

## CONTENIDO

|                                                                       | Página |
|-----------------------------------------------------------------------|--------|
| INDICE                                                                | i      |
| INDICE DE CUADROS                                                     | iii    |
| INDICE DE FIGURAS                                                     | iv     |
| RESUMEN                                                               | v      |
| <br>1. INTRODUCCIÓN                                                   | <br>1  |
| <br>2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA                                     | <br>2  |
| <br>3. MARCO TEORICO                                                  | <br>3  |
| 3.1 MARCO CONCEPTUAL                                                  | 3      |
| 3.1.1 Características del cultivo de bledo ( <i>Amaranthus spp.</i> ) | 3      |
| 3.1.1.1 Características de las plantas                                | 3      |
| 3.1.1.2 Generalidades del cultivo                                     | 3      |
| 3.1.1.3 Análisis nutricional del bledo ( <i>Amaranthus spp.</i> )     | 4      |
| 3.1.2 Fertilizantes orgánicos                                         | 4      |
| 3.1.2.1 Procesos de Descomposición de la Materia Orgánica             | 5      |
| 3.1.3 Características generales de las aboneras de fosa               | 6      |
| 3.1.4 Fertilización orgánica con estiércol bovino                     | 6      |
| 3.1.5 La lombriz roja                                                 | 6      |
| 3.1.5.1 Nociones de carácter general                                  | 7      |
| 3.1.5.2 El humus de lombriz                                           | 7      |
| 3.1.6 Antecedentes de Investigación                                   | 8      |
| 3.2 MARCO REFERENCIAL                                                 | 9      |
| 3.2.1 Localización                                                    | 9      |
| 3.2.2 Climatología                                                    | 10     |
| 3.2.3 Zona de vida                                                    | 10     |
| 3.2.4 Suelos                                                          | 10     |
| 3.2.5 Insolación total                                                | 10     |
| <br>4. OBJETIVOS                                                      | <br>11 |
| 4.1 GENERAL                                                           | 11     |
| 4.2 ESPECÍFICOS                                                       | 11     |
| <br>5. HIPÓTESIS                                                      | <br>12 |
| <br>6. METODOLOGÍA                                                    | <br>13 |
| 6.1 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO                                         | 13     |
| 6.2 CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL ORGANICO                             | 13     |
| 6.3 SELECCIÓN DE TRATAMIENTOS                                         | 14     |
| 6.4 DISEÑO EXPERIMENTAL                                               | 15     |
| 6.5 TAMAÑO DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL                                  | 15     |

|       |                             |    |
|-------|-----------------------------|----|
| 6.6   | VARIABLES RESPUESTA         | 15 |
| 6.6.1 | Rendimiento de materia seca | 15 |
| 6.6.2 | Rendimiento de semilla      | 15 |
| 6.6.3 | Acumulación de elementos    | 15 |
| 6.7   | MANEJO DEL CULTIVO          | 16 |
| 6.7.1 | Preparación del terreno     | 16 |
| 6.7.2 | Siembra                     | 16 |
| 6.7.3 | Fertilización               | 16 |
| 6.7.4 | Control de malezas          | 16 |
| 6.7.5 | Riegos                      | 16 |
| 6.7.6 | Control fitosanitario       | 16 |
| 6.7.7 | Cosecha                     | 17 |
| 6.7.8 | Análisis de la información  | 17 |
| 7.    | RESULTADOS Y DISCUSION      | 18 |
| 7.1   | ANÁLISIS DE TRATAMIENTOS    | 18 |
| 7.2   | ACUMULACIÓN DE N, P, K      | 22 |
| 8.    | CONCLUSIONES                | 25 |
| 9.    | RECOMENDACIONES             | 26 |
| 10.   | BIBLIOGRAFÍA                | 27 |
| 11.   | ANEXO                       | 29 |

## INDICE DE CUADROS

|    |                                                                                                                                                                   | Página |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1  | Comparación del valor nutritivo de la semilla de bleo con otros granos (100 gr. De peso)                                                                          | 4      |
| 2  | Aminograma de la semilla de <i>Amaranthus hypochondriacus</i> L.                                                                                                  | 4      |
| 3  | Datos de los análisis de materia orgánica (producido por lombrices).                                                                                              | 8      |
| 4  | Análisis de nutrientes del suelo del área experimental, con solución extractora de HCl 0.05 N y H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> N.                                 | 13     |
| 5  | Análisis químico de la concentración de nutrientes del estiércol de bovino y estiércol de bovino + lombrices, evaluado en la Aldea Potrerillos, Quezaltepeque.    | 13     |
| 6  | Nutrientes y niveles evaluados en el cultivo de bleo ( <i>Amaranthus caudatus</i> )                                                                               | 14     |
| 7  | Tratamientos y niveles de Nitrógeno, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> y materia orgánica (2 mod.) en kg./ha.                                                         | 14     |
| 8  | Análisis de varianza de la materia seca de tallos y hojas del cultivo de bleo ( <i>Amaranthus caudatus</i> ). Aldea Potrerillos, Quezaltepeque.                   | 18     |
| 9  | Comparación de medias para el rendimiento de materia seca en el cultivo de bleo ( <i>Amaranthus caudatus</i> ). Aldea Potrerillos, Quezaltepeque.                 | 19     |
| 10 | Análisis de varianza del rendimiento de semilla del cultivo de bleo ( <i>Amaranthus caudatus</i> ). 18 tratamientos. Aldea Potrerillos, Quezaltepeque.            | 20     |
| 11 | Comparación de medias de rendimiento de semilla en el cultivo de bleo ( <i>Amaranthus caudatus</i> ). 19 tratamientos. Aldea Potrerillos, Quezaltepeque.          | 21     |
| 12 | Kilogramos de elementos acumulados en los tallos y hojas en el cultivo de bleo ( <i>Amaranthus caudatus</i> ). 19 tratamientos. Aldea Potrerillos, Quezaltepeque. | Anexo  |
| 13 | Kilogramos de elementos acumulados en la semilla en el cultivo de bleo ( <i>Amaranthus caudatus</i> ). 13 tratamientos. Aldea Potrerillos, Quezaltepeque.         | Anexo  |
| 14 | Kilogramos de elementos totales acumulados en el cultivo de bleo ( <i>Amaranthus caudatus</i> ). 13 tratamientos. Aldea Potrerillos, Quezaltepeque.               | Anexo  |

## INDICE DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                     | Página |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1 Rendimiento de materia seca de bledo ( <i>Amaranthus caudatus</i> ) para 6 tratamientos, aldea Potrerillos, Quezaltepeque.                                        | 19     |
| 2 Kilogramos de elementos acumulados en los tallos y hojas en el cultivo de bledo ( <i>Amaranthus caudatus</i> ). 5 tratamientos, aldea Potrerillos, Quezaltepeque. | 22     |
| 3 Kilogramos de elementos acumulados en la semilla en el cultivo de bledo ( <i>Amaranthus caudatus</i> ). 5 tratamientos, aldea Potrerillos, Quezaltepeque.         | 23     |
| 4 Kilogramos de elementos totales acumulados en el cultivo de bledo ( <i>Amaranthus caudatus</i> ). 5 tratamientos, aldea Potrerillos, Quezaltepeque.               | 24     |
| 5 Croquis del municipio de Quezaltepeque.                                                                                                                           | Anexo  |
| 6 Tamaño de la unidad experimental                                                                                                                                  | Anexo  |

**Evaluation of Nitrogen,  $P_2O_5$  and Organic Matter upon the dry production of matter and seed of bleo (*Amaranthus caudatus*), in the municipality of Quezaltepeque, department of Chiquimula.**

**Evaluación de Nitrógeno,  $P_2O_5$  y Materia Orgánica sobre la producción de materia seca y semilla de bleo (*Amaranthus caudatus*), en el municipio de Quezaltepeque, departamento de Chiquimula.**

**RESUMEN**

La Investigación se realizó en el municipio de Quezaltepeque, departamento de Chiquimula. Esta Investigación forma parte del proyecto “Desarrollo de prácticas agronómicas para el cultivo de hortalizas nativas o tradicionales”, que está desarrollando el Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía (IIA). El objetivo fue evaluar niveles de Nitrógeno,  $P_2O_5$  y materia orgánica (dos modalidades) sobre el rendimiento de biomasa en materia seca kg/ha. y rendimiento de semilla en kg/ha. en el cultivo de bleo (*Amaranthus caudatus*).

Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar con 19 tratamientos y tres repeticiones; de los cuales 18 tratamientos se analizaron con una estructura Factorial y el testigo absoluto.

En los casos en los cuales los distintos análisis de varianza presentaron diferencias significativas, se realizaron una comparación de medias, utilizando el estadístico de Tukey al 5%.

Los resultados obtenidos indican que bajo las condiciones climáticas y edáficas con que se desarrollo la investigación, es necesario aplicar al suelo la cantidad 150 kg. de N/ha., y 120 kg. de  $P_2O_5$ /ha. para obtener un rendimiento de biomasa de 294.02 kg./ha. y para obtener un rendimiento de 1,475.31 kg./ha. de semilla se debe de aplicar 150 kg. de N/ha., 120 kg. de  $P_2O_5$ /ha. y 2,500 kg. de materia orgánica/ha. (estiércol de bovino sin lombrices).

Se concluye que el cultivo de bleo (*Amaranthus caudatus*) responde a la aplicación de Nitrógeno,  $P_2O_5$  y materia orgánica.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**  
**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS**

Evaluación de Nitrógeno,  $P_2O_5$  y Materia Orgánica sobre la producción de materia seca y semilla de bledo (*Amaranthus caudatus*), en el municipio de Quezaltepeque, departamento de Chiquimula.



**Edgar Israel Ardón Guevara**

Guatemala, septiembre de 2002.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**  
**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS**

Evaluación de Nitrógeno,  $P_2O_5$  y Materia Orgánica sobre la  
producción de materia seca y semilla de bledo (*Amaranthus caudatus*),  
en el municipio de Quezaltepeque, departamento de Chiquimula.

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

EDGAR ISRAEL ARDÓN GUEVARA

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA  
EN EL GRADO ACADÉMICO DE  
LICENCIADO

Guatemala, septiembre de 2002.

# **UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

## **RECTOR**

Dr. M.V. LUIS ALFONSO LEAL MONTERROSO

## **JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**

|                |           |                                 |
|----------------|-----------|---------------------------------|
| DECANO:        | Ing. Agr. | Edgar Oswaldo Franco Rivera     |
| VOCAL PRIMERO: | Ing. Agr. | Walter Estuardo García Tello    |
| VOCAL SEGUNDO: | Ing. Agr. | Manuel de Jesús Martínez Ovalle |
| VOCAL TERCERO: | Ing. Agr. | Erberto Raúl Alfaro Ortiz       |
| VOCAL CUARTO:  | Br.       | Wener Armando Ochoa Orozco      |
| VOCAL QUINTO:  | Br.       | Axel Aureliano Herrera Pérez    |
| SECRETARIO:    | Ing. Agr. | Edil René Rodríguez Quezada     |

Guatemala, septiembre de 2002.

