPOTESIS..... | 5 |
| MARCO TEORICO..... | 6 |
| MATERIALES Y METODOS..... | 19 |
| RESULTADOS Y DISCUCION..... | 23 |
| CONCLUSION..... | 35 |
| RECOMENDACIONES..... | 36 |
| BIBLIOGRAFIA..... | 37 |
| ANEXOS..... | 38 |

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo monográfico primeramente a Dios por ser el responsable del mismo, ya que solo por su voluntad todo es posible y que por esa misma voluntad logré el primero de mis sueños, me dio la fuerza necesaria para poder luchar contra toda adversidad y así poder culminar con éxito mi meta.

A mi madre María Elena Álvarez y hermana Yorlene del Carmen Álvarez que juntas lucharon por proveer los recursos necesarios para que pudiera llegar hasta el fin de la que posiblemente será la primer etapa del resto de mi vida, ^claro está, si Dios a si lo permite^. A mi esposa Delmis Martínez quien me brindo apoyo incondicional durante este largo recorrido y que nunca desistió. A mi padre Evacio Pérez, por su fe en mi firme propósito.

Incluyo también en mi dedicatoria a todos esos amigos que compartieron las dificultades junto a mí.... a todos esos que venimos desde tan lejos y pasamos situaciones precarias y de sufrimiento lejos de nuestras familias para lograr nuestros sueños... porque sin ellos la vida sería más dura.

Joel Adali Pérez Álvarez

DEDICATORIA

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios nuestro creador pues me regalo el don de la vida y gracias a su divina misericordia me ha permitido vivir todo este tiempo hasta llegar a este momento de mi vida en el que estoy alcanzando una de mis metas, “Te doy gracias señor por todo lo que me has dado”.

Además dedico este trabajo con mucho amor y cariño a mi madre Ángela Amalia Membreño Sánchez por ser el pilar que ha sostenido mi vida y todos mis sueños, gracias a su apoyo incondicional es que he podido llegar a ser lo que hoy soy y he logrado alcanzar muchas de mis metas y sueños, a mis hermanos Sergio Francisco Solís Membreño, Ana Mirian Solís Membreño y Ligia María Solís Membreño, por darme todo su amor y apoyo durante cursaba mis estudios superiores, a mi abuela Miriam Tomasa Sánchez, a mi tía Ifigenia Solís, a todas estas personas gracias por su apoyo incondicional.

A todos mis amigos, conocidos, compañeros de clases y a todas esas personas que se han relacionado conmigo en el transcurso de mi vida y que en cierta forma han influido en mi personalidad y han forjado mi carácter, gracias a todos ellos porque gracias a ellos me he convertido en el tipo de persona que soy ahora.

Jorge Victorino Solís Membreño

DEDICATORIA

Dedico este trabajo en primer lugar al señor todo poderoso por haberme prestado vida, fortaleza e inteligencia necesaria para culminar mis estudios y por ayudarme a superar los tropiezos y obstáculos que tuve y pude tener a lo largo de mi vida. “Gracias señor por estar conmigo cada día, Amén”.

A mis padres: Ángel Adrián Rodríguez Cerrato y Johana Bonilla López, por brindarme su apoyo incondicional, emocional y económico, ya que sin ellos no habría logrado alcanzar esta meta. A ellos más que a otra persona dedico esta investigación por cuidarme, aconsejarme y siempre darme de empujones para que yo continuase estudiando a pesar de las dificultades. A mis hermanas: Johana Lisseth Rodríguez Bonilla y María Fernanda Rodríguez Bonilla, quienes además de mis padres han sido mi motivación constante a salir adelante.

Y a todas aquellas personas que de una forma u otra me apoyaron y estuvieron siempre pendientes de mi desarrollo como estudiante (Familiares, amigos y conocidos).

Ángel Francisco Rodríguez Bonilla.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos infinitamente a nuestro creador porque solo por él es que todo esto es posible, nos brindó a nuestras familias, amigos, docentes y colegas quienes influyen de una manera directa e indirectamente en la ejecución de nuestros proyectos; porque de esta comunidad, no sólo recibimos los recursos económicos para seguir adelante; sino de que también asimilamos valores morales, espirituales y sociales que complementan nuestra vida como seres humanos.

Gracias a Dios encontramos en nuestro recorrido a personas de buena voluntad quienes nos apoyaron incondicionalmente y que hoy se encuentran explícitas en esta grafía; y no las mencionamos pues todas tienen el mismo valor en la contribución de nuestro trabajo monográfico.

Joel Adali Pérez Álvarez
Jorge Victorino Solís Membreño
Ángel francisco Rodríguez Bonilla

RESUMEN

Amaranthus cruentus es una planta autóctona de América, domesticada, cultivada y utilizada desde hace más de 4000 años, por su excelente calidad nutritiva, amplia adaptación, incluso en ambientes desfavorables, eficiente en la fijación de CO₂, no presentar foto-respiración y requiere poca cantidad de agua para producir, éste es el producto de origen vegetal más completo, es una de las fuentes más importante de proteínas, minerales y vitaminas naturales: A, B, C, B1, B2, B3; además de ácido fólico, niacina, calcio, hierro y fósforo. Nicaragua tiene un problema nutricional alarmante, ya que debido a la mala alimentación el 27% de su población, no llega a consumir diariamente las calorías necesarias para desarrollarse, generando índices de desnutrición elevados principalmente en la población infantil. El área experimental de la investigación se estableció el 29 de septiembre del 2011, en las parcelas del CNRA(Centro Nacional de Referencia en Agroplasticultura) del Campus Agropecuario de la UNAN-León con el objetivo de evaluar el desarrollo fenológico y rendimientos del cultivo de *Amaranthus cruentus*, bajo condiciones agroclimáticas del campus, para esto se utilizó un diseño de Bloques Completamente al Azar (B.C.A.), el que consistió en tres tratamientos y tres repeticiones, teniendo 9 parcelas en la investigación, cada parcela tuvo un área 16 m², distanciadas a 1.5 m, teniendo un área total de 225 m². En base al análisis estadístico realizado con el programa SPSS utilizando la prueba de Tukey todos los tratamientos son diferentes estadísticamente hablando, el cultivo de *Amaranthus cruentus* es adaptable a las condiciones edafoclimáticas del área de estudio ya que el cultivo responde de diferente forma a los distintos tratamientos de fertilización, en cuanto a desarrollo fenológico y productividad de grano; el tratamiento que mejor se adapta a las condiciones edafoclimáticas es el tratamiento químico respondiendo con el mayor desarrollo fenológico obteniendo altura promedio de la planta de 190 cm, 2.54 cm de diámetro y 32 hojas, seguido por el tratamiento Orgánico con 160 cm de altura, 1.7 cm de diámetro y 36 hojas, y en último lugar el tratamiento Testigo con 146.5 cm de altura, 1.6 cm diámetro y 30 hojas, la mayor producción de grano la obtuvo el tratamiento químico con un rendimiento de 18.9 quintales por manzana, seguido por el tratamiento Orgánico con 8.9 quintales por manzana y en último lugar el tratamiento testigo con una producción de 7.5 quintales por manzana. Por ser el *Amaranthus cruentus* un cultivo introducido recientemente en nuestro país, además de ser primera vez que se siembra en el área se observó poca presencia de insectos tanto plagas como benéficos.

I INTRODUCCION

El amaranto (*Amaranthus cruentus*) es una planta autóctona de América, domesticada, cultivada y utilizada desde hace más de 4000 años. Esta especie tuvo relevancia en la época pre-hispánica y actualmente está retomando auge, por su excelente calidad nutritiva y amplia adaptación, incluso en ambientes desfavorables. El amaranto es resistente a la sequía por ser eficiente en la fijación de CO₂, no presentar foto-respiración y requiere poca cantidad de agua para producir.

Su cultivo se mantiene en el Ecuador, Perú, Bolivia y Argentina así como en México y Guatemala, bajo distintos sistemas de producción que van desde siembra directa; trasplante, bajo riego o seco; siembras asociadas, intercaladas, como bordes; y monocultivo; dependiendo de las condiciones ambientales y localidades. Actualmente, el cultivo se encuentra reducido a pequeñas áreas, debido históricamente a la resistencia cultural de los nativos hacia las prohibiciones de su cultivar, al desconocimiento del mercado de este valioso grano alimenticio de uso directo en la alimentación humana y animal (Unlpam, 2010).

El amaranto junto con el maíz, el frijol y la chía, fue uno de los principales productos para la alimentación de las culturas precolombinas de América. Para los MAYAS, AZTECAS e INCAS el amaranto fue la principal fuente de proteínas y se consumía como verdura y grano reventado. Además estuvo asociado a los ritos religiosos, a los dioses y a la visión cósmica de estas culturas.

Con la llegada de los españoles a América y durante la Conquista, el amaranto fue eliminado de la dieta indígena por razones religiosas y políticas. La cultura del cultivo y su consumo casi desaparecen, solamente en los lugares más apartados de la conquista española se mantuvo su producción (FAO, 2011).

Un estudio realizado, en 1975, por la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos para conocer vegetales poco explotados pero con gran potencial, demostró que el amaranto es uno de los 36 cultivos más prometedores del mundo, por esta razón la misma academia lo describió como "El mejor alimento de origen vegetal para consumo humano" (Guía del emprendedor, 2011).

De la planta de amaranto se pueden obtener productos derivados, de los cuales el más importante es el grano de amaranto, que al ser reventado provee de un cereal para elaborar productos terminados como las tortas, mazapanes, cereal reventado, granulas y harinas de amaranto.

El amaranto se puede utilizar integralmente como un recurso para proporcionar a la población los requerimientos proteicos y de calorías, los cuales en la actualidad se obtiene tan sólo de 20 especies vegetales como el trigo, arroz, mijo, sorgo, papa, frijol, soya, azúcar. Es una de las fuentes más importante de proteínas, minerales y vitaminas naturales: A, B, C, B1, B2, B3; de ácido fólico, niacina, calcio, hierro y fósforo. Además, es uno de los alimentos con altísima presencia de aminoácidos como la lisina (Saiz, 2003).

