

**Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario del Suroccidente
Ingeniería en Agronomía Tropical
Documento de Graduación**



Evaluación de tres densidades de siembra y dos dosis de fertilización, en el rendimiento de maíz *Zea mays* c.v. HB-83 (Poaceae), en comunidad Nuevo Amanecer, San Lorenzo, Suchitepéquez.

Mario Roberto Javier Chinchilla

Carnet: 199040843

Docente Asesor:

Ing. Agr. Msc. Reynaldo Alarcon Noguera

Mazatenango, Suchitepéquez, Agosto de 2,011.

Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario del Suroccidente

Lic. Carlos Estuardo Gálvez Barrios

Rector

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

Secretario General

Miembros del Consejo Directivo del Centro Universitario del Suroccidente

Lic. José Alberto Chuga Escobar

Presidente

Representantes Docentes

MSc. Alba Ruth Maldonado de Chávez

Colegiado Activo No. 4,834

MSc. Víctor Manuel Nájera Toledo

Colegiado Activo No. 192

Representante Graduado del CUNSUROC

Licda. Mildred Gricelda Hidalgo Mazariegos

Colegiado Activo No. 12,180

Representantes Estudiantiles

PC. Cristian Ernesto Castillo Sandoval

Carné No. 199931125

MEPU Carlos Enrique Jalel de los Santos

Carné No. 200641079

COORDINACIÓN ACADÉMICA

Coordinador Académico

Msc. Miguel Ángel Oroxom Cobaquil

Coordinador Carrera Administración de Empresas

Lic. Luis Gregorio San Juan Estrada

Coordinador Área Social Humanista

Lic. José Felipe Martínez Domínguez

Coordinador Carrera Trabajo Social

Dr. Ralfi Obdulio Pappa Santos

Coordinador Carreras de Pedagogía

MSc.. Nery Edgar Saquimux Canastuj

Coordinadora Carrera Ingeniería en Alimentos

MSc. Gladys Floriselda Calderón Castilla

Coordinador Carrera Agronomía Tropical

MSc. Martín Salvador Sánchez Cruz

Encargado Carrera Ciencias Jurídicas y Sociales

Lic. Carlos Enrique Bino Ponce

Encargado Carrera Gestión Ambiental Local

MSc. Eysen Rodrigo Enríquez Ochoa

CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA DEL CUNSUROC

Encargado de las carreras de Pedagogía

Lic. Everardo Napoleón Rodas Ochoa

Encargada Carrera Periodista Profesional

Licda. Elisa Mazariegos Alvarado



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE
CARRERA DE AGRONOMIA TROPICAL
MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ.

Mazatenango, Agosto de 2011.

Señores:
Honorable Consejo Directivo,
Centro Universitario de Suroccidente,
Universidad de San Carlos de Guatemala.

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de graduación titulado:

“Evaluación de tres densidades de siembra y dos dosis de fertilización, en el rendimiento de maíz *Zea mays* c.v. HB-83 (Poaceae), en comunidad Nuevo Amanecer, San Lorenzo, Suchitepéquez”.

Investigación presentada como requisito previo para optar al título de **Ingeniero Agrónomo**; en el grado académico de Licenciado, espero merezca vuestra aprobación.

Respetuosamente,

F. _____
T.P.A. Mario Roberto Javier Chinchilla
Carne 199040843



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE
CARRERA DE AGRONOMÍA TROPICAL
MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ.

Mazatenango, Agosto de 2011.

Lic. José Alberto Chuga Escobar
Director Centro Universitario del Sur Occidente
Universidad de San Carlos de Guatemala

Por medio de la presente, me permito informarle, que el estudiante Mario Roberto Javier Chinchilla, quien se identifica con el carné universitario 199040843 de la carrera de Agronomía Tropical de este centro universitario, ha concluido trabajo de graduación titulado: **“Evaluación de tres densidades de siembra y dos dosis de fertilización, en el rendimiento de maíz Zea mays c.v. HB-83 (Poaceae), en comunidad Nuevo Amanecer, San Lorenzo, Suchitepéquez”**.

Tanto el diseño de la investigación como el informe final de esta, fue supervisado y evaluado por los profesionales siguientes; Ing. Agr. M.Sc. Reynaldo Alarcón Noguera e Ing. Agr. Harold Alexander Pérez.

Luego de la revisión realizada, considero que el mismo llena los requisitos para continuar con el proceso correspondiente, por lo que autorizo y firmo el documento elaborado por el estudiante Javier Chinchilla.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
RECIBIDO
- 9 AGO. 2011
SECRETANÍA CONSEJO DIRECTIVO
Firma [Firma] hora 17:13

F. [Firma]
Ing. Agr. M.Sc. Martín Salvador Sanchez
Coordinador de la Carrera de Agronomía Tropical



Mazatenango, Agosto de 2,011

Ing. Agr. Martín Salvador Sánchez
Coordinador de la Carrera de Agronomía Tropical
Centro Universitario de Sur Occidente
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Respetable Ingeniero:

Atentamente nos dirigimos a usted deseándole éxitos en sus labores diarias.

Por medio de la presente hacemos constar que hemos procedido a revisar el trabajo de graduación titulado **“Evaluación de dos dosis de fertilización y tres densidades de siembra de maíz (*Zea mays*) del híbrido HB-83 en la comunidad Nuevo Amanecer, San Lorenzo Suchitepéquez”**, presentado por el estudiante Mario Roberto Javier Chinchilla, quien se identifica con carné estudiantil No. 199040843.

Luego del asesoramiento otorgado y de la revisión del informe consideramos que el mismo llena los requisitos para continuar los trámites correspondientes, por lo que firmamos la presente en calidad de asesores del trabajo de graduación.

Atentamente,



Ing. Agr. Reynaldo Alarcón Noguera
Asesor Principal



Ing. Agr. Harold Alexander Pérez
Asesor Adjunto

ACTO QUE DEDICO.

A:

DIOS: Por darme la vida, la salud, sabiduría y fortaleza para salir siempre adelante y alcanzar las metas deseadas.

MIS PADRES: Guillermo Javier Alfonso y Vilma Yolanda Chinchilla Saravia, quienes con su cariño, esfuerzo y apoyo, lograron que obtuviera este grado académico.

MI HIJA: Yoselin Javier con mucho amor y cariño.

MI NOVIA: Maywelline Montufar por la comprensión, apoyo y el amor que me brinda.

MIS HERMANAS: Sandra Carolina y Ana Patricia con mucho cariño.

MIS CUÑADOS: Con mucho aprecio.

MI FAMILIA EN GENERAL: Con mucho cariño y aprecio.

MIS COMPAÑEROS: Éxitos en su trayectoria profesional.

AGRADECIMIENTO.

A: Centro Universitario del Sur Occidente (CUNSUROC),
Universidad de San Carlos de Guatemala.

A: Docentes de la carrera de Agronomía del Centro
Universitario del Sur Occidente (CUNSUROC).

A: Asesores de Investigación Inferencial:
Ing. Agr. Reynaldo Alarcón
Ing. Agr. Harold Alexander Pérez.

A: Comunidad Nuevo Amanecer, por permitirme realizar mi
Ejercicio Profesional Supervisado (EPS).

A: Plantaciones San Isidro y Anexos, S. A. (Fam. Boppel
Carrera), por su apoyo en mi desarrollo académico. (2,008 –
2,011).

INDICE GENERAL

CONTENIDO	Página
RESUMEN	vi
I. Introducción	1
II. Revisión de literatura	2
2.1 Marco conceptual.....	2
2.1.1 El cultivo de maíz <i>Zea mays</i> L. (Poaceae)	2
2.1.2 Contribución de la agricultura a la economía nacional.....	10
2.1.3 Problemática nacional de la producción de maíz.....	10
2.1.4 Experimentos factoriales	11
2.1.5 Semillas mejoradas	13
2.1.6 Insecticidas	13
2.1.7 Herbicidas.	16
2.2 Marco referencial.....	18
2.2.1 Localización del experimento.....	18
2.2.2 Vías de acceso	18
2.2.3 Datos edáficos	19
2.2.4 Datos climáticos	20
2.2.4 Estudios realizados	21
III. Objetivos.....	23
3.1 General:.....	23
3.2 Específicos:	23
IV. Hipótesis	24
V. Materiales y métodos	25
5.1 Materiales y equipo	25
5.1.1 Materiales:	25
5.1.2 Equipo y herramienta:	25
5.1.3 Recurso humano:	26
5.2 Metodología	26
5.2.1 Diseño experimental.....	26
5.2.2 Tratamientos	27
5.2.3 Unidad experimental	28
5.2.4 Diseño en campo de unidad experimental.....	28
5.2.5 Distribución en campo del experimento	29
5.2.6 Área del experimento	30
5.2.7 Tabulación de datos	30
5.2.8 Análisis de Información	30
5.2.9 Análisis económico	31
5.2.10 Manejo agronómico.....	31
VI Resultados y discusión	35
6.1 Evaluación del rendimiento en Kg./ha de grano seco del híbrido de maíz HB-83 en dos diferentes dosis de fertilización.	35
6.2 Determinación del distanciamiento de siembra que produce el mayor rendimiento del híbrido de maíz HB-83.....	37
6.3 Evaluación de la mejor combinación de dosis de fertilizante y distanciamiento de siembra que produce el mejor rendimiento del híbrido de maíz HB-83.	38
6.4 Análisis económico de las dosis de fertilización y distanciamientos de siembra del híbrido de maíz HB-83.	39

VII Conclusiones 41
VIII. Recomendaciones 42
IX. Bibliografía 43
X. Anexos:..... 47

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Características del insecticida Foxin (Volatón)	14
2	Características del insecticida Thiodicarb (Semevín).	15
3	Características del insecticida Imidacloprid (Gaucho).	16
4	Características del Acido 2, 4 diclorofenoxiacetico (Hedonal).	17
5	Descripción de los tratamientos.	27
6	Rendimiento en Kg./hectárea para la variable grano seco (sano +dañado).	35
7	Resultados del análisis de varianza para la variable rendimiento, en kilogramos por hectárea.	36
8	Porcentaje de pérdidas por efecto de condiciones climáticas.	37
9	Presentación de medias en Kg/Ha de maíz para cada uno de los factores evaluados.	38
10	Resultados de rentabilidad para cada uno de los tratamientos evaluados, por hectárea.	40

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Ubicación y vía de acceso a la comunidad Nuevo Amanecer.	19
2	Precipitación de referencia para año 2010, 1995 y promedio de años 90-98, en la comunidad Nuevo Amanecer.	20
3	Dimensiones generales de la unidad experimental.	29
4	Croquis de campo del experimento.	30
5	Trazo del experimento en campo.	32
6	Cosecha del experimento en campo.	33
7	Desgrane de mazorcas por tratamientos del experimento.	33
8	Pesado de cosecha de grano de maíz por tratamientos.	34
9	Comportamiento de los costos de producción por tratamientos, en Quetzales/ha.	39

INDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Costo de producción, tratamiento uno.	48
2	Costo de producción, tratamiento dos.	49
3	Costo de producción, tratamiento tres.	50
4	Costo de producción, tratamiento cuatro.	51
5	Costo de producción, tratamiento cinco.	52
6	Costo de producción, tratamiento seis.	53
7	Matriz de datos originales del experimento.	54

RESUMEN

La principal actividad de la comunidad Nuevo Amanecer, es la agricultura tradicional, específicamente el cultivo del maíz *Zea mays* L. (Poaceae), en la primera siembra y ajonjolí *Sesamun indicum* L. (Pedaliaceae) en la segunda siembra. Los agricultores realizan el manejo del cultivo de maíz en forma individual. El área que cada persona siembra con maíz corresponde a 1.75 hectáreas.

En esta comunidad el rendimiento promedio del cultivo de maíz es de 3,571 Kg/Ha. (55 quintales por manzana) con el manejo tradicional. Sin embargo este rendimiento puede incrementarse en un 30% aplicando el requerimiento adecuado al cultivo. La mayoría de los agricultores dedicados a la siembra del cultivo de maíz utilizan híbridos de semilla mejorada como el HB-83 y la misma densidad de siembra. No se han realizado estudios que determinen el comportamiento de dicho híbrido, bajo condiciones de la comunidad, tanto en relación a distanciamientos de siembra como a programas de fertilización, para lograr obtener los mejores rendimientos de esta semilla mejorada.

