

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE
CARRERA DE INGENIERÍA EN AGRONOMÍA TROPICAL**

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a man in a red tunic and white hat, standing on a white horse. The background is a landscape with green hills and a blue sky. The seal is surrounded by a circular border containing the Latin motto: "CETERIS SORBIS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER".

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Evaluación de extracto de *Azadirachta indica* A. Juss., Meliaceae, "Neem" y abono Bokashi, sobre el rendimiento de Maíz Híbrido HS-5g en comunidad Cantón Taracena, Santo Domingo, Suchitepéquez.

T.P.A. José Luis Martínez Romero

Carné 201442557

Mazatenango, Suchitepéquez, octubre de 2020.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE
CARRERA DE INGENIERÍA EN AGRONOMÍA TROPICAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Evaluación de extracto de *Azadirachta indica* A. Juss., Meliaceae, “Neem” y abono Bokashi, sobre el rendimiento de Maíz Híbrido HS-5g en comunidad Cantón Taracena, Santo Domingo, Suchitepéquez.

T.P.A. José Luis Martínez Romero.

Carné 201442557

**Ing. Agr. Francisco Javier Espinoza Marroquín
Asesor**

Mazatenango, Suchitepéquez, octubre de 2020.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE**

AUTORIDADES

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos Rector

Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo Secretario General

CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano Director

REPRESENTANTES DE PROFESORES

Lic. Luis Carlos Muñoz López Secretario

Dr. Reynaldo Humberto Alarcón Noguera Vocal

REPRESENTANTE GRADUADO DEL CUNSUROC

Lic. Vilser Josvin Ramírez Robles Vocal

REPRESENTANTES ESTUDIANTILES

T.P.A. Angélica Magaly Domínguez Curiel Vocal

PEM y TAE Rony Roderico Alonzo Solís Vocal

COORDINACIÓN ACADÉMICA

M.Sc. Héctor Rodolfo Fernández Cardona
Coordinador Académico

M.Sc. Rafael Armando Fonseca Ralda
Coordinador Carrera de Licenciatura en Administración de Empresas

Lic. Edín Aníbal Ortiz Lara
Coordinador Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

Ph.D. René Humberto López Cotí
Coordinador de las Carreras de Pedagogía, Administración Educativa
y Psicopedagogía

M.Sc. Víctor Manuel Nájera Toledo
Coordinador Carrera de Ingeniería en Alimentos

M.Sc. Erick Alexander España Miranda
Coordinador Carrera de Ingeniería en Agronomía Tropical

M.Sc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes
Coordinadora Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local

M.Sc. José David Barrillas Chang
Coordinador Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales,
Abogacía y Notariado

Lic. José Felipe Martínez Domínguez
Coordinador de Área Social Humanista

CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA

M.Sc. Tania Elvira Marroquín Vásquez
Coordinadora de las Carreras de Pedagogía

Lic. Heinrich Herman León
Coordinador Carrera de Periodista Profesional y
Licenciatura en Ciencias de la Comunicación

AGRADECIMIENTOS

Me siento agradecido con la casa de estudios Universidad de San Carlos de Guatemala, por la oportunidad brindada de ser parte de sus estudiantes.

Al cuerpo docente de la carrera de Ingeniería en Agronomía Tropical por haberme brindado sus conocimientos, a través de las enseñanzas durante el periodo de la carrera de Ingeniero Agrónomo.

A las personas que me brindaron su apoyo durante el transcurso del ejercicio para mi superación siendo, Ingeniero Nicolás Barrios aconsejándome durante el proceso, a Jaqueline Castillo dándome todo su apoyo.

A las personas de la comunidad Cantón Taracena que me brindaron su apoyo durante este proceso.



Mazatenango, 13 de octubre de 2020.

Honorable Consejo Directivo:
Centro Universitario del Suroccidente.
Universidad de San Carlos de Guatemala.
Su despacho.

Respetables Miembros del Consejo Directivo:

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 extracto de neem *Azadirachta indica A. Juss.* y abono Bokashi, sobre el rendimiento de maíz Híbrido HS-5g en la comunidad Cantón Taracena, Santo Domingo, Suchitepéquez."**; presentado como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Sin otro particular, me suscribo.

Atentamente.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "J. L. Martínez Romero".

T.P.A. José Luis Martínez Romero
Carné: 201442557

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
I. INTRODUCCION	1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
III. JUSTIFICACION.....	3
IV. MARCO TEÓRICO	4
1. Marco Conceptual	4
1.1. El Maíz <i>Zea mays</i> L.	4
1.2. Características botánicas del Maíz	4
1.2.1. Taxonomía y morfología de la especie <i>Zea mays</i> L.	4
1.3. Requerimientos edafoclimáticos del Maíz.....	6
1.3.1. Precipitación	6
1.3.2. Temperatura	6
1.3.3. Radiación solar.....	6
1.3.4. Exigencias en el suelo	6
1.4. Cultivo de Maíz	7
1.4.1. Variedades e híbridos de Maíz	7
1.4.2. Siembra	7
1.4.3. Nutrición del Maíz	8
1.4.4. Plagas.....	11
2. Marco Referencial	17
2.1. Nombre de la comunidad.....	17
2.2. Localización de la comunidad cantón Taracena	17
2.3. Vías de acceso de la comunidad cantón Taracena	17
2.4. Ubicación geográfica de la comunidad cantón Taracena	17
2.5. Croquis de ubicación del experimento en comunidad Cantón Taracena ...	18
2.6. Descripción ecológica de la comunidad cantón Taracena.....	19
2.6.1. Zona de vida y clima	19
2.6.2. Suelo.....	20
2.6.3. Hidrografía	21
V. OBJETIVOS.....	22
1. Objetivo General.....	22
2. Objetivos Específicos	22
VI. HIPOTESIS.....	23
VII. MATERIALES Y METODOS.....	24
1. Factores en evaluación del experimento en el cultivo de Maíz.....	24
2. Diseño experimental de la evaluación del cultivo de Maíz	24
3. Tratamientos evaluados dentro del experimento.....	25
4. Variables de respuesta del experimento	25
5. Análisis de los datos obtenidos en el experimento evaluado.....	26

5.1.	Características del experimento en el cultivo de Maíz.....	26
6.	Croquis de campo de la evaluación del cultivo de Maíz	26
7.	Unidad experimental.....	29
8.	Manejo del experimento	29
9.	Realización del abono bokashi	32
10.	Evaluación del efecto del abono orgánico Bokashi en la comunidad cantón Taracena.....	35
11.	Realización de muestreo de suelo con fines de fertilidad	35
12.	Preparación de insecticida de extracto de Neem	37
13.	Aplicación del insecticida Orgánico	39
14.	Evaluación de la nutrición y control de plagas en el híbrido de Maíz HS- 5g	40
VIII.	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	47
IX.	CONCLUSIONES	59
X.	RECOMENDACIONES.....	60
XI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
XI.	ANEXO	64

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Características del híbrido de Maíz HS-5g.	7
2. Extracción de macronutrientes del cultivo de Maíz por hectárea y su relación con el rendimiento.....	8
3. Requerimiento de macronutrientes para producir una tonelada de grano de Maíz.	8
4. Nutrientes aportados por el abono fermentado bokashi, expresado en porcentaje del peso seco.	10
5. Moléculas utilizadas para el control de gusano cogollero <i>Spodoptera frugiperda</i> en Maíz.	14
6. Aleatorización de los niveles de nutrición y control de cogollero en la investigación del cultivo de maíz.....	25
7. Croquis de campo con los nueve tratamientos establecidos aleatorizados.	27
8. Descripción de los tratamientos evaluados en la investigación del cultivo de Maíz.	28
9. Materiales utilizados para los cuatro quintales de abono en el experimento.....	34
10. Aportes nutricionales del suelo por hectárea en comunidad Cantón Taracena, Santo Domingo, Such.	41
11. Cuadro de comparación del aporte de nutrientes del suelo de cantón Taracena y los requerimientos nutricionales del cultivo de Maíz.	41
12. Cantidad y tipos de fertilizantes, aplicados al cultivo de Maíz.	42
13. Estimación de la relación costo beneficio de la producción de Maíz <i>Zea mays</i> L., para los tratamientos en estudio.	45
14. Rendimiento promedio en quintales por manzana de grano seco de Maíz.	47
15. Análisis de varianza de los datos obtenidos del experimento realizado en el cultivo de Maíz.	48
16. Prueba de medias del efecto nutricional sobre el rendimiento del cultivo de Maíz.	49

17. Prueba de medias del efecto del control de plaga dentro del experimento evaluado en el cultivo de Maíz.	49
18. Incidencia de plantas dañadas por el gusano cogollero <i>Spodoptera frugiperda</i> en el cultivo de Maíz <i>Zea mays</i> L.	50
19. Porcentaje de incidencia de daño causado por gusano cogollero en el cultivo de Maíz <i>Zea mays</i> L.	51
20. Análisis de varianza de los datos obtenidos de incidencia de la plaga gusano cogollero del experimento realizado en el cultivo de Maíz.	52
21. Prueba de medias del efecto de la nutrición dentro del experimento evaluado.	53
22. Prueba de medias del factor control de gusano cogollero en estudio dentro del experimento evaluado en el cultivo de Maíz.	53
23. Estimación de relación beneficio costo en la producción de Maíz quintales por manzana con aplicaciones de Bokashi e insecticida a base de Neem.	56
24. Relación de beneficio costo en la producción de cultivo de Maíz quintales por manzana con aplicaciones de fertilizante e insecticida químico.	57
25. Costos de producción bajo el sistema de aplicaciones orgánicas para la producción de quintales por manzana del cultivo de Maíz.	64
26. Costos de producción bajo el sistema de aplicaciones químicas para la producción de quintales por manzana del cultivo de Maíz.	65

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Instares larvales del gusano cogollero <i>Spodoptera. frugiperda</i>	12
2. Croquis de la comunidad Taracena, ubicada en el municipio de Santo Domingo Suchitepéquez.	18
3. Gráfica de temperatura anual en el año 2017.	19
4. Precipitación anual en estación San Nicolás en el año 2017.	20
5. Unidad experimental, de la investigación en el cultivo de Maíz con sus dimensiones.	29
6. Desmalezado del terreno donde se estableció el experimento.	30
7. Siembra del cultivo de Maíz para la realización de la investigación.	31
8. Desmalezado del área del experimento.	32
9. Disolución de la panela en agua hirviendo para la realización de abono Bocashi.	33
10. Aplicación del agua de la panela disuelta con levadura, volteando la mezcla. .	34
11. Aplicación de abono orgánico para la siembra de Maíz.	35
12. Toma de muestra de suelo de la comunidad cantón Taracena para llevarla a laboratorio y determinar los aportes nutricionales del suelo.....	36
13. Recolección de las muestras tomadas para llevarlas a laboratorio.....	36
14. Recolección de hoja de árbol de Neem para la realización de insecticida orgánico.	37
15. Molienda de las hojas del árbol de Neem para la realización de insecticida.	38
16. Jabón de coco utilizado para la realización del insecticida orgánico.....	38
17. Aplicación de jabón de coco para la realización de insecticida orgánico.	39
18. Aplicación de insecticida orgánico al Cultivo de Maíz.	40
19. Aplicación de insecticida químico a la plantación de Maíz.	43
20. Escala de daño de la plaga gusano cogollero segun escala de Davis.	44
21. Daño ocasionado en el cultivo de Maíz por la plaga gusano cogollero en factor testigo dentro del experimento.	54