Señores  
Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorable miembros:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someterles a considerar el trabajo de tesis titulado:

Evaluación de Nitrógeno,  $P_2O_5$  y Materia Orgánica sobre la  
producción de materia seca y semilla de bleo (*Amaranthus caudatus*),  
en el municipio de Quezaltepeque, departamento de Chiquimula.

Presentándolo como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el presente trabajo lleno los requisitos para su aprobación, agradezco la atención a la presente.

Atentamente,

Edgar Israel Ardón Guevara

## ACTO QUE DEDICO

**A:**

**DIOS:** Por darme la vida, y permitirme alcanzar mis metas.

**MIS PADRES:** Carlos Humberto Ardón (Q.E.P.D.)  
Leonor Guevara (Q.E.P.D.)  
Eterna Gratitud.

**MI ESPOSA:** Geydi Marlene Moreno Menéndez

**MIS HIJOS:** Irwin Israel y Leslie Marlene  
Ardón Moreno

**MIS HERMANOS:** Ruth Noemí, Carlos David y Elmer Noé  
Ardón Guevara.

### **A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS DE PROMOCIÓN:**

Especialmente a: Ing. Agr. Leonel Miranda Pinto, Ing. Agr. Geovany Echeverría, Ing. Agr. Hugo Rolando Jordán, Ing. Agr. Fredy Coronado, Alexander Barahona, Nery Zabaleta, Luis Cervantes.

Al personal de la Asociación de Profesionales para el Servicio del Desarrollo Integral (**PROSER**)

## TESIS QUE DEDICO

**A:**

DIOS, fuente incomparable de sabiduría, que con su poder hizo realidad mi esfuerzo.

Mis Padres: Carlos Humberto Ardón (Q.E.P.D.)  
Leonor Guevara (Q.E.P.D.)

Mi patria Guatemala.

Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Agronomía

Mis ex catedráticos en general  
Mis compañeros de Facultad

## AGRADECIMIENTOS

### **A:**

Ing. Agr. José Jesús Chonay, por su amistad, apoyo y asesoría en el presente trabajo.

El Laboratorio de Análisis de Suelo y Planta “Salvador Castillo” de la Facultad de Agronomía, en especial al Ing. Agr. Anibal Sacbaja.

Ing. Agr. Abelardo Villafuerte y sr. Merlín Osorio, que en todo momento me prestaron su colaboración y amistad.

El señor César Recinos, por haber proporcionado el área para la realización del trabajo de campo.

Todas aquellas personas que no haya nombrado, pero que con su consejo, trabajo y cariño; me han motivado a lograr la finalización del presente trabajo.

## 1. INTRODUCCION

Guatemala se encuentra en la Región de Mesoamérica que es un centro de origen y diversidad de fauna y flora, que se utiliza en la alimentación humana y animal. Además es considerada un país en desarrollo con problemas de nutrición en las áreas marginales urbanas y rurales, ya que la alimentación de las personas esta basada en maíz y frijol, y en menor grado consumen hortalizas, y entre ellas se encuentra el bledo (*Amaranthus caudatus*) que es una alternativa alimenticia por su alto contenido de proteínas.

El bledo (*Amaranthus caudatus*) es una hortaliza apetecida por el contenido de proteínas, el cual varía entre 11 y 22%, con buen balance de aminoácidos en la proteína, además con alto aporte de lisina y metionina, que son deficientes en el trigo, arroz y maíz (10).

Tomando en cuenta lo anterior se realizó esta investigación, que forma parte del proyecto “Desarrollo de prácticas agronómicas para el cultivo de hortalizas nativas o tradicionales”, que está desarrollando el Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía (IIA).

En el presente trabajo se evaluó el rendimiento de materia seca de hojas y tallos, rendimiento de semilla, acumulación de elementos del cultivo de bledo (*Amaranthus caudatus*), mediante la aplicación de niveles de nitrógeno, fósforo y materia orgánica (estiércol de bovino), durante la estación seca.

La investigación se realizó en la Aldea Potrerillos, Quezaltepeque, Chiquimula. Se evaluaron los niveles de 80, 120 y 150 kg N/ha, los niveles de 60 y 120 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha y los niveles de 0, 2,500 y 2,500 kg de m.o./ha (estiércol bovino); los cuales se estructuraron en un diseño experimental de bloques al azar, y los tratamientos con arreglo factorial de 3X2X3 obteniéndose 18 tratamientos, y un testigo sin aplicación de fuentes de nutrientes, con 3 repeticiones de cada unidad experimental.

Las variables respuestas evaluadas fueron el rendimiento de materia seca de hojas y tallos en el primer corte en kg/h., el rendimiento de semilla en kg/ha. y Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio acumulados en hojas, tallos y semillas en kg/ha.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El cultivo de bledo (*Amaranthus caudatus*) forma parte de la dieta alimenticia de la población rural, ya que las hojas y tallos tiernos son de un alto valor proteínico y es complemento de la alimentación a base de maíz y frijol. Es una fuente de proteína, además porque se considera al bledo (*Amaranthus caudatus*) excelente hortaliza por su rápido crecimiento, se adaptan en un clima cálido y resisten a la sequía, y además es usado en la alimentación de ganado menor como forraje, y la semilla como cereales procesados. Está comprendido dentro de las hortalizas nativas o tradicionales, que han sido seleccionados por el Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía, a través del proyecto “Desarrollo de prácticas agronómicas para el cultivo de hortalizas nativas o tradicionales” el cual ha realizado trabajos de Investigación sobre el cultivo tales como; Evaluación de densidades de siembra y niveles de nitrógeno, Fósforo, rendimiento de semilla y proteína, métodos de siembra y rendimiento de materia fresca.

El presente trabajo forma parte del paquete tecnológico del cultivo y fue realizado con el fin de generar tecnología apropiada para impulsarlo a un sistema de producción.

### 3. MARCO TEORICO

#### 3.1 MARCO CONCEPTUAL

##### 3.1.1 Características del cultivo de bledo (*Amaranthus* spp.)

###### 3.1.1.1 Características de las plantas

El bledo (*Amaranthus* spp.) es una planta anual, porque en este período de tiempo nace, se desarrolla, produce semilla, se seca y muere. Excepcionalmente se encuentra plantas de bledo con características de arbusto, ya que regularmente es de consistencia blanda, herbácea. Según la especie de que se trate, una planta puede alcanzar alturas de 80 cms., hasta 2 metros; algunas de consistencia carnosa y con espinas. En general son plantas erectas, rígidas, erguidas, de pleno sol, terrestres parecidas o semejantes a un cereal, principalmente al sorgo o maicillo cuando está planamente espigada. Las flores son unisexuales monoicas o dioicas con 3-5 sépalos libres en las flores estimadas (machos) y 0-5 en flores pistiladas (hembras): 3-5 estambres libres, con 4 sacos polínicos, pistilo con 3 estigmas plumosos y ovarios unilocular súpero. Las flores se agrupan en panículas laxa o compacta, erguidos o decumbentes, formando densos racimos cimosos en las axilas de las hojas y algunas especies forman tirsos terminales densos sin hojas. El color es blanco amarillento, verde, rosado, rojo, púrpura o anaranjado.

Las semillas se encuentran en un fruto en piridio que es un utrículo circunsécil que se abre transversalmente en forma fácil. La semilla es lenticular y pequeña, de aproximadamente 1 – 1.5 mm de diámetro, color negro, café rojizo, café claro, beige, rosado blanco o hueso, textura lisa, brillante. La mayor parte de la semilla la ocupa el embrión que se enrolla en círculo. Por su potencial nutritivo agrícola, industrial, económico y social, se le llama el pequeño Gigante (10). Perteneció a la familia Amaranthaceae y son magnoliopsidas por tener en cada una de sus semillas dos cotiledones o envoltorios el embrión, constituidos por las dos primeras hojas de la planta. Esta familia comprende 60 géneros y aproximadamente 75 especies (10).

###### 3.1.1.2 Generalidades del Cultivo

El género *Amaranthus*, que en Guatemala tiene el nombre común y popular de bledo, abarca varias especies (10), se puede mencionar a) *Amaranthus caudatus* utilizado en ornamentación, a este género se le denomina con diferentes nombres en la región del país, en Zacapa le dicen Moco de chumpe, en Cobán cola de zorro, bledo extranjero, bledo rojo, Tzes (Kekchí), y es buen productor de semilla; b) *Amaranthus cruentus*, uso de sus hojas para sopas y verduras, aunque algunos de sus cultivares o variedades, también son de capacidad de rendimiento en semilla o grano. Este género cuando tienen sus hojas coloradas se le llama “hoja de sangre”. c) *Amaranthus hybridus*, es un bledo considerado lo mejor para la producción de hoja; d) *A. dubius* con hojas muy apetecida en Asia Central, Occidental y Sudoriental, especialmente en Malasia e Indonesia, también en la China Meridional, en la India del Sur y en el Caribe.

### 3.1.1.3 Análisis nutricional del bleo (*Amaranthus* spp.)

Los cuadros 1 y 2 ejemplifican el valor nutricional del bleo (*Amaranthus* spp) especialmente compara el patrón de aminoácidos establecidos por la FAO para una proteína balanceada y el patrón de aminoácidos existentes en la semilla de *Amaranthus* spp.

**Cuadro 1.** Comparación del valor nutritivo de la semilla de bleo con otros granos (100 gr. De peso).

| Alimento | Prot. % | Calorias | Lisina Mg. | Ca. Mg. | Metionina | Fe. Mg. | Valor Biolog. | Rend. Kg./ha. |
|----------|---------|----------|------------|---------|-----------|---------|---------------|---------------|
| Maíz     | 9       | 342      | 2.67       | 348     | 2.50      | 2.0     | 44            | 4,500         |
| Trigo    | 12      | 346      | 3.31       | 41      | 2.54      | 4.9     | 57            | 1,800         |
| Frijol   | 22      | -        | 7.21       | -       | 1.06      | -       | 52            | 1,580         |
| Bledo    | 16      | 341      | 6.37       | 582     | 3.34      | 14.3    | 75            | 3,900         |
| Leche    | 36      | -        | -          | -       | -         | -       | 72            | -             |

**Cuadro 2.** Aminograma de la semilla de *Amaranthus hypochondriacus* L.

| AMINOACIDO   | A. Hypochondriacus | Patron FAO |
|--------------|--------------------|------------|
| Lisina       | 5.6                | 5.5        |
| Metionina    | 2.3                | 2.2        |
| Treonina     | 3.4                | 4.0        |
| Cisteína     | 2.2                | -          |
| Valina       | 4.2                | 5.0        |
| Tirosina     | 3.4                | 2.8        |
| Leucina      | 5.6                | 7.0        |
| Fenilalanina | 3.8                | 2.0        |

**FUENTE:** Tomado y adaptado de Sánchez Marroquín, A. Potencial agroindustrial del amaranto. Citado por Martínez Muñoz, A. (10).