El establecimiento del experimento se realizó en la parcela del señor José Lorenzo López, se utilizó un diseño bifactorial en bloques al azar con arreglo en parcelas divididas. Se establecieron seis tratamientos con cuatro repeticiones (bloques).

Como resultados de la investigación se determinó que estadísticamente no existieron diferencias significativas entre las dos dosis de fertilización evaluadas, ni entre las tres densidades de siembra, tampoco en la interacción de las mismas, por lo que se rechazan las tres hipótesis planteadas. Se concluye que para los seis tratamientos evaluados, la media de producción es de 2681.02 Kg./ha.

En el análisis económico, el tratamiento uno (programa de fertilización del agricultor y una densidad de siembra de 22,222 posturas/Ha. presento la mayor rentabilidad equivalente a 4.75%. Con un costo de producción de Q 7,271.29 /Ha. (Q 5,089.90/Mz.).

En base a los resultados de esta investigación, se recomienda realizar otras investigaciones, debido a que los resultados de esta investigación fueron afectados por los efectos negativos de las tormentas Agata y Alex.

I. Introducción

La comunidad Nuevo Amanecer se encuentra en el municipio de Mazatenango del departamento de Suchitepéquez. Todos los miembros agricultores de la comunidad Nuevo Amanecer se dedica en la época de mayo a agosto, al cultivo de maíz *Zea mays* L. (Poaceae) y en noviembre al del cultivo de ajonjolí *Sesamun indicum* L. (Pedaliaceae), obteniendo rendimientos del cultivo de maíz de 3,571.43 Kg./ha (55 quintales/Mz.) y de ajonjolí de 779.22 Kg./ha (12 quintales/Mz), lo que se considera un rendimiento bajo, si se toma en cuenta el potencial del híbrido de maíz, densidad y fertilización, según Fernandez (2008), pueden producir entre 5,182 a 5,818 kilogramos por hectárea (80 a 90 qq/manzana).

En la comunidad, no existen datos técnicos sobre el comportamiento del híbrido de maíz HB-83 bajo condiciones de manejo propias de la zona, así como tampoco se han evaluado las recomendaciones técnicas de la casa comercial que produce la semillas, bajo las condiciones ambientales de la comunidad, por lo que resulta de suma importancia la realización de dicha investigación.

El objetivo principal de la investigación fué evaluar el rendimiento del híbrido de maíz HB-83, aplicando dos diferentes dosis de fertilización y tres densidades de siembra, con la finalidad de determinar la fertilización y la densidad de siembra de este híbrido, más apropiadas, para obtener los mejores rendimientos en grano.

El diseño experimental que se utilizó para la investigación fue un diseño factorial con bloques al azar y arreglo en parcelas divididas en donde se evaluaron seis tratamientos y cuatro repeticiones.

Las variables a estudiar en el experimento fueron: el rendimiento en kilogramos por hectárea del híbrido de maíz HB-83, tres densidades de siembra y dos dosis de fertilización.

II. Revisión de literatura

2.1 Marco conceptual

2.1.1 El cultivo de maíz *Zea mays* L. (Poaceae)

El maíz forma la base de la dieta en Guatemala, especialmente para la población pobre. También es un cultivo que socioculturalmente ocupa un lugar importante en la sociedad guatemalteca. Dada esta doble importancia, el maíz debe recibir especial atención en la lucha contra el hambre. (Fuentes; et.al. 2005).

2.1.1.1 Origen

Según Marroquín (1995), el maíz es una planta originaria de América, habiéndose encontrado diversidad de especies nativas y silvestres así como especies domesticas. Maíz, nombre común de una gramínea muy cultivada como alimento y como forraje para el ganado. El nombre proviene de las Antillas. Con el trigo y el arroz, el maíz es uno de los cereales más cultivados del mundo.

Su origen no está muy claro pero se considera que pertenece a un cultivo de la zona de México y norte de Mesoamerica, pues sus hallazgos más antiguos se encontraron allí.

2.1.1.2 Clasificación botánica

Según Cronquist, (1981), la clasificación botánica del maíz es la siguiente:

DIVISIÓN: Magnoliophyta

CLASE: Liliopsida

SUBCLASE: Commelinidae

ORDEN: Cyperales

FAMILIA: Poaceae

GENERO: *Zea*

ESPECIE: *Zea mays* L.

2.1.1.3 Características morfológicas

Según Infoagro (2004), la planta del maíz es de porte robusto de fácil desarrollo y de producción anual. Su tallo es simple erecto, de elevada longitud pudiendo alcanzar los cuatro metros de altura, es robusto y sin ramificaciones. Su tallo presenta una médula esponjosa si se realiza un corte transversal.

Inflorescencia: El sexo del maíz es monoico con inflorescencia masculina y femenina separada dentro de la misma planta. En cuanto a la inflorescencia masculina presenta una panícula (vulgarmente denominadas espigón o penacho) de coloración amarilla que posee una cantidad muy elevada de polen en el orden de 20 a 25 millones de granos de polen. En cambio, la inflorescencia femenina marca un menor contenido en granos de polen, alrededor de los 800 o 1000 granos y se forman en unas estructuras denominadas espádices que se disponen de forma lateral. (Infoagro, 2004).

Hojas: Las hojas toman una forma alargada íntimamente arrollada al tallo, del cual nacen las espigas o *mazorcas*. Cada mazorca consiste en un tronco u *olote* que está cubierta por filas de granos, la parte comestible de la planta, cuyo número puede variar entre ocho y treinta. (AbcAgro, 2002).

Raíces: Las raíces son fasciculadas y su misión es la de aportar un perfecto anclaje a la planta. En algunos casos sobresalen unos nudos de las raíces a nivel del suelo y suele ocurrir en aquellas raíces secundarias o adventicias. (Infoagro, 2004).

2.1.1.4 Ciclo vegetativo

Desde la siembra hasta la aparición del coleóptilo, transcurren aproximadamente de 6 a 8 días, una vez nacido el maíz, aparece una nueva hoja cada tres días si las condiciones son normales. A los 15-20 días siguientes la planta debe tener ya cinco o seis hojas, y en las primeras 4-5 semanas la planta deberá tener formadas todas sus hojas. La floración se da a los 25-30 días de efectuada la siembra, con la fecundación de los óvulos por el polen se inicia la fructificación. Una vez realizada la fecundación, los estilos de la mazorca, vulgarmente llamados sedas, cambian de color, tomando un color castaño. (AbcAgro, 2002).

Transcurrida la tercera semana después de la polinización, la mazorca toma el tamaño definitivo, se forman los granos y aparece en ellos el embrión. Los granos se llenan de una sustancia leñosa, rica en azúcares, los cuales se transforman al final de la quinta semana en almidón, hacia el final de la octava semana después de la polinización, el grano alcanza su máximo de materia seca, pudiendo entonces considerarse que ha llegado a su madurez fisiológica. Entonces suele tener alrededor del 35% de humedad.

A medida que va perdiendo la humedad se va aproximando el grano a su madurez comercial, influyendo en ello las condiciones ambientales de temperatura, humedad ambiente, etc. (AbcAgro, 2002).

2.1.1.5 Genética: El maíz se ha tomado como un cultivo muy estudiado para investigaciones científicas en los estudios de genética. Continuamente se está estudiando su genotipo y por tratarse de una planta monoica aporta gran información ya que posee una parte materna (femenina) y otra paterna (masculina) por lo que se

pueden crear varias recombinaciones (cruces) y crear nuevos híbridos para el mercado. (Infoagro, 2004).

2.1.1.6 Exigencias del cultivo

Según Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Bolívar (2007), el cultivo de maíz posee una amplia adaptación y existen maíces regionales y mejorados adaptados desde el nivel del mar hasta 2800 metros de altura. La temperatura ideal para el cultivo oscila entre 22 y 29°C, temperaturas mayores de 29°C pueden provocar marchitamiento de la planta. Para que se produzca la germinación en la semilla la temperatura debe situarse entre los 16 a 18°C.

El cultivo del Maíz se adapta a diferentes tipos de suelos, pero prefiere suelos profundos, de 30 a 60 centímetros de profundidad, de ser posible que sean francos, franco arenoso, franco limosos ó franco arcillosos, con alto contenido de materia orgánica y que sean bien drenados. El cultivo del Maíz, se adapta y desarrolla en suelos con pH desde 5.5 a 7.0, aunque hay que considerar que en suelos con pH de 5.5 hay necesidad de hacer enmiendas. (Villatoro, 2005)

2.1.1.7 Labores culturales

Dentro de las labores culturales que se recomiendan, están las siguientes:

Preparación del terreno: Se recomienda efectuar una labor de arado al terreno con grada para que el terreno quede suelto y sea capaz de tener ciertas capacidades de captación de agua sin encharcamientos. Se pretende que el terreno quede esponjoso sobre todo la capa superficial donde se va a producir la siembra y también se efectúan labores con arado de vertedera con una

profundidad de labor de 30 a 40 cm. en las operaciones de labrado los terrenos deben quedar limpios de restos de plantas (rastros). (Infoagro, 2004).

Siembra: La siembra se puede realizar con macana, en llano o a surcos. La distancia entre surcos puede ser de 0.8 a 1 m y la separación entre las plantas de 20 a 25 cm. (Infoagro, 2004).

ICTA (2004), recomienda para el híbrido HB-83 un distanciamiento de siembra de 0.9 entre surco y 0.5 entre planta.

Fertilización: Según Villatoro (2005), los elementos nutricionales críticos para el cultivo del Maíz en el área de Centro América son: Fósforo(P₂O₅), Calcio(Ca), Magnesio(Mg), Zinc(Zn), Boro(B) y Nitrógeno(N). Todos los elementos son necesarios e indispensables, pero el Fósforo y el Nitrógeno son elementos con los cuales hay mayor respuesta del cultivo.

Es importante realizar un abonado ajustándose a las necesidades presentadas por la planta de una forma controlada e inteligente.

Nitrógeno (N): Según ICTA (2004) para el buen rendimiento del híbrido HB-83, el nivel óptimo de nitrógeno es de 100 Kg por hectárea. Un déficit de N puede afectar a la calidad del cultivo.

Fósforo (P): Según ICTA (2004) los requerimientos de este elemento del híbrido HB-83, son de 40 Kg por hectárea. El fósforo da vigor a las raíces. Su déficit afecta a la fecundación y el grano no se desarrolla bien.

Potasio (K): En lo referente al potasio, ICTA (2004) no realiza recomendación alguna, aunque Villatoro (2005), menciona que para su buen desarrollo el maíz necesita aproximadamente 95.3 Kg./Mz. La deficiencia de potasio hace a la planta muy sensible a ataques de hongos y su porte es débil, ya que la raíz se ve muy afectada. Las mazorcas no granan en las puntas.

Otros elementos: boro (B), magnesio (Mg), azufre (S), Molibdeno (Mo) y cinc (Zn) . Son nutrientes que pueden a parecer en forma deficiente o en exceso en la planta. Las carencias del boro aparecen muy marcadas en las mazorcas con inexistencia de granos en algunas partes de ella. (Infoagro, 2004).

Herbicidas: Según Infoagro (2004), cuando transcurren 3 a 4 semanas de la emergencia de la planta aparecen las primeras malezas de forma espontánea que compiten con el cultivo absorción de agua y nutrientes minerales. Por ello, es conveniente su eliminación por medio de herbicidas. Para la realización del aporcado, las escardas y deshijado se vienen realizando controles químicos con herbicidas como Paraquat y Hedonal (en dosis de 2.14 lts./Ha).

2.1.1.8 Plagas

Según Fernandez (2008), las principales plagas del maíz son las siguientes:

2.1.1.8.1 *Spodoptera frugiperda*

Es un insecto perteneciente a la familia Noctuidae, del orden Lepidoptera, el cual realiza el daño físico a las plantas en su fase de larva, siendo conocido vulgarmente con los nombres de "gusano cogollero" y

"gusano barredor", derivados de sus formas de daño más conocidas. Se ha determinado que es una especie altamente polífaga, pues se alimenta de un gran número de plantas y se desarrolla, sin ningún problema, en el rango comprendido entre 20 y 30°C, aunque puede soportar temperaturas comprendidas entre 15 y 35°C, según la fase de desarrollo en consideración. (Fernández, 2008).