22. Daño ocasionado por la plaga gusano cogollero al cultivo de Maíz en el manejo con insecticida orgánico de extracto de Neem.	55
23. Ataque de la plaga gusano cogollero con manejo químico en la plantación de Maíz.	55
24. Porcentaje de daño ocasionado por el gusano cogollero en los tratamientos evaluados en el experimento.	56
25. Resultado del análisis químico del suelo donde se realizó el experimento.	66
26. Trazo de área donde se montó el experimento.	67
27. Aplicación de abono orgánico tipo Bokashi dentro de los tratamientos correspondientes.	67
28. Tratamiento de la semilla del híbrido Hs-5g, para la siembra con producto químico Kurasem 35 fs.	68
29. Siembra del cultivo de Maíz en los tratamientos evaluados.	68
30. Germinación del cultivo de Maíz.	69
31. Control manual de maleza dentro del área del experimento.	69
32. Colocación de extracto de Neem dentro de una botella para dejar reposar.	70
33. Realización del insecticida Orgánico hecho a base de extracto de Neem.	70
34. Aplicación de insecticida orgánico realizado de extracto de Neem.	71
35. Plantación de Maíz un mes después de la siembra.	71
36. Experimento de evaluación del cultivo de Maíz rotulado.	72
37. Limpieza manual del experimento.	72
38. Aplicación de Fertilizante químico a los tratamientos evaluados.	73
39. Doblaje de las plantas de Maíz para el secado.	73
40. Cultivo de Maíz doblado y seco.	74
41. Cosecha de la mazorca del cultivo de Maíz.	74
42. Secado de las mazorcas por tratamiento.	75
43. Desgranado de mazorca por tratamiento.	75
44. Secado del grano del cultivo de Maíz por tratamiento.	76
45. Pesaje de grano seco de Maíz por tratamiento.	76

RESUMEN

Evaluación de extracto de *Azadirachta indica* A. Juss, Meliaceae, “Neem” y abono Bokashi, sobre el rendimiento de Maíz Híbrido HS-5g en comunidad Cantón Taracena, Santo Domingo, Suchitepéquez.

La comunidad cantón Taracena está localizada a cuatro kilómetros de la municipalidad del municipio de Santo Domingo, se ubica en las coordenadas geográficas 14° 29' 40" de latitud Norte y 91° 29' 39" de longitud Oeste, se encuentra a una altitud de 256 metros sobre el nivel del mar.

La comunidad se caracteriza por cultivar Maíz, sin embargo, los rendimientos son inferiores de 1,623 kg/ha (24.5 qq/mz) de Maíz seco, siendo bajos para el potencial del cultivo de 5,194.54 kg/ha (80 qq/mz), la causa se debe a que no aplican fertilizantes y no hay control de gusano cogollero debido al alto costo de fertilizantes y plaguicidas.

La problemática llevó a realizar la investigación para incrementar el rendimiento del cultivo de Maíz, se empleó el híbrido HS-5g, el manejo agronómico del cultivo fue el mismo en todo el experimento.

Se evaluó la nutrición y control del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*, empleando Bokashi que es un abono fermentado, comparado con la aplicación técnica de fertilizantes en función a la demanda del cultivo de Maíz y un testigo relativo que es la forma y cantidad de fertilizante que emplean en la comunidad; para el control del gusano cogollero se utilizó un insecticida botánico preparado con extracto del árbol de Neem *Azadirachta indica* A. Juss, comparado con la aplicación de insecticida Larvin 37.5 SC y un testigo absoluto sin aplicación.

En los resultados obtenidos dentro de la nutrición, el mejor tratamiento fue la aplicación técnica de fertilizantes con rendimiento promedio de 4,806.76 kg/ha (74.03 qq/mz), nutrición con abono orgánico con rendimiento promedio de 4,257.15 kg/ha (65.57 qq/mz), y nutrición testigo con rendimiento promedio de 4,137.63 kg/ha (63.73 qq/mz).

En los tratamientos para el control del gusano cogollero, el mejor tratamiento fue el insecticida químico Larvin 37.5 SC, la incidencia promedio del gusano cogollero *S. frugiperda* fue de 10.56 por ciento, seguido el insecticida botánico de neem con 47.22%, los tratamientos testigos mostraron incidencia promedio de 71.67%.

El análisis de relación beneficio costo para la producción con aplicación de fertilizantes complementarios y control químico *S. frugiperda* fue de 1.6 y aplicaciones orgánicas con nutrición con Bokashi y extracto foliar de Neem *A. indica* para el control de *S. frugiperda* fue de 1.5.

SUMMARY

Evaluation of extract of *Azadirachta indica* A. Juss, Meliaceae, "Neem" and Bokashi fertilizer, on the yield of Hybrid Corn HS-5g in community of Cantón Taracena, Santo Domingo, Suchitepéquez.

The Taracena canton community is located four kilometers from the municipality of Santo Domingo, it is located at the geographic coordinates of 14° 29'40" of North latitude and 91° 29' 39" of West longitude, it is located at an altitude of 256 meters above sea level.

The community is characterized by growing Corn, however, the yields are lower than 1,623 kg / ha (24.5 qq / mz) of dry Corn, being low for the potential of the crop of 5,194.54 kg / ha (80 qq / mz), the This is because they do not apply fertilizers and there is no control of fall armyworm due to the high cost of fertilizers and pesticides.

The problem led to the investigation to increase the yield of the Corn culture, the hybrid HS-5g was used, the agronomic management of the culture was the same throughout the experiment.

The nutrition and control of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* was evaluated, using Bokashi, which is a fermented fertilizer, compared with the technical application of fertilizers based on the demand of the corn crop and a relative control that is the form and amount of fertilizer used in the community; To control the fall armyworm, a botanical insecticide prepared with extract from the Neem *Azadirachta indica* A. Juss tree was used, compared with the application of Larvin 37.5 SC insecticide and an absolute control without application.

The results obtained within nutrition, the best treatment was the technical application of fertilizers with an average yield of 4,806.76 kg / ha (74.03 qq / mz), nutrition with organic fertilizer with an average yield of 4,257.15 kg / ha (65.57 qq / mz), control nutrition with average yield of 4,137.63 kg / ha (63.73 qq / mz).

The treatments for the fall armyworm control, the best treatment was the chemical insecticide Larvin 37.5 SC, the average incidence of the fall armyworm *S. frugiperda* was

10.56 percent, followed by the neem botanical insecticide with 47.22%, the control treatments showed incidence average of 71.67%.

The cost-benefit analysis for production with the application of complementary fertilizers and chemical control *S. frugiperda* was 1.6 and organic applications with nutrition with Bokashi and Neem *A. indica* foliar extract for the control of *S. frugiperda* was 1.5.

I. INTRODUCCION

El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de la Carrera de Agronomía Tropical se realizó por medio del Programa EPSUM, en la comunidad cantón Taracena, perteneciente al municipio de Santo Domingo Suchitepéquez.

En el desarrollo del EPS se realizó un diagnóstico a la comunidad, donde se identificó que es una comunidad agrícola, uno de los principales cultivos es el Maíz, el rendimiento del cultivo en Cantón Taracena es de 1,622.86 Kg/ha (25 qq/mz), siendo un rendimiento bajo comparado al potencial del híbrido de Maíz HS-5g, esto se debe a la principal plaga del follaje el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*, y además en la baja nutrición de la plantación por el costo de los fertilizantes.

Para reducir el impacto de la plaga y mejorar la nutrición de las plantaciones de Maíz, se evaluó el extracto de Neem *Azadirachta indica* como insecticida contra *S. frugiperda* y también el abono Bokashi como alternativa para nutrir al cultivo de Maíz.

Los objetivos de la investigación fueron, evaluar un insecticida botánico a base de hojas de Neem *Azadirachta indica* para el control de la plaga gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*, también se evaluó el abono orgánico tipo Bokashi que fue elaborado utilizando los recursos existentes en la comunidad.

Para comparar y validar los tratamientos en estudio se estableció un manejo tecnificado del cultivo de Maíz, empleando insecticidas y aplicando fertilización complementaria al aporte del suelo para el requerimiento del cultivo.

El mejor manejo nutricional fue la fertilización complementaria con rendimiento de 4,806.81kg/ha (74.03 qq/mz) y el mejor control de gusano cogollero fue aplicaciones de insecticida químico Larvin 37.5 SC, con rendimiento de 4,908.18 kg/ha (75.59 qq/mz); el abono tipo Bokashi produjo un rendimiento de 4,257.72 kg/ha (65.57 qq/mz), la mejor relación beneficio costo fue de 1.6 con aplicaciones químicas.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el diagnóstico realizado en Cantón Taracena del municipio de Santo Domingo Suchitepéquez, Suchitepéquez, se encontró que los agricultores realizan manejo inadecuado al cultivo de Maíz en la nutrición y control de gusano cogollero, siendo la causa el costo de los insumos y por la capacidad adquisitiva de la comunidad, la agricultura es una actividad secundaria.

El costo por manzana de los agroquímicos para el cultivo de Maíz, es de 1,472.09 quetzales y el costo total para una producción de una manzana es de 4,403.34 quetzales, por lo que algunas veces no se controlan las plagas y no hacen aplicaciones de fertilizante al cultivo, obteniendo rendimientos de 1,622.86 Kg/ha (25 qq/mz), siendo inferiores a los potenciales del cultivo para la zona, siendo de 4,545.44 Kg/ha (70 qq/mz).

Los agricultores del cantón Taracena desconocen que existen alternativas al control químico de plagas en el cultivo de Maíz, así como abonos que pueden ser elaborados por ellos mismos, con insumos que pueden ser encontrados en la comunidad para un manejo agronómico orgánico mejorando el rendimiento.

Por lo que se plantearon las preguntas siguientes:

¿Es posible controlar el gusano cogollero en el cultivo de Maíz utilizando extracto de Neem?

¿Es posible incrementar la productividad de Maíz utilizando abono Bokashi?

III. JUSTIFICACION

El setenta y dos por ciento de la población del Cantón Taracena se dedica a la agricultura, principalmente al cultivo de Maíz con rendimientos 1,622.86 Kg/ha (25 qq/mz), utilizan fertilizantes e insecticidas sintéticos, esto impide alcanzar producción hasta el potencial genético de los híbridos de Maíz que cultivan y en algunos casos no emplean insecticidas ni fertilizantes.

La aplicación del abono orgánico Bokashi y extracto de Neem, para la nutrición y control de plagas en el cultivo de Maíz, permitirá, evaluar alternativas que mejoren el rendimiento del cultivo.

Evaluar alternativas para los agricultores de la comunidad la realización del abono Bokashi y el insecticida orgánico de extracto de Neem *Azadirachta indica*, que permitirá obtener el control del gusano cogollero y contar con abono que mejore la fertilidad del suelo.