Nicaragua tiene un problema nutricional alarmante, ya que debido a la mala alimentación el 27% de su población, no llega a consumir diariamente las calorías necesarias para desarrollarse, generando índices de desnutrición elevados principalmente en la población infantil (UNAN-Managua 2010).

Con la introducción del cultivo de *Amaranthus* en sistemas de producción de finca, podríamos reducir el índice de desnutrición de los infantes en Nicaragua, así como también la diversificación de la alimentación humana y animal. El cultivo fue introducido recientemente en las zonas de Managua y Chinandega, por lo que se requiere de mayor estudio en el manejo agronómico, para poder introducirlo como una alternativa de rubro agrícola.

II OBJETIVOS

Objetivo General:

- Evaluación del desarrollo fenológico y rendimientos del cultivo de *Amaranthus cruentus*, bajo condiciones agroclimáticas del campus agropecuario de la UNAN-León.

Objetivo Específicos:

- Describir las condiciones agroclimáticas del sector de estudio relevante para el desarrollo del cultivo de *Amaranthus cruentus*.
- Evaluar el efecto de diferentes tipos de fertilización sobre el desarrollo fenológico de *Amaranthus cruentus*.
- Comparar cuantitativamente el rendimiento del cultivo de *Amaranthus cruentus* bajo diferentes tipos de fertilización.

III HIPOTESIS

H0: Todos los tratamientos aportarán los mismos resultados en adaptabilidad y producción del cultivo de *Amaranthus cruentus*.

H1: Al menos uno de los tratamientos aportara un resultado diferente en adaptabilidad y producción del cultivo de *Amaranthus cruentus*.

IV MARCO TEORICO

El amaranto presenta una gran importancia en la agricultura y alimentación del mundo debido, entre otras razones, a:

- 1) Alto contenido de proteínas y balance adecuado de aminoácidos esenciales que poseen sus semillas y hojas, principalmente lisina, metionina y triptófano.
- 2) Fácil adaptación a las condiciones climáticas, edáficas y sistemas de cultivo tanto de los pequeños agricultores como de la agricultura extensiva.
- 3) Usos múltiples en la alimentación humana obteniéndose del grano harinas, con las que se preparan galletas, dulces, tamales, tortillas, bebidas refrescantes etc. y las hojas se consumen en estado tierno en reemplazo de hortalizas de hoja con mayores ventajas nutritivas y económicas.
- 4) Rápido crecimiento y mayor capacidad de foto asimilación que las plantas C₃ en condiciones de escasa precipitación.
- 5) Otorga nuevas posibilidades para la rotación de cultivos, introduciendo mayor diversidad en campos de monocultivo, lo que puede ser útil para el control de plagas y enfermedades (Unlpam, 2010).

4.1 Clasificación taxonómica del amaranto (Wikipedia, 2011)

| | |
|-----------|-------------------|
| Reino: | Plantae |
| Subreino: | Embriofitas |
| Clase: | Magnoleopsida |
| Subclase: | Caryophyllidae |
| División: | Magnoleophyta |
| Orden: | Caryophyllales |
| Familia: | Amaranthaceae |
| Género: | <i>Amaranthus</i> |
| Especie: | <i>Cruentus</i> |



4.2 Distribución Geográfica

El amaranto es originario de Mesoamérica de donde se ha distribuido mundialmente. Cerca de 50 especies se encuentran en regiones templadas y tropicales del mundo. Probablemente en América Central no se encuentran todas las especies, pero cerca de 40 son conocidas en toda América del Norte.

4.3 Descripción botánica

El amaranto es una especie anual, herbácea o arbustiva de diversos colores que van del verde al morado o púrpura con distintas coloraciones intermedias. La raíz es pivotante con abundante ramificación y múltiples raicillas delgadas, que se extienden rápidamente después que el tallo comienza a ramificarse, facilitando la absorción de agua y nutrientes, la raíz principal sirve de sostén a la planta, permitiendo mantener el peso de la panoja.

4.3.1 Tallo:

El tallo es cilíndrico y anguloso con gruesas estrías longitudinales que le dan una apariencia acanalada, alcanza de 0.4 a 3m de longitud, cuyo grosor disminuye de la base al ápice, presenta distintas coloraciones que generalmente coincide con el color de las hojas, aunque a veces se observa estrías de diferentes colores, presenta ramificaciones que en muchos casos empiezan desde la base o a media altura y que se originan de las axilas de las hojas. El número de ramificaciones es dependiente de la densidad de población en la que se encuentre el cultivo.

4.3.2 Hojas:

Son pecioladas, sin estípulas de forma oval, elíptica, opuestas o alternas con nervaduras prominentes en el envés, lisas o poco pubescentes de color verde o púrpura cuyo tamaño disminuye de la base al ápice, presentando borde entero, de tamaño variable de 6.5-15cm (Barrales, 2008).

4.3.3 Inflorescencia:

La inflorescencia del amaranto corresponde a panojas amarantiformes o glomeruladas muy vistosas, terminales o axilares, que pueden variar de totalmente erectas hasta decumbentes, con colores que van del amarillo, anaranjado, café,

rojo, rosado, hasta el púrpura; el tamaño varía de 0.5-0.9 m pudiendo presentar diversas formas incluso figuras caprichosas y muy elegantes.

4.3.4 Semilla:

La semilla del amaranto tiene un color que varía desde el café claro, al negro oscuro, y su pequeño tamaño causa dificultad en el manejo y almacenamiento. Su rendimiento varía de 49-88 g/planta en una planta de 1.52 a 1.57m. El poco peso de la semilla es un factor limitante para la promoción del cultivo.

Su peso va de 0.61 a 0.62 mg/semilla y la mayor concentración de proteína se encuentra en el germen. El contenido de proteína y grasa es superior al de los cereales, con rangos entre 13.3 y 21.0%, y de 6 a 12%, respectivamente (Barrales, 2008).

4.4 Habitud del cultivo:

4.4.1 Condiciones climáticas

Altitud: *Amaranthus cruentus* puede crecer satisfactoriamente en altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 3200 msnm.

Precipitación: Los requerimientos de humedad varían de 400 a 1300 mm, sin embargo se obtienen producciones aceptables con 250 mm; aunque requiere niveles razonables de humedad para la germinación y floración, puede tolerar períodos de sequía después del establecimiento de la planta. En caso de zonas más secas se requieren riegos suplementarios. A niveles más bajos se ha comportado muy bien, habiéndose obtenido rendimientos superiores a 4 t/ha en la costa del Perú.

Fotoperiodo: Prefiere días cortos, aunque muestra gran adaptabilidad a los diferentes ambientes y puede florecer con días de 12-16 horas de duración. Los amarantos de Sudamérica, especialmente de Perú y Bolivia, son especies propias de días cortos. Usualmente florecen y forman frutos cuando la longitud del día está entre 10 y 11 horas (Saiz, 2003).

Temperatura: Puede crecer satisfactoriamente en lugares cálidos con temperaturas de 29°C y en templadas con temperaturas medias de 14°C, la temperatura óptima de germinación es de 16-35 °C.

4.4.2 Suelos y fertilización

El amaranto se adapta bien a suelos francos de buen drenaje y soporta un pH del suelo desde 6,2 hasta 7,8 con buen rendimiento. Esta especie se considera como un cultivo con cierta tolerancia a condiciones salinas.

En cuanto a la fertilización es una especie que responde bastante bien a niveles elevados de nitrógeno, se ha encontrado que 40kg de nitrógeno pueden ser reemplazados por una tonelada de estiércol; con fertilizaciones moderadas como la fórmula 40-40-0 se consiguió un rendimiento de 1,5 t/ha en el Cusco. En la costa de Perú, con la fórmula 240-150-80 se obtuvo 4,5 t/ha (Irrigación Majes, Arequipa, Perú).

Como cualquier otro cultivo la fertilización dependerá de la fertilidad del suelo. En general requiere dosis medias de nitrógeno y fósforo, siendo de menor necesidad la aplicación del potasio sobre todo en el área andina y no en el área costera del Perú. La fertilización utilizada en el área andina generalmente corresponde a 80kg N/ha, 60kg P₂O₅ y 40kg K₂O/ha. En cambio en el área costera del Perú donde el amaranto se cultiva con mucha mayor tecnología se utilizan dosis de 200-240 kg N/ha, 100 a 150 kg P₂O₅/ha y 50 a 80kg K₂O/ha. (FAO, 2011)

Diversidad genética

Presenta amplia variedad genética y diversidad de formas de la planta, desde erecta hasta completamente decumbente. Muestra gran variación en el color del grano, precocidad, contenido de proteína, tipos de panícula, adaptación a suelos, climas, precipitación, temperaturas, resistencia a enfermedades y contenido en colorantes. La mayor variación genética se observa en los Andes (Ecuador, Perú, Bolivia y Argentina).

4.5 Establecimiento y aspectos agronómicos:

4.5.1 Siembra

El amaranto puede sembrarse:

- 1- Directamente
- 2- Sistema almácigo o trasplante

De ambos sistemas el primero es el más utilizado.

La siembra debe efectuarse de preferencia en suelo húmedo, o regar por aspersión inmediatamente después de la siembra. Esta operación se efectúa depositando uniformemente la semilla en el fondo del surco a chorro continuo, y teniendo la precaución de dejar caer a poca altura del suelo ya que el viento hace desviar la semilla fuera del surco por su poco peso. La densidad de siembra utilizada varía de acuerdo a la calidad de la semilla y sistema de siembra empleada, generalmente se utiliza de 4-6 kg/ha, con lo que se obtendrá de 100,000 a 150,000 plantas por hectárea, después se realiza un aclareo o entresaque, dejando una planta cada 10cm. La población recomendada según estudios realizados es de 173,000 plantas por hectárea. Para poder distribuir la semilla uniformemente es necesario mezclarla con arena o estiércol. En algunos lugares tanto del área andina como de la costa peruana se han diseñado tubos con pequeños agujeros que permiten efectuar una mejor distribución de la semilla dado su reducido tamaño. Después de la siembra se debe tapar la semilla, pasando una rama por el fondo del surco, con lo que se consigue una profundidad adecuada de enterrado de 0.5 a 1.5 cm que es la recomendada. Actualmente para las siembras extensivas del amaranto se regulan las sembradoras de cereales pequeños, dando buenos resultados, solamente teniendo la precaución de no enterrar demasiado la semilla. Ocasionalmente se pueden utilizar sembradoras de hortalizas o forrajes sobre todo en pequeñas áreas.