2.1.1.8.2 Barrenador del maíz (*Diatraea saccharalis*)

Los barrenadores del maíz tienen polimorfismo estacional. Las formas larvianas de época seca (sin diapausa) tienen un color blanquecino con pináculos negros, mientras que las formas de las larvas de época lluviosa (diapausa) son immaculadas, es decir, son de un color amarillo claro uniforme debido a sus pináculos libres de pigmento. Después de pasar por al menos cinco estados, las larvas que no entran en diapausa, empupan sin ninguna pérdida previa de pigmentos. (Fernández, 2008).

2.1.1.8.3 *Dalbulus maidis*

Es un pequeño insecto, conocido comúnmente como "saltahojas del maíz", perteneciente a la familia *Cicadellidae*, del orden *Homoptera*, que es citado tradicionalmente como plaga del cultivo, por su capacidad para transmitirle enfermedades, tales como el rayado fino ("fine striping") y el achaparramiento del maíz ("corn stunt"), causados por un virus y un micoplasma, respectivamente. (Fernandez, 2008).

2.1.1.9 Cosecha

2.1.1.9.1 Recolección

Depende de la finalidad del producto, elotes (como hortaliza), granos secos o forraje verde. Para el caso de elotes como hortaliza, se realiza la cosecha o recolección de los mismos en forma manual. Para el caso de forraje, se corta y pica el mismo para ensilaje o para consumo directo de los animales. Para el caso de granos, se arrancan y desgranar las mazorcas maduras para obtener los granos, pudiendo hacerse en forma manual o mecanizada y el rastrojo es utilizado para consumo animal. (Fernández, 2008).

2.1.1.9.2 Pos maduración y desecación de mazorcas

Se dobla parte de la planta con la mazorca hacia abajo para protegerlas de pájaros y lluvias. Luego se cortan las mazorcas y se colocan en costales. Es importante proveer aspectos como las condiciones del clima (seco) corta duración del almacenamiento, problemas mínimos de plagas y enfermedades y que si los granos son para consumo humano o para siembra. (Fernández, 2008).

2.1.1.9.3 Desecación y almacenamiento de grano

Después de desgranar la mazorca, los granos se almacenan bajo cobertizos temporales o en depósitos permanentes como silos, en los cuales, el secado puede ser natural o artificial. (Fernández, 2008).

2.1.2 Contribución de la agricultura a la economía nacional

El sector agropecuario constituye el motor principal de la economía guatemalteca y de la participación laboral de la población guatemalteca. Por otra parte, el mayor número de créditos otorgados por el sistema bancario va dirigido a la actividad agrícola, que acapara la mayor parte de procesos de comercialización de insumos y productos en el mercado interno. Alrededor de 80% de la población participa directa o indirectamente en actividades agrícolas, contribuyendo aproximadamente con el 25% del Producto Interno Bruto (PIB). Se estima que el cultivo del maíz constituye un 3.93 por ciento al PIB del sector agrícola y 0.99 por ciento del PIB nacional, (Banguat, 2004).

2.1.3 Problemática nacional de la producción de maíz

Según Fuentes; et. al. (2005), por la importancia estratégica que constituye el maíz respecto a la seguridad alimentaria del país, se destaca el bajo nivel de la producción interna. Esta situación pone de relieve el incierto futuro del abastecimiento, sobre todo en el corto y mediano plazo. A esta situación hay que agregar el crecimiento de la población guatemalteca, que demandará un mayor requerimiento de este cereal, y donde actualmente el 40% de los municipios del país no logran satisfacer su requerimiento de maíz con la producción local, por lo que tienen que abastecerse a través de otras zonas productoras, sobre todo de El Peten, Jutiapa, El Quiché, Alta Verapaz y Retalhuleu. En este sentido, existe una oportunidad para la reactivación de la producción en zonas que han disminuido su área de cultivo y que presentan potencial de producción, como en el caso de los parcelamientos de la Costa Sur, acompañada de paquetes tecnológicos que posibiliten mejorar la producción y productividad.

En el ámbito nacional, se observa que la distribución geográfica del maíz ha variado significativamente en la última década. Las zonas tradicionales de maíz han sustituido este cultivo. Principalmente, se destaca la disminución del área de cultivo en la Costa Sur, que ha cambiado a otros cultivos que ofrecen mejor rentabilidad, principalmente caña de azúcar y otros cultivos de exportación (hule y palma africana). En departamentos del Altiplano como Sacatepéquez y Chimaltenango también se observa este fenómeno, que se relaciona con el incremento de áreas para cultivos no tradicionales. Es importante destacar que un alto porcentaje de la siembra de maíz se ha trasladado a la región del norte, principalmente a El Peten y Alta Verapaz. El Peten se constituye como una de las principales zonas productoras y un granero de importancia para el país, aunque la zona es frágil, con suelos jóvenes y un alto porcentaje de agricultura migratoria que aumenta la presión por el uso de áreas que actualmente son forestales. (Fuentes; et. al. 2005)

2.1.4 Experimentos factoriales

Los experimentos factoriales se emplean en todos los campos de la investigación, son muy útiles en investigaciones exploratorias en las que poco se sabe acerca de muchos factores. (Tello, 2005).

Los experimentos factoriales en si no constituyen un diseño experimental si no que ellos deben ser llevados en cualquiera de los diseños tal como diseño cuadrado latino, diseño completamente al azar y diseño en bloques al azar. (Tello, 2005).

Se llaman Experimentos Factoriales aquellos experimentos en los que se estudia simultáneamente dos o más factores, y donde los tratamientos se forman por la combinación de los diferentes niveles de cada uno de los factores. (Tello, 2005).

2.1.4.1 Diseño en parcelas divididas.

Según Tarwi (2003), el diseño de parcelas divididas es un factorial, conducido, de tal manera, que la unidad experimental con respecto a uno o más factores es una subunidad de la unidad experimental con respecto a otros factores. Los experimentos con parcelas divididas son frecuentemente usados por necesidad, cuando un factor debe ser aplicado a una gran unidad experimental, mientras que otros factores son más apropiados aplicarlos a las subunidades. También este diseño es utilizado por la conveniencia o facilidad de aplicar diferentes factores a diferentes unidades con tamaños distintos.

El diseño de parcelas divididas también puede ser usado para incrementar la precisión del efecto estimado por la aplicación de un factor a las subunidades. (Tarwi, 2003).

2.1.4.2 Características del diseño.

Según Tarwi (2003), las características del arreglo en parcelas divididas son:

- El control local se realiza en las parcelas, estas deben ser tratadas de acuerdo al tipo de diseño (Completo al azar, Bloques, Latino, entre otros.), Estas deben ser divididas en subparcelas, un número igual a los niveles de B.
- La aleatorización debe realizarse en dos fases, en las parcelas grandes con el factor A de acuerdo al diseño utilizado, y en las subparcelas el factor B se aplica completamente al azar.
- Respecto a las repeticiones, las parcelas grandes constituyen las repeticiones del experimento, y deben ser un

número, tal que los grados de libertad del error tengan un valor considerable, por ejemplo no menor de diez.

2.1.5 Semillas mejoradas

Según Fernandez (2008), las semillas mejoradas son un insumo estratégico en la agricultura, pues ayudan a elevar la producción, el rendimiento y la eficiencia para cubrir las necesidades alimenticias de la población y competir en el ámbito internacional.

Semilla de maíz Cristiani Burkard: Es una empresa dedicada a la venta de semilla de maíz mejorada, fundada en 1966 por Antonio Cristiani Burkard, semillas Cristiani Burkard inicia su operación produciendo híbridos públicos salvadoreños. Debido a que los híbridos públicos eran producidos por varios semillistas y que no había control estricto sobre la certificación de semilla, había de todo tipo de calidades y una guerra de precios la cual dejaba sin rentabilidad a los pocos semillistas que producían con buena calidad de semilla. (Burkard, 2010).

Semilla de Maíz HB-83: De los 50-56 días comienza con la floración, la planta alcanza alturas de 2.25 a 2.45 metros, el color del grano es blanco y los días a cosecha es de los 105 a 120 días. (Burkard, 2010).

2.1.6 Insecticidas

Según Syngenta (2010), los insecticidas son compuestos químicos utilizados para matar insectos normalmente, mediante la inhibición de enzimas vitales. El origen etimológico de la palabra insecticida deriva del latín y significa literalmente matar insectos. Es un tipo de biocida.

Los insecticidas tienen importancia para el control de plagas de insectos en la agricultura o para eliminar todos aquellos que afectan la salud humana y animal.

En el lenguaje cotidiano este término se utiliza para referirse a los productos que tienen la propiedad de matar insectos y de una forma restringida a las suspensiones en botes de aerosol.

2.1.6.1 Cyhalothrin (Karate)

Según Syngenta (2010). Es un insecticida piretroide de amplio espectro de acción, especialmente indicado para el control de larvas y adultos de insectos masticadores y picadores chupadores en frutales pomáceos, frutales de carozo, vides, cultivos bajos, hortalizas, berries y forestales. Además, evita la eclosión de huevos por contacto directo con el pulverizado. KARATE actúa por contacto, con un rápido poder de volteo, por ingestión y también posee efecto de repelencia y acción antialimentaria.

Este insecticida se caracteriza por su alta liposolubilidad, por lo que es rápidamente absorbido por la capa cerosa de los insectos. Esta formulación tiene alta persistencia y buena adherencia al follaje, resistiendo lluvias que ocurran dos a tres horas después de aplicado. KARATE es efectivo incluso en condiciones de alta humedad ambiental y/o sobre el follaje y con temperaturas bajas. (Syngenta, 2010).

2.1.6.2 Foxim (Volaton)

Según Bayer (2010), este producto tiene las siguientes características:

Cuadro 1: Características del insecticida Foxim (Volatón).

Ingrediente activo	Grupo químico	Modo de Acción
Foxim	Organofosforado	De contacto e ingestión

Fuente: Bayer, (2010).

El volatón es un insecticida que pertenece al grupo de los organofosforado que controla plagas del follaje y del suelo. El modo de acción es por contacto e ingestión. (Bayer, 2010).

2.1.6.3 Thiodicarb (Semevin)

Según Bayer (2010) es un insecticida sistémico para tratamiento a la semilla biodegradable y no persistente en el ambiente, formulado a base de thiodicarb, el cual pertenece al grupo de los carbamatos con actividad ovicida, larvicida y adulticida.

Sin efectos fitotóxicos a la semilla y de fácil dosificación, actúa por contacto e ingestión, específico en el control de los gusanos nochero y cogollero temprano, en los primeros días del cultivo de maíz.

Cuadro 2: Características del insecticida Thiodicarb (Semevín).

Ingrediente activo	Grupo químico	Modo de Acción
Thiodicarb	Carbamato	De contacto e ingestión

Fuente: Bayer, (2010).

El semevin es un insecticida que al ser aplicado a la semilla, libera el ingrediente activo en la zona del suelo donde la semilla se encuentra proporcionando control de las plagas por contacto e ingestión, posteriormente el ingrediente es absorbido por las raíces y distribuido por toda la planta iniciando una protección contra plagas aéreas y del suelo. (Bayer, 2010).

2.1.6.4 Imidacloprid (Gaucho)

Según Bayer (2010) este producto tiene las siguientes características:

Cuadro 3: Características del insecticida Imidacloprid (Gaucho).

Ingrediente activo	Grupo químico	Modo de Acción
Imidacloprid	Cloronicotinilo	Sistémico, contacto e ingestión

Fuente: Bayer, (2010).

El gaucho es un insecticida que pertenece al grupo de los Cloronicotinilo. Sus propiedades sistémicas, así como su acción por ingestión y por contacto, además de su conveniente efecto residual, favorecen el control de plagas foliares e insectos del suelo mediante el tratamiento de la semilla. (Bayer, 2010).

2.1.7 Herbicidas.

Un herbicida es un producto fitosanitario utilizado para matar plantas indeseadas. Los herbicidas selectivos matan ciertos objetivos, mientras preservan la cosecha relativamente indemne. Algunos actúan interfiriendo con el crecimiento de las malas hierbas y se basan frecuentemente en las hormonas de las plantas. Los herbicidas utilizados para limpiar grandes terrenos no son selectivos y matan toda planta con la que entran en contacto.

2.1.7.1 Hedonal

Las características de este producto son las siguientes:

Cuadro 4: Características del Acido 2, 4 diclorofenoxiacetico (Hedonal).

Ingrediente activo	Grupo químico	Modo de Acción
2,4-D	Fenoxi	Hormonal

Fuente: Bayer (2010)

El hedonal es un herbicida que pertenece al grupo de los Fenoxi, cuyo ingrediente activo es el 2,4-D. El modo de acción es hormonal selectivo que actúa contra malezas de hoja ancha en cultivos de gramíneas. Bayer (2010).