Los productos con base de Neem y Bokashi reducirán la liberación de moléculas que contaminen el aire, suelo y agua estos productos contribuirán en la conservación y protección del suelo.

También mejoraran el rendimiento de Maíz sin incrementar demasiado los costos de producción.

IV. MARCO TEÓRICO

1. Marco Conceptual

1.1. El Maíz *Zea mays* L.

El Maíz *Zea mays* L. es una planta gramínea anual, originaria de México, introducida en Europa durante el siglo XVI, después de la invasión española. Actualmente es el cereal de mayor producción en el mundo, por encima del trigo y el arroz. (Pliego, 2015).

1.2. Características botánicas del Maíz

1.2.1. Taxonomía y morfología de la especie *Zea mays* L.

1.2.1.1. Taxonomía del Maíz

Reino: *Plantae*.

División: *Magnoliophyta*.

Clase: *Liliopsida*.

Orden: *Cyperales*.

Familia: *Poaceae*.

Género: *Zea*.

Especie: *Zea mays* L. (Sánchez, 2014)

1.2.1.2. Morfología de la planta de Maíz

La estructura de la planta está constituida por una raíz fibrosa y un tallo erecto de diversos tamaños de acuerdo al cultivo con hojas lanceoladas dispuestos y encajados en el tallo es una panoja que contiene la flor masculina, ya que la femenina se encuentra a un nivel inferior y es la que da origen a la mazorca. (Yusmaira, et al., 2011).

La planta puede alcanzar una altura de 2,50 a tres metros, según el cultivo y las condiciones de explotación. (Yusmaira, et al., 2011).

1.2.1.3. Raíz

El sistema radical este compuesto por una raíz primaria, que es de muy corta duración luego de la germinación. Para posteriormente configurar un sistema de raíces adventicias que brota a nivel de la corona del tallo y que entrelazan fuertemente por debajo de la superficie terrestre. (Yusmaira, et al., 2011).

El desarrollo del sistema radical va a depender de dos factores como son:

La humedad y las condiciones de preparación del suelo que se le presentaron a la tierra en suelo bien preparado, poroso y con una buena humedad desde los inicios de germinación, la raíz puede alcanzar hasta 1,80 metros de profundidad. (Yusmaira, et al., 2011).

El suelo de tipo franco arenoso se estima, que durante los primeros 25 días la planta tenga un rápido desarrollo que se aproxima 40 a 50 centímetros el que se incrementará en mayor a menor tamaño si las condiciones de fertilidad, porosidad y humedad sean favorables, pueden alcanzar una profundidad de 1,60 a 1,80 metros. (Yusmaira, et al., 2011).

1.2.1.4. El tallo

Es erecto, de estructura carnosa formado por nudos, se convierte en el eje central del sostén de la planta en donde se adhieren las hojas en posición alterna. La consistencia interior es carnosa, filamentosa y con mucha contenido de agua. (Yusmaira, et al., 2011).

1.2.1.5. La hoja

Está dispuesta en posición alterna en el tallo en números de 12-15 hojas, conformadas por una vaina, el cuello y el plano folial, de estructura flexible, fuerte nervadura central con nervaciones paralelas. (Yusmaira, et al., 2011).

La superficie es áspera y pubescente, la vaina es una estructura de forma cilíndrica abierta hasta el terminal que recubre el tallo el largo de la hoja a nivel intermedio que son de mayor longitud puede alcanzar 0,8 a 1,10 metros. (Yusmaira, et al., 2011).

1.2.1.6. Fenología

Es una espiga o panícula ubicada como terminaciones del tallo (ápice) conforma por 25 a 30 espiguillas que tienen dos flores envueltas en dos hojas llamadas glumas a su vez protegidas por el lema y palea. (Yusmaira, et al., 2011).

1.3. Requerimientos edafoclimáticos del Maíz

1.3.1. Precipitación

Las estimaciones de las necesidades de agua en Maíz oscilan entre 500 y 600 mm, dependiendo de la fecha de siembra, ciclo del cultivar y condiciones climáticas del año (Pedrol, et al., 2006).

1.3.2. Temperatura

Las temperaturas afectan la tasa de crecimiento del cultivo (que es máxima entre 28 a 31 °C si no hay restricciones de otros recursos). Además, las temperaturas altas aceleran todas las etapas de desarrollo, lo que puede limitar el crecimiento. (Pedrol, et al, 2006).

1.3.3. Radiación solar

La radiación solar es la fuente de energía para la planta cuando ésta se independiza de la semilla que le dio origen. Cuando no hay restricciones de agua y nutrientes, este recurso puede tornarse limitante para alcanzar altos rendimientos. (Pedrol, et al, 2006).

1.3.4. Exigencias en el suelo

El Maíz se adapta a todos tipos de suelo pero suelos con pH entre seis a siete son a los que mejor se adaptan. También requiere suelos profundos, ricos en materia orgánica,

con buena circulación del drenaje para no producir inundaciones que originen asfixia radicular. (INFOAGRO, S.f.).

1.4. Cultivo de Maíz

1.4.1. Variedades e híbridos de Maíz

1.4.1.1. Características del híbrido de Maíz HS-5g

Las características de este Maíz son muy buenas debido a que presenta una estabilidad y consistencia excepcional, excelente cobertura de mazorca, tolerante a la sequía con muy buena calidad de grano para la industria, rinde muy bien en el trópico húmedo, tolera el achaparra miento y lo más importante es que este grano blanco semi-dentado se adapta muy bien a condiciones adversas con un excelente costo beneficio en el mercado de Maíz debido a su fácil venta de producción. (Castillo & Saravia, 2017).

Cuadro 1. Características del híbrido de Maíz HS-5g.

Días a Floración (50% flor femenina).	53-55 días
Días de Cosecha (25% de humedad ciclo intermedio).	110-125
Días de elote	70-80
Altura de la planta metros	2.32-2.34
Altura de la mazorca del suelo cm	123-134
Longitud de la mazorca cm	16 a 22
Número de hileras en la mazorca	14 a 20
Rendimiento	80 qq/manzana
Adaptación de la plantación	0 a 1500 msnm

Fuente: AGROMEC (S/f).

1.4.2. Siembra

Antes de efectuar la siembra se seleccionan aquellas semillas resistentes a enfermedades, virosis y plagas.

Se efectúa la siembra cuando la temperatura del suelo alcance un valor de 12°C. Se siembra a una profundidad de cinco centímetros. La siembra se puede realizar a golpes, en llano o a surcos. (INFOAGRO, S.f.).

La separación de las líneas de 0.8 a 1 m y la separación entre las posturas de 20 a 25 cm. La siembra se realiza por el mes de abril. (INFOAGRO, S.f.).

1.4.3. Nutrición del Maíz

1.4.3.1. Nutrición química

La planta de Maíz usa 13 nutrimentos diferentes, tres son requeridos en cantidades grandes: el nitrógeno, el fósforo y el potasio. Siendo los nutrimentos que limitan la producción de Maíz, con mejor frecuencia el azufre y micronutrientes como el zinc y el magnesio. (CIMMYT, 2013).

Según Bertsch (1995), los requerimientos de nutrientes del cultivo dependen de la cantidad de toneladas por hectárea de grano que se estima cosechar.

Cuadro 2. Extracción de macronutrientes del cultivo de Maíz por hectárea y su relación con el rendimiento.

Rendimientos nutricionales del Maíz en kg/ha							
kg/ha	ton/ha	N	P	K	S	Mg	Ca
4000	4	100	18	68		14	18
5000	5	170	30	60	20	25	23
7000	7	200	34	130		24	31

Fuente: Bertsch (1995).

Cuadro 3. Requerimiento de macronutrientes para producir una tonelada de grano de Maíz.

Rendimientos nutricionales del Maíz en kg/ha							
kg/ha	ton/ha	N	P	K	S	Mg	Ca
1000	1	22	4	19	4	3	3

Fuente: García (s/f).

En la comunidad cantón Taracena el rendimiento mínimo que se desea tener del híbrido es de 4,545.45 kilogramos por ha, 4.5 toneladas por Ha.

1.4.3.2. Nutrición orgánica

Los abonos orgánicos son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas. Esta clase de abonos no sólo aporta al suelo materiales nutritivos, sino que además influye favorablemente en la estructura del suelo. (Borrero, S.f.).

1.4.3.2.1. Abono orgánico fermentado tipo Bokashi

Es uno de los abonos orgánico más completos, porque se está incorporando al suelo macro y micronutrientes básicos para las plantas. Es un proceso de descomposición en presencia de aire y bajo condiciones controladas, obteniendo resultados a corto plazo. (Borrero, S.f.).

1.4.3.2.2. Características del abono Bokashi

Este tipo de abono está compuesto por elementos 100 por ciento naturales, los cuales pasan por un proceso de descomposición aeróbico llevado a cabo por un gran número de microorganismos encargados de desintegrar cada elemento hasta convertirlo en un fertilizante con un nivel importante de nutrientes. (Hidroponia, 2016).

El Bokashi ofrece una cantidad importante de beneficios, ya que no sólo permite mantener suelo estable, sino que también ayuda a favorecer sus características físicas. (Hidroponia, 2016).

Además, con este abono es posible regular los agentes benéficos como hongos y bacterias encargados de brindarle a la tierra mejores condiciones de sanidad, lo que se ve reflejado en plantas más sanas y con una estructura más fuerte. (Hidroponia, 2016).

1.4.3.2.3. Ventajas del Bokashi

Según Kasuya y Alarcón (2005)

- Los materiales necesarios se encuentran en casas terrenos son aportados por los recursos naturales.
- Contiene todos los elementos necesarios que los cultivos necesitan y muchos microorganismos benéficos.
- El método de producción es muy variable, cada agricultor tiene la forma original.
- El proceso es rápido, alrededor de tres semanas.
- El abono no es solo para la planta. También puede cambiar la calidad de los suelos si se utiliza en cada cosecha.
- No contamina el medio ambiente.

1.4.3.3. Aportes al suelo

Bokashi contiene muchos nutrientes, pero el efecto de mejorar las propiedades físicas del suelo es bajo. El Compost tiene alto efecto para mejorar las propiedades físicas del suelo. Si se abona usando juntos Bokashi y Compost, puede esperar mejor efecto, colocando el Bokashi sobre. (Pavón & Zapata, 2011).

Cuadro 4. Nutrientes aportados por el abono fermentado bokashi, expresado en porcentaje del peso seco.

Elemento	Cantidades %
Nitrógeno	2.06
Fósforo	1.03
Potasio	0.6
Calcio	1.06
Magnesio	0.55
Materia Orgánica	18.9

Fuente: Pavón & Zapata (2011).

1.4.4. Plagas

1.4.4.1. Gusano de alambre *Agriotes* spp

Viven en el suelo aparecen en suelos arenosos y ricos en materia orgánica. Estos gusanos son coleópteros. Las hembras realizan puestas de 100 a 250 huevos de color blanquecino y forma esférica. (INFOAGRO, S.f.).

Las larvas de los gusanos de alambre son de color dorado y los daños que realizan son al alimentarse de todas las partes vegetales y subterráneas de las plantas jóvenes. (INFOAGRO, S.f.).

TAXONOMIA del Gusano Cogollero *Spodoptera frugiperda*.

Reino: *Animalia*.