### 3.1.2 Fertilizantes Orgánicos

Según Herrera R., G. (8) con el nombre de abono orgánico o fertilizante orgánico, se conocen a todos los subproductos vegetales y animales que frescos o procesados se agregan al suelo, como portadores de nutrientes y mejoradores de las condiciones físicas, químicas y biológicas de este.

El contenido de elementos nutritivos de los abonos orgánicos, es muy bajo en comparación con los fertilizantes químicos corrientes, ya que éstos últimos generalmente contienen cantidades mayores al 10% de cada uno de los elementos principales (nitrógeno, fósforo, potasio).

Según Ortiz, M.O. (14) de manera que para que los abonos orgánicos puedan aportar cantidades significativas de elementos al suelo tiene que aplicarse en cantidades 20 veces más grandes que las que corrientemente se usan de fertilizante químico.

Un aspecto que debe tomarse muy en cuenta en la relación con los abonos orgánicos es que solo un bajo porcentaje de su contenido de elementos es rápidamente asimilable (durante el primer año) el resto de ellos es retenido en forma orgánica no aprovechable.

La liberación de elementos a formas asimilables para las plantas es lenta en comparación con los fertilizantes químicos, los cuales tienen efectos relativamente rápido en el desarrollo de las plantas.

### **3.1.2.1 Procesos de Descomposición de la Materia Orgánica**

Según De Matheu (4) menciona que la descomposición o fermentación de los desperdicios orgánicos, se debe al trabajo que en forma natural efectúan bacterias, hongos y otros microorganismos, que motivan cambios por su acción biológica (proceso microbiológico). Esta acción la realizan en dos formas:

#### **a) Fermentación Anaeróbica**

Este tipo de fermentación se lleva a cabo en atmósfera de oxígeno restringido, para este fin el material a procesarse se coloca en un recipiente cerrado, previa fermentación airada de 1 a 2 semanas y se le deja fermentar de 1 a 4 meses, obteniéndose un residuo sólido, el cual se aplica al suelo como fertilizante. El material orgánico, así tratado, al terminar la fermentación, presenta una reducción en el volumen y como consecuencia una mayor concentración de elementos nutritivos por unidad de peso, especialmente en nitrógeno el cual se conserva íntegramente y un pH elevado, cualidades que hacen su uso doblemente aconsejable como abono y correctores de la acidez de los suelos de pH bajo.

#### **b) Fermentación Aeróbica**

Esta se realiza en presencia de suficiente oxígeno y el resultado de este proceso de descomposición es la producción de anhídrido carbónico, agua y la liberación de otros componentes de la materia original, como minerales. Estos minerales quedan en forma de sales de fósforo, potasio, calcio, magnesio y otros elementos que constituyen materiales de vital importancia para la nutrición de las plantas.

### **3.1.3 Características generales de las aboneras de fosa**

Las aboneras de fosa consisten en la realización como su nombre lo dice, de fosas en el suelo cuya capacidad puede variar de uno a varios m<sup>3</sup>, dependiendo del criterio del agricultor, de la abundancia de materiales orgánicos o bien de la cantidad de abono orgánico que el mismo desea producir.

Si el proceso seguido es correcto, el material empezará a calentarse en pocos días, lo cual puede constatarse mediante un termómetro o con una varilla de hierro o de otro material. El termómetro o la varilla deben tenerse dentro del material en descomposición. Al sacarlos se percibe el calor correspondiente.

También puede notarse este calentamiento si se ve que sale vapor por los agujeros abiertos en las cañas de bambú que se colocan como respiraderos. La temperatura llega en pocos días a 71 grados C y permanece así durante algunas semanas. Esta temperatura mata las semillas de malezas y los organismos que causan enfermedades en las plantas y en los animales.

Si el volumen del material que se coloca no disminuye de tamaño en pocas semanas, esto será una señal de poca aireación y de que la acción bacterial va decreciendo. Si hay sequedad o se siente un ligero olor a amoníaco será señal de que los materiales están muy apretados o muy húmedos, respectivamente.

La presencia de hormigas o de polillas, indica sequedad. La presencia de moscas o larvas es señal de que el procedimiento es malo (mucha o poco agua).

La presencia de monte germinado en cualquier parte de la superficie es señal de descuido en su limpieza y de que el material no ha tenido movimiento.

### **3.1.4 Fertilización orgánica con estiércol bovino**

Ferruzzi, C. (6) menciona que el estiércol en todas sus formas, es el tipo de fertilización más antiguo que se conoce y en nuestros días es la mas usada de las sustancia fertilizantes orgánicos. Desempeña en el suelo la doble función de nutrientes y enmienda, beneficiando a las condiciones físicas del suelo. Es un abono completo ya que contiene nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y microelementos. Estos se asimilan con mas lentitud que los contenidos en los abonos comerciales (con excepción del nitrógeno y fósforo de la orina).

### **3.1.5 La lombriz Roja**

Normalmente la lombriz roja es conocida en el ámbito comercial con el sobrenombre de “californiana” porque fue en este Estado de los EEUU donde se desarrollaron, a partir de los 50, los primeros criadores intensivos de lombrices.

Actualmente los tipos más utilizados en la lombricultura intensiva son tres: Eisenia Foetida, Lombricus rubellus y Rojo híbrido.

### **3.1.5.1 Nociones de carácter general**

Ferruzzi, C. (6) dice que la lombriz Roja vive normalmente en zonas con clima templado. Su temperatura corporal oscila entre los 19 y los 20 grados centígrados. Mide de 6 a 8 cms. de longitud. Su diámetro oscila entre los 3 y los 5 mm. Es de color rojo oscuro. Respira a través de la piel. No tiene dientes. En cada metámero se ubican 5 pares de corazones y un par de riñones.

Cada lombriz está dotada de un aparato genital masculino y de un aparato genital femenino. El aparato genital masculino está integrado por los testículos que son glándulas secretoras de esperma. Su situación es anterior muy cerca de la boca. El aparato genital femenino recibe el esperma y lo retiene hasta el momento de la fecundación; este aparato se encuentra en una posición relativa posterior al aparato genital masculino.

La fecundación se efectúa a través del Clitellum, cuyas glándulas producen el capullo o cápsulo (cocon). El cápsulo tiene un color amarillo-verdoso, con unas dimensiones aproximadas de 2-3 por 3-4 mm, no siendo por lo tanto redonda sino teniendo una forma parecida a una pera muy pequeña, redondeada por una parte y acuminada por la otra. Por esta última emergen las lombrices después de 14-21 días de incubación.

En el momento del nacimiento, las crías rompen la envoltura que ha adquirido un color más oscuro.

Al nacer, el grupo de pequeñas lombrices, cuyo número oscila entre 2 y 21, es de color blanco. A los 5 ó 6 días adquieren una tonalidad rosa y ya a los 15-20 días se parecen fenotípicamente a sus progenitores. Desde el mismo momento de su nacimiento, las lombrices son autosuficientes; comen solas y sólo necesitan para sobrevivir que el sustrato donde se encuentren sea lo suficiente húmedo y tierno para poder perforarlo por su minúscula boca.

La lombriz Roja adulta pesa 1 gramo. Todos los días ingiere una cantidad de comida equivalente a su peso, expeliendo, en forma de humus, el 60% de la misma. El 40% restante es asimilado y utilizado por la lombriz para su sustento.

### **3.1.5.2 El Humus de lombriz**

Ferruzzi, C. (6) dice que teóricamente el humus producido por cualquier lombriz tendrá las mismas características químicas y físicas con la condición de que todas las lombrices consideradas tengan asignadas el mismo tipo de alimentación. No obstante, en la práctica, esto no es así, dado que todas las lombrices comen el mismo tipo de comida y, además, se ha podido comprobar que el consumo de nitrógeno y de los

distintos elementos es diferente, según el tipo de lombriz; por ello, el humus obtenido es distinto, según la alimentación empleada, y el tipo de lombriz utilizada.

Los diversos tipos de humus presentes en el mercado tendrán valores distintos, en función de sus propias características químicas, del tipo de presentación, de su granulometría, del grado de humedad, de la menor o mayor homogeneidad en la presencia de los elementos que los componen y finalmente, y no por ello menos importante, de la carga total de bacterias que contengan. En el Cuadro 3 vienen expuestos los datos de los análisis efectuados por los laboratorios de Italia, a los diversos tipos de humus que se comercializan en ese país.

**Cuadro 3.** Datos de los análisis de materia orgánica (producido por lombrices).

| Muestra | N%   | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> % | K <sub>2</sub> O % | Calcio | Mag. | Humedad | pH   | Carga Bac.           |
|---------|------|---------------------------------|--------------------|--------|------|---------|------|----------------------|
| 1       | 1.73 | 1.42                            | 1.44               | 6.74   | 0.98 | 58.52   | 7.11 | 2 X 10 <sup>10</sup> |
| 2       | 1.66 | 2.08                            | 2.23               | 11.94  | 1.32 | 65.83   | 6.9  | 6 X 10 <sup>9</sup>  |
| 3       | 2.08 | 5.13                            | 1.12               | 5.44   | 0.88 | 58.69   | 6.83 | 8 X 10 <sup>9</sup>  |

FUENTE: Ferruzzi, C. (6).

### 3.1.6 Antecedentes de Investigación

Sandoval, G. (16) realizó el estudio de evaluación de 2 densidades de siembra y 4 niveles de fertilización nitrogenada en 3 cultivares de bleado (*Amaranthus* spp.) en Villa Canales, Guatemala, obteniendo los resultados siguientes: El cultivar 637 sembrado a 0.05 m. entre posturas y 0.60 m. entre surcos, con un nivel de aplicación de 20 kg/ha de fertilizante nitrogenado presentó el mayor rendimiento promedio de 12020 kg/ha. de peso bruto fresco y el cultivar H.S. sembrado a 0.20 m. entre posturas y 0.60 m. entre surcos con un nivel de aplicación de 20 kg/ha. de fertilizante nitrogenado dio el mayor porcentaje de proteína en hoja con un promedio de 25.20%.

Castillo M (2) estudió la respuesta del *Amaranthus hypochondriacus* L. A la fertilización con diferentes niveles de (N-P-K) en el rendimiento foliar como materia fresca, obteniendo los resultados siguientes: que los diferentes niveles de (N-P-K) si influyen en el rendimiento foliar, pues se encontró que al aplicar 45 kg/ha. de N, 29 kg/ha. de P y 57 kg/ha de K, el rendimiento de hojas y tallos frescos fue de 22,440.80 kg/ha. sembrado a una distancia de 0.70 m. entre surcos y 0.30 m. en plantas.

López C.(9) realizó el estudio del rendimiento en semilla de Amaranto (*Amaranthus caudatus*) utilizando dos métodos de siembra y cuatro densidades de población, en la ciudad de Guatemala, obteniendo los siguientes resultados: que el mejor rendimiento en semilla 607.4 kg/ha. se obtuvo al sembrar el cultivo a una distancia de 0.60 m. entre surcos y 0.30 m. entre plantas mediante la siembra directa.