2.1.7.2 Gramoxone

Las características de este producto son las siguientes:

Acción fitosanitaria: Gramoxone es un herbicida de contacto, post emergente, que actúa en todos los tejidos vegetales verdes y es particularmente activo contra malezas de hoja ancha y gramínea.

Ingrediente activo: Paraquat (Bipiridilo) y una formulación en solución líquida.

Fitotoxicidad: GRAMOXONE SUPER 20 SL es un herbicida no selectivo; por lo tanto es fitotóxico a todos los tejidos verdes, no así a los leñosos.

Modo de acción: Gramoxone, necesita de la fotosíntesis activa para manifestar su efecto herbicida, que se caracteriza por el colapso de la estructura celular y la desecación. En condiciones cálidas y soleadas, la actividad herbicida se desarrolla en unas pocas horas.

En condiciones nubladas o hacia el fin del día, la acción se hace más lenta pero más efectiva. GRAMOXONE SUPER 20 SL puede aplicarse en pre y post siembra. Syngenta (2010).

2.2 Marco referencial

2.2.1 Localización del experimento

La evaluación del experimento se realizó en la comunidad Nuevo Amanecer, que se encuentra ubicada en el municipio de San Lorenzo departamento de Suchitepéquez y está localizada en las coordenadas geográficas Latitud Norte:14° 24'57.80" Longitud Oeste: 91° 31'34.08" respecto al meridiano de Greenwich y a una elevación de 130 msnm.

2.2.2 Vías de acceso

La comunidad Nuevo Amanecer tiene acceso por Mazatenango, Suchitepéquez.

La vía de acceso por Mazatenango, Suchitepéquez es por la vía férrea contigua a la estación del ferrocarril, hay 2 kilómetros asfaltados hacia San Gabriel, de ahí para San Lorenzo se recorre una distancia de 5 kilómetros asfaltados, de ahí se recorren 3 kilómetros de terracería caminos bien balastrados, luego se transita 1 kilómetro de adoquín reciente, posteriormente para la comunidad Nuevo Amanecer hay 2 kilómetros de terracería, haciendo un total de 13 kilómetros de distancia, tal como se aprecia en la figura 1 a continuación.



Figura 1. Ubicación y vía de acceso a la comunidad Nuevo Amanecer.

Fuente: ESRI (2009) e IGN (2006).

2.2.3 Datos edáficos

Tierra cultivables, pertenece a la clase III de capacidad productiva de la tierra, sujetas a medianas limitaciones, aptas para el riego con cultivos muy rentables, con topografía plana a ondulada o suavemente inclinada, productividad mediana con practicas intensivas de manejo. Incluye suelos poco profundos en micro relieves o pendiente moderada, con textura con problemas, drenaje deficiente y dificultades para la mecanización. (MAGA, 2006).

De acuerdo al “estudio de reconocimiento y clasificación de los suelos de Guatemala” de Simmons et. al. (1959), los suelos de la zona de estudio pertenecen a la serie ixtan. Estos suelos pertenecen a los órdenes alfisoles e inceptisoles, profundos moderadamente drenados desarrollados

sobre materiales de grano fino parecen haber sido depositados sobre una terraza marina, de textura franco, franco arcillosa hasta arcillosa.

2.2.4 Datos climáticos

La comunidad Nuevo Amanecer está ubicada en las coordenadas geográficas: Latitud Norte: 14°24'57.80" Longitud Oeste: 91°31'34.08" respecto al meridiano de Greenwich. Según la metodología propuesta por Holdridge (1982), se encuentra en la zona de vida Bosque Húmedo Sub-tropical (Cálido), con una temperatura mínima de 24° y una máxima de 35° centígrados, con una media de 29.5° centígrados. La precipitación media anual es de 2000 mm/año. La época lluviosa se establece en mayo y la época seca se establece en noviembre, siendo febrero el mes más cálido. (INSIVUMEH, 2011).

De acuerdo a datos de la estación climatológica más cercana, el comportamiento de la época lluviosa en la zona a causa de las tormentas Agata y Alex, fué el que se presenta en la figura dos a continuación.

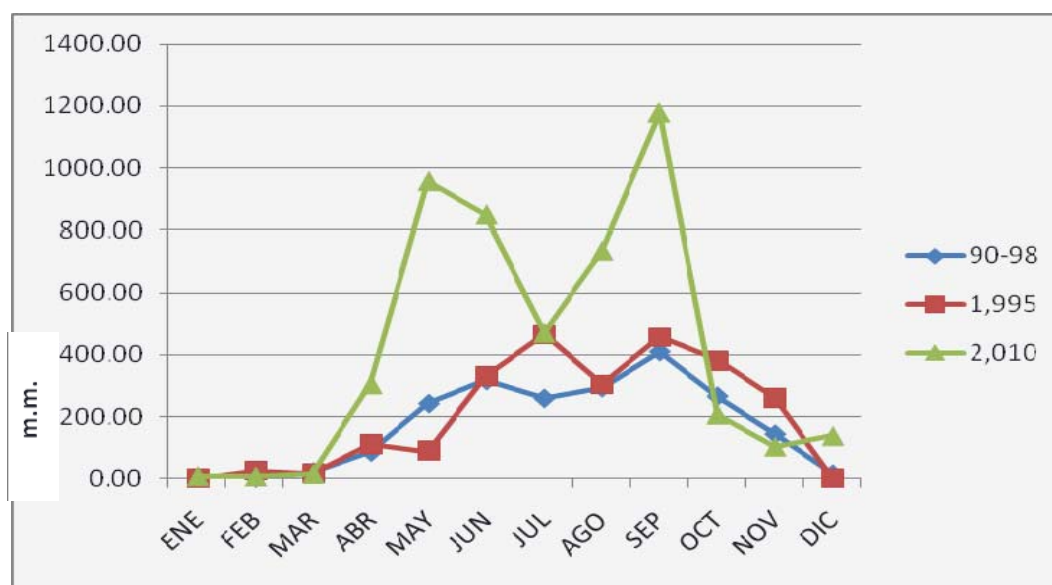


Figura 2. Precipitación de referencia para el año 2010, 1995 y promedio de años 90-98, en la comunidad Nuevo Amanecer.

Fuente: EL PILAR S.A. (2010) e INSIVUMEH, (2011).

Como se aprecia en la figura dos anterior, durante el desarrollo del experimento (durante los meses de abril a septiembre de 2010), se presentaron altas precipitaciones en la zona de estudio con cambios significativos, en relación a registros de años anteriores, así como una humedad relativa de 90% en promedio. Esto debido a que durante finales de mayo de 2010 se presentó la tormenta Ágata y durante el mes de septiembre del mismo año, el territorio nacional se vio afectado por otra tormenta llamada Álex. Lo que creó condiciones favorables para el desarrollo de plagas y enfermedades.

2.2.4 Estudios realizados

De acuerdo con Sánchez (1973), citado por Girón (1980), se ha demostrado que en regiones tropicales, el cultivo de maíz, responde positivamente a las dosis de nitrógeno entre 60 y 150 kilogramos por hectárea.

Según Marroquin (1987), en estudios realizados en finca San Vicente, en el municipio de Coatepeque del departamento de Quetzaltenango, donde evaluó tres niveles de nitrógeno, tres de fosforo y dos de potasio en el cultivo de maíz, existen diferencias significativas entre la concentración de nutrientes en el suelo y el contenido foliar, durante el ciclo vegetativo, así como sobre el rendimiento en grano. En dicho experimento se evaluaron dosis de nitrógeno de 60 y 120 kilogramos por hectárea, de fósforo entre 45 y 90 kilogramos por hectárea y una de 120 kilogramos por hectárea de potasio. Existiendo correlación en la aplicación de fertilizantes y los rendimientos, obteniendo los mejores resultados en las dosis más altas.

Por otro lado, en tesis realizada por Girón (1980), en el parcelamiento Nueva Concepción del departamento de Escuintla, se evaluaron dos dosis de fosforo (0 y 20 Kg/ha) y tres diferentes fuentes de nitrógeno (urea,

nitrate de amonio y sulfato de amonio). Presentando significancia únicamente en las dosis de nitrógeno evaluadas (20, 60 y 100 Kg./ha), obteniéndose los mejores resultados en las dosis entre 60 y 100 Kg./ha, que son estadísticamente iguales.

Tillmans (1979), en su estudio de tesis realizado en Jutiapa, determino que los híbridos HB precoces presentaron adaptabilidad y buenos rendimientos en la zona, con dosis de fertilizaciones de 100 Kg./ha de nitrógeno y 40 Kg./ha de fósforo, lo que coincide con las recomendaciones de ICTA (2,004) para el híbrido HB 83.

III. Objetivos

3.1 General:

Evaluar tres densidades de siembra y dos dosis de fertilización, en el rendimiento de grano seco del híbrido de maíz (*Zea mays*) HB-83, en la comunidad Nuevo Amanecer, San Lorenzo Suchitepéquez.

3.2 Específicos:

- 3.2.1 Evaluar el rendimiento en Kg./ha de grano seco del híbrido de maíz HB-83 en dos diferentes dosis de fertilización.
- 3.2.2 Determinar el distanciamiento de siembra que produce el mayor rendimiento del híbrido de maíz HB-83.
- 3.2.3 Establecer la mejor combinación de dosis de fertilizante y distanciamiento de siembra que produce el mejor rendimiento del híbrido de maíz HB-83.
- 3.2.4 Realizar el análisis económico de las dosis de fertilización y distanciamientos de siembra del híbrido de maíz HB-83.

IV. Hipótesis

Ha₁: Al menos una dosis de fertilización evaluada en el cultivo de maíz (*Zea mays*) produce diferente rendimiento.

Ha₂: Al menos una densidad de siembra producirá diferente rendimiento en maíz.

Ha₃: Al menos una de las interacciones entre dosis de fertilización y densidades de siembra presentará un resultado diferente sobre el rendimiento en maíz.

V. Materiales y métodos

En el presente capítulo se detallan los materiales, equipo y recursos en general, empleados en la realización de la presente investigación.

5.1 Materiales y equipo

5.1.1 Materiales:

- Tres libras de semilla HB-83 Cristiani Burkard: para el establecimiento del experimento.
- 125 ml. de Imidacloprid (Gaucho): para el tratamiento de la semilla.
- Cuatro libras de Volaton Gr 2.5 %: para el control de plaga de cogollero.
- 250 ml. de Paraquat (Gramoxone): herbicida de contacto para el control de las malas hierbas.
- 250 ml. de 2-4 D Fenoxi (Hedonal): herbicida sistémico para el control de malas hierbas.
- Fertilizantes: 15 libras de fertilizante 15-15-15, 15 libras de fertilizante 20-20-0 y 25 libras de fertilizante Urea (46%), para las aplicaciones de fertilizante programadas.
- 25 bolsas plásticas de 25 libras: para el manejo de la cosecha de cada uno de los tratamientos.
- 50 estacas y 10 libras de pita plástica: para el trazo y delimitación del experimento en campo.

5.1.2 Equipo y herramienta:

- Macanas: utilizadas en la siembra del experimento.
- Una copa Bayer: para realizar las dosificaciones de los agroquímicos.
- Una bomba de mochila: utilizada para las aplicaciones de los agroquímicos.
- Guantes de hule, para protección personal contra agroquímicos.
- Botas de hule: para protección personal contra agroquímicos.
- Lentes: para protección personal contra agroquímicos.
- Mascarilla: para protección personal contra agroquímicos.

- Machete: utilizado para realizar limpieas manuales.
- Cinta métrica: para el trazado del experimento.
- Balanza: utilizada para toma de datos de la cosecha del experimento.
- Azadón: utilizado para realizar limpieas manuales.
- Libreta de campo y lápiz: para tomo de datos en campo.
- Computadora: soporte técnico para la tabulación y análisis de resultados.

5.1.3 Recurso humano:

- Estudiante de EPSAT.
- Jornales.
- Un Ingeniero asesor del experimento.
- Un Ingeniero adjunto.

5.2 Metodología

5.2.1 Diseño experimental

Se utilizó un diseño factorial bloques al azar con arreglo en parcelas divididas. Se realizó este arreglo debido a que el experimento realizado fué un bifactorial y de esta manera se hace más fácil el manejo del experimento en el campo. Se definieron seis tratamientos con cuatro repeticiones (bloques).