Filo: *Arthropoda*.

Clase: *Insecta*.

Orden: *Lepidoptera*.

Familia: *Noctuidae*.

Género: *Spodoptera*.

Especie: *S. frugiperda*. Fuente: Lezaun (S.f.).

Según Lezaun (S.f.) el gusano cogollero es una plaga que ocasiona pérdidas si no se controla oportunamente, de acuerdo al comportamiento del campo y su importancia se encuentra en el grupo de las plagas que ocasionan daños económicos anualmente por que están presentes durante todo el ciclo.

En referencia al cultivo de Maíz los ataques más severos se presentan durante la fase vegetativa inicial del desarrollo de las plantas, 30 días después de la siembra, pueden llegar a ocasionar pérdidas en el rendimiento de un 30 a un 64 %. (Lezaun, S.f.).

Por esto demanda de tres a cuatro aplicaciones químicas para su control, incrementando así los costos de producción. (Lezaun, S.f.).

En implantación la plaga actúa como cortadora, cuando el barbecho previo se mantuvo sucio, con predominancia de malezas Poaceae. Con cultivo emergido, tiene preferencia por el cogollo de Maíz. (Lezaun, S.f.).

- **Umbral económico del gusano cogollero**

La cuantificación del daño de gusano cogollero depende del nivel de infestación y el estado fenológico del cultivo, pudiendo oscilar el Umbral Económico entre diez y 50 % de plantas infestadas, teniendo las etapas de los estadios y la duración del gusano cogollero que es de 24 a 40 días en la figura 1. (Lezaun, S.f.).

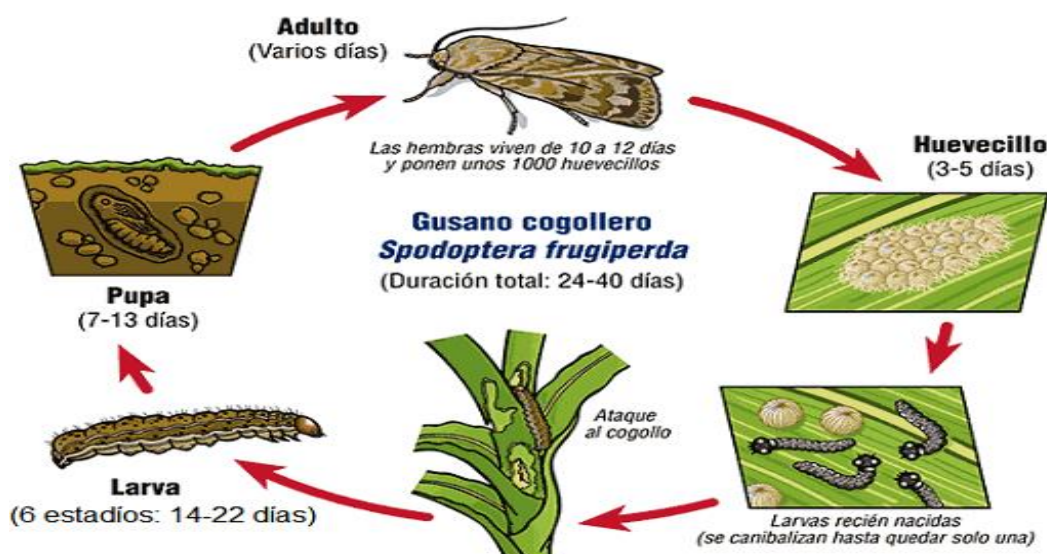


Figura 1. Instares larvales del gusano cogollero *Spodoptera. frugiperda*.

Fuente: Lezaun (S.f.).

1.4.4.2. Control químico del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*

1.4.4.2.1. Larvin 37,5 SC para el control del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*

Actúa inhibiendo la síntesis de colinesterasa, modo de acción distinto al de los piretroides utilizados para el control de orugas. Es muy selectivo por su bajo impacto sobre la población de los predadores. (Chango, 2012).

Modo de Acción Larvin 37,5 SC ingrediente activo Thiodicarb es un insecticida que actúa por contacto para el control de huevos del gusano cogollero; su acción ovicida la ejerce en tres formas:

- Por contacto con los huevos que existan en el momento de la aplicación.
- Cuando la larva empieza a emerger del huevo y se alimenta del corión del huevo tratado
- Por su residualidad elimina los huevos que son ovipositados por los adultos sobre el follaje.

Composición principio activo del insecticida Larvin 37,5 SC

Thiodicarb 80% Formulación: WG (Gránulos dispersables en agua). (Chango, 2012).

Recomendaciones de uso del insecticida Larvin 37,5 SC

Según la FAO la recomendación de uso de este insecticida es de 50 a 70 gotas/cm² ya que este insecticida su modo de acción es por ingestión.

Según Chango (2012) es recomendable aplicar carbamatos al agua si el pH es de cinco a 7.5 este es un factor importante en la actividad biológica sobre los insecticidas.

Para Larvin se aconseja trabajar en un rango de tres a 7,5 para evitar la hidrólisis del producto. Dosis de uso: 100 g/Ha. (Chango, 2012).

Actividad larvicida del insecticida Larvin 37,5 SC

Alto poder de volteo (control efectivo dentro de las 48 hrs Actividad residual durante 12 días bajo presión constante. (Chango, 2012).

Según Chango (2012) la actividad del insecticida aumenta con temperaturas altas y no es afectada por la luz solar, tiene un impacto bajo sobre los organismos benéficos, tiene poca reaparición de plagas como ácaros, áfidos y mosca blanca, las aplicaciones del producto deben de ser con frecuencias de diez a 20 días.

Cuadro 5. Moléculas utilizadas para el control de gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* en Maíz.

MATERIA ACTIVA	DOSIS	Presentación del producto
Carbaril 10%	15-25 Kg/ha	Polvo para espolvoreo
Cipermetrin 0.2%	20-30 kg/ha	Gránulo
Clorpirifos 1.5%	20-30 kg/ha	Gránulo
Diazinon 40%	0.10-0.20 %	Polvo mojable
Endosulfan 4%	20 kg/ha	Gránulo
Esfenvalerato 2.5%	0.60 L/ha	Concentrado emulsionable
Fenitrotion 3%	20-30 Kg/ha	Gránulo
Fosmet 20%	0.30%	Concentrado emulsionable
Lindano 2%	25-30 Kg/ha	Gránulo
Metil Paration 24%	0.15-0.25%	Microcápsulas
Permetrin 0.25%	20-30 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Triclorfon 5%	20-30 kg/ha	Polvo para espolvoreo

Fuente: INFOAGRO (S.f.).

1.4.4.3. Control orgánico del gusano cogollero *spodoptera frugiperda*

Los insecticidas orgánicos son compuestos hechos a base de ingredientes naturales, los que tienen la capacidad de disminuir o prevenir la aparición de agentes dañinos para las plantas como hongos y bacterias. (HIDROPONIA, 2015).

Estos elementos se caracterizan por tener un efecto residual muy bajo que evita la contaminación del medio ambiente y gracias a su composición natural tienen la capacidad de degradarse más rápido que otros productos. (HIDROPONIA, 2015).

1.4.4.3.1. Taxonomía del árbol de Neem

Reino: *Plantae*.

División: *Magnoliophyta*.

Clase: *Equisetopsida* C. Agardh.

Subclase: *Magnoliidae* Novák ex Takht.

Familia: *Meliaceae*.

Orden: *Sapindales*.

Super orden: *Rosanae* Takht.

Orden: *Sapindales* Juss. ex Bercht. & J. Presl.

Familia: *Meliaceae* Juss.

Género: *Azadirachta* A. Juss.

Especie: *A. indica*. (García, 2017)

1.4.4.3.2. Componentes activos del neem

El árbol de Neem contiene 30 metabolitos insecticidas de ellos, el más importante y que le da la propiedad insecticida es la sustancia identificada como Azadiractina (aza). (Cruz & Sánchez, 2004).

Esta es una sustancia aislada que es reconocida como el principal compuesto activo de mayor bioactividad contra los insectos, esta ha sido encontrada en todas las partes de la planta. (Cruz & Sánchez, 2004).

1.4.4.3.3. Efecto sobre las plagas

La actividad insecticida del Neem afecta de manera significativa el comportamiento, crecimiento, desarrollo y fisiología de los insectos por lo que resulta una reducción del daño en los cultivos. (Cruz & Sánchez, 2004).

2. Elaboración del bioinsecticida a base de hojas de neem

Colecta de semilla: Los frutos maduros (amarillos) deben recogerse de los árboles, se despulpan para extraer la semilla, ésta se lava hasta dejarla limpia y se pone a secar a la sombra durante cuatro a ocho días. (Cruz & Sánchez, 2004).

Colecta de hojas: Se ha determinado que la cantidad de Aza en las hojas varia a través del año. La mayor cantidad se almacena durante la temporada seca, cuando el árbol se encuentra en “latencia” previo a la floración. (Cruz & Sánchez, 2004).

Extractos con agua: a un litro de agua se le adicionan 400 g de hoja o 100 g de semilla molida, esta mezcla se deja reposar durante 24 horas. (Cruz & Sánchez, 2004).

Manejo del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* con extracto de la planta Neem

El Neem es un árbol originario del sudeste asiático, cuyas hojas y semillas se utilizan para el control del cogollero al actuar sus extractos como inhibidores del desarrollo. Todas las partes del árbol de Neem contiene químicos naturales que se utilizan como insecticida, para hacer el insecticida. (Negrete & Morales, S.f.).

El efecto insecticida se lo da una sustancia que se llama Azadirachtin que detiene la alimentación del insecto y no lo deja reproducirse o desarrollar metamorfosis completa. (Negrete & Morales, S.f.).

Aplicación de Insecticida de Neem en el cultivo de Maíz

La concentración utilizada según Montes, et al. (S.f) en los tratamientos fueron de 20% de extracto del follaje del árbol de Neem y cuatro aplicaciones disminuyo el porcentaje de daño por la plaga a las plantas durante los primeros 54 días, esto demuestra la efectividad del bioinsecticida del Neem.

Recolección

Para la recolección de las mazorcas de Maíz se aconseja que no exista humedad en las mismas, más bien secas. La recolección se produce de forma mecanizada para la obtención de una cosecha limpia, sin pérdidas de grano y fácil. (INFOAGRO, S.f.).

2. Marco Referencial

2.1. Nombre de la comunidad

El nombre de la comunidad es Taracena del municipio de Santo Domingo Suchitepéquez, Suchitepéquez.

2.2. Localización de la comunidad cantón Taracena

La comunidad Taracena está localizada a cuatro kilómetros de la municipalidad del municipio de Santo Domingo siendo las colindancias. norte con: finca La Legua, al oeste aldea Chimulbua, al este con lotificación Orizabal, al sur con lotificación San Fernando.

2.3. Vías de acceso de la comunidad cantón Taracena

Las vías de acceso a la comunidad Taracena se sitúa en la entrada al municipio de Santo Domingo Suchitepéquez, también existen callejones de acceso peatonal llamados el cañal el cedro y callejón los Pérez, estos teniendo solo entrada peatonal.