Estrada F. (5) realizó el estudio de rendimiento foliar, semilla y proteína de 16 cultivares de Amarantho (*Amaranthus* spp.) en los municipios de San Raymundo y la ciudad de Guatemala y obtuvo los siguientes resultados: que el cultivar INCAP-8-USA, obtuvo un rendimiento de 2,496.87 kg/ha. de semilla, 442.5 kg/ha. de proteína y 17.54% de proteína en semilla, sembrado a una distancia de 0.6 m. entre surcos y 0.40 m. entre plantas y que al mismo tiempo presentó el más bajo porcentaje de fibra cruda en semilla 3.2%.

Melgar (11) estudió el rendimiento de semilla y proteína de 16 cultivares de *Amaranthus* spp., bajo condiciones del municipio de San Juan Sacatepequez, obteniendo los resultados siguientes: que mejor cultivar fue el INCAP-20-USA-80S-1157 el cual tuvo un rendimiento de semilla de 2,288.19 kg/ ha. sembrado a 0.80 m. entre surcos y 0.40 m. entre plantas.

Además concluye que a mayor días a cosecha disminuye el rendimiento y el % de proteína, aumento el % de fibra cruda y altura de planta.

Galindo (7) evaluó el efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento en materia fresca en bledo (*Amaranthus* spp.) bajo las condiciones de la ciudad de Guatemala, en lo cual obtuvo los siguientes resultados: que en las condiciones ecológicas donde se desarrolló el ensayo se incrementó la materia fresca. al aplicar diferentes dosis de fertilización nitrogenada. Los tratamientos de 150 y 300 kg/ha. de nitrógeno son iguales entre sí, siendo estos los causantes de la significancia con rendimientos promedio de 19,628.68 kg/ha. y 24,411.85 kg/ha. en materia fresca, en los dos cortes de bledo.

Méndez F. (12) evaluó el rendimiento de semilla a diferentes niveles de fertilización (N-P-K) en bledo (*Amaranthus* spp.) bajo las condiciones ecológicas de la ciudad capital. Concluyó que el rendimiento en semilla se incrementó al aplicar diferentes dosis de  $P_2O_5$  y  $K_2O$ .

El mejor tratamiento que incrementó la cantidad de semilla fue el de 65 kg/ha. de N, 32 kg/ha. de  $P_2O_5$  y 83 kg/ha. de  $K_2O$ .

## **3.2 MARCO REFERENCIAL**

### **3.2.1 Localización**

El experimento se ubicó en la comunidad de Potrerillos, Quezaltepeque, Chiquimula. Según la hoja cartográfica del municipio de Esquipulas, la ubicación geográfica es de  $14^{\circ} 37' 12''$  Latitud Norte y  $89^{\circ} 25' 46''$  Longitud Oeste del meridiano de Greenwich (Figura 5).

### 3.2.2 Climatología

El clima es cálido con invierno benigno y con estación seca bien definida. Con una elevación de 900 m.s.n.m. La precipitación pluvial es de 1,258 mm anuales promedio, distribuidos en seis meses de lluvia (mayo a octubre). La temperatura se estima en una media de 21.51<sup>0</sup>C (13).

### 3.2.3 Zona de Vida

Según de la Cruz (3) el lugar está comprendido en la zona bosque seco subtropical, con especies vegetales de los diferentes estratos (herbáceo, arbustivo y arbóreo) tales como: *Acacia farnesiana* (L) y *Gliricidia sepium* (Jacq), *Byrsomina crassifolia* (L) y *Alvarodoa almorphoides*. *Salvia* spp y *Misosa* spp.

### 3.2.4 Suelos

Según Simmons y colaboradores (17) el suelo en que se realizó el experimento corresponde a la serie Jalapa. Las características de los suelos Jalapa, son poco profundos, excesivamente drenados, desarrollados sobre ceniza volcánica cementada de color claro, o toba en un clima seco a húmedo-seco y cálido.

El suelo superficial a una profundidad alrededor de 10 cms. es franco arenoso fino, color gris o gris oscuro. La reacción es de fuerte a mediante ácido, pH alrededor de 5.5.

### 3.2.5 Insolación Total

El total de horas de luminosidad que se registran anualmente es de 2,210.60 horas y el promedio mensual es de 184.22 horas. En los meses de marzo y abril se presentan los máximos valores de luminosidad con valores de 242.67 y 224.43 horas respectivamente.

Los valores mínimos de luminosidad se registran en los meses de noviembre y diciembre con valores de 154.64 horas (13).

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 GENERAL**

Determinar el efecto de la fertilización química y orgánica sobre la producción de materia seca y semilla de bleo (*Amaranthus caudatus*), en el municipio de Quezaltepeque, del departamento de Chiquimula.

### **4.2 ESPECÍFICOS**

- 4.2.1 Determinar la respuesta de la aplicación de diferentes niveles de Nitrógeno,  $P_2O_5$  y Materia orgánica sobre el rendimiento de materia seca y semilla en *Amaranthus caudatus*.
- 4.2.2 Evaluar el efecto de la aplicación de estiércol de bovino bajo 2 modalidades de preparación sobre la producción de materia seca y semilla en *Amaranthus caudatus*.
- 4.2.3 Evaluar el efecto de la aplicación de diferentes niveles de nitrógeno,  $P_2O_5$  y materia orgánica, sobre la acumulación de elementos en hojas, tallos y semilla en bleo (*Amaranthus caudatus*).

## 5. HIPOTESIS

- 5.1 La producción de la semilla y materia seca en bledo (*Amaranthus caudatus*), es igual al aplicar cualquier nivel de Nitrógeno,  $P_2O_5$  y Materia orgánica.
- 5.2 La producción de semilla y materia seca en bledo (*Amaranthus caudatus*), es igual al aplicar cualquiera de las 2 modalidades de materia orgánica.
- 5.3 Las acumulación de elementos en hojas, tallos y semillas son iguales al aplicar los diferentes niveles de nitrógeno,  $P_2O_5$  y materia orgánica.

## 6. METODOLOGIA

### 6.1 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

La disponibilidad de nutrientes, del suelo, y pH del área experimental, se obtuvo mediante una muestra compuesta proveniente de 15 muestras simples a una profundidad de 0 – 0.30 m. La cual se envió al laboratorio de suelo-agua-planta de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala (cuadro 4).

**Cuadro 4.** Análisis de nutrientes, del suelo del área experimental, con solución extractora de HCl 0.05 N y H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>N.

| Prof.  | pH  | ppm  |     | meq./100 g |      | ppm |     |     |      | Relaciones |      |             |
|--------|-----|------|-----|------------|------|-----|-----|-----|------|------------|------|-------------|
|        |     | P    | K   | Ca         | Mg   | Cu  | Zn  | Fe  | Mn   | Ca/Mg      | Mg/K | (Ca + Mg)/K |
| 0.30 m | 6.4 | 7.45 | 203 | 13.42      | 1.85 | 0.5 | 1.5 | 3.0 | 18.5 | 7:1        | 4:1  | 29:1        |

**FUENTE:** Laboratorio de análisis de suelo, agua, planta "Salvador Castillo" FAUSAC.

Los resultados del cuadro 4 muestran que estos suelos presentan un pH ligeramente ácido, con un contenido de fósforo bajo y un contenido de potasio, calcio y magnesio altos. La relación Ca/Mg y (Ca + Mg)/K se encuentra desbalanceados, no así la relación Mg/K que se encuentra balanceada.

### 6.2 CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL ORGÁNICO

El material orgánico utilizado en la investigación fue el estiércol de bovino preparado en dos formas o modalidades:

- a) Estiércol de bovino sin presencia de lombrices b) Estiércol de bovino + lombrices, luego de transcurrido 4 meses de tener el material orgánico en descomposición en las aboneras de fosa, se obtuvo una muestra representativa la que se homogenizó y tamizó a 5 mm.; además se efectuó el análisis químico para conocer el estado nutricional de dicho material. Los resultados se presentan en el cuadro 5.

**Cuadro 5.** Análisis químico de la concentración de nutrientes del estiércol de bovino y estiércol de bovino + lombrices, evaluado en la aldea potrerillos, Quezaltepeque.

|                                   | pH  | % P  | % K  | % Ca | % Mg |
|-----------------------------------|-----|------|------|------|------|
| Estiercol de Bovino + lombrices   | 7.3 | 0.07 | 0.41 | 0.57 | 0.13 |
| Estiércol de bovino sin lombrices | 7.1 | 0.07 | 0.35 | 0.59 | 0.09 |

**FUENTE:** Laboratorio de análisis de suelo, agua, planta "Salvador Castillo" FAUSAC.

En el cuadro 5 se observan los resultados del análisis químico del estiércol de bovino, el cual muestra un pH ligeramente alcalino, mientras que el fósforo, potasio y calcio, se encuentran bajos al igual que el magnesio, en relación al cuadro 3, donde se obtienen datos promedios del análisis de materia orgánica en otros países.

En el análisis del estiércol bovino + lombrices, se tiene un pH neutro, y los niveles de fósforo, potasio, calcio y magnesio bajos.

### 6.3 SELECCIÓN DE TRATAMIENTOS

Para definir los nutrientes a evaluar, se consideró el análisis químico del suelo (Cuadro 4). Los niveles a evaluar fueron diseñados con base a los resultados de varios estudios llevados a cabo para determinar las necesidades de nutrientes del bleo, trabajos realizados por Méndez (12), Castillo (2), Sandoval (16) y Galindo (7).

Los nutrientes y sus niveles se presentan en el cuadro 6. Las fuentes de nutrientes, a evaluar fueron: Nitrógeno (Urea), Fósforo (triple superfosfato) y Materia Orgánica (estiércol de bovino sin lombrices; estiércol de bovino + lombrices).

**Cuadro 6.** Nutrientes y niveles evaluados en el cultivo de bleo (*Amaranthus caudatus*).

| Nutrientes                    | Niveles |      | kg/Ha. |
|-------------------------------|---------|------|--------|
| N                             | 80      | 120  | 150    |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 60      | 120  |        |
| Est. Bovino                   | 0       | 2500 |        |
| Est. Bovino + lombrices       | 0       | 2500 |        |

Los tratamientos resultan de combinar los niveles del cuadro 6 y se detallan en el cuadro 7 y el tratamiento testigo.