El modelo estadístico de diseño es el siguiente (Reyes, 1990):

$$Y_{ijk} = \mu + B_j + A_i + AB_{ij} + P_k + (\alpha P)_{ik} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable de respuesta en rendimiento en kg/ha.

μ = Media General

B_j = Efecto del j-esimo bloque

A_i = Efecto del i-esima dosis de fertilización

AB_{ij} = Error experimental asociado a dosis de fertilización

P_k = Efecto del k-ésima densidad de siembra (factor B).

$(\alpha P)_{ik}$ = Efecto debido a la interacción del i-ésimo nivel del factor A con el k-ésimo nivel del factor B.

ϵ_{ijk} = Error experimental asociado a las densidades de siembra.

5.2.2 Tratamientos

Para la parcela grande, se consideraron dos diferentes dosis de fertilización (factor A); la tradicional del cultivo de maíz de la comunidad Nuevo Amanecer; **A1= 79.15 Kg./ha. de Nitrógeno, 19.35 Kg./ha. de Fósforo y 19.35 Kg./ha. de Potasio**, y lo recomendado técnicamente por ICTA (2,004); **A2 = 100.00 Kg./ha. de Nitrógeno y 40 Kg./ha. de Fósforo**, considerándose el factor A1 el utilizado por los agricultores de la zona como lo menciona Salomón (2010) y el factor A2 por la recomendación técnica, ambas en dos aplicaciones; a los 12 y 40 días después de la siembra, incorporado al suelo. Las parcelas pequeñas correspondieron a tres diferentes densidades de siembra (factor B). Los tratamientos a evaluar se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro 5: Descripción de los tratamientos.

Trat.	Factor A (fertilización) Parcela Grande	Factor B (densidades de siembra) Parcela Pequeña	Combinación
1	A1 (Usado por el agricultor)	B1 (22,222 posturas/Ha.)	A1 B1
2	79.15 Kg./ha. de N	B2 (27,778 posturas /Ha.)*	A1 B2
3	19.35 Kg./ha. de P 19.35 Kg./ha. de K	B3 (37,037 posturas/Ha.)	A1 B3
4	A2 (Recomendación técnica)	B1 (22,222 posturas/Ha.)	A2B1
5	100 Kg./ha. de N	B2 (27,778 posturas /Ha.)*	A2B2
6	40 Kg./ha. de P	B3 (37,037 posturas/Ha.)	A2B3

* = distanciamiento utilizado por el agricultor.

5.2.3 Unidad experimental

El número de repeticiones (bloques) fue de cuatro y se determinó tomando en cuenta que los grados de libertad del error de la parcela pequeña deben ser mayores o iguales a doce (12), que de acuerdo al diseño experimental se calcula con la fórmula (Reyes, 1990):

$$GLp = a (b - 1) (n - 1)$$

Donde:

GLp = Grados de libertad de la parcela pequeña

a = Manejos agronómicos a evaluar (2 Manejos)

b = Densidades de Siembra (tres densidades de siembra)

n = Número de repeticiones (bloques)

$$GLp = 2 (3 - 1) (4 - 1) = 12$$

5.2.4 Diseño en campo de unidad experimental

El número total de unidades experimentales fue de 24 y se determinó tomando en cuenta el número de tratamiento a evaluar, así como el número de bloques, de la forma siguiente:

Unidades experimentales (UE) = No. tratamientos x No. bloques

Unidades experimentales (UE) = 6 tratamientos x 4 bloques

Unidades experimentales (UE) = 24

Tomando en cuenta la disponibilidad de área para llevar a cabo el experimento, así como los distanciamientos de siembra a evaluar (factor A) y que según Párraga (1999), un buen tamaño de parcela experimental para evaluaciones con maíz puede ser desde diez hasta 40 metros cuadrados. se determinaron las siguientes dimensiones generales de la unidad experimental.

En base a lo anterior, se establecieron 24 unidades experimentales, con dimensiones de 3.6 metros por 6.5 metros. El área de cada unidad experimental fue de 23.4 metros cuadrados la mayor.

La unidad experimental conto con un total de 84 plantas, sembradas a los distanciamientos de siembra descritos en el cuadro cinco, siendo esta la parcela bruta, mientras que la parcela neta se constituyo por 30 plantas, tal como se observa en la figura a continuación.

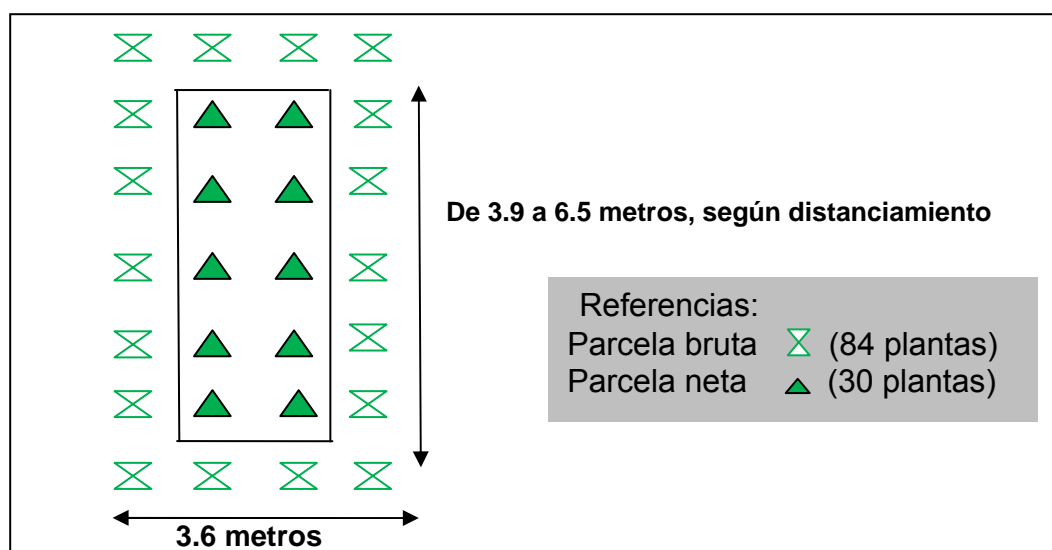


Figura 3: Dimensiones generales de la unidad experimental.

5.2.5 Distribución en campo del experimento

En la figura a continuación se presenta la distribución al azar en campo de las unidades experimentales.

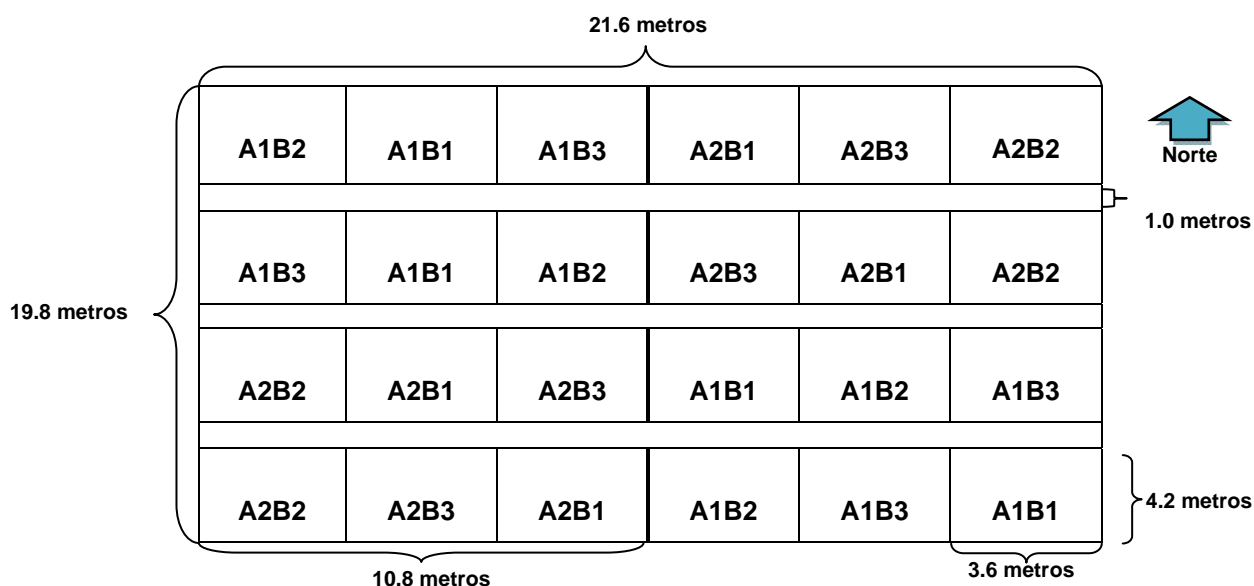


Figura 4. Croquis de campo del experimento.

5.2.6 Área del experimento

El área total del experimento fue de 427.68 metros cuadrados.

5.2.7 Tabulación de datos

Los datos tomados en campo fueron tabulados en una hoja electrónica de Excel, para su fácil manejo y posterior análisis.

5.2.8 Análisis de Información

Para la evaluación de dos diferentes dosis de fertilización, dos distanciamiento de siembra y su interacción, se consideró el rendimiento (Kg/Ha) en grano seco de maíz. Tomando en cuenta el área de la parcela neta y que una hectárea tiene 10,000 m², el rendimiento de Kgs. (maíz) por hectárea, se obtuvo por medio de la formula siguiente:

$$\text{Rendimiento de grano seco de maíz (Kg/ha)} = \frac{\text{Kg de grano seco por parcela neta} \times 10.000 \text{ m}^2}{\text{Área parcela neta (m}^2\text{)}}$$

Debido a los efectos negativos de las condiciones climáticas mencionadas en el inciso 6.2.3, se consideró para el análisis de datos, el rendimiento del grano total, grano sano más el grano dañado.

Los datos obtenidos fueron analizados por medio del programa ANDEVA de la Universidad de Nuevo León, utilizando el análisis de varianza para un diseño en parcelas divididas.

5.2.9 Análisis económico

En este objetivo se consideraron como variable respuesta los costos totales de cada tratamiento en Quetzales por hectárea y sus ingresos, en Quetzales por hectárea, de la producción de cada tratamiento. Se consideró el ingreso total de los ingresos de ventas por grano sano más los ingresos de venta del grano dañado. Según Gonzales (1999), la fórmula para determinar la rentabilidad es la siguiente:

$$\text{Rentabilidad} = \frac{(\text{Ingreso bruto} - \text{costos totales})}{\text{Costos totales}} \times 100$$

Donde:

Ingreso bruto = volumen de venta x precio de venta

Costos totales = todos los costos de producción

La rentabilidad se encuentra presentada en porcentaje la cual indica que por cada Q. 1.00 invertido se obtendrá el valor del porcentaje en centavos.

5.2.10 Manejo agronómico

Para el desarrollo del experimento, el cual fue establecido en la parcela del señor César Salomón, el manejo agronómico realizado es el que se detalla a continuación:

- Preparación del terreno: labranza cero.

- Trazo del experimento: se utilizo cinta métrica, delimitando los tratamientos y repeticiones (bloques) por medio de rafia o pita de nylon amarrada en estacas. Ver figura cinco.



Figura 5. Trazo del experimento en campo.

- Distribución de tratamientos: en bloques al azar con arreglo en parcelas divididas.
- Desinfección de semilla: La semilla se desinfectó con el insecticida Imidacloprid (Gaucho) al momento de la siembra con dosis de 0.01 litros/kilogramo de semilla para controlar plagas como *Diabrotica* spp. (Tortuguillas), *Agrotis* spp. (nocheros), *Spodoptera* spp. (cogolleros), etc.
- Siembra: La siembra se realizó por medio de chuzo o macana, a los distanciamientos entre posturas de 0.30, 0.40 y 0.50 metros y 0.9 metros entre surcos, colocando tres semillas por postura.
- Aplicación de herbicidas: después de la siembra se aplicó herbicida Paraquat (Gramoxone) con dosis de 1.5 lts./Ha. (125 cc por Bomba de 16 litros), 2-4D Fenoxi (Hedonal) en dosis de 0.75 lts./Ha (62.5 cc por bomba de 16 litros). A los 50 días después de la siembra se aplico un herbicida de contacto, paraquat (Gramoxone), a una dosis de 1.5 lts./Ha. (125 cc por Bomba de 16 litros).
- Fertilizaciones: las dosis de fertilizaciones aplicadas fueron los que se indican en los niveles del factor A, en el cuadro cinco de descripción

de los tratamientos, realizando la primera a los 12 días después de la siembra y la segunda a los 40 días después de la siembra.