2.4. Ubicación geográfica de la comunidad cantón Taracena

Comunidad Taracena, se ubica en las coordenadas geográficas 14° 29' 40" de latitud Norte y 91° 29' 39" de longitud Oeste, respecto al meridiano de Greenwich. A una altitud de 256 metros sobre el nivel del mar.

2.5. Croquis de ubicación del experimento en comunidad Cantón Taracena

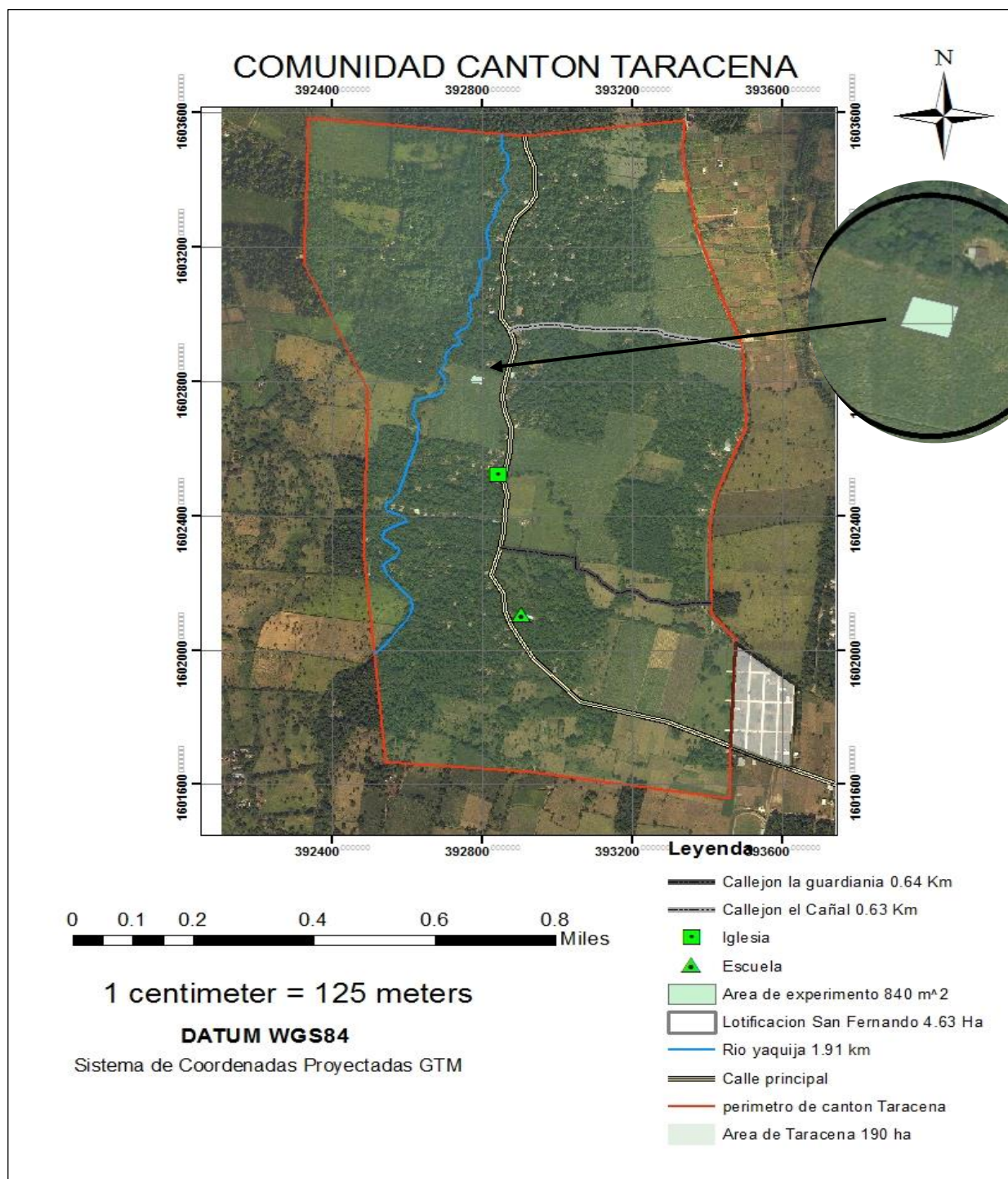


Figura 2. Croquis de la comunidad Taracena, ubicada en el municipio de Santo Domingo Suchitepéquez.

Fuente: Autor 2019.

2.6. Descripción ecológica de la comunidad cantón Taracena

2.6.1. Zona de vida y clima

La comunidad Taracena está en la zona de vida bosque muy húmedo subtropical cálido esta zona de vida es la más importante de Guatemala, es una franja de 40 a 50 Km. La temperatura máxima es de 34 °C y la mínima de 19 °C la humedad relativa está en un 63 %. Los vientos son de 6.7 Km / hora. (Ventures, 2016).

La gráfica siguiente muestra las temperaturas para el año 2017, teniendo la temperatura media mensual de 27.35 °C en la estación San Nicolás, ubicada en el municipio de San Lorenzo Suchitepéquez, es la estación más cercana al municipio de Santo Domingo Suchitepéquez.

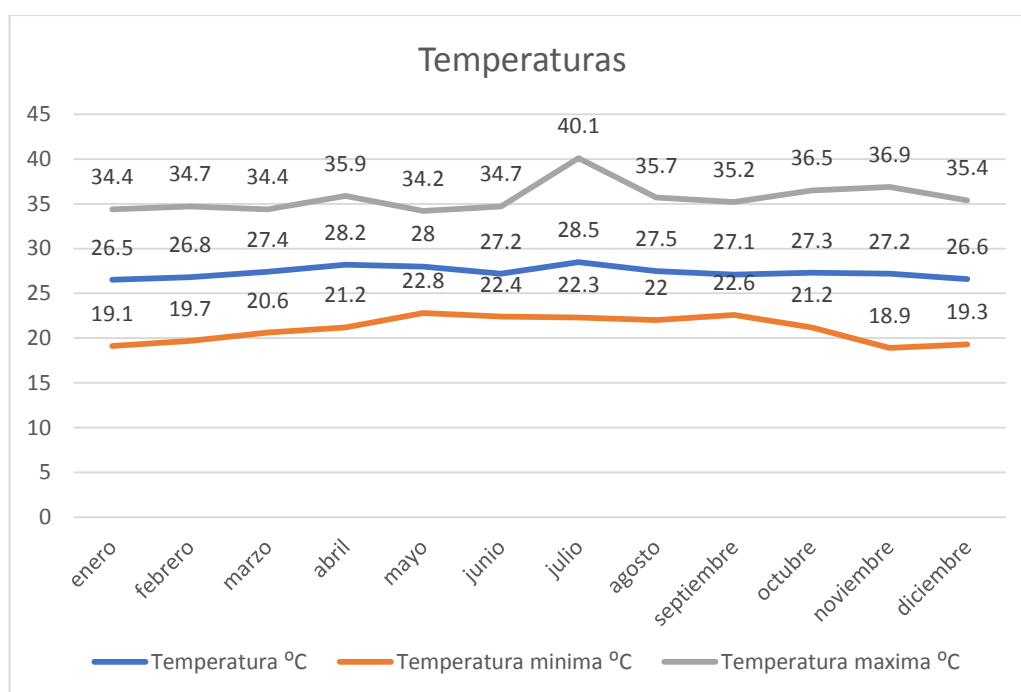


Figura 3. Gráfica de temperatura anual en el año 2017.

Fuente: ICC (2018).

La figura 3, muestra que dentro de la comunidad cantón Taracena la temperatura mayor es en el mes de julio con una temperatura de 40.1 °C y la temperatura desciende a una mínima de 18.9 °C en el mes de noviembre.

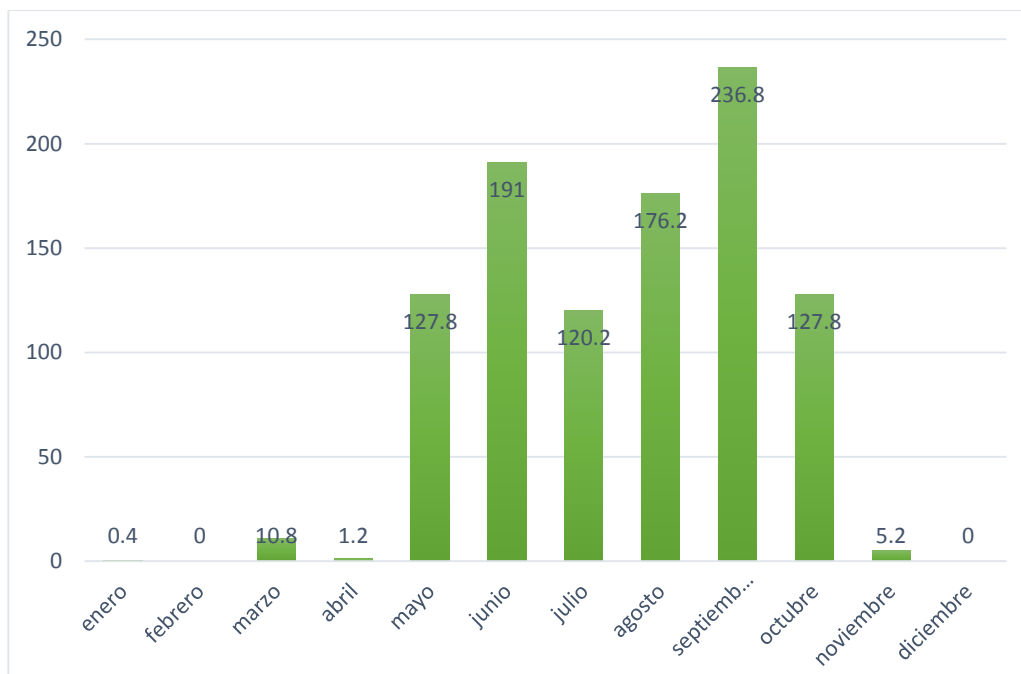


Figura 4. Precipitación anual en estación San Nicolás en el año 2017.

Fuente: ICC (2018).

En la gráfica de la figura 4, se presenta la distribución mensual de las precipitaciones del año 2017, la que muestra que el mes con mayor precipitación dentro de la comunidad cantón Taracena es el mes de septiembre con una precipitación de 263.8 milímetros de lluvia mensual, el mes con más baja precipitación es diciembre el que muestra que no hubo precipitación durante todo el mes.

2.6.2. Suelo

El uso potencial de los suelos es el aprovechamiento máximo que se le puede dar a un área determinada de terreno, después de conocer su calidad y vocación por medio de la práctica, análisis y estudios, que permiten obtener mejores resultados en periodos de tiempo, dependiendo del tipo y uso que se le desee dar.

Según Simmons, Tárano y Pinto (1959) en la clasificación de suelos (USDA) los suelos pertenecen a la serie de Mazatenango las cuales se encuentran desarrollados sobre

cenizas volcánicas de color claro con una textura Franco-arcillo-arenoso, con profundidades que van de 0 a 0.35 m.

Según el estudio físico realizado en la comunidad cantón Taracena encontramos un suelo franco arenoso este es un suelo que presenta bastante arena, pero también posee limos y arcillas esto le otorga más de coherencia entre las partículas estos suelos son de textura moderadamente gruesa este tipo de textura tiene un equilibrio entre la permeabilidad al agua y tiene alta retención de los nutrientes.