La semilla a utilizarse debe ser de buena calidad, procedente de semilleros básicos y seleccionada de tal manera que esté libre de impurezas y mejor si es

tamizada de tal manera que se utilicen los granos más grandes, maduros y mejor formados, debiendo tener un poder germinativo no menor al 90% (FAO, 2011).

El trasplante, se efectúa cuando las plántulas tengan de 10-15 cm de altura, después se riega para facilitar el prendimiento, lo que se denomina "trasplante a punta de riego", muchas veces el trasplante se efectúa dentro del cultivo de maíz que ya tiene una altura de 20 cm; constituyendo un cultivo asociado o intercalado (Saiz, 2003).

.4.5.2 Control de malezas:

El número de controles de malezas a realizarse depende de la incidencia de malezas, este cultivo es muy susceptible a la competencia, ya sea por agua, espacio, o luz en sus primeros estadios, recomendando efectuar el primer control cuando las plántulas de amaranto tengan de 10-15cm de altura, eliminando preferentemente las malezas que estén en el fondo del surco. El segundo control si fuera necesario debe efectuarse 30 días después del primero, generalmente es suficiente dos controles durante todo el ciclo de la planta, ya que posteriormente por su sistema de ramificación ahoga a las malezas. Más tarde se eliminan las plantas más pequeñas, débiles, atípicas del cultivar sembrado y/o enfermas si las hubiera. En este período se puede utilizar la plántula completa o las hojas como verdura, para trasplantar a otros campos o llenar los blancos que pudieran existir en el mismo cultivo. En lo relacionado al daño de herbicidas aún no se ha determinado aquellos herbicidas que actúan en forma eficaz en el control de malezas del amaranto y la mayoría de los que existen en el mercado producen fitotoxicidad en diferentes grados, por ser una planta de hoja ancha y cuyo género es muy difundido entre las malezas de otros cultivos tales como el amaranto silvestre. Sin embargo aplicaciones de herbicidas entre surcos, utilizando protectores a ambos costados del surco y sin que el herbicida toque al amaranto se han usado con relativa eficiencia como es el caso del metabenzthiazuron (Tribunil) y linurón (Afalon) en aplicaciones post emergentes a razón de 1.5 L/ha (FAO, 2011).

4.5.3 Insectos plagas del amaranto.

Existe relativamente escasa información respecto a la presencia, identificación, biología, daños y control de insectos en la zona andina y áreas de distribución del cultivo en Centroamérica y México (FAO, 1990).

4.5.3.1 Tablas de plagas claves y secundarias en el cultivo de Amaranto. Reportadas por CHINANTLAN, 2011 en la producción de amaranto en Chinandega.

Tabla 1: Plagas claves

| Nombre científico | Nombre común |
|----------------------------------|------------------|
| a) <i>Pseudoplusia includens</i> | Falso medidor |
| b) <i>Spodoptera frugiperda</i> | Gusano cogollero |

a) **Falso medidor** (*Pseudoplusia includens*)

Esta especie puede constituir una plaga de amplia distribución, infestando gran diversidad de cultivos. Los adultos presentan alas anteriores de color marrón grisáceo oscuro, con una especie de Y central plateada, mientras que las alas posteriores son de color marrón pálido; los huevos, de forma redondeada y color verde, son ovípositados en forma individual y distribuidos sobre la superficie de las hojas. Las larvas son de color verde, con líneas laterales y dorsales verdes y blancas, localizándose en el envés de las hojas. Presentan sólo dos pares de pseudopatas, por lo que jibán el cuerpo para desplazarse. En su máximo desarrollo llegan a medir hasta 30 mm de longitud, pasando por seis estadios larvales. La pupa es de color verde; posteriormente, antes de la emergencia del adulto, se torna marrón. Esta especie empupa en el follaje, formando un fino cocón de seda blanca. Las larvas se alimentan de preferencia con hojas tiernas de las ramas más delgadas, realizando comeduras irregulares en los bordes y formando agujeros, ocasionalmente se alimentan de inflorescencias.

b) Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)

El gusano cogollero es considerado como una de las plagas más importantes en México y América latina, la capacidad de esta plaga para sobrevivir todo el año en áreas tropicales lo convierten en una plaga difícil de controlar, a diferencia de otras especies de insectos de regiones templadas, esta plaga no tiene mecanismos de diapausa y debido a esto, su supervivencia es posible a lo largo de todo el año; las pérdidas causadas por este insecto van desde 13 hasta 60% de producción, por esto es la plaga de mayor importancia económica en muchos cultivos de nuestro país, pero muestra una mayor preferencia por el cultivo del maíz, sin embargo si este no se encuentra presente el cogollero puede atacar una amplia variedad de cultivos, aunque en menor grado, hortalizas, algodón, y malezas para sobrevivir (sin importar si es gramínea u hoja ancha). Las larvas son delgadas, con tres pares de patas torácicas, cuatro pares de pseudopatas abdominales y un par anal, recién salidas de los huevos tienen aproximadamente 1,5 mm de largo, color blanquecino, cabeza negra y el cuerpo cubierto de pelos finos, en estado más avanzado de desarrollo muestra una coloración variable, presentándose formas de color verdoso hasta gris oscuro, en su posición dorsal puede distinguirse una faja media longitudinal de color café oscuro, y un par de fajas laterales de color café más claro a ambos lados, presentan un escudo cervical café oscuro; la cabeza es de color café amarillento, más estrecha que el cuerpo, el cráneo presenta una ondulación en forma de Y invertida, en su máximo desarrollo alcanza 34 a 44 mm de longitud en esta especie se presentan seis a siete instares larvales y se observa hábitos de canibalismo entre ella y con gran número de larvas de otras especies, después del tercer instar, la etapa larval es la única etapa dañina del insecto, las pupas miden aproximadamente 18 mm de longitud, de color café oscuro, lisas y brillantes; el cremáster está constituido por dos espinas pequeñas en forma de "V" invertida, antes de empupar penetran unos 2,5 cm bajo el suelo, donde construye una galería de unos 7 cm de largo, al final de la cual fabrica su celda pupal, acorta sus segmentos, muda por última vez y se convierte en pupa, el adulto tiene un aspecto algo variable; tiene 30 a 35 mm de longitud alar, tórax y abdomen pubescentes y de color ceniciento, siendo el primero más oscuro; las

antenas son filiformes, tiene alas anteriores de color pardo oscuro, muestran hábitos nocturnos, ya que se alimentan, se aparecen y ovipositan durante la noche, tiene un ciclo de vida de 40-55 días en total (Bayer, 2012).

Tabla 2: Plagas secundarias

| Nombre científico | Nombre común |
|-------------------------------|-----------------------|
| c) <i>Diabrotica speciosa</i> | Escarabajo de la hoja |
| d) <i>Aphis spp,</i> | Pulgones |

c) **Escarabajo de la hoja** (*Diabrotica speciosa*)

Plaga de significación por la diversidad de cultivos que ataca, los adultos se alimentan del follaje y las larvas de las partes subterráneas de las plantas, los adultos miden de 5 a 6 mm son de coloración verde brillante con tres manchas amarillas en cada élitro, la cabeza también es amarillenta y pequeña, provoca daños tanto en estado adulto como en estado larval, las hembras depositan huevos pequeños y amarillentos en la tierra, las larvas son de color blanco-amarillento, con extremos oscuros, tienen hábitos subterráneos, alimentándose de raíces y tallos de las plántulas, cuando éstas están totalmente desarrolladas miden 9mm, al estar próximas a empupar se profundizan en el suelo unos 10 cm, hasta el momento de eclosión del adulto, este es sumamente activo, ingiere órganos florales, brotes y hojas de diversos vegetales, su ciclo de vida es de 30-35 días en total.

d) **Pulgones** (*Aphis spp*)

Es una plaga que se encuentra en varios cultivos y que ha adquirido cierta resistencia con los años, las picaduras producen ligeras deformaciones en las hojas, emiten abundante melaza lo que causa que las hormigas bravas los protejan de enemigos naturales para alimentarse de la melaza producida por estos, el adulto es de color variable dependiendo de la planta huésped y de las

temperaturas, el color de las ninfas es variable y realiza cuatro mudas, el adulto alado es de color oscuro, cabeza oscura con antenas gris claro, los sifones son oscuros y gruesos, las patas de color grisáceo claro, las alas membranosas con venación normal; con la vena media con tres ramas; cuando la densidad poblacional aumenta estos son capaces de volar a una nueva planta y crear otra colmena de pulgones, el ciclo de vida es de 11-16 días en total y presenta una alta tasa de reproducción es por esto que pueden infestar un cultivo rápidamente (Bayer, 2012).

4.5.3.2. Tabla 3: Plagas encontradas en el área de estudio.

| Nombre científico | Nombre común |
|-------------------------------|----------------------|
| e) <i>Diabrotica baltata</i> | Maya |
| f) <i>Diaphania hialinata</i> | Barrenador del tallo |
| g) <i>Diaphania nitidalis</i> | Barrenador del fruto |

e) **Maya** (*Diabrotica baltata*)

La maya es un insecto altamente polífago ya que ataca las hojas de una gran diversidad de cultivos, atacando más de 30 de las especies cultivadas entre las cuales están: El maní (*Arachis hypogea*), maíz (*Zea may*), pepino (*Cucumis sativus*), melón (*Cucurbita melo*), entre otros, los adultos son pequeños escarabajos que miden de 4-6 mm color verde claro con cuatro manchas irregulares en los élitros color amarillo brillante, la cabeza y antenas tienen una coloración rojiza, las hembras pueden ovipositar hasta 100 huevos depositados en el suelo cerca de las raíces de la planta hospedera individualmente o en masas, los huevos son de forma oval color blanquecino recién ovipositados y color café antes de eclosionar, estos miden aproximadamente 0.6mm de largo y 0.35 mm de ancho, las larvas son de color amarillo pálido dependiendo de la fuente de alimento, pasa por cuatro instares larvales pudiendo llegar a medir hasta 8.9 mm de largo y 0.51 mm de ancho, su ciclo de vida es de 76-97 días en total

f) **Barrenador del tallo** (*Diaphania hyalinata*)

Los huevos son aplastados puestos de uno en uno o en pequeños grupos en las axilas de las hojas, las larvas pasan por cinco estadios y pueden medir hasta 3 cm de longitud, son de color verde pálido con rayas dorsales longitudinales de color blanco, la pupa es un capullo de seda creado entre las hojas, el adulto tiene alas con márgenes color café y centros blancos, el principal daño que causan es la perforación de los tallos, hojas provocando la muerte de estos, su ciclo de vida es de 40-45 días en total.

g) **Barrenador del fruto** (*Diaphania nitidalis*)

Los huevos son aplastados puestos de uno en uno o en pequeños grupos en las axilas de las hojas, botones florales y frutos, las larvas pasan por cinco estadios y pueden medir hasta 3 cm de longitud, son de color amarillo pálido o blanco verdoso con cuatro puntos negros en cada segmento, la pupa es un capullo de seda entre las hojas, el adulto es de alas con margen color café y centros blancos, el principal daño que causan es la perforación de los tallos, hojas, flores y frutos provocando la muerte de estos, el estado larval es el único estado que causa daño, su ciclo de vida es de 40-45 días en total (Bayer, 2012).