- Control de plagas y enfermedades: para controlar plagas al observar los primeros daños se aplicó Lambda Cyhalothrin (Karate), en dosis de 0.60 lts./Ha (50 cc por bomba de 16 litros). Luego, debido al ataque de la plaga del gusano cogollero (*Spodoptera ssp*) se aplicó Volatón Gr. 2.5 % a razón de 5.2 Kg./Ha.
- Limpia manual: a los 25 dds se realizó el primer control de maleza en forma manual, con machete y azadón, realizando otra a los 40 dds.
- Doble: esta actividad se realizó a los 95 días después de la siembra.
- Cosecha: la cosecha se realizó en forma manual, como se aprecia en la figura seis, cortando las mazorcas aproximadamente a los 125 días después de la siembra.



Figura 6. Cosecha del experimento en campo.

- Desgrane: el proceso de desgrane se realizó en forma manual debido a que la cantidad cosechada fue pequeña, tal como se ve en la figura siete.



Figura 7. Desgrane de mazorcas por tratamientos del experimento.

- Secado: el secado del grano se realizó en función a las condiciones climáticas con un estimado de tres días al sol.
- Como variable respuesta de la investigación se obtuvo el rendimiento en Kg./hectárea de maíz por cada tratamiento, el cual se obtuvo de pesar el rendimiento de cada tratamiento, tal como se aprecia en la figura ocho a continuación.



Figura 8. Pesado de cosecha de grano de maíz, por tratamientos.

Dichos resultados fueron tabulados y expresados en rendimiento en Kg./hectárea para cada unidad experimental.

VI Resultados y discusión

A continuación se presentan los resultados obtenidos en el experimento, para los primeros tres objetivos.

6.1 Evaluación del rendimiento en Kg./ha de grano seco del híbrido de maíz HB-83 en dos diferentes dosis de fertilización.

Los resultados ordenados de la investigación fueron tabulados como la sumatoria de grano sano más grano dañado, tal como se aprecia en el cuadro seis a continuación.

Cuadro 6. Rendimiento en Kg./hectárea para la variable grano seco (sano +dañado).

Dosis de Fertilización	Densidades de Siembra	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4	Sumatoria	medias
A1 Agricultor	B1 (22,222 posturas/Ha.)	2838.38	3555.55	1333.33	1636.36	9363.63	2340.90
	B2 (27,778 posturas /Ha.)*	1999.15	3577.44	1893.93	2209.59	9680.13	2420.03
	B3 (37,037 posturas/Ha.)	2630.47	3472.22	1893.93	3261.78	11258.41	2814.60
A2 Recomendación Técnica	B1 (22,222 posturas/Ha.)	3232.32	2323.23	2828.28	2121.21	10505.05	2626.26
	B2 (27,778 posturas /Ha.)*	3419.61	3335.43	1262.62	3135.52	11153.19	2788.30
	B3 (37,037 posturas/Ha.)	2946.12	3682.65	2704.12	3051.34	12384.25	3096.06
Totales		2936.30	3159.37	2475.44	2811.44	11382.57	2681.02

* = distanciamiento utilizado por el agricultor.

Con los resultados del cuadro seis anterior, se pudo determinar que en los dos niveles de fertilización evaluados, la densidad de siembra de 37,037 posturas/Ha. fue el que presentó las medias más altas (2,814.60 y 3,096.06 Kg./Ha. respectivamente, ya que es la mayor densidad de siembra.

En base a los resultados presentados en el cuadro anterior, se realizó el análisis de varianza, para parcelas divididas, obteniendo los resultados que se detallan en el cuadro siete a continuación.

Cuadro 7. Resultados del análisis de varianza para la variable rendimiento, en kilogramos por hectárea.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F	P>F
BLOQUES	3	5616720.00	1872240.00		
A	1	650320.00	650320.00	1.44	0.317 n.s.
Error A	3	1352800.00	450933.34		
B	2	889952.00	444976.00	1.32	0.303 n.s.
AB	2	13328.00	6664.00	0.019	0.981 n.s.
Error B	12	4040048.00	336670.65	n.s. = no significativo	
TOTAL	23	12563168.00	C.V. 21.64 %		

Como se puede observar en el cuadro anterior, tanto para el factor A (dosis de fertilización), factor B (distanciamientos de siembra) y la interacción, los resultados no presentaron diferencias significativas, lo que significa que la diferencia en producción (cuadro seis) no fué significativa para este caso en particular, lo que podría deberse a la diferencia de densidad de siembra entre factores B1 y B3 (mayor del 50%), al generar competencia entre plantas, reflejándose esto en los rendimientos.

Al momento de realizar la cosecha del experimento, se observó la presencia de grano dañado por *Giberella* sp. posiblemente por los efectos de las condiciones climáticas adversas presentadas por la presencia de las tormentas tropicales Agata y Alex que se presentaron en los meses de mayo y septiembre (ver figura dos en el capítulo de Revisión de literatura).

Para visualizar los efectos de de las tormentas tropicales Agata y Alex se realizó el análisis de los resultados del grano sano más el grano dañado como rendimiento

normal (sin condiciones adversas) y por efecto de las condiciones climáticas, solamente el rendimiento en grano sano, considerando que en la toma de datos del experimento, se tomo datos por separado para cada tratamiento el grano sano y el grano dañado (ver anexo siete). Presentando las medias generales a continuación.

Cuadro 8. Porcentaje de pérdidas por efecto de condiciones climáticas.

Variable	Media general
Grano sano en Kg./Ha.	2264.94
Grano dañado en Kg./Ha.	416.09
Total	2681.03
Porcentaje de daño	15.71

Como se aprecia en el cuadro anterior, el porcentaje de pérdida calculado por el efecto de las condiciones climáticas fue de 15.71%, en otras palabras, las condiciones de lluvias redujeron en un 15.71% la cosecha en la comunidad Nuevo Amanecer.

6.2 Determinación del distanciamiento de siembra que produce el mayor rendimiento del híbrido de maíz HB-83.

Según los resultados del cuadro siete anterior, no existe diferencia significativa en los rendimientos de maíz, debido a las tres diferentes densidades de siembra (factor B); 22,222 posturas/Ha., 27,778 posturas/Ha. y 37,037 posturas/Ha. Lo que significa que se puede utilizar una densidad de siembra baja (22,222 posturas/Ha) una intermedia (27,778 posturas/Ha.) o una alta densidad de siembra (37,037 posturas/Ha.) que cualquiera de las tres densidades presentará resultado similares.

6.3 Evaluación de la mejor combinación de dosis de fertilizante y distanciamiento de siembra que produce el mejor rendimiento del híbrido de maíz HB-83.

Cuadro 9. Presentación de medias en Kg/Ha de maíz para cada uno de los factores evaluados.

	FACTOR B			MEDIA
FACTOR A	1	2	3	
1	2340.90	2420.02	2788.29	2516.41
2	2626.26	2814.60	3096.05	2845.63
MEDIA	2483.58	2617.31	2942.17	2681.02

Según los resultados del cuadro siete, no existió diferencia significativa en los rendimientos de maíz, debido a la interacción de las tres diferentes densidades de siembra (factor B) y las dos dosis de fertilización (A), evidenciándose en la similitud de las medias presentadas en negrita en el cuadro nueve anterior. Lo que con razonamiento práctico no es aceptable ya que con una densidad de siembra de 37,037 posturas/Ha. se deberían obtener mayores rendimientos ya que existió una mayor densidad poblacional, pero al analizar el factor competencia y las condiciones adversas presentadas por las tormentas Ágata y Alex, se puede afirmar que aunque existió mayor cantidad de mazorcas, el rendimiento se vio afectado por los factores antes expuestos.

En conclusión, al ocurrir fenómenos meteorológicos como las tormentas Ágata y Alex, los rendimientos serán similares, sin importar la densidad de siembra.

En base a los resultados estadísticos, se puede utilizar cualquiera de los seis tratamientos resultantes de la interacción y se obtendrán resultados similares. Por tal motivo, se realizó un análisis económico a los tratamientos evaluados, presentando los resultados en el objetivo siguiente a continuación.

6.4 Análisis económico de las dosis de fertilización y distanciamientos de siembra del híbrido de maíz HB-83.

Para el análisis de éste objetivo, se tabularon los datos en costos de producción por cada tratamiento o interacción, los cuales se detallan en anexos uno, dos, tres, cuatro, cinco, y seis. Para una fácil interpretación a continuación se presentan los resultados en la figura nueve a continuación.

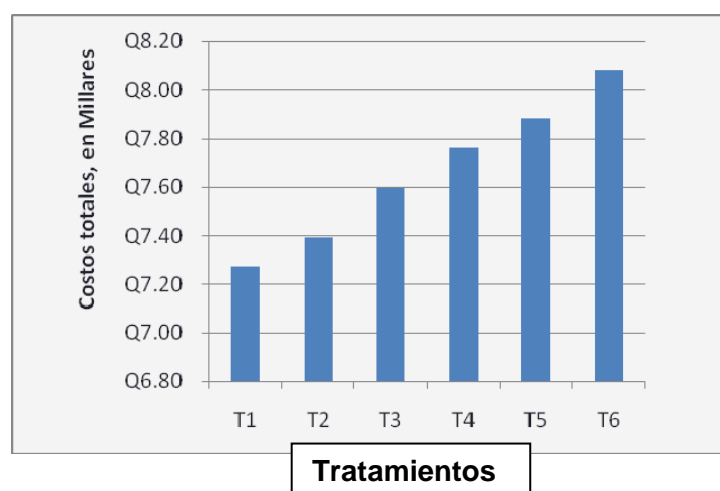


Figura 9. Comportamiento de los costos de producción por tratamientos, en Quetzales/ha.

Como se aprecia en la figura anterior, el tratamiento uno (manejo del agricultor a una densidad de siembra de 22,222 posturas/Ha) fue el que resultó tener un menor costo de producción, el cual fue de Q 7,271.29.

Para el análisis de rentabilidad, se consideraron los anteriores costos de producción y ya que en los datos de rendimientos el análisis estadístico no presentó diferencia significativa, se utilizaron las medias generales presentadas en el cuadro nueve, para el cálculo de ingreso bruto, con un precio de venta de Q 3.08 por Kg. (Q. 140.00 por quintal). Tomando en cuenta que además se comercializó el grano dañado, a un precio de Q 1.54 por Kg. (Q. 70.00 por quintal). Los

resultados del cálculo de la rentabilidad se presentan en el cuadro 11 a continuación.

Cuadro 10. Resultados de rentabilidad para cada uno de los tratamientos evaluados, por hectárea.

Tratamientos	Costo totales	Ingreso Bruto	Rentabilidad
T1	Q 7,271.29	Q. 7,616.79	4.75
T2	Q 7,391.29	Q. 7,616.79	3.05
T3	Q 7,592.89	Q. 7,616.79	0.31
T4	Q 7,761.79	Q. 7,616.79	-1.86
T5	Q 7,881.79	Q. 7,616.79	-3.36
T6	Q 8,083.39	Q. 7,616.79	-5.77

Se puede apreciar que el tratamiento uno (manejo agronómico del agricultor a una densidad de siembra de 22,222 posturas/Ha.) es el económicamente más rentable (4.75%) debido a que es el que utiliza menor cantidad de semilla por ser el distanciamiento más abierto y menos cantidad de fertilizante (A1= 79.15 Kg./ha. de Nitrógeno, 19.35 Kg./ha. de Fósforo y 19.35 Kg./ha. de Potasio), que es el utilizado por los agricultores de la zona.

Empíricamente los agricultores han llegado a definir una densidad de siembra que les permite tener ganancias aunque las condiciones sean adversas. De otra manera, con condiciones climáticas óptimas o con riego, los distanciamientos pudieran ser otros.