2.6.3. Hidrografía

En la comunidad se cuenta con fuentes de agua de pozo artesanal estos son utilizados en algunas viviendas ya que no todas las viviendas tienen pozos artesanales.

por la parte este de la comunidad Taracena pasa el río Yaquiya que es perteneciente a la cuenca Sis-Icán vertiente del pacifico con un área de 236 KM cuadrado y la sub cuenca llamada río Sis II, se mantiene con agua en época seca.

También se cuenta con agua municipal con el servicio permanentemente.

V. OBJETIVOS

1. Objetivo General

Evaluar extracto de Neem y abono Bokashi, sobre el rendimiento del cultivo de Maíz *Zea mays* L. híbrido HS-5g en comunidad Taracena Santo Domingo Suchitepéquez.

2. Objetivos Específicos

- 2.1. Evaluar el abono Bokashi sobre el rendimiento del híbrido de Maíz HS-5g.
- 2.2. Evaluar el extracto de Neem para el control de gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* del Maíz en el híbrido HS-5g.
- 2.3. Realizar análisis económico de los sistemas de producción evaluados.

VI. HIPOTESIS

Ho1: Todos los tratamientos serán iguales en el control del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*.

Ha1: Al menos uno de los tratamientos será diferente en el control del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*.

Ho2: Todos los tratamientos nutricionales mostraran el mismo resultado sobre el rendimiento de Maíz Hibrido HS-5g.

Ha2: Al menos uno de los tratamientos mostrara diferencias significativas sobre el rendimiento de Maíz Hibrido HS-5g

Ho3: No existirá interacción entre las diferentes aplicaciones nutricionales y control del gusano cogollero.

Ha: Existirá interacción entre las diferentes aplicaciones nutricionales y el control del gusano cogollero.

VII. MATERIALES Y METODOS

1. Factores en evaluación del experimento en el cultivo de Maíz

- **Control de plaga**
 - Orgánico a base de extracto de árbol de Neem.
 - Químico aplicación de producto Larvin 37,5 SC
 - Testigo

- **Fertilización**
 - Abono orgánico Bokashi.
 - Complementación nutricional
 - Testigo.

2. Diseño experimental de la evaluación del cultivo de Maíz

El modelo que se estableció fue un diseño en bloques al azar bifactorial con arreglo en Parcelas divididas.

Modelo estadístico-matemático es el siguiente.

$$Y_{ijk} = \mu + \gamma_k + \tau_i + (\gamma\tau)_{ki} + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = Observaciones de la unidad experimental.

μ = Media general del ensayo.

γ_k = Efecto de los bloques.

τ_i = Efecto del tratamiento τ de la parcela.

$(\gamma\tau)_{ki}$ = Error de la parcela [E(a)].

β_j = Efecto del tratamiento β de la subparcela.

$(\tau\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción de los tratamientos de la parcela y subparcela.

ε_{ijk} = Error de la subparcela [E(b)]

Grados de libertad

$$A(b-1)(r-1)$$

$$3(3-1)(3-1)$$

$$3(2) * (2) = 12$$

3. Tratamientos evaluados dentro del experimento

Los tratamientos evaluados fueron nueve, producto de la combinación de los factores en estudio.

Cuadro 6. Aleatorización de los niveles de nutrición y control de cogollero en la investigación del cultivo de maíz.

FACTOR A (nutrición)	FACTOR B (control de Cogollero)	TRATAMIENTOS
A1. Bokashi	B1. NEEM	A1B1
A1. Bokashi	B2. QUIMICO	A1B2
A1. Bokashi	B3. TESTIGO	A1B3
A2. Complementación nutricional	B1. NEEM	A2B1
A2. Complementación nutricional	B2. QUIMICO	A2B2
A2. Complementación nutricional	B3. TESTIGO	A2B3
A3. Testigo	B1. NEEM	A3B1
A3. Testigo	B2. QUIMICO	A3B2
A3. Testigo	B3. TESTIGO	A3B3

Fuente: Autor, 2019.

4. Variables de respuesta del experimento

La variable de respuesta fue rendimiento en kg por hectárea de grano seco de Maíz.

La evaluación del efecto del insecticida con base de extracto de hoja de Neem se evaluó con la incidencia que afecte la plaga al cultivo de *Z. mays*.

5. Análisis de los datos obtenidos en el experimento evaluado

Se efectuó el análisis de variancia (ANDEVA), realizado con el programa InfoStat/L de acuerdo al diseño experimental planteado; pruebas de significancia de Tukey al 5%, para diferenciar entre tratamientos y factores en estudio e interacción.

Se efectuó un análisis económico de los tratamientos se realizará aplicando el método de cálculo de relación beneficio costo.

5.1. Características del experimento en el cultivo de Maíz

Número de tratamientos	9
Número total de parcelas	27
Ancho de caminos	1 m entre bloques y 0.30 m entre parcelas
Número de plantas/parcela	112 plantas
Largo de la parcela	5.6 m
Ancho de la parcela	2.25 m
Distancia entre hileras	0.75 metros
Distancia entre plantas	0.40 metros
Área de la parcela	12.6 metros cuadrados
Semillas/postura	2 semillas

6. Croquis de campo de la evaluación del cultivo de Maíz

El cuadro 7 presenta el croquis de campo utilizado dentro del experimento en la evaluación del cultivo de Maíz en la comunidad cantón Taracena, Santo Domingo Suchitepéquez.

Cuadro 7. Croquis de campo con los nueve tratamientos establecidos aleatorizados.

	Parcela Grande abono orgánico			Parcela Grande complementación nutricional			Parcela Grande Testigo		
I	T1	T2	T3	T6	T5	T4	T9	T8	T7
	p.p	p.p	p.p	p.p	p.p	p.p	p.p	p.p	p.p
	Parcela Grande Testigo			Parcela Grande abono orgánico			Parcela Grande complementación		
II	T7	T8	T9	T2	T1	T3	T5	T6	T4
	p.p	p.p	p.p	p.p	p.p	p.p	p.p	p.p	p.p
	Parcela Grande complementación			Parcela Grande Testigo			Parcela Grande abono orgánico		
III	T6	T5	T4	T7	T9	T8	T2	T3	T1
	p.p	p.p	p.p	p.p	p.p	p.p	p.p	p.p	p.p

Fuente: Autor, 2019.

Descripción

p.p: parcela pequeña.

Cuadro 8. Descripción de los tratamientos evaluados en la investigación del cultivo de Maíz.

Tratamientos	
T1	Bokashi * Orgánico
T2	Bokashi * Químico
T3	Bokashi * Testigo
T4	Complementación nutricional * Orgánico
T5	Complementación nutricional * Químico
T6	Complementación nutricional * Testigo
T7	Testigo * Orgánico
T8	Testigo * Químico
T9	Testigo * Testigo

Fuente: Autor, 2019.

En el cuadro 8 se describe detalladamente las interacciones de los niveles evaluados en la investigación para la realización de los tratamientos utilizados en la investigación del cultivo de Maíz.

7. Unidad experimental

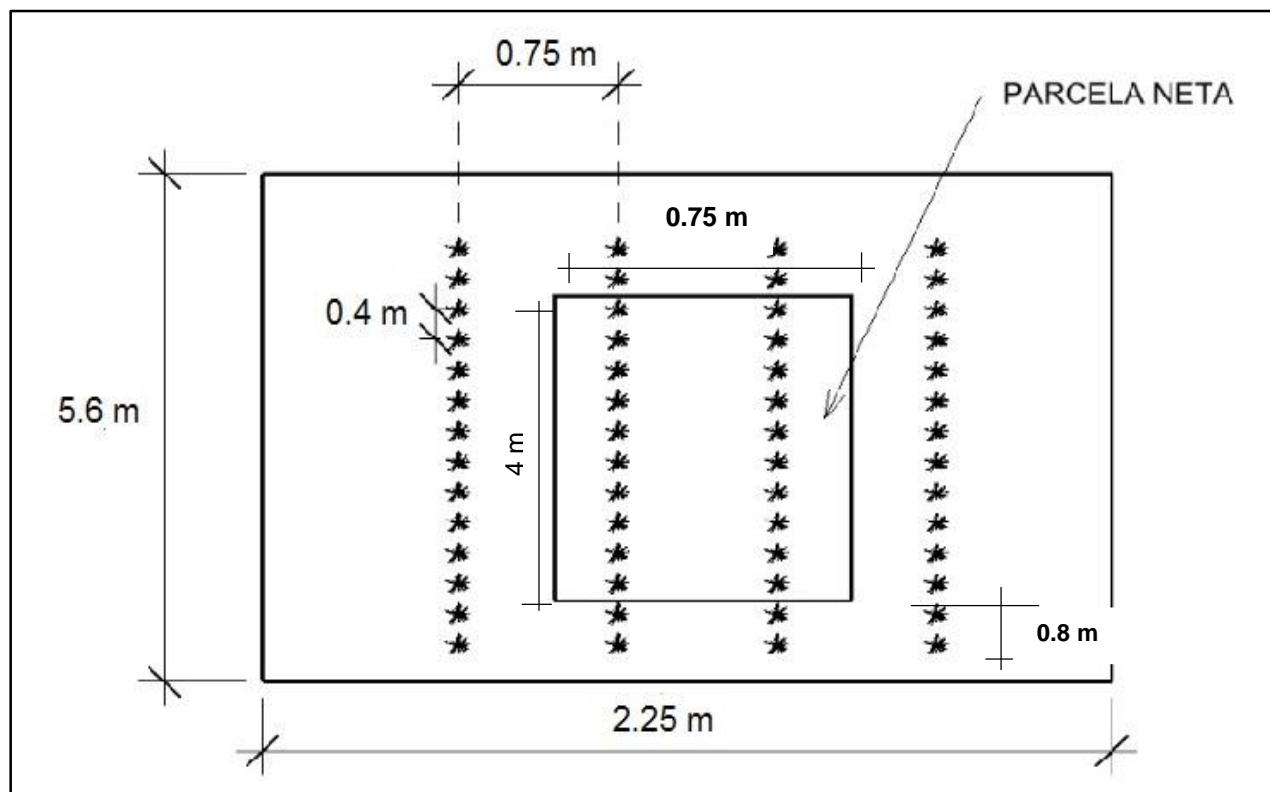


Figura 5. Unidad experimental, de la investigación en el cultivo de Maíz con sus dimensiones.

Fuente: Autor 2019.

Se utilizaron 27 unidades experimentales cada una con cuatro surcos de 14 posturas por surco, con dos semillas por postura, la unidad tuvo una dimensión de 5.6 metros de largo y 2.25 metros de ancho, tuvo 112 plantas, la parcela neta estuvo en el centro conformada de 40 plantas de Maíz.

8. Manejo del experimento

- **Preparación del terreno**

Se empezó por el desmalezado del área donde se montó el experimento donde se realizó la siembra del cultivo de Maíz *Zea mays* L.



Figura 6. Desmalezado del terreno donde se estableció el experimento.

Fuente: Autor 2019.