4.5.3.2. Tabla 4: Insectos benéficos encontrados en el área de estudio

| Nombre científico | Nombre común |
|---------------------------------|-----------------|
| h) <i>Castolus spp</i> | Chinche asesina |
| i) <i>Forficula Auricularia</i> | Tijereta |

h) **Chinche asesina** (*Castolus spp*) Las ninfas y adultos de estas chinches se alimentan de escarabajos moscas pintas y gusanos, usan el largo estilete para inyectar saliva letal que licua el interior de la presa, que posteriormente absorben. Las patas están cubiertas de finos pelos, sirviéndoles para fijarse a la presa mientras se la comen. Son capaces de matar a presas más grandes que ellas

mismas, son apreciadas en muchos lugares como benéficos para control de insectos plaga. Son grandes, de dos centímetros de longitud corporal en promedio, poderosa, y con un diseño variable de rojo y negro, tanto en el cuerpo, como en los élitros y las patas. Siempre tienen rojo el primer segmento del pico. Son depredadores de otros muchos insectos, a los que absorben los jugos, después de haberlos ensartado con su formidable aparato bucal, las chinches asesinas reciben su denominación por la manera fría y calculadora con que acechan a sus presas, deliberadamente levantan un pico en forma de daga y se lo clavan a la víctima inyectándole su saliva paralizante, las hembras ponen un solo huevo en grietas, debajo de las piedras o en otros lugares protegidos en el verano, y los nuevos adultos emergen en todo el mes de junio siguiente. Sólo hay una generación por año.

l) **Tijeretas**(*Forficula Auricularia*)

Su tamaño es de 15 a 19 mm. Poseen aparato bucal masticador, ojos compuestos son proporcionalmente grandes y antenas cortas. Las antenas tienen 14 o 15 segmentos, son largas y delgadas. El color del adulto es rojizo. La característica peculiar de estos insectos es que poseen dos cercos modificados posteriores característicos que se asemejan a dos pinzas, denominados fórceps. En los machos estos tienen una longitud de 4 a 8 mm y son curvados, mientras que en las hembras son más chicos y más rectos. Les sirve como arma ofensiva, defensiva y de captura, así como para llevar alimento. Poseen alas reducidas, son muy malos voladores. Las ninfas son similares a los adultos, pero de color café pálido que luego se van oscureciendo, no tienen alas y solamente fórceps o tenazas. Se alimenta de gran variedad de insectos y de la materia orgánica, su ciclo de vida es de 30 días, desde la oviposición hasta que las ninfas alcanzan la madures (Wikipedia, 2012).

4.5.4 Aporque

El aporque se efectúa para evitar la tendedura de las plantas, así como facilitar el enraizamiento, ya que muchas veces por el peso excesivo de la panoja se tiende, conviniendo efectuarse cuando las plántulas alcancen los 40-50 cm, o a los 80-100 días después de la siembra. El aporque puede efectuarse mecánicamente con aporcadoras de maíz o usando yuntas acoplado al arado ramas para amontonar más tierra a la planta.

4.5.5 Cosecha

La cosecha de un grano tan pequeño causa dificultades y un elevado requerimiento de mano de obra (20 a 40 jornales por ha). El uso de una trilladora estacionaria de trigo ha dado buenos resultados, a condición de que se regule la velocidad del tamizado y se utilice una zaranda de grano fino. Pruebas efectuadas en el Cusco muestran que una cosecha de 1,200 kg se puede trillar en un lapso de 4 a 6 horas, con la ayuda de 3 obreros y después de que las plantas han sido secadas por 2 a 3 días al sol. La cosecha se lleva a cabo cortando la panoja o inflorescencia a mano usando tijera o cuchillos y comenzando la labor después de las 10 AM a fin de que la luz solar haya secado la plantación. En la época de cosecha la inflorescencia mantiene de 80-90% de humedad y el grano 52%. Se cortan las inflorescencias y se depositan en lonas o secaderos a plena exposición solar hasta que alcancen el 11% de humedad. La separación del grano se logra golpeando las inflorescencias secas y los granos pasan al proceso de secado y limpieza. Los granos secos se tamizan por malla de 0.5-1.0 mm separando los restos vegetales; los granos limpios obtenidos se guardan en sacos de nylon en lugar seco y ventilado para evitar la oxidación del grano, pues no requieren refrigeración. La viabilidad de la semilla depende de su almacenaje, el grano es poco atacado por plagas en esta etapa y puede mantener alta germinación por años si se conserva adecuadamente (CHINANTLAN, 2011).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Descripción de la zona de estudio

La investigación se llevó a cabo en el costado oeste del CNRA (Centro Nacional de Referencia en Agroplasticultura) del Campus Agropecuario ubicado en León, del empalme de la ceiba 1.5 km al este, con una altitud de 95 msnm, precipitaciones promedios de 1,200 mm anuales, con una pendiente del 2%, textura franco arenosa, temperaturas promedio de 27°C, bajo condiciones de suelo de pH neutro en promedio de 6.7, materia orgánica de 2.61%, nitrógeno de 0.14%, fósforo en cantidad de 9.76 mg/100 gr (P₂O₅), potasio 67.68 mg/100gr (K₂O), (CRNA, UNAN-León, 2011)

5.2 Materiales y equipos

Para la realización de la investigación se utilizaron los siguientes materiales:

1. Semilla de Amarantho

La variedad de la semilla utilizada es *Amaranthus Cruentus* similar al tamaño de una semilla de ajonjolí, su coloración es blanco kaki con un ligero punto de color café en el centro. Su peso va de 0.61 a 0.62 mg/semilla y la mayor concentración de proteína se encuentra en el germen. (Barrales, 2008).

2. Fertilizantes

Los fertilizantes utilizados fueron el NPK de origen químico, con proporciones 12-30-10 fórmula a base de nitrógeno, fósforo y potasio apto para estimular el buen crecimiento y desarrollo de los cultivos y el fertilizante orgánico bokashi con una función similar. Cabe mencionar que ambos fueron aplicados antes de la siembra en sus respectivas parcelas demostrativas.

3. Hojas de muestreo

La hoja de muestreo registra el comportamiento fisiológico del cultivo durante su ciclo, esta fue utilizada del diseño que se creó en el campus agropecuario para la toma de datos de sus cultivos.

5.3 Diseño experimental

El diseño fue de Bloque en distribución completamente al Azar (BCA), el área total de estudio es de 225 m², dividido en dos tratamientos y un testigo, los cuales tendrán 48 m² cada tratamiento (esto incluye sus repeticiones).

Tabla 5: Definición de los Bloques

| Bloques | Tratamiento de Fertilización |
|--|--------------------------------|
| Distribuidos aleatoriamente en el área de estudio. | T1= Orgánico-Bocashi, |
| | T2 = Convencional (química) |
| | T3 = Testigo sin fertilización |

Cada tratamiento constó de 3 repeticiones, el área utilizada para cada tratamiento fue de 16 m² (4*4 m), de igual forma para las repeticiones, la distancia de siembra fue de 20 cm entre planta y 80 cm entre surco, dando como resultado una densidad poblacional de 100 plantas por repetición. Para un total de 900 plantas en la investigación. Todos los tratamientos tuvieron el mismo manejo agronómico, exceptuando la fertilización.

Tabla 6: Distribución de los Tratamientos

| Ubicaciones dentro del bloque | T1 | T2 | T3 | N = |
|-------------------------------|-----|-----|-----|----------|
| 1 | T11 | T21 | T31 | 3 |
| 2 | T12 | T22 | T32 | 3 |
| 3 | T13 | T23 | T33 | 3 |
| N = | 3 | 3 | 3 | 9 |

5.4 Definición de las variables a evaluar:

5.4.1 Temperatura (°C)

La temperatura fue tomada tres veces al día en cada semana, apoyándonos del instrumento termohidrógrafo quien nos expresaba en grados Celsius los datos del día.

5.4.2 Humedad (%):

Para la toma de la humedad relativa hicimos uso del instrumento termohigrógrafo quien da los datos en porcentaje de la humedad en el ambiente, esta variable fue tomada una vez a la semana en tres ocasiones en el día. El termohigrógrafo es un instrumento manual de fácil uso.

5.4.3 Altura (m):

Para medir la altura se utilizó cinta métrica, tomándola desde la base de la planta hasta la zona de crecimiento apical. La unidad de medida es el metro.

5.4.4 Diámetro del tallo (cm):

El diámetro del tallo se midió con el pie de rey a cinco cm de la base de la planta.

5.4.5 Número de hojas (Q):

El número de hojas se tomó en cuenta desde el momento de trasplante a campo definitivo hasta el inicio de la floración.

5.4.6 Tamaño final de panojas (cm):

Con la cinta métrica se midió el tamaño de panojas producidas por cada planta muestreada.

5.4.7 Peso total de las semillas por plantas muestreadas por cada repetición (gr):

Se pesó la producción de semillas por plantas de muestreo por cada repetición con una balanza (25 plantas de muestreo por repetición).