VII Conclusiones

- Estadísticamente, a un nivel de significancia de 5%, no existió diferencia significativa entre las dos dosis de fertilización evaluadas, ni entre las tres densidades de siembra (22,222 posturas/Ha., 27,778 posturas/Ha. y 37,037 posturas/Ha.), ni entre la interacción de las mismas, por lo que se rechazan las tres hipótesis planteadas.
- A pesar de no existir diferencia significativa, la media más alta para rendimiento se obtuvo al utilizar la densidad de siembra de 37,037 posturas/Ha..
- En base a los resultados, en términos generales la mayor densidad de siembra (37,037 posturas/Ha.) produjo el mayor rendimiento (3,096.06 Kg./ha) y en la densidad de siembra menor (22,222 posturas/Ha.) se obtuvo el menor rendimiento (2340.90 Kg./ha), pero no hubieron diferencias significativas entre los distanciamientos de siembra.
- A pesar de no existir diferencias estadísticas, la fertilización en base a recomendaciones técnicas (A2 = 100.00 Kg./ha. de Nitrógeno y 40 Kg./ha. de Fósforo), fue la que presentó un rendimiento de 2845.63 Kg./Ha, mayor a la media de la fertilización empleada por los agricultores.
- En el análisis económico, el tratamiento uno: manejo del agricultor a una densidad de siembra de 22,222 posturas/Ha. fue el que presentó la mayor rentabilidad de 4.75%, ya que fue el que presentó el menor costo de producción, el cual fue de Q 7,271.29 por ha.
- El porcentaje de pérdidas por efecto de las condiciones de lluvia generadas por las tormentas Agata y Alex, fue de 15.71% en promedio.

VIII. Recomendaciones

- En base a los resultados del experimento con el híbrido HB-83, los seis tratamientos evaluados presentan rendimientos similares, pero en base al análisis económico, se recomienda utilizar el tratamiento uno que consiste en una dosis de fertilización de 79.15 Kg./ha. de Nitrógeno, 19.35 Kg./ha. de Fósforo y 19.35 Kg./ha. de Potasio y una densidad de siembra de 22,222 posturas/Ha. ya que fue la que presentó una rentabilidad 4.75% mayor a los demás tratamientos.

- Realizar investigaciones bajo condiciones controladas de riego, para evitar que las evaluaciones sean afectadas por factores adversos como los que se generaron por las tormentas Ágata y Álex, en la presente investigación.

IX. Bibliografía

- AbcAgro. 2002. El cultivo de maíz (en línea) es. Consultado 20 may. 2011. Disponible en: www.abcagro.com/herbaceos/cereales/maiz.asp.
- BANGUAT. (Banco de Guatemala). 2004. Estadísticas agrícolas. Guatemala, Gt.
- Bayer.2010. Lista de productos químicos (en línea). Consultado 8 de abr. 2010. Disponible en: www.bayercropscience.com.mx
- Burkard,C. 2010. Semillas de maíz (en línea). Consultado 7 de abr. 2010. Disponible en: www.semillascb.com.
- Cronquist, A. 1981. An integrated system of clasification of flowering plants. US, Columbia University. 7 p.
- ESRI. (2009) *ArcGIS* 9.3 (programa de ordenador). New York: ESRI. (Usado: 20 mayo 2011). Disponible en: <http://www.esri.com/software/arcgis/index.html>.
- El PILAR S.A. 2,010. Registros Estación Metereológica Tipo "C" Finca Panorama San Lorenzo, Such. 6p.
- Fernández C., H. R. 2,008. Documento de apoyo al curso de cultivos regionales II. Mazatenango, Such, Gt. USAC. CUNSUROC. 17 P.
- Fuentes L., M. R.; Etten, J.; Vivero P., J.L.; Alvarao O., P. 2,005. Maíz para Guatemala: Propuesta para la reactivación de la cadena agroalimentaria del maíz blanco y amarillo. Guatemala, Gt. (FAO) Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Representación en Guatemala. 149 p.

- Girón A., L. F. 1980. Determinación de dosis óptimas de tres fertilizantes nitrogenados con dos niveles de P₂O₅ en siembras de humedad en el cultivo de maíz (zea mays L.) en el parcelamiento Nueva Concepción, Escuintla. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Guatemala, Gt. USAC. Facultad de Agronomía. 36p.
- González, R. 1999. Estudios generales de contabilidad. México DF. Universidad Autónoma de México. 54 p.
- Holdridge, L. 1982. Ecología basada en zonas vida. Trad. Humberto Jiménez, San José, CR. IICA. 216p
- Infoagro. 2004. Cultivo de maíz (en línea) es. Consultado 9 abr. 2010. Disponible en: www.infoagro.com/cultivo de maíz.
- Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. 2004. Híbrido de maíz de grano blanco HB-83 mejorado, para una mejor cosecha. Bárcena Villa Nueva. Gt. Boletín Informativo.
- Instituto Geográfico Nacional. 2006. Guatemala: IGN. Serie Mapas autonómicos. Datum WGS 84. Proyección GTM.
- INSIVUMEH. 2011. Datos meteorológicos, estación Tiquisate Escuintla (en línea) es. Consultado 5 de jul. 2011. Disponible en: www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTACIONES/ESCUINTLA/Tiquisate.htm
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. 2006. Mapas temáticos. Guatemala.
- Marroquín F., H. E. 1987. Relación entre las concentraciones de N, P, K, Ca, Mg, del suelo y del tejido foliar con el rendimiento y el diagnostico del requerimiento nutricional en maíz (Zea mays L.) Guatemala. Tesis de Ingeniero. Agrónomo. USAC. Guatemala, Gt. Facultad de Agronomía. 82p.

- Marroquín R., D. 1995. Manejo del cultivo el elote dulce (*Zea mays* var. *Saccharata*) bajo el sistema de riego por goteo, en la agropecuaria Popoyan S.A. Informe Técnico. Bárcenas, Villa Nueva, Gt. Escuela Nacional Central de Agricultura. 70 p.
- Párraga, C. 1999. Determinación del tamaño óptimo de parcela experimental en maíz (en línea) ve. Consultado 16 abr. 2004. Disponible en: www.ceniap.gov.ve/pbd/Congresos/jornadas/parragac
- Reyes, P. 1990. Diseño de experimentos aplicados. 3 ed. México D.F. Edit. Trillas. 348 p.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Bolívar. 2007. Ficha técnica para el cultivo de maíz (en línea) es. Consultado 12 abr. 2011. Disponible en: www.angelfire.com/planet/agribolivar/MAIZ.
- Simmons, Ch. S.; Tarano T., J.M.; Pinto, J.H. 1959. Clasificación, reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, Instituto Agropecuario Nacional, Ministerio de Agricultura. 1000 p.
- Syngenta. 2010. Insecticida karate (en línea) es. Consultado 5 de abr. 2010. Disponible en: www.syngentaagro.es
- Tarwi. 2003. Experimentos factoriales (en línea) mx. Consultado 9 abr. 2010. Disponible en: tarwi.lamolina.edu.
- Tello C., G. V. 2005. Diseño bloques al azar. Cuaderno de curso Diseños experimentales Carrera de Agronomía Tropical. Mazatenango Such., Gt. Centro Universitario de Suroccidente, CUNSUROC.

- Tillmans, I. P. 1979. Evaluación de variedades e híbridos precoces de maíz (*Zea mays* L.) seleccionados bajo condiciones limitadas de humedad. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Guatemala, Gt. USAC. Facultad de Agronomía. 57p.
- Villatoro D., E. A. 2005. Efectos de lodos provenientes de plantas de tratamiento sobre maíz dulce (*Zea mays* L. var. rugosa). Tesis de Ingeniero. Agrónomo. USAC. Guatemala, Gt. Facultad de Agronomía. 43p.

Vo. Bo. Lcda. Ana Teresa Cap Yes de González
Biblioteca

X. Anexos:

Anexo 1
Costo de producción, tratamiento uno.

COSTO DE PRODUCCIÓN TRATAMIENTO 1				
COSTO DE PRODUCCIÓN PARA 1 HECTAREA, CULTIVO DE MAIZ				
ACTIVIDAD	PRODUCTO / U.M.	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Arrendamiento	Manzana	1.00	1142.86	Q 1,142.86
Limpias :				
Manual	Jornales	5.00	71.43	Q 357.14
Quemas	Jornales	2.00	71.43	Q 142.86
Primera aplicación de Herbicida				
Antes de la siembra	Gramoxone (Litro)	2.00	68.57	Q 137.14
	Hedonal (litro)	1.00	60.00	Q 60.00
Segunda aplicación de herbicida				
	Gramoxone (Litro)	2.00	68.57	Q 137.14
	Hedonal (litro)	0.50	30.00	Q 15.00
Semilla	Híbrido HB-83 (50 lbs	0.70	685.71	Q 480.00
Insecticida / tratamiento de ser	Semevin (250 c.c.)	1.00	134.29	Q 134.29
Siembra	Jornales	4.00	71.43	Q 285.71
Tercera aplicación de herbicida				
	Gramoxone (Litro)	1.50	68.57	Q 102.86
	Hedonal (litro)	0.50	30.00	Q 15.00
	Gesaprim (libra)	2.00	42.86	Q 85.71
Primera fertilización				
	15-15-15 (qq)	1.98	364.29	Q 721.29
	20-20-0 (qq)	0.00	278.57	Q -
Mano de Obra	Manzana	2.00	85.71	Q 171.43
Control de plagas follaje	Volatón 2.5 % (libras)	3.00	8.57	Q 25.71
Mano de Obra	Jornales	3.00	71.43	Q 214.29
Mano de Obra	Jornales	2.00	71.43	Q 142.86
Segunda fertilización				
	Urea 46 % (qq)	2.00	278.57	Q 557.14
Mano de Obra	Jornales	3.00	85.71	Q 257.14
Dobla	Jornales	2.00	71.43	Q 142.86
Tapisca	Sacos	60.00	17.14	Q 1,028.57
Acarreo sacos con mazorca	Sacos	60.00	4.29	Q 257.14
Desgrane	Sacos	60.00	2.86	Q 171.43
Flete	quintal	60.00	5.71	Q 342.86
Gastos en ventas		1.00	142.86	Q 142.86
Costos Totales				Q 7,271.29

Anexo 2
Costo de producción, tratamiento dos.

COSTO DE PRODUCCIÓN TRATAMIENTO 2				
COSTO DE PRODUCCIÓN PARA 1 HECTAREA, CULTIVO DE MAIZ				
ACTIVIDAD	PRODUCTO / U.M.	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Arrendamiento	Manzana	1.00	1142.86	Q 1,142.86
Limpias :				
Manual	Jornales	5.00	71.43	Q 357.14
Quemas	Jornales	2.00	71.43	Q 142.86
Primera aplicación de Herbicida				
Antes de la siembra	Gramoxone (Litro)	2.00	68.57	Q 137.14
	Hedonal (litro)	1.00	60.00	Q 60.00
Segunda aplicación de herbicida				
	Gramoxone (Litro)	2.00	68.57	Q 137.14
	Hedonal (litro)	0.50	30.00	Q 15.00
Semilla	Híbrido HB-83 (50 lbs.)	0.88	685.71	Q 600.00
Insecticida / tratamiento de semilla	Semevin (250 c.c.)	1.00	134.29	Q 134.29
Siembra	Jornales	4.00	71.43	Q 285.71
Tercera aplicación de herbicida				
	Gramoxone (Litro)	1.50	68.57	Q 102.86
	Hedonal (litro)	0.50	30.00	Q 15.00
	Gesaprim (libra)	2.00	42.86	Q 85.71
Primera fertilización	15-15-15 (qq)	1.98	364.29	Q 721.29
	20-20-0 (qq)	0.00	278.57	Q -
Mano de Obra	Manzana	2.00	85.71	Q 171.43
Control de plagas follaje	Volatón 2.5 % (libras)	3.00	8.57	Q 25.71
Mano de Obra	Jornales	3.00	71.43	Q 214.29
Mano de Obra	Jornales	2.00	71.43	Q 142.86
Segunda fertilización	Urea 46 % (qq)	2.00	278.57	Q 557.14
Mano de Obra	Jornales	3.00	85.71	Q 257.14
Dobla	Jornales	2.00	71.43	Q 142.86
Tapisca	Sacos	60.00	17.14	Q 1,028.57
Acarreo sacos con mazorca	Sacos	60.00	4.29	Q 257.14
Desgrane	Sacos	60.00	2.86	Q 171.43
Flete	quintal	60.00	5.71	Q 342.86
Gastos en ventas		1.00	142.86	Q 142.86
Costos Totales				Q 7,391.29

Anexo 3
Costo de producción, tratamiento tres.