- **Siembra**

El distanciamiento de siembra utilizado 0.40 m entre planta y 0.75 m entre surco, sembrando dos semillas por postura para tener una densidad 66,666 plantas /Ha.



Figura 7. Siembra del cultivo de Maíz para la realización de la investigación.

Fuente: Autor 2019.

- **Control de maleza**

El control de las malas hierbas se realizó manual con herramienta machete y azadón.



Figura 8. Desmalezado del área del experimento.

Fuente: Autor 2019.

- **Control de plagas al suelo**

Para el control de plagas en el suelo se aplicó el producto Lorsban R, ingrediente activo Clorpirifos etil de 44.50% a dosis de un litro por hectárea, esta es la recomendación dada por Bayer.

- **Cosecha**

Para la realización de la cosecha se doblaron las plantas de Maíz en su etapa fenológica R1 para el secado de las mazorcas en la planta, se dejaron 15 días dobladas luego se cosecharon las mazorcas.

9. Realización del abono bokashi

- Se inició disolviendo la panela en agua hervida.
- Se colocó el agua y se dejó hervir la panela, en otra cubeta, con cinco litros de agua fría se agregará cuatro onzas de levadura molida.



Figura 9. Disolución de la panela en agua hirviendo para la realización de abono Bocashi.

Fuente: Autor 2019.

- Se le agrego tierra negra y estiércol de ganado disolviendo estos.
- Se colocó la hojarasca y ceniza.
- Seguidamente se agregó la mezcla de levadura y panela disuelta sobre los otros materiales, se aplicó poco a poco hasta cubrir toda la superficie.
- Se agregó agua y al mismo tiempo se volteó varias veces con la pala, para obtener una humedad relativa que anduvo entre el 50 a 60% esta humedad se determinara física y visualmente.



Figura 10. Aplicación del agua de la panela disuelta con levadura, volteando la mezcla.

Fuente: Autor 2019.

- Se cubrió con costales la mezcla realizada, dejando esta mezcla bajo techo.
- Se volteó cada día por tres semanas, en la primera semana, en la segunda semana se volteó dos veces cada día, por la mañana y por la tarde, y tercera semana solo se volteó una vez cada día. Dardón (2015).

Materiales para los cuatro quintales de Abono Bokashi que se utilizaron durante el experimento.

Cuadro 9. Materiales utilizados para los cuatro quintales de abono en el

Materiales para abono	cantidad
Hojarasca seca	1 quintal
Tierra negra	1 quintal
Estiércol de bovino	1 quintal
Ceniza	½ quintal de ceniza
Panela	½ tableta de panela
Levadura	2 onzas de levadura

experimento.

Fuente: Cabrera (2011).

10. Evaluación del efecto del abono orgánico Bokashi en la comunidad cantón Taracena

- Se buscaron fuentes de investigaciones para el uso de abonos orgánicos en el cultivo de Maíz.
- Se evaluó un abono orgánico en híbrido el abono evaluado fue el abono fermentado Bokashi.
- La dosis que se utilizó fue de 14 gramos por planta utilizando una cantidad de abono en todo el experimento de un quintal esto se realizó en una sola aplicación antes de la siembra.



Figura 11. Aplicación de abono orgánico para la siembra de Maíz.

Fuente: Autor 2019.

11. Realización de muestreo de suelo con fines de fertilidad

- Se dividió el área de experimento en tres sectores (Norte, Sur, Centro).
- Se tomaron seis submuestras de suelo con una profundidad de 20 cm por cada división de la comunidad.
- Se recorrió los sectores trazados del área del experimento en forma de zig-zag a cada 15 pasos se recogió una submuestra.
- Se utilizó una pala para hacer un hueco en forma de “v” de 20 cm de profundidad, se tomó una porción de dos o tres centímetros de sus lados.



Figura 12. Toma de muestra de suelo de la comunidad cantón Taracena para llevarla a laboratorio y determinar los aportes nutricionales del suelo.

Fuente: Autor 2019.

- Se quitaron los bordes con un machete dejando una parte de 5 cm de ancho.
- Se depositó en una bolsa de nylon todas las muestras tomadas para mezclarlas.



Figura 13. Recolección de las muestras tomadas para llevarlas a laboratorio.

Fuente: Autor 2019.

- Se pesó un kilogramo ya homogenizadas las submuestras y se llevaron al laboratorio de Anacafé.

12. Preparación de insecticida de extracto de Neem

- Se recolectaron las hojas verdes del árbol de Neem.



Figura 14. Recolección de hoja de árbol de Neem para la realización de insecticida orgánico.

Fuente: Autor 2019.

- Se molieron las hojas y se mezclaron 400 gramos de hoja de Neem por cada litro de agua.



Figura 15. Molienda de las hojas del árbol de Neem para la realización de insecticida.

Fuente: Autor 2019.

- Se Mezcló jabón de coco para formar una solución jabonosa espesa, se aplicó a la mezcla y se agitó durante diez minutos.



Figura 16. Jabón de coco utilizado para la realización del insecticida orgánico.

Fuente: Autor 2019.



Figura 17. Aplicación de jabón de coco para la realización de insecticida orgánico.

Fuente: Autor 2019.

- Se dejó reposar durante 24 horas tapado en un lugar fresco y que de poca luz. Negrete & Morales (S.f.).

13. Aplicación del insecticida Orgánico

- Se aplicó insecticida orgánico hecho de extracto de Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) en un híbrido HS-5g.
- La concentración utilizada fue por cada litro de agua se aplicó 80 por ciento de agua y 20 por ciento de solución de extracto de hoja del árbol de Neem.
- Las aplicaciones se realizaron a los 10, 20, 30 y 40 días después de la germinación de la plantación del híbrido de Maíz. (Montes, et al, S.f).



Figura 18. Aplicación de insecticida orgánico al Cultivo de Maíz.

Fuente: Autor 2019.

14. Evaluación de la nutrición y control de plagas en el híbrido de Maíz HS-5g

Para la nutrición complementaria se envió una muestra de suelo del área donde se montó el experimento con esto, se conoció el aporte de nutrientes del suelo las aplicaciones de los fertilizantes Nitrógeno, Fósforo, y Potasio y planificar la complementación del requerimiento nutricional del cultivo de Maíz *Zea mays* L., los resultados del análisis químico del laboratorio se presentan en la figura 25 en anexos.

Complementación nutricional

En el cuadro 10, se presentan la concentración de nutrientes en kilogramos por hectárea aportados por el suelo a profundidad de 20 centímetros, en Comunidad Cantón Taracena.

Cuadro 10. Aportes nutricionales del suelo por hectárea en comunidad Cantón Taracena, Santo Domingo, Suchitepéquez.

Elemento	Kilogramos/ha
Nitrógeno N	0
Fósforo P ₂ O ₅	36.21
Potasio K ₂ O	861.83
Calcio Ca	2860.57
Magnesio MgO	334.92
Azufre SO ₄	11.47
Cobre Cu	5.22
Hierro Fe	133.41
Manganeso Mn	12.79
Zinc Zn	5.49
Boro HBO	0.27

Fuente: Autor 2019.

Cuadro 11. Cuadro de comparación del aporte de nutrientes del suelo de cantón Taracena y los requerimientos nutricionales del cultivo de Maíz.

Elemento	Requerimiento kg/ha	Aporte del suelo Kg/ha	Eficiencia del fertilizante	Cantidad aplicada Kg/ha
Nitrógeno N	187	0	0.75	250
Fósforo P ₂ O ₅	87.02	36.21	0.85	60
Potasio K ₂ O	230.4	861.83	0	0
Calcio Ca	38	2860.57	0	0
Magnesio MgO	44	334.92	0	0
Azufre SO ₄	22	11.47	1	11
Cobre Cu	0.1	5.22	0	0

Hierro Fe	1.9	133.41	0	0
Manganeso Mn	0.3	12.79	0	0
Zinc Zn	0.3	5.49	0	0
Boro HBO	0.2	0.27	0	0

Fuente: Autor 2019.

En el cuadro anterior se describe los elementos aportados por el suelo en kilogramos por hectárea, y las exigencias nutrimentales del cultivo de Maíz teniendo los elementos deficientes dentro de las aportaciones del suelo son los elementos nitrógeno, azufre y fósforo estableciendo la dosis por hectárea requerida de cada elemento, los datos de dosis en kilogramo/ha se obtuvieron con la resta del requerimiento del cultivo de Maíz menos el aporte del suelo dividiéndolo dentro de la efectividad de aplicación de cada elemento para el elemento azufre SO_4 es 1, Fósforo P_2O_5 0.85 y el Nitrógeno 0.75.

Cuadro 12. Cantidad y tipos de fertilizantes, aplicados al cultivo de Maíz.

Elemento	Fertilizante	Cantidad kg/ha	N kg/ha	P kg/ha	S kg/ha	Quintales por ha
Nitrógeno (N)	Urea	392.06	180.34			8.63
Fósforo (F)	20-20-0	298.85	59.77	59.77		6.57
Azufre (S)	Sulfato de amonio	43.88	9.21		10.53	0.97
		total, kg/ha	249.33	59.77	10.53	

Fuente: Autor 2019.

Las cantidades de kilogramos de fertilizantes por ha se obtuvieron de la multiplicación de dosis kg/ha en el cuadro 11 por 100 esto dividido por el porcentaje de elemento aportado dentro de cada producto para el elemento azufre contiene 24% de azufre y 21% de nitrógeno, el producto para el elemento fósforo aporta 20% de nitrógeno y 20% de fósforo, para la aplicación del elemento nitrógeno utilizando el producto urea aporta 46% de

nitrógeno esto se le resto los porcentajes que ya se habían aplicado en los otros dos productos que aportan nitrógeno.

Las aplicaciones de los fertilizantes fueron fraccionadas durante las etapas vegetativas del cultivo de Maíz, la aplicación del azufre fue a los 15 días después de la siembra, el elemento fósforo, se aplicó en la etapa v2 a v4 esto es a los 20 días después de la siembra, el nitrógeno es requerido en la etapa v7 a r1, la etapa v7 se aplicó a los 60 días después de la siembra.

Se empleó una parcela testigo donde se le hicieron aplicaciones nutricionales como los agricultores manejan el cultivo de Maíz en la comunidad Taracena, se hizo una aplicación de fertilizante 20-20-0 al mes de la siembra, y una aplicación de urea 46-0-0 a los 45 días después de la siembra.

Para plagas se hicieron aplicaciones de Larvin 37,5 SC su ingrediente activo es Thiodicarb.



Figura 19. Aplicación de insecticida químico a la plantación de Maíz.

Fuente: Autor 2019.

Según PIONEER (S.F) el momento adecuado para el control del gusano cogollero es antes que la larva llegue a 1.5 cm de longitud, de ese tamaño ya se alojan en los cogollos del cultivo dificultando más el control, se realizó una aplicación a los diez días después de la siembra

También se manejó un testigo absoluto, donde no tuvo control de cogollero.

Porcentaje de Incidencia del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*

Se realizó un muestreo de la plantación a los 21 días después de la aplicación de los productos para saber la incidencia con que es atacada la plantación de la plaga del gusano cogollero, esto se determinara usando la fórmula siguiente.

$$\% \text{ Incidencia} = \frac{\text{Número de plantas afectadas}}{\text{Número de plantas evaluadas}} \times 100$$

Daño de severidad según Escala de Davis



Figura 20. Escala de daño de la plaga gusano cogollero según escala de Davis.