5.5 Definir la toma de muestra.

El número de plantas muestreadas fue 25 por cada repetición, distribuida aleatoriamente, con un total de 75 plantas por tratamiento, siendo evaluadas 225 plantas en la investigación.

5.6 Manejo agroecológico del cultivo.

El cultivo fue establecido con el método de trasplante en las parcelas del CNRA, (Centro Nacional de Referencia en Agroplasticultura) el 29 de septiembre del 2011 hasta su cosecha el 28 de diciembre del mismo año, teniendo una permanencia en campo de 90 días, y un periodo total de 112 días desde la siembra en bandejas hasta cosecha, se utilizó 9 bandejas de 105 celdas para un total de 945 plantas, estas pasaron en túnel de producción de plántulas 22 días posteriormente se trasplantaron a campo definitivo, ubicándose en 9 parcelas de 4x4 m cada una, en 5 surcos por parcela a una distancia de siembra de 20 cm entre planta y 80 cm entre surcos.

Al momento del trasplante las plántulas tenían una altura de 15 cm; un diámetro de 0.16 cm y un número de hojas de 7 (todos estos datos son promedios), antes de trasplantar se depositó 10 gr de fertilizante químico (12-30-10) en el fondo del agujero de trasplante en el caso de las parcelas de repetición que incluye este tratamiento, 100 gr de bocashi en el caso de las parcelas de repetición del tratamiento orgánico y no se aplicó nada en las parcelas de repetición del tratamiento testigo; después del trasplante la limpieza del cultivo se realizó con machete a los 19 días, a los 22 días se realizó el aporque utilizando azadón, a los 50 días se realizó el segundo aporque, mejorando así el anclaje de la planta al suelo y haciendo un efectivo control de malezas, no se realizó ningún tipo de control de plagas ni enfermedades, debido a la casi nula presencia de estas.

5.7 .Análisis e interpretación de los resultados.

El análisis estadístico de los datos se realizó a través de los programas EXCEL y SPSS, realizando un análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Condiciones agroclimáticas del sector de estudio relevante para el desarrollo del cultivo de *Amaranthus cruentus*.

6.1.1 Características de los suelos del sector de estudio, como factor de influencia en el desarrollo del cultivo.

Tabla 7: Parámetros físicos y químicos del suelo del área de estudio.

| Parámetros químicos | Unidad de medida | Media | Mínimo | Máximo |
|-------------------------------|-----------------------|--------------------------------|--------|--------|
| Ph | | 6.7 | 6.5 | 7 |
| MO | % | 2.61 | 2.2 | 3 |
| Nitrógeno Total | % | 0.14 | 0.11 | 0.15 |
| Relación C/N | | 14.42 | 14.13 | 14.9 |
| P ₂ O ₅ | mg/100gr | 9.76 | 6.6 | 17.7 |
| K ₂ O | | 67.68 | 57.1 | 77.8 |
| CaO | | 216.83 | 194.6 | 237.6 |
| MgO | | 35.31 | 26.9 | 45.1 |
| Cu | mg/kg | 6.46 | 5.5 | 7.5 |
| Fe | | 58.7 | 44.4 | 76.2 |
| Mn | | 0.86 | 0.6 | 1.5 |
| Zn | | 2.96 | 1.69 | 7.97 |
| Parámetros físicos | | Contenido de partículas | | |
| Arcilla | (%) | 14.2 | | |
| Limo | | 21.4 | | |
| Arena | | 66.8 | | |
| TEXTURA | Franco arenoso | | | |

Los resultados químicos del análisis de suelo se presentan en la tabla 7. Donde podemos observar que los valores del pH de las parcelas del CNRA (Centro Nacional de Referencia en Agroplasticultura) están en los rangos que indican una ligera neutralidad; pues estas tienen valores promedios de 6.7. El valor del pH tiene un significado en la nutrición de los cultivos y en el manejo efectivo de los fertilizantes. Un pH neutro o poco ácido, entre 5 y 7, favorecerán la disponibilidad de la mayoría de los nutrientes. Los valores altos harán menos disponible a

algunos nutrientes, entre ellos el P, ya que el PO_4^{3-} se absorbe con mucha más dificultad que los fosfatos ácidos (PO_4H_2^- , PO_4H^-). Un pH muy bajo puede insolubilizar algunos nutrientes y movilizar al aluminio (Al^{3+}), con frecuencia tóxico (Barrales, 2008).

Las parcelas del CNRA favorecen la disponibilidad de la mayoría de los nutrientes para el crecimiento y desarrollo óptimo del cultivo de *Amaranthus cruentus* quien se adapta bien a terrenos francos de buen drenaje y soporta un pH del suelo desde 6.2 hasta 7.8 con buen rendimiento (CHINATLAN, 2011).

Materia orgánica (MO): Las concentraciones óptimas de la materia orgánica en los suelos debe ser mayor a 2.5% según los recomendados por el departamento de química de la universidad UNAN_León. Al comparar el contenido de MO en las áreas de estudio del CNRA, las cuales tienen un promedio de 2.61% en materia orgánica, se puede observar que superan al valor óptimo establecido por el laboratorio en mención.

El contenido de materia orgánica de las parcelas del CNRA se ha obtenido gracias a las buenas prácticas agrícolas de protección y conservación de los suelos que ejerce dicha institución. Entre las prácticas más comunes tenemos la del uso de los abonos verdes; también se practica los barbechos, control biológico de plagas y enfermedades en los cultivos para la utilización de los productos químicos como último recurso. Estas y muchas más actividades contribuyen a la conservación de la materia orgánica de las parcelas del CNRA y es por eso que la materia orgánica en esta área de estudio es de suma importancia para nuestra investigación.

Macro y micronutrientes: según los resultados del análisis de suelo, el macronutriente en mayor cantidad encontrado en las parcelas del CNRA es el calcio (Ca) en forma de CaO y sus proporciones son de 216.83 mg/100gr así como también el micronutriente en mayor proporción es el hierro (Fe) con 58mg/Kg y dada la esencialidad de los nutrientes para la formación de nuevas moléculas y nuevas células, existe una relación estrecha entre el suministro de cada nutriente y el crecimiento experimentado por la planta.

La variabilidad de los nutrientes presentes en el suelo puede causar trastornos en la evolución de los cultivos por ejemplo el término de carencia o deficiencia de un nutriente en particular por debajo de los requerimientos afectara directamente el crecimiento del cultivo y a un aumento de la concentración del nutriente le corresponderá, en esta región, un aumento proporcional en el crecimiento de la planta.

Es decir que los macro y los micro elementos presentes en un suelo son de suma importancia ya que en la zona de *carencia* se observará un crecimiento menor que el correspondiente al suministro óptimo; en muchos casos aparecerán síntomas característicos tales como clorosis (amarillamiento), necrosis (muerte tisular), coloraciones rojizas u oscuras, entre otras (FAO, 2011).

Textura: La textura de los suelos del área de estudio es franco arenoso pues esta se refiere así por las cantidades o proporciones de sus partículas de suelo reflejadas en la tabla 3 en los parámetros físicos del suelo.

Como se mencionaba con anterioridad el cultivo de *Amaranthus cruentus* prefiere suelos franco arenosos, con alto contenido de nutrientes y buen drenaje, aunque puede adaptarse a una amplia gama.

Los resultados confirman que existe una similitud entre los suelos andinos donde se produce a gran escala el cultivo de *Amaranthus cruentus*, con los suelos de las parcelas del CNRA donde se realizó la investigación (CHINANTLAN, 2011).

6.1.2 *Características climáticas durante el desarrollo del experimento en el área de estudio.*

Tabla 8: Promedios semanales de temperatura y humedad relativa en tres momentos del día en el área de estudio.

| Fecha | Temperatura (°C) | | | Humedad relativa % | | |
|----------------------|------------------|------------|------------|--------------------|------------|------------|
| | 08:00 a.m. | 12:00 p.m. | 04:00 p.m. | 08:00 a.m. | 12:00 p.m. | 04:00 p.m. |
| 29/09/2011 | 33 | 33 | 31 | 82 | 78 | 83 |
| 05/10/2011 | 31 | 31 | 32 | 83 | 79 | 84 |
| 12/10/2011 | 31 | 31 | 30 | 84 | 80 | 85 |
| 19/10/2011 | 33 | 33 | 32 | 86 | 80 | 90 |
| 26/10/2011 | 30 | 30 | 29 | 90 | 82 | 93 |
| 03/11/2011 | 30 | 33 | 33 | 88 | 86 | 89 |
| 12/11/2011 | 30 | 30 | 32 | 89 | 81 | 90 |
| 19/11/2011 | 30 | 30 | 30 | 88 | 82 | 86 |
| 26/11/2011 | 28 | 28 | 29 | 85 | 90 | 87 |
| 03/12/2011 | 32 | 32 | 33 | 87 | 80 | 88 |
| TOTAL 10 DIAS | 31 | 31 | 31 | 86 | 82 | 88 |

La tabla 8 muestra las condiciones de temperatura y humedad relativa a las que estuvo expuesta el cultivo de *Amaranthus cruentus* en el periodo de producción, estas fueron medidas en tres momentos del día mostrando a lo largo del ciclo productivo temperaturas mínimas de 28 grados Celsius y temperaturas máximas de 33 grados Celsius, el mínimo de humedad relativa fue de 78% y el máximo de 93%.

6.1.4. Presencia de insectos plagas y benéficos identificados durante el crecimiento del cultivo.

Por ser un cultivo introducido en los últimos años podemos mencionar y confirmar que la presencia de insectos plagas tuvo una representación casi nula durante el ciclo del cultivo así como también lo refieren en sus reportes FAO, 2011 quienes realizaron con anterioridades investigaciones en el mismo.