COSTO DE PRODUCCIÓN TRATAMIENTO3				
COSTO DE PRODUCCIÓN PARA 1 HECTAREA, CULTIVO DE MAIZ				
ACTIVIDAD	PRODUCTO / U.M.	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Arrendamiento	Manzana	1.00	1142.86	Q 1,142.86
Limpias :				
Manual	Jornales	5.00	71.43	Q 357.14
Quemas	Jornales	2.00	71.43	Q 142.86
Primera aplicación de Herbicida				
Antes de la siembra	Gramoxone (Litro)	2.00	68.57	Q 137.14
	Hedonal (litro)	1.00	60.00	Q 60.00
Segunda aplicación de herbicida				
	Gramoxone (Litro)	2.00	68.57	Q 137.14
	Hedonal (litro)	0.50	30.00	Q 15.00
Semilla	Híbrido HB-83 (50 lbs.)	1.17	685.71	Q 801.60
Insecticida / tratamiento de semilla	Semevin (250 c.c.)	1.00	134.29	Q 134.29
Siembra	Jornales	4.00	71.43	Q 285.71
Tercera aplicación de herbicida	Gramoxone (Litro)	1.50	68.57	Q 102.86
	Hedonal (litro)	0.50	30.00	Q 15.00
	Gesaprim (libra)	2.00	42.86	Q 85.71
Primera fertilización	15-15-15 (qq)	1.98	364.29	Q 721.29
	20-20-0 (qq)	0.00	278.57	Q -
Mano de Obra	Manzana	2.00	85.71	Q 171.43
Control de plagas follaje	Volatón 2.5 % (libras)	3.00	8.57	Q 25.71
Mano de Obra	Jornales	3.00	71.43	Q 214.29
Mano de Obra	Jornales	2.00	71.43	Q 142.86
Segunda fertilización	Urea 46 % (qq)	2.00	278.57	Q 557.14
Mano de Obra	Jornales	3.00	85.71	Q 257.14
Dobla	Jornales	2.00	71.43	Q 142.86
Tapisca	Sacos	60.00	17.14	Q 1,028.57
Acarreo sacos con mazorca	Sacos	60.00	4.29	Q 257.14
Desgrane	Sacos	60.00	2.86	Q 171.43
Flete	quintal	60.00	5.71	Q 342.86
Gastos en ventas		1.00	142.86	Q 142.86
Costos Totales				Q 7,592.89

Anexo 4
Costo de producción, tratamiento cuatro.

COSTO DE PRODUCCIÓN TRATAMIENTO 4				
COSTO DE PRODUCCIÓN PARA 1 HECTAREA, CULTIVO DE MAIZ				
ACTIVIDAD	PRODUCTO / U.M.	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Arrendamiento	Manzana	1	Q 1,142.86	Q 1,142.86
Limpias :				
Manual	Jornales	5	Q 71.43	Q 357.14
Quemas	Jornales	2	Q 71.43	Q 142.86
Primera aplicación de Herbicida				
Antes de la siembra	Gramoxone (Litro)	2	Q 68.57	Q 137.14
	Hedonal (litro)	1	Q 60.00	Q 60.00
Segunda aplicación de herbicida				
	Gramoxone (Litro)	2	Q 68.57	Q 137.14
	Hedonal (litro)	0.5	Q 30.00	Q 15.00
Semilla	Híbrido HB-83 (50 lbs.)	0.7	Q 685.71	Q 480.00
Insecticida / tratamiento de semilla	Semevin (250 c.c.)	1	Q 134.29	Q 134.29
Siembra	Jornales	4	Q 71.43	Q 285.71
Tercera aplicación de herbicida				
	Gramoxone (Litro)	1.5	Q 68.57	Q 102.86
	Hedonal (litro)	0.5	Q 30.00	Q 15.00
	Gesaprim (libra)	2	Q 42.86	Q 85.71
Primera fertilización	15-15-15 (qq)	0	Q 364.29	Q -
	20-20-0 (qq)	3.98	Q 278.57	Q 1,108.71
Mano de Obra	Manzana	2	Q 85.71	Q 171.43
Control de plagas follaje	Volatón 2.5 % (libras)	3	Q 8.57	Q 25.71
Mano de Obra	Jornales	3	Q 71.43	Q 214.29
Mano de Obra	Jornales	2	Q 71.43	Q 142.86
Segunda fertilización	Urea 46 % (qq)	2.37	Q 278.57	Q 660.21
Mano de Obra	Jornales	3	Q 85.71	Q 257.14
Dobla	Jornales	2	Q 71.43	Q 142.86
Tapisca	Sacos	60	Q 17.14	Q 1,028.57
Acarreo sacos con mazorca	Sacos	60	Q 4.29	Q 257.14
Desgrane	Sacos	60	Q 2.86	Q 171.43
Flete	quintal	60	Q 5.71	Q 342.86
Gastos en ventas		1	Q 142.86	Q 142.86
Costos Totales				Q 7,761.79

Anexo 5
Costo de producción, tratamiento cinco.

COSTO DE PRODUCCIÓN TRATAMIENTO 5				
COSTO DE PRODUCCIÓN PARA 1 HECTAREA, CULTIVO DE MAIZ				
ACTIVIDAD	PRODUCTO / U.M.	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Arrendamiento	Manzana	1	Q 1,142.86	Q 1,142.86
Limpias :				
Manual	Jornales	5	Q 71.43	Q 357.14
Quemas	Jornales	2	Q 71.43	Q 142.86
Primera aplicación de Herbicida				
Antes de la siembra	Gramoxone (Litro)	2	Q 68.57	Q 137.14
	Hedonal (litro)	1	Q 60.00	Q 60.00
Segunda aplicación de herbicida				
	Gramoxone (Litro)	2	Q 68.57	Q 137.14
	Hedonal (litro)	0.5	Q 30.00	Q 15.00
Semilla	Híbrido HB-83 (50 lbs.)	0.875	Q 685.71	Q 600.00
Insecticida / tratamiento de semilla	Semevin (250 c.c.)	1	Q 134.29	Q 134.29
Siembra	Jornales	4	Q 71.43	Q 285.71
Tercera aplicación de herbicida				
	Gramoxone (Litro)	1.5	Q 68.57	Q 102.86
	Hedonal (litro)	0.5	Q 30.00	Q 15.00
	Gesaprim (libra)	2	Q 42.86	Q 85.71
Primera fertilización	15-15-15 (qq)	0	Q 364.29	Q -
	20-20-0 (qq)	3.98	Q 278.57	Q 1,108.71
Mano de Obra	Manzana	2	Q 85.71	Q 171.43
Control de plagas follaje	Volatón 2.5 % (libras)	3	Q 8.57	Q 25.71
Mano de Obra	Jornales	3	Q 71.43	Q 214.29
Mano de Obra	Jornales	2	Q 71.43	Q 142.86
Segunda fertilización	Urea 46 % (qq)	2.37	Q 278.57	Q 660.21
Mano de Obra	Jornales	3	Q 85.71	Q 257.14
Dobla	Jornales	2	Q 71.43	Q 142.86
Tapisca	Sacos	60	Q 17.14	Q 1,028.57
Acarreo sacos con mazorca	Sacos	60	Q 4.29	Q 257.14
Desgrane	Sacos	60	Q 2.86	Q 171.43
Flete	quintal	60	Q 5.71	Q 342.86
Gastos en ventas		1	Q 142.86	Q 142.86
Costos Totales				Q 7,881.79

Anexo 6
Costo de producción, tratamiento seis.

COSTO DE PRODUCCIÓN TRATAMIENTO 6				
COSTO DE PRODUCCIÓN PARA 1 HECTAREA, CULTIVO DE MAIZ				
ACTIVIDAD	PRODUCTO / U.M.	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Arrendamiento	Manzana	1.00	1142.86	Q 1,142.86
Limpias :				
Manual	Jornales	5.00	71.43	Q 357.14
Quemas	Jornales	2.00	71.43	Q 142.86
Primera aplicación de Herbicida				
Antes de la siembra	Gramoxone (Litro)	2.00	68.57	Q 137.14
	Hedonal (litro)	1.00	60.00	Q 60.00
Segunda aplicación de herbicida				
	Gramoxone (Litro)	2.00	68.57	Q 137.14
	Hedonal (litro)	0.50	30.00	Q 15.00
Semilla	Híbrido HB-83 (50 lbs)	1.17	685.71	Q 801.60
Insecticida / tratamiento de semilla	Semevin (250 c.c.)	1.00	134.29	Q 134.29
Siembra	Jornales	4.00	71.43	Q 285.71
Tercera aplicación de herbicida	Gramoxone (Litro)	1.50	68.57	Q 102.86
	Hedonal (litro)	0.50	30.00	Q 15.00
	Gesaprim (libra)	2.00	42.86	Q 85.71
Primera fertilización	15-15-15 (qq)	0.00	364.29	Q -
	20-20-0 (qq)	3.98	278.57	Q 1,108.71
Mano de Obra	Manzana	2.00	85.71	Q 171.43
Control de plagas follaje	Volatón 2.5 % (libras)	3.00	8.57	Q 25.71
Mano de Obra	Jornales	3.00	71.43	Q 214.29
Mano de Obra	Jornales	2.00	71.43	Q 142.86
Segunda fertilización	Urea 46 % (qq)	2.37	278.57	Q 660.21
Mano de Obra	Jornales	3.00	85.71	Q 257.14
Dobla	Jornales	2.00	71.43	Q 142.86
Tapisca	Sacos	60.00	17.14	Q 1,028.57
Acarreo sacos con mazorca	Sacos	60.00	4.29	Q 257.14
Desgrane	Sacos	60.00	2.86	Q 171.43
Flete	quintal	60.00	5.71	Q 342.86
Gastos en ventas		1.00	142.86	Q 142.86
Costos Totales				Q 8,083.39

Anexo 7

Matriz de datos originales del experimento.

REPETICION	DOSIS	DISTANCIAMIENTO	PRODUCCION LBS.		Kg. /Ha	
			MAIZ SANO	MAIZ ENFERMO	sano	enfermo
1	A 1	B 1	2.11	0.70	2,131.31	707.07
2	A 1	(0.90 x 0.50 M)	3.32	0.20	3,353.54	202.02
3	A 1	(0.90 x 0.50 M)	1.11	0.21	1,121.21	212.12
4	A 1	(0.90 x 0.50 M)	1.50	0.12	1,515.15	121.21
			8.04	1.23		
1	A 1	B 2	1.50	0.40	1,578.28	420.88
2	A 1	(0.90 x 0.40 M)	2.90	0.50	3,051.35	526.09
3	A 1	(0.90 x 0.40 M)	1.50	0.30	1,578.28	315.66
4	A 1	(0.90 x 0.40 M)	1.90	0.20	1,999.16	210.44
			7.80	1.40		
1	A 1	B 3	2.68	0.57	2,819.87	599.75
2	A 1	(0.90 X 0.30 M)	2.77	0.40	2,914.56	420.88
3	A 1	(0.90 X 0.30 M)	1.10	0.10	1,157.41	105.22
4	A 1	(0.90 X 0.30 M)	2.70	0.28	2,840.91	294.61
			9.25	1.35		
1	A 2	B 1	3.00	0.20	3,030.30	202.02
2	A 2	(0.90 x 0.50 M)	2.20	0.10	2,222.22	101.01
3	A 2	(0.90 x 0.50 M)	2.60	0.20	2,626.26	202.02
4	A 2	(0.90 x 0.50 M)	1.60	0.50	1,616.16	505.05
			9.40	1.00		
1	A 2	B 2	2.00	0.50	2,104.38	526.09
2	A 2	(0.90 x 0.40 M)	3.10	0.20	3,261.78	210.44
3	A 2	(0.90 x 0.40 M)	1.20	0.60	1,262.63	631.31
4	A 2	(0.90 x 0.40 M)	2.60	0.50	2,735.69	526.09
			8.90	1.80		
1	A 2	B 3	1.90	0.90	1,999.16	946.97
2	A 2	(0.90 X 0.30 M)	2.90	0.60	3,051.35	631.31
3	A 2	(0.90 X 0.30 M)	2.07	0.50	2,178.03	526.09
4	A 2	(0.90 X 0.30 M)	2.10	0.80	2,209.60	841.75
			8.97	2.80		
	B 1=	(0.90 x 0.50 M)				
	B 2=	(0.90 x 0.40 M)				
	B 3=	(0.90 X 0.30 M)				
	A1=	Agricultor				
	A2=	Rec. Técnica				



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE
CARRERA DE AGRONOMIA TROPICAL
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ.

IMPRIMASE



F. _____

Lic. José Alberto Chuga Escobar
Director CUNSUROC