**Cuadro 7.** Tratamientos y niveles de Nitrógeno, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y materia orgánica ((2 mod.) en kg/ha.

| Tratamientos | Dosis (kg / Ha.) |     |           |                  |
|--------------|------------------|-----|-----------|------------------|
|              | N                | P   | Modalidad | Materia Orgánica |
| 1            | 80               | 60  |           | 0                |
| 2            | 80               | 60  | 1         | 2500             |
| 3            | 80               | 60  | 2         | 2500             |
| 4            | 80               | 120 |           | 0                |
| 5            | 80               | 120 | 1         | 2500             |
| 6            | 80               | 120 | 2         | 2500             |
| 7            | 120              | 60  |           | 0                |
| 8            | 120              | 60  | 1         | 2500             |
| 9            | 120              | 60  | 2         | 2500             |
| 10           | 120              | 120 |           | 0                |
| 11           | 120              | 120 | 1         | 2500             |
| 12           | 120              | 120 | 2         | 2500             |
| 13           | 150              | 60  |           | 0                |
| 14           | 150              | 60  | 1         | 2500             |
| 15           | 150              | 60  | 2         | 2500             |
| 16           | 150              | 120 |           | 0                |
| 17           | 150              | 120 | 1         | 2500             |
| 18           | 150              | 120 | 2         | 2500             |
| 19           | 0                | 0   |           | 0                |

## **6.4 DISEÑO EXPERIMENTAL**

El diseño experimental que se utilizó es de bloques al azar y los tratamientos con arreglo factorial de 3X2X3 con tres repeticiones de cada unidad experimental y un testigo absoluto sin aplicación de ningún nivel de N, P, y materia orgánica.

## **6.5 TAMAÑO DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL**

Las dimensiones de la unidad experimental fueron:

- A. Tamaño de la parcela bruta: 9 m<sup>2</sup>
- B. Tamaño de la parcela neta: 3.78 m<sup>2</sup>
- C. Distancia entre surcos: 0.60 m
- D. Distancia entre plantas: 0.15 m
- E. Número de plantas por parcela bruta: 100
- F. Número de plantas por parcela neta: 42 (ver Figura 6)

## **6.6 VARIABLES RESPUESTA**

### **6.6.1 Rendimiento de materia seca**

Para evaluar el efecto de los niveles de Nitrógeno, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y materia orgánica aplicadas, se tomó el rendimiento de biomasa en materia seca en un solo corte comercial en kg/ha. secada a 65 °C durante 24 horas.

### **6.6.2 Rendimiento de semilla**

Al momento de llegar a su madurez fisiológica se cortaron las panojas de las 42 plantas de la parcela neta, de la cual se obtuvo la producción de semilla expresada en kg/ha.

### **6.6.3 Acumulación de elementos**

Al obtener la materia seca de tallos, hojas y semilla se procedió a realizar los análisis de N, P, K, Ca y Mg que fueron acumulados en estas partes de la planta y relacionarlos con los elementos aportados por el suelo y los diferentes niveles de fertilizantes aplicados.

## **6.7 MANEJO DEL CULTIVO**

### **6.7.1 Preparación del Terreno**

Se realizó en forma manual, picando el terreno con azadón a una profundidad de 0.30 m. para luego formar camellones y posteriormente se trazaron los bloques y unidades experimentales.

### **6.7.2 Siembra**

Esta se efectuó a una distancia de 0.15 m. entre planta y 0.60 m. entre surco, colocando varias semillas por postura, para luego realizar un entresaque y dejar 1 planta por postura.

### **6.7.3 Fertilización**

Se realizaron 2 aplicaciones, la primera al momento de la siembra al fondo de los surcos, enterrado a 0.20 m. de profundidad. Se aplicó el 50 % de nitrógeno, el 100% de  $P_2O_5$  y el 100% de materia orgánica (estiércol de bovino sin lombrices y estiércol de bovino + lombrices), en cada uno de los tratamientos, se tapó con una capa de suelo y luego se realizó la siembra.

La segunda aplicación se realizó 25 días después de la siembra; donde se aplicó al restante 50% de nitrógeno.

### **6.7.4 Control de malezas**

Se realizaron 2 controles de malezas en forma manual; el primero 20 días después de la siembra; el segundo 45 días después de la siembra.

### **6.7.5 Riegos**

Los riegos fueron por gravedad, con un intervalo de 10 días aproximadamente.

### **6.7.6 Control fitosanitario**

Para el control de plagas se utilizó paratión metílico (folidol) a razón de 25 cc por bomba de 4 galones de agua. El control de enfermedades no fue necesario pues no hubo presencia de éstas.

### 6.7.7 Cosecha

La cosecha se realizó 30 días después de la siembra, a una altura de 0.20 m. del suelo, y colocando toda la materia fresca dentro de bolsas de papel previamente identificadas se realizó un solo corte, el peso se obtuvo directamente en el campo inmediatamente después del corte. Se tomaron muestras de cada unidad experimental y fueron colocados en el horno a 65 °C a peso constante, el cual constituye la materia seca, y se tomo el peso nuevamente, el cuál constituyó la materia seca.

El corte de la semilla se obtuvo de los rebrotes de las plantas cuando las panojas estaban llegando a su madurez fisiológica, las panojas fueron colocadas en bolsas plenamente identificadas en el campo, para luego ser trilladas en forma manual para obtener la semilla la cual fue pesada y así obtener el rendimiento de cada unidad experimental.

### 6.7.8 Análisis de la Información

Para determinar el efecto del Nitrógeno,  $P_2O_5$  y materia orgánica sobre el rendimiento de en materia seca (kg/ha) y el rendimiento de la producción de semilla (kg/ha), se realizó la comparación múltiple de medias con el estadístico de Tukey a un nivel de significancia del 5% donde 18 tratamientos poseen una estructura factorial y 1 tratamiento de testigo.

El modelo estadístico que sirvió de base para efectuar el análisis de varianza de los 18 tratamientos con estructura factorial fue:

$$Y_{jklm} = u + B_k + N_j + P_m + M_l + (NP)_{jm} + (NM)_{jl} + (PM)_{ml} + (NPM)_{jml} + E_{jklm}$$

Donde:

|             |   |                                                                                                                              |
|-------------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $Y_{jklm}$  | = | Variable de respuesta asociada a la $jklm$ -ésima unidad experimental.                                                       |
| $u$         | = | media general.                                                                                                               |
| $B_k$       | = | efecto del $K$ -ésimo bloque.                                                                                                |
| $N_j$       | = | efecto del $j$ -ésimo nivel de nitrógeno.                                                                                    |
| $P_m$       | = | efecto del $m$ -ésimo nivel de $P_2O_5$ .                                                                                    |
| $M_l$       | = | efecto del $l$ -ésimo nivel de materia orgánica.                                                                             |
| $NP_{jm}$   | = | interacción del $j$ -ésimo nivel de nitrógeno con el $m$ -ésimo nivel de $P_2O_5$ .                                          |
| $NM_{jl}$   | = | interacción del $j$ -ésimo nivel de nitrógeno con el $l$ -ésimo nivel de materia orgánica.                                   |
| $PM_{ml}$   | = | interacción del $m$ -ésimo nivel de $P_2O_5$ con el $l$ -ésimo nivel de materia orgánica.                                    |
| $NPM_{jml}$ | = | interacción del $j$ -ésimo nivel de nitrógeno con el $m$ -ésimo nivel de $P_2O_5$ y el $l$ -ésimo nivel de materia orgánica. |
| $E_{jklm}$  | = | error experimental asociada a la $jklm$ -ésima unidad experimental.                                                          |

El modelo estadístico que sirvió de base para efectuar el análisis de varianza de 19 tratamientos fue:

$$Y_{ij} = u + T_i + B_j + E_{ij}$$

|          |   |                                                        |
|----------|---|--------------------------------------------------------|
| $Y_{ij}$ | = | Variable respuesta en la ij-esima unidad experimental. |
| $u$      | = | Efecto de la media general                             |
| $T_i$    | = | Efecto del i-esimo tratamiento                         |
| $B_j$    | = | Efecto del j-esimo bloque                              |
| $E_{ij}$ | = | Error experimental                                     |

Posteriormente a ello se efectuó la comparación múltiple de medias con el estadístico de Tukey con un nivel de significancia del 5%.

## 7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1 ANÁLISIS DE TRATAMIENTOS

A continuación (cuadro 8) se presenta el análisis de varianza de la variable rendimiento de materia seca de tallos y hojas del cultivo de bleo (*Amaranthus caudatus*).

**Cuadro 8.** Análisis de varianza de materia seca de tallos y hojas del cultivo de bleo (*Amaranthus caudatus*). Aldea Potrerillos,

| F.V.             | G.I | F     | Pr>F   |
|------------------|-----|-------|--------|
| R                | 2   | 7.16  | 0.0025 |
| N                | 2   | 24.49 | 0.0001 |
| P                | 1   | 0.02  | 0.8765 |
| Materia orgánica | 2   | 0.29  | 0.7508 |
| N*P              | 2   | 6.85  | 0.0032 |
| N * m.o.         | 4   | 0.45  | 0.772  |
| P * m.o.         | 2   | 3.06  | 0.0602 |
| N*P*m.o.         | 4   | 1.39  | 0.2566 |
| Error            | 34  |       |        |
| Total            | 53  |       |        |
| C.V. %= 12.83    |     |       |        |

En el cuadro 8 se observa diferencia significativa para el Nitrógeno con un coeficiente de variación de 12.83%; y la interacción de Nitrógeno por  $P_2O_5$ ; no así para los niveles de  $P_2O_5$ , materia orgánica y los demás interacciones. La significancia estadística de la interacción Nitrógeno por  $P_2O_5$  es de mucha importancia, ya que corrobora que debido a los niveles de bajos de  $P_2O_5$ , reportados en el análisis de suelo se determino que el  $P_2O_5$  es el principal limitante del suelo. El suelo del área experimental tiene un pH de

6.4 por lo que el  $P_2O_5$  no se encuentra formando fosfatos enlazados a aluminio, hierro o calcio. Es decir que se encuentra en el rango de mayor disponibilidad para la planta. El otro elemento que con mayor frecuencia limita los rendimientos es el Nitrógeno, pues todos los suelos requieren del suplemento de este nutrimento para producir rendimientos aceptables, por lo tanto se tubo una respuesta inmediata de la planta en cuanto a biomasa a la aplicación de Nitrógeno y  $P_2O_5$ , como lo demuestran la significancia de la relación.

Por otro lado no existe diferencia estadística significativa para los niveles de la interacción de Nitrógeno,  $P_2O_5$  y materia orgánica. Lo anterior se debió a que los niveles de  $P_2O_5$  en la materia orgánica son bajos, como lo demuestra el análisis químico de la concentración de nutrientes de la materia orgánica, y no contribuye significativamente al suministro del factor de mayor limitación en el suelo del área experimental, como lo es el  $P_2O_5$ . Además por el período transcurrido para ser el corte comercial de biomasa en el cultivo, no fue suficientemente largo para ser más disponibles los nutrimentos de la materia orgánica para la planta.

El cuadro 9 y la figura 1 presentan la comparación de medias de los niveles de N y  $P_2O_5$  sobre el rendimiento de materia seca, en el cultivo de bledo (*Amaranthus caudatus*).