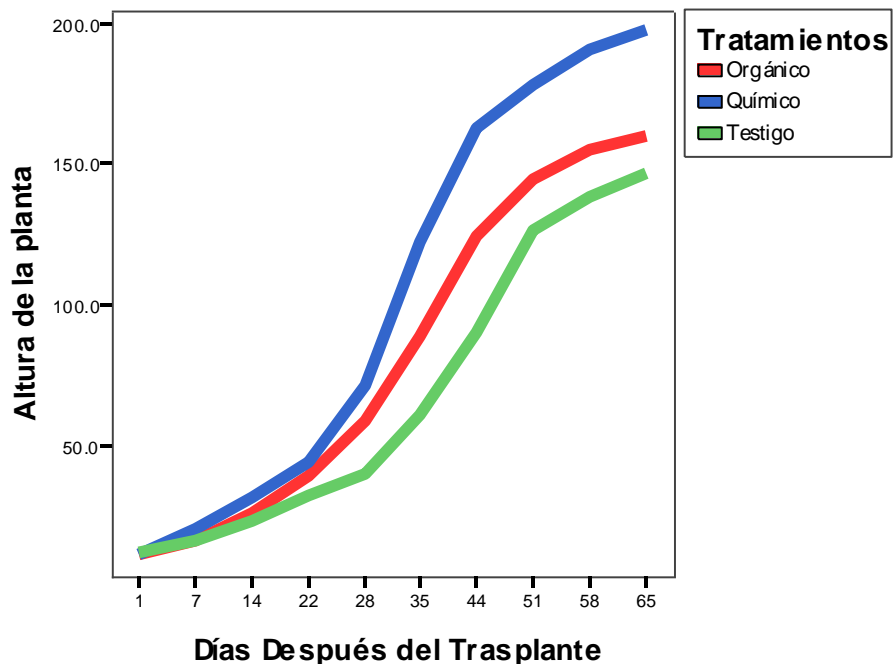
El insecto que referimos como plaga en nuestra investigación del *Amaranthus cruentus* es la *Diabrotica balteata* pertenecientes al orden lepidóptero insectos que se caracteriza por causar daño de defoliación en los cultivos de cucúrbitas.

Estos se alimentaban de las hojas tiernas , pero no fue considerada como indicio de daño, pues el tamaño de las hojas compensaba en apetito del insecto dejando más del 90% de las hojas sanas, lo que permitió que las planta pudieran ejercer sus actividades químicas relacionadas al proceso de fotosíntesis sin complicación.

Otros insectos encontrados en el ensayo fueron el Barrenador del tallo (*Diaphania hyalinata*) el cual se ubicaba en las axilas de las hojas y perforaba el tallo, sus poblaciones fueron relativamente bajas, por tanto no amerito control químico, el Barrenador del fruto (*Diaphania nitidalis*), el cual se observó devorando pequeñas porciones de la panoja, por presentar bajas poblaciones ambos insectos fueron controlados de forma manual, eliminándolos al observarlos al momento de realizar los muestreos.

Los insectos benéficos observados fueron las chinches asesinas (*Castolus spp*) que depredaban mayas y larvas, en las cuales introducía su estilete, inyectando saliva que paraliza al insecto y licua todos los órganos internos del mismo, posteriormente succiona los fluidos de su presa; las tijeretas (*Forficula Auricularia*) por sus hábitos de insecto nocturno no se observó hasta el momento de la cosecha del cultivo, aunque cabe mencionar que es un insecto que depreda gran diversidad de insectos.

6.2 Efecto de diferentes tipos de fertilización sobre el desarrollo fenológico de *Amaranthus cruentus*.



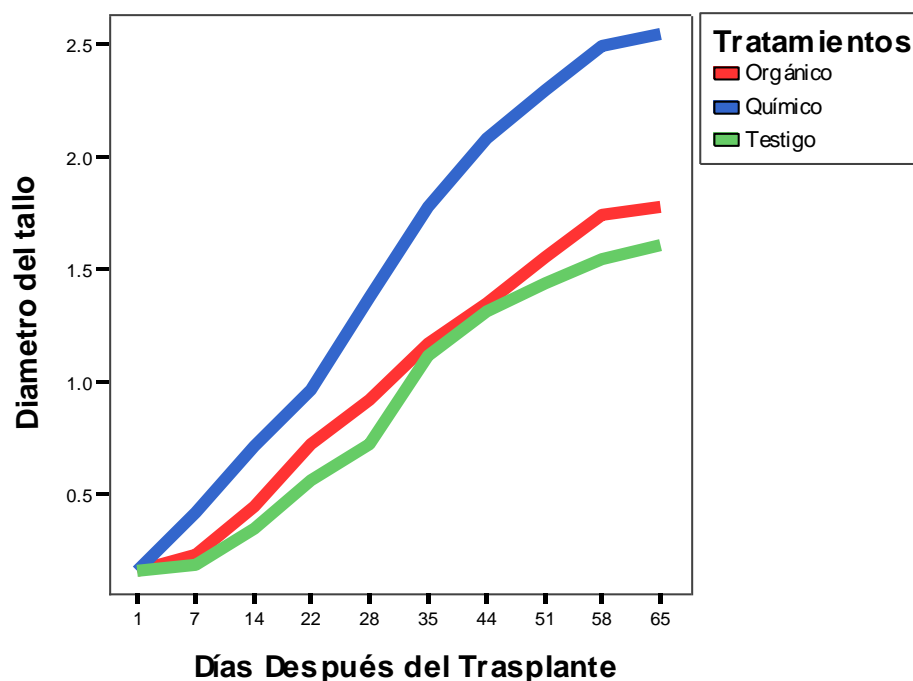
Gráfica 1: Altura de la planta (cm) de *Amaranthus cruentus* bajo el efecto de tres tipos de fertilizantes en el Campus Agropecuario de la UNAN-León en el ciclo 2011-2012.

El Gráfico 1 muestra el comportamiento de la variable altura en el tiempo, obteniendo el mejor resultado; el tratamiento Químico con altura Final promedio de 197.4 cm a los 65 días después de la siembra, seguido por el tratamiento orgánico y el tratamiento testigo con valores de 160.1 y 146.5 cm respectivamente.

Al momento de realizar el análisis estadístico según Tukey al 95% de confiabilidad muestra que existe diferencia significativa para la variable altura entre los tratamientos evaluados (ver anexo 3, cuadro 4).

Evidentemente el tratamiento de mayor crecimiento es el tratamiento químico. Esto es razonable pues una de las características de los fertilizantes químicos es la rápida asimilación influyendo en su desarrollo, presentando una mayor elongación en menor tiempo, en cambio la planta tiende a procesar con mayor lentitud las enmiendas de origen orgánico. En los suelos donde no se han hecho

enmiendas de fertilizantes ni orgánicos o químicos las plantas tienden a presentar una dificultad mayor para aprovechar los recursos presentes en el suelo, reflejándolo así en su tardío desarrollo y crecimiento. Referimos esto pues el tratamiento testigo al no ser fertilizado obtuvo sus nutrientes por cuenta propia del suelo, esto produjo mayor esfuerzo para este tratamiento pues los minerales se encuentran mejor adheridos a las partículas del suelo que en los otros que se realizaron en formas de enmiendas. El cultivo de *Amaranthus cruentus* alcanza de 0.5 a 3 m de longitud según los datos ofrecidos por la asociación de CHINANTLAN. Nuestro cultivo alcanzó una longitud mayor de 1m de altura en los diferentes tratamientos, lo que consideramos un cultivar eficaz encontrándonos dentro de esos parámetros, y estas desigualdades podemos atribuir las al manejo agronómico (distancia de siembra, tipos de fertilizantes) diferenciado entre sectores (CHINANTLAN, 2011).



Gráfica 2: Diámetro del Tallo (cm) de *Amaranthus cruentus* bajo el efecto de tres tipos de fertilizantes en el Campus Agropecuario de la UNAN-León en el ciclo 2011-2012.

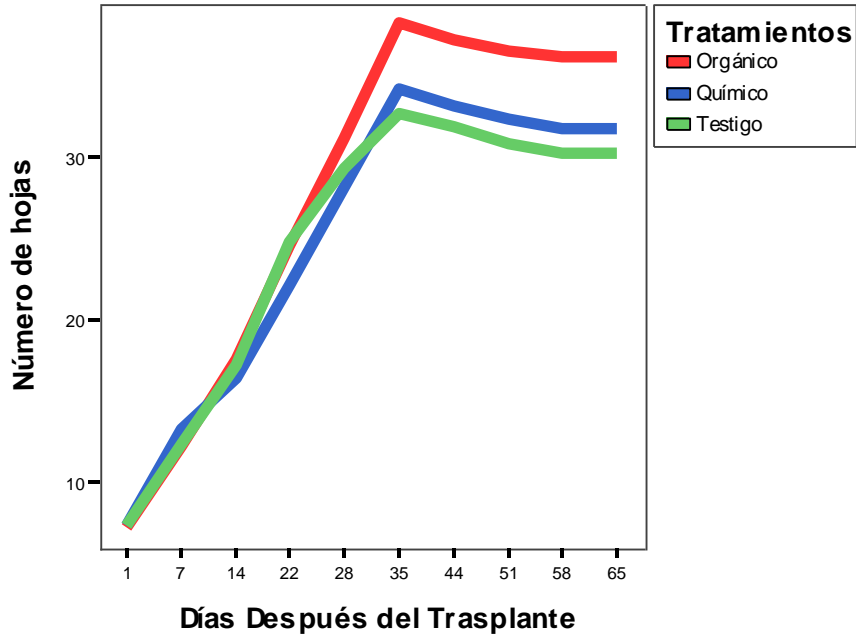
El Gráfico 2 muestra el comportamiento de la variable diámetro del tallo en el tiempo, obteniendo el mejor resultado el tratamiento Químico con un diámetro final promedio de 2.54 cm a los 65 días después del trasplante, seguido por el

tratamiento Orgánico y el tratamiento Testigo, con valores de 1.8 y 1.6 cm respectivamente.

Al momento de realizar el análisis estadístico según Tukey al 95% de confiabilidad muestra que existe diferencia significativa para la variable Diámetro entre los tratamientos evaluados (ver anexo 3, cuadro 4).

El amaranto es una especie anual, herbácea o arbustiva por lo cual no posee diámetros ascendentes a los 3 cm. En la gráfica 2 se observa que no hay gran diferencia entre los diámetros de los tratamientos testigo y orgánico, esto es porque la planta ocupa mayor atención en otros órganos tales como hojas, ramas y/o tamaño de la panoja, en cambio el fertilizante químico por sus propiedades sobre el desarrollo celular ejerce una mayor influencia en el tallo de los tratamientos referentes al mismo. Es por eso que se observa en la gráfica que el tratamiento químico está por encima de los otros dos tratamientos que se encuentran casi al mismo nivel.

Durante el periodo de investigación se observó la diferencia entre tratamientos; comprobando así, la influencia que tienen los fertilizantes sobre los mismos, en este caso el fertilizante químico proporciono mayor tamaño en altura lo que tuvo que ser compensado pues también es el tratamiento que presento mayor diámetro del tallo, confirmándonos que ambas variables son concisamente proporcionales. Lógicamente la naturaleza de la planta le indica que a mayor altura adquirida el diámetro de la misma tendrá que aumentar ya que de lo contrario se verá en un inevitable desplome producidos por factores externos tales como: fuerzas de los vientos, fuerza de gravedad, lluvias copiosas.



Gráfica 3: Número de hojas de *Amaranthus cruentus* bajo el efecto de tres tipos de fertilizantes en el Campus Agropecuario de la UNAN-León en el ciclo 2011-2012.

El Gráfico 3 muestra el comportamiento de la variable Número de hojas en el tiempo, obteniendo el mejor resultado el tratamiento Orgánico con un número de hojas final promedio de 36 hojas a los 65 días después del trasplante, seguido por el tratamiento químico y el tratamiento testigo, con valores de 32 y 30 hojas respectivamente.

Al momento de realizar el análisis estadístico según Tukey al 95% de confiabilidad muestra que existe diferencia significativa para la variable Número de hojas entre el tratamiento Orgánico con respecto a los tratamientos Químico y testigo, observándose que no existe diferencia significativa entre los tratamientos Químico y Testigo para esta variable (ver anexo 3, cuadro 4).

Una de las principales actividades como investigadores es la observación, referimos esto para justificar por qué la variable número de hojas de tratamiento orgánico supera al resto de tratamientos.

Durante el periodo de crecimiento del cultivo ya establecido en campo, observamos que el tratamiento del fertilizante químico se elongó con mayor

rapidez, las plántulas pudieron aprovechar el fertilizante desde el momento del contacto de las raíces con este, en cambio el fertilizante orgánico fue asimilado con mayor lentitud observando su influencia en el periodo vegetativo, etapa donde las plantas aumentan su desarrollo foliar para mayor aprovechamiento de la energía solar la que necesitaran para su madurez. Como resultado proporciono un mayor número de hojas en el tratamiento orgánico en comparación que el resto de los tratamientos.

Los fertilizantes químicos fueron elaborados con la finalidad de optimizar los rendimientos del cultivo, por sus composiciones sintéticas son de rápida asimilación pues están idóneos para ser absorbidos sin dificultad; en cambio las enmiendas orgánicas como el bocashi son un poco más costosos al asimilarse (Guía del emprendedor, 2011).

6.3 Rendimientos del cultivo de *Amaranthus cruentus* bajo diferentes tipos de fertilización.

Tabla 9: Longitud promedio de la panoja en centímetros por cada tratamiento.

| Longitud promedio de la panoja por cada tratamiento | | | | | |
|--|-----------|--------------|-------------------|---------------|---------------|
| Tratamiento | N | Media | Desv. típ. | Mínimo | Máximo |
| Orgánico | 75 | 37,35 | 10,83 | 10 | 76 |
| Químico | 75 | 46,75 | 12,15 | 10 | 70 |
| Testigo | 75 | 32,95 | 9,05 | 10 | 56 |

N=75

En la tabla 9 se muestra el tamaño final de la panoja, obteniendo el mejor resultado el tratamiento Químico con un largo promedio de 46.7 cm a los 72 días después del trasplante, seguido por el tratamiento Orgánico y el tratamiento Testigo, con valores de 37.3 y 32.9 cm respectivamente. Al momento de realizar el análisis estadístico según Tukey al 95% de confiabilidad muestra que existe diferencia significativa para la variable Longitud de la panoja entre los tratamientos evaluados (ver anexo 4, cuadro 5).

Tabla 10: Peso promedio de las semillas en gramos por cada tratamiento.

| Producción en gramos de semilla por cada tratamiento | | | | | | |
|---|-----------|------------------|---------------|-------------------|---------------|---------------|
| Tratamiento | N | num repet | Media | Desv. Típ. | Mínimo | Máximo |
| Orgánico | 75 | 3 | 201,73 | 37,852 | 164,1 | 239,8 |
| Químico | 75 | 3 | 430,13 | 137,5 | 292,1 | 567,1 |
| Testigo | 75 | 3 | 170,33 | 29,7 | 140,6 | 200 |

N=75

La tabla 10 muestra el peso promedio en gramos por repetición (25 plantas) de cada tratamiento, obteniendo el mejor resultado el tratamiento químico con 430.1 gr de semilla, seguido por el tratamiento orgánico y testigo, con valores de 201.7 y 170.3 gr de semilla respectivamente.

Al momento de realizar el análisis estadístico según Tukey al 95% de confiabilidad muestra que existe diferencia significativa para la variable Peso de la semilla por tratamiento; entre los tratamientos evaluados (ver anexo 5, cuadro 6).

Tabla 11: Peso promedio de la semilla en gramos por planta en los distintos tratamientos.

| Peso promedio de la semilla por planta | | | | | |
|---|-----------|--------------|------------------|---------------|---------------|
| Tratamiento | N | Media | Desv.tip. | Mínimo | Máximo |
| Orgánico | 75 | 8,1 | 1,5 | 6,6 | 9,6 |
| Químico | 75 | 17,2 | 5,5 | 11,7 | 22,7 |
| Testigo | 75 | 6,8 | 1,2 | 5,6 | 8 |

N=75

La tabla 11 Muestra el peso promedio por planta, obteniendo el mejor resultado el tratamiento químico con un valor promedio de 17.2 gr, seguido del tratamiento orgánico y testigo con valores de 8.08 y 6.81 gr respectivamente.

Al momento de realizar el análisis estadístico según Tukey al 95% de confiabilidad muestra que existe diferencia significativa para la variable peso promedio de la semilla por planta entre los tratamientos evaluados (ver anexo 4, cuadro 7).

Tabla 12: Producción de grano de *Amaranthus cruentus* en Quintales por manzana por cada tratamiento.

| Producción de grano de amaranto en QQ/mz por cada tratamiento | | | | | | |
|--|-----------|-------------------|-------------------|---------------|------------------|--------------|
| Tratamientos | N | gr/Plantas | Plantas/mz | Kg/mz | Libras/mz | QQ/mz |
| Orgánico | 75 | 8.1 | 50,185 | 406.5 | 893.2 | 8.93 |
| Químico | 75 | 17.2 | 50,185 | 863.18 | 1898.99 | 18.98 |
| Testigo | 75 | 6.8 | 50,185 | 342.25 | 750.75 | 7.51 |

N= 75

La tabla 12 muestra la producción del cultivo en gramos por planta, kilogramos por manzanas, libras por manzanas y quintales por manzanas, claramente se observa que el tratamiento que obtuvo una mayor producción fue el tratamiento Químico con 18.98 QQ/mz, seguido del tratamiento Orgánico con 8.93 QQ/mz y en tercer lugar el tratamiento testigo con 7.51 QQ/mz, esta producción se obtuvo con una distancia de siembra de 20 cm entre plantas y 80 cm entre surco.

Al momento de realizar el análisis estadístico según Tukey al 95% de confiabilidad muestra que existe diferencia significativa para la variable rendimiento productivo de grano en quintales por manzana entre los tratamientos evaluados (ver anexo 5, cuadro 6); referimos el mismo anexo de la tabla 12 debido a que todos los parámetros productivos son derivados del promedio de producción de grano en gramos por planta.

VII. CONCLUSION

En base al análisis estadístico realizado con el programa SPSS utilizando la prueba de Tukey al 95% de confiabilidad, todos los tratamientos son diferentes estadísticamente hablando, el cultivo de *Amaranthus cruentus* es adaptable a las condiciones edafoclimáticas del área de estudio (CNRA, UNAN- León), ya que éste responde de distintas forma a los tratamientos de fertilización (1 Orgánico, 2 Químico, 3 Testigo).

En cuanto a los resultados obtenidos de desarrollo fenológico y productividad de grano, podemos afirmar que el tratamiento mejor adaptable a las condiciones edafoclimáticas es el tratamiento químico respondiendo con el mayor desarrollo fenológico con altura promedio de la planta de 190 cm, 2.54 cm de diámetro y 32 hojas, seguido por el tratamiento Orgánico con 160 cm de altura, 1.7 cm de diámetro y 36 hojas, y en último lugar el tratamiento Testigo con 146.5 cm de altura, 1.6 cm diámetro y 30 hojas.

De igual forma se ordenan los tratamientos para la variable producción de grano, teniendo la mayor producción el tratamiento químico con un rendimiento de 18.9 quintales por manzana, seguido por el tratamiento Orgánico con 8.9 quintales por manzana y en último lugar el tratamiento testigo con una producción de 7.5 quintales por manzana.

VIII. RECOMENDACIONES

- ❖ En base a la investigación realizada se considera que el cultivo de *Amaranthus cruentus*, puede ser tomado en cuenta como un rubro más, dentro de la producción tradicional en Nicaragua.

- ❖ El desarrollo del cultivo del *Amaranthus cruentus* bajo las condiciones del Campus agropecuario (León), nos demuestras que este cultivo puede ser introducido para la diversificación de los sistemas de producción agrícola en Nicaragua.

- ❖ Debido a que el cultivo de *Amaranthus cruentus* fue establecido en época de invierno (ciclo 2011-2012) Se recomienda realizar investigaciones comparativas bajo condiciones climáticas de varano. Así como también diferentes dosificaciones de fertilizantes en las diferentes etapas del cultivo en mención.