**Cuadro 9.** Comparación de medias para el rendimiento de materia seca en el cultivo de bledo (*Amaranthus caudatus*). Aldea Potrerillos, Quezaltepeque.

| kg / ha. |     |     | Rendimiento de materia seca<br>en kg/ha. |
|----------|-----|-----|------------------------------------------|
| T        | N   | P   |                                          |
| 13       | 150 | 60  | 294.02 A                                 |
| 10       | 120 | 120 | 279.15 AB                                |
| 7        | 120 | 60  | 258.97 ABC                               |
| 16       | 150 | 120 | 247.26 BCD                               |
| 4        | 80  | 120 | 216.92 CDE                               |
| 1        | 80  | 60  | 194.26 E                                 |

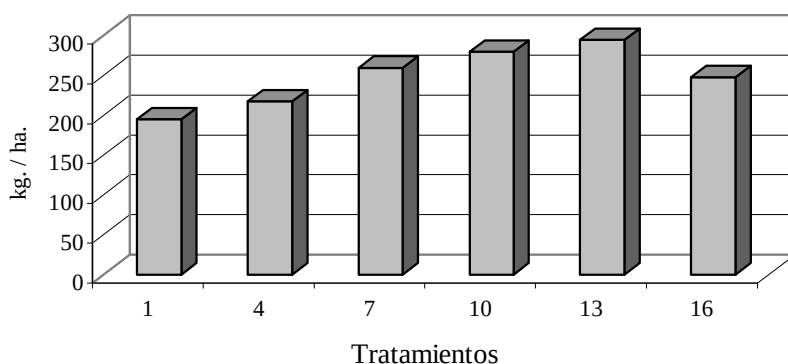


**Figura 1.** Rendimiento de materia seca de bledo (*Amaranthus caudatus*). Para 6 tratamientos, aldea Potrerillos, Quezaltepeque.

En la figura 1 se observa que el mayor rendimiento de materia seca de tallos y hojas se obtuvo con el nivel de 150 kg de N/ha y 60 kg de  $P_2O_5$ /ha, siendo este de 294.02 kg/ha. Así mismo se puede decir que no hubo diferencia significativa entre los niveles de 120 kg de N/ha y 120 kg de  $P_2O_5$ /ha. y 120 kg de N/ha y 60 kg de  $P_2O_5$ /ha. Es decir, que existe relación entre el Nitrógeno y  $P_2O_5$ . Altos niveles de N (150 y 120 kg/Ha) hicieron que el  $P_2O_5$  fuera aprovechado adecuadamente, y por lo tanto hubo un incremento en la materia seca. Por el contrario en los tratamientos con bajos niveles de N (80 kg/Ha) hicieron un menor aprovechamiento del  $P_2O_5$  aplicado. En síntesis se indica la importancia de la relación adecuada entre N y  $P_2O_5$ , ya que el Nitrógeno maximiza la utilización del fósforo por la planta.

En el Cuadro 10 se presenta el análisis de varianza rendimiento de la semilla en el cultivo de bledo (*Amaranthus caudatus*) por la aplicación de niveles de N,  $P_2O_5$ , materia orgánica y la comparación entre niveles.

**Cuadro 10.** Análisis de varianza del rendimiento de semilla del cultivo de bledo (*Amaranthus caudatus*). 18 tratamientos, Aldea Potrerillos, Quezaltepeque.

| F.V.         | G.I | F       | Pr>F   |
|--------------|-----|---------|--------|
| R            | 2   | 10.49   | 0.0003 |
| N            | 2   | 2163.58 | 0.0001 |
| P            | 1   | 0.01    | 0.9408 |
| m.o.         | 2   | 136.67  | 0.0001 |
| N*P          | 2   | 248.14  | 0.0001 |
| N*m.o.       | 4   | 116.52  | 0.0001 |
| P*m.o.       | 2   | 22.81   | 0.0001 |
| N*P*m.o.     | 4   | 413.11  | 0.0001 |
| Error        | 34  |         |        |
| Total        | 53  |         |        |
| C.V. %= 1.37 |     |         |        |

En el cuadro 10 se observa que existe diferencia significativa por el efecto de la aplicación de niveles de N,  $P_2O_5$ , materia orgánica y las interacciones, sobre la variable rendimiento de semilla y con coeficiente de variación de 1.37%. Es decir, que bajo estas condiciones el cultivo de bledo (*Amaranthus caudatus*) responde a la aplicación de nitrógeno,  $P_2O_5$  y materia orgánica, en la producción de semilla. El cambio de la significancia de la materia orgánica en esta etapa del cultivo se debe a que la materia orgánica tenía una mayor mineralización y disponibilidad de los nutrientes.

Se indica con base al cuadro 11 que fue más eficiente el uso de materia orgánica (estiércol de bovinos sin presencia de lombrices), esto se puede deber al grado de descomposición de la misma. Es decir, que la materia orgánica de estiércol sin lombrices había sufrido un proceso microbiano de descomposición, y los niveles de demanda de Nitrógeno por los microorganismos se había estabilizado por lo que el

Nitrógeno aplicado mostró todo su efecto sobre el rendimiento. Por el contrario la modalidad de estiércol de bovino con lombrices, las deyecciones de las lombrices habían hecho un proceso físico de descomposición de el estiércol de bovino, por lo que la siguiente etapa es el proceso microbiano de descomposición. Por lo tanto el incremento de demanda de Nitrógeno por los microorganismos va en aumento, y en este caso utiliza el Nitrógeno aplicado. Como el Nitrógeno maximiza el Fósforo, al ser reducido o inmovilizado el Nitrógeno, se tiene un menor rendimiento de semilla.

En el cuadro 11 se presenta los resultados de la prueba de comparación de medias por el estadístico de Tukey al 5% de probabilidad, para 19 tratamientos sobre el rendimiento de semilla, en el cultivo de bledo (*Amaranthus caudatus*), por efecto de la interacción de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y materia orgánica.

**Cuadro 11.** Comparación de medias para el rendimiento de semilla seca en el cultivo de bledo (*Amaranthus caudatus*). 19 tratamientos, aldea Potrerillos, Quezaltepeque.

| Tratamientos | Dosis (kg/ha) |     |           |      | Rendimiento (kg/ha) |    |
|--------------|---------------|-----|-----------|------|---------------------|----|
|              | N             | P   | Modalidad | M.O  |                     |    |
| 17           | 150           | 120 | 1         | 2500 | 1475.31             | A  |
| 8            | 120           | 60  | 1         | 2500 | 1434.83             | AB |
| 15           | 150           | 60  | 2         | 2500 | 1403.88             | B  |
| 12           | 120           | 120 | 2         | 2500 | 1305.64             | C  |
| 13           | 150           | 60  |           | 0    | 1305.03             | C  |
| 9            | 120           | 60  | 2         | 2500 | 1274.25             | CD |
| 14           | 150           | 60  | 1         | 2500 | 1238.8              | DE |
| 18           | 150           | 120 | 2         | 2500 | 1205.29             | E  |
| 16           | 150           | 120 |           | 0    | 1150.35             | F  |
| 10           | 120           | 120 |           | 0    | 1138.44             | F  |
| 6            | 80            | 120 | 2         | 2500 | 1107.41             | F  |
| 7            | 120           | 60  |           | 0    | 1054.67             | G  |
| 11           | 120           | 120 | 1         | 2500 | 1037.57             | G  |
| 4            | 80            | 120 |           | 0    | 1024.25             | G  |
| 1            | 80            | 60  |           | 0    | 959.17              | H  |
| 5            | 80            | 120 | 1         | 2500 | 948.35              | H  |
| 2            | 80            | 60  | 1         | 2500 | 893.12              | I  |
| 3            | 80            | 60  | 2         | 2500 | 831.66              | J  |
| 19           | 0             | 0   | 0         | 0    | 703.62              | K  |

En el cuadro 11 se observa que el rendimiento mayor se obtiene con la combinación de 150 kg. de N/ha, 120 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha y 2,500 kg de materia orgánica (estiércol de bovino sin lombrices). Además se observa que todos los tratamientos con niveles de N (80 kg/Ha) tienen los rendimientos más bajos en las dos modalidades de materia orgánica. Por el contrario altos niveles de N influyeron en buena respuesta a la aplicación de materia orgánica. Con los niveles de Nitrógeno había suficiente nutrimento para la planta y parte para ser inmovilizados por los microorganismos. Además se observa que cuando se tiene la combinación de 0 kg de N/ha, 6 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha y 0 kg de materia orgánica, el rendimiento obtenido es el más bajo, comparado con las combinaciones evaluadas.

## 7.2 ACUMULACIÓN DE N, P, K:

En la figura 2 se presenta los elementos acumulados en el tallo y hojas en el cultivo de bleo (*Amaranthus caudatus*).

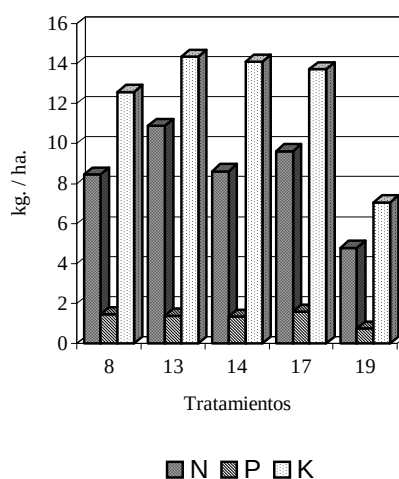


**Figura 2.** Kilogramos de elementos acumulados en los tallos y hojas en el cultivo de bleo (*Amaranthus caudatus*). 5 tratamientos, aldea Potrerillos, Quezaltepeque.

En la figura 2 se observa que el tratamiento 150 kg de N/ha y 60 kg de  $P_2O_5$ /ha y 0 de materia orgánica/ha fue el que mayor cantidad de nitrógeno aporta a la planta de bleo (*Amaranthus caudatus*) en la acumulación de elemento en los tallos y hojas en el primer corte ya que fue de 10.88 kg. de N/ha. Este tratamiento fue el que mayor rendimiento de materia seca en tallos y hojas obtuvo y fue de 294.02 kg/ha. Es decir, el cultivo de bleo (*Amaranthus caudatus*) respondió mejor en forma general a los tratamientos con alto nivel de nitrógeno y sin materia orgánica. Lo anterior se debió a que en esos tratamientos todo el N estaba disponible para las plantas, al no existir inmovilización temporal por microorganismos de la misma materia orgánica.

En la figura 3 Se presentan los elementos acumulados en la semilla en el cultivo de bledo (*Amaranthus caudatus*).

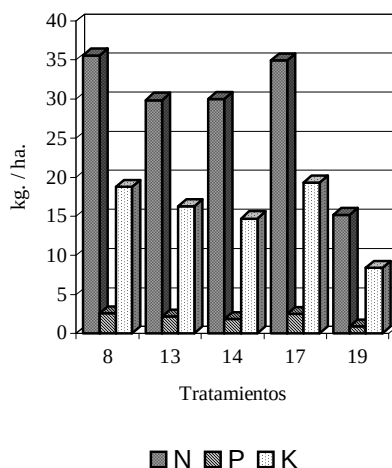


**Figura 3.** Kilogramos de elementos acumulados en la semilla en el cultivo de bledo (*Amaranthus caudatus*). 5 tratamientos, aldea Potrerillos, Quezaltepeque.

En la figura 3 se observa que el tratamiento 120 kg de N/ha y 60 kg. de  $P_2O_5$ /ha y 2,500 kg de materia orgánica (estiércol de bovinos sin lombrices), es el tratamiento que mayor cantidad de elementos acumuló con 35.58 kg de N/ha y 2.58 kg de  $P_2O_5$ /ha. En el cuadro 11 se observa que este tratamiento es estadísticamente igual al 5% de probabilidad en la producción de semilla al tratamiento de 150 kg. de N/ha; 120 kg. de  $P_2O_5$ /ha. y 2,500 kg. de materia orgánica (estiércol de bovino sin lombrices), el cual acumulo 34.96 kg. de nitrógeno/ha. y 2.51 kg. de  $P_2O_5$ /ha. Además se observa que cuando se tiene la combinación de 0 kg. de N/ha., 0 kg de  $P_2O_5$ /ha y 0 kg de materia orgánica los elementos acumulados son 15.20 kg de N/ha, 0.91 kg de  $P_2O_5$ /ha y 8.37 kg. de  $K_2O$ /ha, en los cuales son los más bajos de los tratamientos. Además se observa la importancia de la materia orgánica en la acumulación de reservas en la semilla. Esto se debe a que la materia orgánica favorece la retención de humedad del suelo, mayor capacidad de intercambio catiónico, mejor estructura del suelo.

En la figura 4 Se presentan los elementos totales acumulados en el cultivo de bledo (*Amaranthus caudatus*).

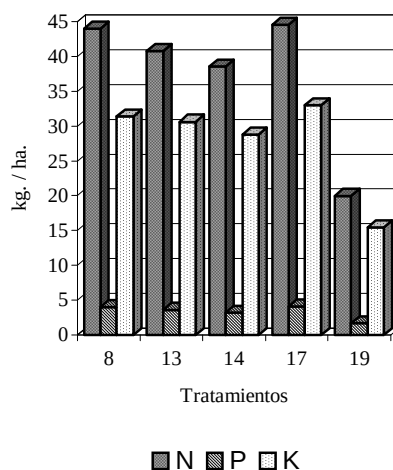


**Figura 4.** Kilogramos de elementos totales acumulados en el cultivo de bledo (*Amaranthus caudatus*). 5 tratamientos, aldea Potrerillos, Quezaltepeque.

En la figura 4 Se observa que el tratamiento 150 kg de N/ha, 120 kg. de  $P_2O_5$ /ha. y 2,500 kg. de materia orgánica/ha (estiércol de bovino sin lombrices), la planta de bledo (*Amaranthus caudatus*) acumulo 44.58 kg. de N/ha, 4.10 kg. de  $P_2O_5$ /ha y 33.03 kg. de  $K_2O$ /ha. Es decir, que bajo estas condiciones la planta responde a la aplicación de nitrógeno,  $P_2O_5$  y potasio. En este caso no fue necesario aplicar potasio porque el análisis de suelos este elemento tiene un contenido alto.

Los tratamientos que obtuvieron mayor acumulación de elementos en tallos y hojas presentaron los mejores rendimientos en semilla. Esto se debe a que las plantas trasladan las reservas de las hojas a las semillas, en donde existe la mayor demanda de elementos en esa etapa.

## 8. CONCLUSIONES

- 8.1** Bajo condiciones del lugar y los niveles evaluados de 150 kg. de N/ha., 60 kg. de  $P_2O_5$ /ha; se encontró efectos significativos en el rendimiento de materia seca en tallos y hojas en el primer corte, siendo este de 294.02 kg./ha el mayor rendimiento (en materia fresca igual a 2,290.76 kg./ha.).
- 8.2** El mayor rendimiento de semilla en el cultivo de bleo (*Amaranthus caudatus*), se obtuvo al aplicar 150 kg. de N/ha., 120 kg. de  $P_2O_5$ /ha. y 2,500 kg. de Materia orgánica/ha. (estiércol de bovino sin presencia de lombrices); siendo este de 1,475.31 kg/ha.
- 8.3** En los niveles evaluados de 150 kg. de N/ha, 120 kg. de  $P_2O_5$ /ha. y 2,500 kg. de Materia orgánica/ha (estiércol de bovino sin lombrices); el cultivo de bleo (*Amaranthus caudatus*) acumuló 44.58 kg. de N/ha., 4.10 kg. de  $P_2O_5$ /ha. y 33.03 kg de K/ha.

## **9. RECOMENDACIONES**

- 9.1** Bajo condiciones climáticas y edáficas similares a las cuales se realizó la investigación para obtener rendimientos de materia seca de 294.02 kg/ha. se debe aplicar 150 kg. de N/ha., 120 kg. de  $P_2O_5$ /ha.
- 9.2** Para obtener rendimientos de 1,475.31 kg/ha. de semilla de bledo (*Amaranthus caudatus*), se debe aplicar 150 kg. de N/ha., 120 kg. de  $P_2O_5$ /ha y 2,500 kg. de Materia orgánica/ha. (estiércol de bovino sin lombrices).

## 10. BIBLIOGRAFIA:

- 1) CARRILLO, G.C. 1992. Evaluación de 3 niveles de abono orgánico, con la aplicación de 5 niveles de nitrógeno de compensación en el rendimiento de grano de maíz (*Zea mays* L.) en Moyuta, Jutiapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 52 p.
- 2) CASTILLO MONTERROSO, D.F. 1992. Respuesta del *Amaranthus hypochondriacus* L. a la fertilización con diferentes niveles de (N-P-K) en el rendimiento Foliar como materia fresca. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 61 p.
- 3) CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala, a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
- 4) DE MATHEU, M.A. 1974. Información de la importancia de los abonos orgánicos y su aplicación en la finca de café. Revista Cafetalera (Gua) no. 130:31-36.
- 5) ESTRADA FLORES, G.E. 1987. Evaluación preliminar del rendimiento foliar, semilla y proteína de 16 cultivares de Amaranto (*Amaranthus spp.*) bajo condiciones de la ciudad capital y San Raymundo. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 49 p.
- 6) FERRUZZI, C. 1994. Manual de lombricultura. Trad. Por Carlos Buxadé Carbó, España, Mundi-Prensa. 138 p.
- 7) GALINDO SANTIZO, C.A. 1990. Evaluación del efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento en materia fresca en bledo (*Amaranthus spp.*) en dos cortes en Guatemala, departamento de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 44 p.
- 8) HERRERA R., G.A. 1980. Comparación de medio de desarrollo de almácigo de café en bolsa, utilizando pulpa de café con diferentes tratamientos. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 39 p.
- 9) LOPEZ CASTILLO, E.R. 1989. Evaluación del rendimiento de semilla de Amaranto (*Amaranthus caudatus*) utilizando dos métodos de siembra y cuatro densidades de población. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 31 p.
- 10) MARTINEZ MUÑOZ, A.B. 1993. Cultive y aliméntese con bledo. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Instituto de Investigación y Mejoramiento Educativo. 80 p.

- 11) MELGAR RUANO, A.A. 1989. Evaluación del rendimiento de semilla y proteína de 16 cultivares de bleo (*Amaranthus spp.*) en Pachalí, San Juan Sacatepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 34 p.
- 12) MENDEZ FAJARDO, C.A. 1985. Evaluación del rendimiento en semilla a diferentes niveles de fertilización (N-P-K) en (*Amaranthus hypochondriacus c.*). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 34 p.
- 13) NORIEGA AVILA, E.A. et. al. 1987. Caracterización preliminar de la cuenca del río Salfate, Quezaltepeque, Chiquimula. Estudios de Sistemas–EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 141p.
- 14) ORTIZ M., O. 1974. Recomendaciones sobre fertilidad y uso abonos orgánicos en las fincas de café. Revista Cafetalera (Gua) no. 132:9.
- 15) PAZ AYALA, M.E. 1995. Evaluación de nitrógeno, fósforo, estiércol bovino sobre el rendimiento de biomasa en materia seca de hierba mora (*Solanum nigrescens* Mort y Gal.); en la aldea Xesiguan, Santa Apolonia; Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 41 p.
- 16) SANDOVAL GARCIA, C.A. 1987. Evaluación de 3 densidades de siembra y 4 niveles de fertilización nitrogenada en 3 cultivares de bleo (*Amaranthus spp.*) en Villa Canales. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 43 p.
- 17) SIMMONS, CH.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. Por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Ed. José de Pineda Ibarra. 1000 p.