- ❖ Según los resultados de producción y las características del cultivo investigado se recomienda su establecimiento en sistemas de producción de fincas para el sustento de pequeño y medianos productores.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Asociación CHINANTLAN, 2011. Amaranto el alimento del futuro (en línea), Chinandega, Nicaragua. Consultado 5 de junio de 2011. disponible en <http://www.chinantlan.org/does/amaranto.htm>
- Barrales, J. 2008. L amaranto: botánica y descripción del amaranto. (en línea). Consultado 7 de junio de 2011. Disponible en <http://botanicaeconomicadeamaranto.blogspot.com>
- Controladores biológicos, chinches asesinas 2011 (en línea) Consultado 27 de mayo del 2012, Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Reduviidae>
- Controladores biológicos, 2011 (en línea) Consultado 27 de mayo del 2012 Disponible en http://en.wikipedia.org/wiki/Forficula_auricularia
- FAO. 2011. Cultivos andinos. (en línea), Italia. Consultado 7de junio de 2011. Disponible en <http://www.rlc.fao.org>
- Guía del emprendedor, 2011, cultivo de amaranto (en línea), argentina. Consultado 8 de junio de 2011. disponible en <http://www.guiadelemprendedor.com.ar/Amaranto.htm>
- Insectos plaga generalistas, 2011 Diabroticas (en línea), Consultado 27 de mayo del 2012 Disponible en <http://www.sinavimo.gov.ar/plaga/diabrotica-speciosa>
- Insectos plaga generalistas, 2011 Diabroticas (en línea), Consultado 27 de mayo del 2012 Disponible en <http://www.laguiasata.com/diabrotica.html>
- Plagas y su control, 2011, falso medidor (en línea), Consultado 27 de mayo 2012 Disponible en [http:// www.bayercropscience.com](http://www.bayercropscience.com)
- Plagas importantes del Maíz, 2010. gusano cogollero (en línea) Consultado 27 de mayo del 2012, Disponible en <http://entomologia-agricolaa.blogspot.com>
- Saiz, J. 2003. El amaranto cultivo alternativo para áreas en procesos de descertificación. (en línea). Habana, Cuba. Consultado 5 de junio de 2011. Disponible en http://www.medioambiente.cu/revistama/5_07.asp
- Universidad Nacional de La Pampa, 2010. Amaranto. (en línea). La pampa. 8 de junio del 2011. Disponible en <http://www.agro.unlpam.edu.ar>

X. ANEXOS

(ANEXO 1)

Cronograma de actividades (Cuadro 1)

| Actividad | Jun. | Jul. | Agt. | Sept. | Oct. | Nov. | Dic. | Ene. | Feb. | Mar. | Abr. | May. | Jun. | jul. |
|---------------------------------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Entrega de protocolo | ■ | | | | | | | | | | | | | |
| Inicio de la investigación | | ■ | | | | | | | | | | | | |
| Recolección de datos | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | |
| Análisis estadístico | | | | | | | ■ | | | | | | | |
| Elaboración del documento final | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| Defensa de la investigación | | | | | | | | | | | | | | ■ |

Presupuesto (Cuadro 2)

| Insumos/actividad | Unidad de medida | Costo unitario C\$ | Cantidad | Costo total C\$ |
|--|------------------|--------------------|----------|-----------------|
| Semilla | Gramos | 2.5 | 20 | 50 |
| Preparación del terreno | Labor | 300 | 1 | 300 |
| Fertilización | Saco | 161 | 1 | 161 |
| Desmalezado | Día hombre | 80 | 3 | 240 |
| Cosecha | Día hombre | 80 | 3 | 240 |
| Impresión de documentos y otros materiales | | - | - | 900 |
| Gran total | | | | 1891 |

(ANEXO 2)

(Hoja de muestreo)

Numero de parcela: _____

Tratamiento: _____

Fecha: _____

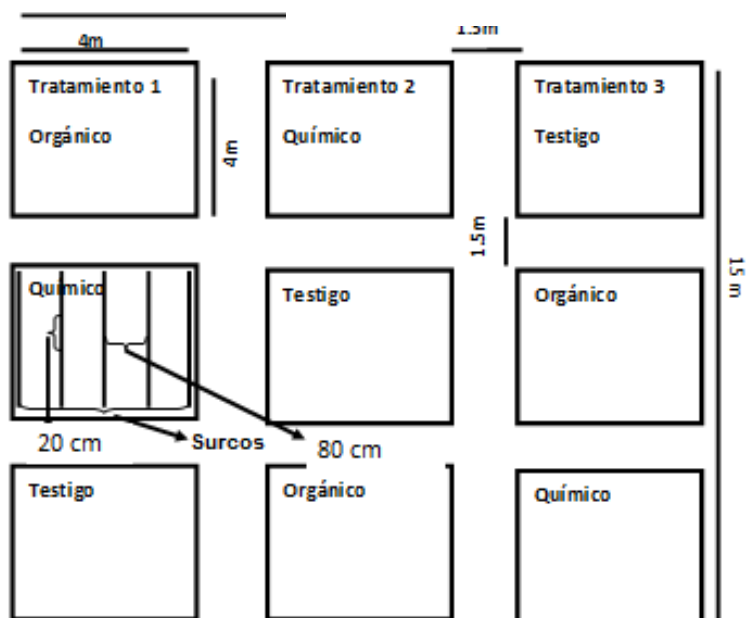
Hoja de muestreo

| N° Plantas | Altura | Diámetro | N° hojas |
|------------|--------|----------|----------|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| N... | | | |
| 25 | | | |

Observaciones:

(Cuadro 3)

Plano de campo



(ANEXO 3)

Comparaciones múltiples (Cuadro 4)

| Variable dependiente | | (I) Tratamientos | (J) Tratamientos | Diferencia de medias (I-J) | Error típico | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | |
|----------------------|--------------|------------------|------------------|----------------------------|--------------|------|-------------------------------|-----------------|
| | | | | | | | Límite superior | Límite inferior |
| Altura de la Planta | HSD de Tukey | Orgánico | Químico | -20.5613(*) | 3.1722 | .000 | -28.001 | -13.122 |
| | | | Testigo | 13.9487(*) | 3.1722 | .000 | 6.509 | 21.388 |
| | | Químico | Orgánico | 20.5613(*) | 3.1722 | .000 | 13.122 | 28.001 |
| | | | Testigo | 34.5100(*) | 3.1722 | .000 | 27.070 | 41.950 |
| | | Testigo | Orgánico | -13.9487(*) | 3.1722 | .000 | -21.388 | -6.509 |
| | | | Químico | -34.5100(*) | 3.1722 | .000 | -41.950 | -27.070 |
| Diámetro del Tallo | HSD de Tukey | Orgánico | Químico | -.4743(*) | .0359 | .000 | -.559 | -.390 |
| | | | Testigo | .1098(*) | .0359 | .006 | .026 | .194 |
| | | Químico | Orgánico | .4743(*) | .0359 | .000 | .390 | .559 |
| | | | Testigo | .5841(*) | .0359 | .000 | .500 | .668 |
| | | Testigo | Orgánico | -.1098(*) | .0359 | .006 | -.194 | -.026 |
| | | | Químico | -.5841(*) | .0359 | .000 | -.668 | -.500 |
| Número de Hojas | HSD de Tukey | Orgánico | Químico | 2.655(*) | .529 | .000 | 1.41 | 3.90 |
| | | | Testigo | 3.039(*) | .529 | .000 | 1.80 | 4.28 |
| | | Químico | Orgánico | -2.655(*) | .529 | .000 | -3.90 | -1.41 |
| | | | Testigo | .384 | .529 | .748 | -.86 | 1.62 |
| | | Testigo | Orgánico | -3.039(*) | .529 | .000 | -4.28 | -1.80 |
| | | | Químico | -.384 | .529 | .748 | -1.62 | .86 |

* La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

(ANEXO 4)

(Cuadro 5)

Longitud de la Panoja

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Longitud De La Panoja

| | (I) Tratamientos | (J) Tratamientos | Diferencia de medias (I-J) | Error típico | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | |
|-----------------|---------------------|---------------------|----------------------------------|-----------------|------|----------------------------------|--------------------|
| | | | | | | Límite superior | Límite inferior |
| HSD de Tukey | Orgánico | Químico | -9,400(*) | 1,755 | ,000 | -13,54 | -5,26 |
| | | Testigo | 4,400(*) | 1,755 | ,034 | ,26 | 8,54 |
| | Químico | Orgánico | 9,400(*) | 1,755 | ,000 | 5,26 | 13,54 |
| | | Testigo | 13,800(*) | 1,755 | ,000 | 9,66 | 17,94 |
| | Testigo | Orgánico | -4,400(*) | 1,755 | ,034 | -8,54 | -,26 |
| | | Químico | -13,800(*) | 1,755 | ,000 | -17,94 | -9,66 |

* La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

ANEXO 5

(Cuadro 6)

Comparaciones múltiples

| Variable dependiente | | (I) Tratamientos | (J) Tratamientos | Diferencia de medias (I-J) | Error típico | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | |
|---|--------------------|---------------------|---------------------|-------------------------------|-----------------|------|----------------------------------|-----------------|
| | | | | Límite inferior | Límite superior | | Límite inferior | Límite superior |
| Peso neto de la semilla en gramos por tratamiento | HSD de Tukey | Orgánico | Químico | -228,4000(*) | 68,6731 | ,037 | -439,108 | -17,692 |
| | | | Testigo | 31,4000 | 68,6731 | ,893 | -179,308 | 242,108 |
| | | Químico | Orgánico | 228,4000(*) | 68,6731 | ,037 | 17,692 | 439,108 |
| | | | Testigo | 259,8000(*) | 68,6731 | ,021 | 49,092 | 470,508 |
| | | Testigo | Orgánico | -31,4000 | 68,6731 | ,893 | -242,108 | 179,308 |
| | | | Químico | -259,8000(*) | 68,6731 | ,021 | -470,508 | -49,092 |
| Promedio de producción de grano en gramos por planta por tratamiento | HSD de Tukey | Orgánico | Químico | -9,120000(*) | 2,746920 | ,037 | -17,54831 | -,69169 |
| | | | Testigo | 1,272000 | 2,746920 | ,891 | -7,15631 | 9,70031 |
| | | Químico | Orgánico | 9,120000(*) | 2,746920 | ,037 | ,69169 | 17,54831 |
| | | | Testigo | 10,392000(*) | 2,746920 | ,021 | 1,96369 | 18,82031 |
| | | Testigo | Orgánico | -1,272000 | 2,746920 | ,891 | -9,70031 | 7,15631 |
| | | | Químico | -10,392000(*) | 2,746920 | ,021 | -18,82031 | -1,96369 |

* La diferencia de medias es significativa al nivel .05.