## **11. ANEXO**

## Municipio de Quezaltepeque

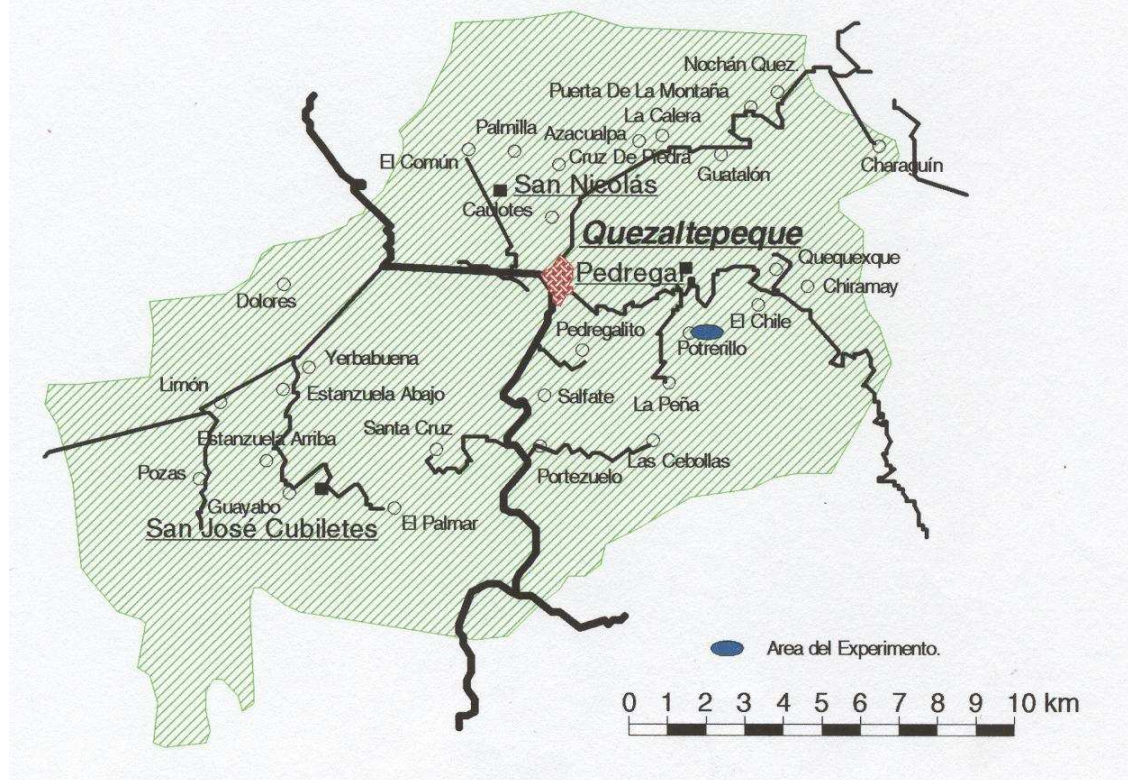


**Figura No. 5:** Croquis del Municipio de Quezaltepeque.

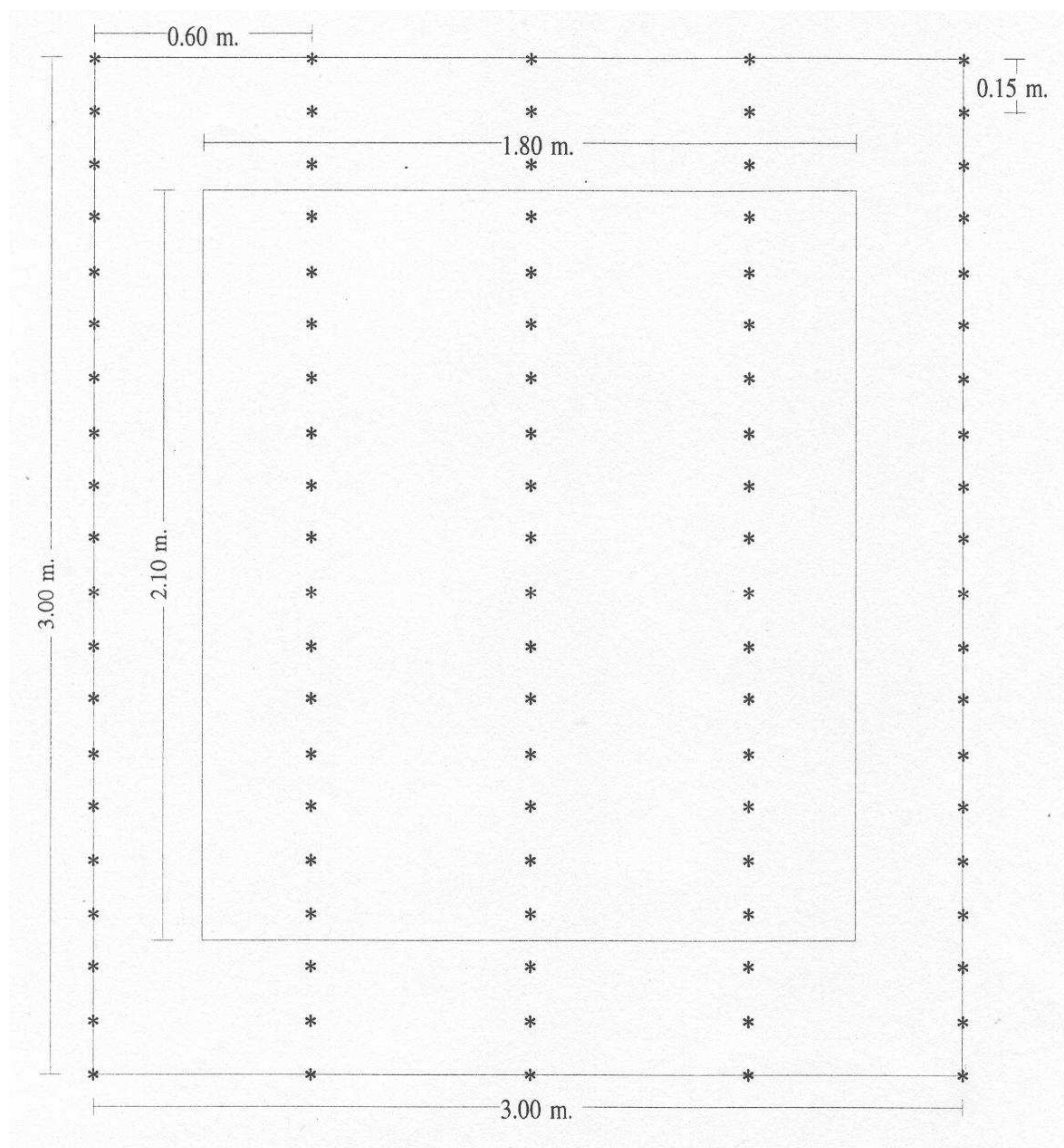


**Figura No. 6:** Tamaño de la unidad experimental.

**Cuadro 12.** Kilogramos de elementos acumulados en los tallos y hojas en el cultivo de bledo (*Amaranthus caudatus*). 19 Tratamientos. Aldea Potrerillos, Quezaltepeque.

| No. de Tratamientos | N   | P   | M.O  | N     | P    | K     | Ca   | Mg   |
|---------------------|-----|-----|------|-------|------|-------|------|------|
| 1                   | 80  | 60  | 0    | 6.63  | 1.21 | 10.34 | 6.76 | 1.85 |
| 2                   | 80  | 60  | 2500 | 6.78  | 1.03 | 9.9   | 7.05 | 1.89 |
| 3                   | 80  | 60  | 2500 | 5.52  | 0.85 | 9.6   | 6.65 | 1.9  |
| 4                   | 80  | 120 | 0    | 7.7   | 1.08 | 10.41 | 7.57 | 2.25 |
| 5                   | 80  | 120 | 2500 | 7.44  | 1.12 | 10.41 | 8.98 | 2.82 |
| 6                   | 80  | 120 | 2500 | 7.45  | 1.04 | 9.05  | 7.78 | 2.29 |
| 7                   | 120 | 60  | 0    | 9.53  | 1.21 | 11.92 | 9.49 | 3.01 |
| 8                   | 120 | 60  | 2500 | 8.46  | 1.48 | 12.58 | 8.45 | 2.24 |
| 9                   | 120 | 60  | 2500 | 8.81  | 1.04 | 10.89 | 7.89 | 2.38 |
| 10                  | 120 | 120 | 0    | 9.97  | 1.55 | 14.76 | 9.14 | 2.57 |
| 11                  | 120 | 120 | 2500 | 8.52  | 1.28 | 13.98 | 8.59 | 2.19 |
| 12                  | 120 | 120 | 2500 | 9.91  | 1.33 | 14.09 | 9.65 | 2.9  |
| 13                  | 150 | 60  | 0    | 10.88 | 1.4  | 14.33 | 11.8 | 3.51 |
| 14                  | 150 | 60  | 2500 | 8.62  | 1.34 | 14.09 | 7.92 | 2.01 |
| 15                  | 150 | 60  | 2500 | 9.61  | 1.45 | 15.62 | 9.21 | 2.38 |
| 16                  | 150 | 120 | 0    | 6.75  | 1.12 | 10.36 | 6.3  | 1.74 |
| 17                  | 150 | 120 | 2500 | 9.62  | 1.59 | 13.71 | 8.64 | 2.42 |
| 18                  | 150 | 120 | 2500 | 7.65  | 1.42 | 14.26 | 7.6  | 2.16 |
| 19                  | 0   | 0   | 0    | 4.79  | 0.75 | 7.07  | 4.57 | 1.34 |

**Cuadro 13.** Kilogramos de elementos acumulados en la semilla en el cultivo de bleo (*Amaranthus caudatus*). 13 Tratamientos. Aldea Potrerillos, Quezaltepeque.

| No. de Tratamientos | N   | P   | M.O  | N     | P    | K     | Ca   | Mg   |
|---------------------|-----|-----|------|-------|------|-------|------|------|
| 1                   | 80  | 60  | 0    | 14.77 | 1.15 | 11.41 | 1.82 | 2.69 |
| 2                   | 80  | 60  | 2500 | 22.50 | 1.43 | 11.70 | 1.96 | 2.86 |
| 4                   | 80  | 120 | 0    | 23.55 | 1.43 | 12.19 | 1.94 | 2.97 |
| 5                   | 80  | 120 | 2500 | 21.52 | 1.04 | 10.71 | 1.80 | 2.65 |
| 7                   | 120 | 60  | 0    | 26.68 | 1.37 | 11.91 | 2.00 | 2.85 |
| 8                   | 120 | 60  | 2500 | 35.58 | 2.58 | 18.79 | 2.72 | 3.73 |
| 10                  | 120 | 120 | 0    | 25.50 | 2.50 | 14.91 | 2.16 | 3.3  |
| 11                  | 120 | 120 | 2500 | 22.61 | 0.93 | 10.37 | 1.97 | 3.01 |
| 13                  | 150 | 60  | 0    | 29.88 | 2.22 | 16.31 | 2.48 | 3.52 |
| 14                  | 150 | 60  | 2500 | 29.97 | 1.86 | 14.74 | 2.35 | 3.34 |
| 16                  | 150 | 120 | 0    | 26.91 | 1.61 | 13.69 | 2.53 | 3.33 |
| 17                  | 150 | 120 | 2500 | 34.96 | 2.51 | 19.32 | 3.24 | 4.28 |
| 19                  | 0   | 0   | 0    | 15.20 | 0.91 | 8.37  | 1.76 | 2.04 |

**Cuadro 14.** Kilogramos de elementos totales acumulados en el cultivo de bledo (*Amaranthus caudatus*). 13 Tratamientos. Aldea Potrerillos, Quezaltepeque.

| No. de Tratamientos | N   | P   | M.O  | N     | P    | K     | Ca    | Mg   |
|---------------------|-----|-----|------|-------|------|-------|-------|------|
| 1                   | 80  | 60  | 0    | 21.40 | 2.36 | 21.75 | 8.58  | 4.54 |
| 2                   | 80  | 60  | 2500 | 29.28 | 2.46 | 21.60 | 9.01  | 4.75 |
| 4                   | 80  | 120 | 0    | 31.25 | 2.51 | 22.60 | 9.51  | 5.22 |
| 5                   | 80  | 120 | 2500 | 28.96 | 2.16 | 21.12 | 10.78 | 5.47 |
| 7                   | 120 | 60  | 0    | 36.21 | 2.58 | 23.83 | 11.49 | 5.86 |
| 8                   | 120 | 60  | 2500 | 44.04 | 4.06 | 31.37 | 11.17 | 5.97 |
| 10                  | 120 | 120 | 0    | 35.47 | 4.05 | 29.67 | 11.30 | 5.87 |
| 11                  | 120 | 120 | 2500 | 31.13 | 2.21 | 24.35 | 10.50 | 5.20 |
| 13                  | 150 | 60  | 0    | 40.76 | 3.62 | 30.64 | 14.28 | 7.03 |
| 14                  | 150 | 60  | 2500 | 38.59 | 3.20 | 28.83 | 10.27 | 5.35 |
| 16                  | 150 | 120 | 0    | 33.66 | 2.73 | 24.05 | 8.83  | 5.07 |
| 17                  | 150 | 120 | 2500 | 44.58 | 4.10 | 33.03 | 11.88 | 6.70 |
| 19                  | 0   | 0   | 0    | 19.99 | 1.66 | 15.44 | 6.33  | 3.38 |