Fuente: PIONEER (S.F).

Durante el ciclo vegetativo del cultivo, se utilizó la escala de Davis para identificar el nivel de daño alcanzado.

0-1: Sin daño, o con lesiones como las que hace un alfiler. Tendrá un 0 por ciento de daño

2-3: esto representa un 25 por ciento de daño.

4-5: esto representa un 50 por ciento de daño.

6-7: esto representa un 75 por ciento de daño.

8-9: esto representa un 100 por ciento de daño.

Para evaluar el beneficio costo se utilizó la metodología aprendida en el curso de administración agrícola de acuerdo con los cuadros 21 y 22 (ver anexo), que detalla los insumos utilizados con los dos diferentes sistemas de producción, sistema orgánico y sistema químico la información de costos directos e indirectos y con relación al beneficio costo de la producción de kilogramos por ha (quintales por manzana) se utilizó el cuadro 13.

Cuadro 13. Estimación de la relación costo beneficio de la producción de Maíz *Zea mays* L., para los tratamientos en estudio.

INDICADORES	FÓRMULAS
Costo Total de Producción	$CT = (CF + CV) \text{ o } (CD + CI)$
Volumen de Producción	$VP = \text{Rendimiento}$
Costo Unitario Promedio	$CU = CT / \text{Rendimiento o } VP$
Margen de Utilidad Unitaria	$MU = 30 \text{ a } 40 \% \text{ de } CU$
Precio Promedio de Venta	$PV = CU + MU$
Valor Bruto de la Producción (Ingresos)	$VBP = \text{Rendimiento} \times PV$
Utilidad Total de Producción	$UT = VBP - CT$
Índice de Rentabilidad (%)	$IR = (UT / CT) \times 100$
Relación Beneficio / Costo	$Rel.B/C = VBP / CT$

CT: Costo Total de Producción.

VP: Volumen de Producción.

CU: Costo Unitario Promedio.

MU: Margen de Utilidad Unitaria.

PV: Precio Promedio de Venta.

VBP: Valor Bruto de la Producción (Ingresos).

UT: Utilidad Total de Producción.

IR: Índice de Rentabilidad (%).

Rel.B/C: Relación Beneficio / Costo.

VIII. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

1. Efecto en el rendimiento del cultivo de Maíz del manejo nutricional de la plantación del cultivo de Maíz

En el cuadro 14 se presentará los rendimientos promedio obtenidos de los nueve tratamientos evaluados en el cultivo de Maíz expresados en quintales por manzana de grano seco de Maíz.

Cuadro 14. Rendimiento promedio en quintales por manzana de grano seco de Maíz.

REPETICION				
Tratamientos	I	II	III	Promedio
T1	58.33	51.33	60.43	56.70
T2	73.50	75.83	70.00	73.11
T3	60.67	74.67	65.33	66.89
T4	82.83	56.00	88.67	75.83
T5	80.50	84.00	75.83	80.11
T6	52.50	73.62	72.33	66.15
T7	72.92	52.50	70.00	65.14
T8	70.00	75.95	74.67	73.54
T9	52.50	46.67	58.33	52.50

Fuente: Autor 2019.

En el cuadro 14 se puede observar los promedios del rendimiento expresados en quintales por manzana de todos los tratamientos evaluados en el cultivo de Maíz, el tratamiento que obtuvo el mayor rendimiento dentro de los manejos fue el tratamiento cinco con rendimiento de 5.201.42 kg/ha (80.11 qq/mz) de grano seco, este conformaba nutrición complementaria del cultivo de Maíz utilizando los aportes nutricionales del suelo y manejo de plaga químico realizando aplicaciones del producto Larvin 37.5 SC ingrediente activo Clorpirifos etil, el tratamiento con menor rendimiento dentro de la investigación fue el tratamiento nueve con un manejo de nutrición Testigo el que se

conformaba con aplicaciones que los agricultores le hacían al cultivo dentro de la comunidad cantón Taracena y control de plaga testigo absoluto, donde no se le realizó ninguna aplicación de insecticida obteniendo un rendimiento de 3.408.75 kg/ha (52.50 qq/mz).

Cuadro 15. Análisis de varianza de los datos obtenidos del experimento realizado en el cultivo de Maíz.

Cuadro de Análisis de varianza						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	2198.51	14	157.04	1.63	0.2002	NS
Bloques	119.05	2	59.52	1.66	0.2994	NS
Fertilización	543.69	2	271.84	7.56	0.0438	*
Fertilización * Bloques	143.84	4	35.96	0.37	0.8228	NS
Control de Plaga	897.48	2	448.74	4.67	0.0317	*
Control de Plaga * Fertilización	494.46	4	123.61	1.29	0.3295	NS
Error	1153.92	12	96.16			
Total	3352.43	26			CV:14.47%	

Fuente: Autor 2019.

Referencias: NS no existe significancia; * existe diferencia significativa

En el cuadro 15 se observa los resultados del análisis de varianza de los datos obtenidos del experimento, estadísticamente y con un nivel de confianza del 95% no existe diferencia significativa en los bloques y las combinaciones de fertilización *bloques, control de plaga* fertilización, aceptando a hipótesis nula que indicaba no existe diferencia entre nutrición y manejo del gusano cogollero, mientras que en los sistemas de fertilización si hubo diferencia, por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa que indica: al menos uno de los tratamientos nutricionales mostrará diferencia sobre el rendimiento del cultivo.

En el control de gusano cogollero encontrándose diferencias significativas, aceptando la hipótesis alternativa al menos uno de los tratamientos mostro control sobre el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* realizando prueba de medias Tukey con el 95% de confianza a cada uno de los sistemas, el coeficiente de variación tiene como resultado un 14.47 por ciento esto indica que es un parámetro adecuado para el manejo de los datos en la investigación.

Cuadro 16. Prueba de medias del efecto nutricional sobre el rendimiento del cultivo de Maíz.

Prueba de Tukey			
Fertilización	Medias de rendimiento		
Químico complementación nutricional	4,806.81kg/ha (74.03 qq/mz)	A	
Orgánico bokashi	4,257.72 kg/ha (65.57 qq/mz)	A	B
Testigo relativo	4,138.18 kg/ha (63.73 qq/mz)		B

Fuente: Autor 2019.

En el cuadro 16 se puede observar la prueba de medias Tukey realizada al factor fertilizantes en estudio con un nivel de confianza del 95% está dando el resultado con una mejor media de rendimiento de 4,806.81kg/ha (74.03 qq/mz) el manejo nutrimental complementario; mientras el testigo relativo y el abono orgánico no mostraron diferencias en cuanto al rendimiento.

Cuadro 17. Prueba de medias del efecto del control de plaga dentro del experimento evaluado en el cultivo de Maíz.

Control de plaga	Medias de rendimiento	Clasificación	
Químico	4,908.18 kg/ha (75.59 qq/mz)	A	
Orgánico	4,278.18 kg/ha (65.89 qq/mz)	A	B
Testigo	4,015.90 kg/ha (61.85 qq/mz)		B

Fuente: Autor 2019.

En el cuadro número 17, se describe la prueba de medias con un nivel de error del cinco por ciento al factor de control de plaga del gusano cogollero, en el que el mejor factor fue el químico, que fueron aplicaciones del insecticida Larvin 37.5 SC teniendo una media de 4,908.18 kg/ha (75.59 qq/mz).

Dentro de los tratamientos con control de gusano cogollero orgánico y testigo relativo no existió diferencia mayor en la producción, esto quiere decir, que no hubo impacto significativo de la plaga en el rendimiento de producción del cultivo el control con extracto de hoja de árbol de Neem *Azadirachta indica*, se tendría que evaluar con diferentes dosis de extracto para evaluar si con dosis mayores habría más control del gusano cogollero y así aumentar el rendimiento en el cultivo de Maíz.

2. Efecto en la incidencia del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* en la plantación del cultivo de *Maíz Zea mays* L., con aplicaciones de insecticida orgánico

El efecto de los insecticidas se evaluó durante toma de datos con que incidencia afecta al cultivo dependiendo de los tratamientos evaluados.

En el cuadro 18 se encuentran los tratamientos evaluados y las plantas encontradas con daño dentro de cada unidad experimental.

Cuadro 18. Incidencia de plantas dañadas por el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de Maíz *Zea mays* L.

Porcentaje de Incidencia				
	bloques			
Tratamientos	I	II	III	porcentaje promedio de incidencia
1	45	55	35	45
2	10	5	15	10
3	80	70	60	70
4	35	25	50	36.67
5	5	10	5	6.67

6	80	65	50	65
7	50	70	60	60
8	10	20	15	15
9	80	70	90	80

Fuente: Autor 2019.

Cuadro 19. Porcentaje de incidencia de daño causado por gusano cogollero en el cultivo de Maíz *Zea mays* L.

Tratamientos	Porcentaje de Incidencia
1	45
2	10
3	70
4	36.67
5	6.67
6	65
7	60
8	15
9	80

Fuente: Autor 2019.

En el cuadro 19 se puede observar que el tratamiento con mayor incidencia de ataque de cogollero fue el tratamiento nueve, este contemplaba aplicaciones de fertilización testigo, fertilización que se aplicaba al cultivo de Maíz dentro de la comunidad y el manejo del cogollero fue testigo sin control de gusano cogollero, el tratamiento que le sigue es el tratamiento tres, la nutrición fue aplicación de abono orgánico Bokashi y el control del cogollero fue el testigo sin aplicaciones, el tratamiento que sigue es el seis manejo de fertilización complementación nutricional y el control del cogollero testigo relativo sin aplicaciones, siguiéndole el tratamiento siete con un manejo de fertilización testigo y control de cogollero orgánico, seguido tratamiento uno con nutrición orgánica y control de cogollero orgánico, seguido el tratamiento cuatro con una fertilización complementación nutricional y control de cogollero orgánica, seguido el tratamiento ocho con una

fertilización testigo y un control de cogollero químico, seguido el tratamiento número dos con una nutrición orgánica y control de cogollero orgánico, seguido el tratamiento cinco con una fertilización química y control de cogollero químico.

De acuerdo con el cuadro número 18, donde se estableció la incidencia con la que el cultivo de Maíz fue atacado por la plaga de gusano cogollero con los datos convertidos de porcentaje de incidencia utilizando la fórmula $\sqrt{1 + (x)}$ se realizó un análisis de varianza en el programa InfoStat/L con un nivel de confianza del 95% y de significancia del 5% obteniendo el siguiente cuadro.

Cuadro 20. Análisis de varianza de los datos obtenidos de incidencia de la plaga gusano cogollero del experimento realizado en el cultivo de Maíz.

Cuadro de Análisis de varianza						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	135.41	14	9.67	13.96	0.0001	
Bloques	0.01	2	0.01	0.02	0.9810	NS
Fertilización	7.49	2	3.75	11.95	0.0206	*
Fertilización * Bloques	1.25	4	0.31	0.45	0.769	NS
Control de Plaga	126.15	2	63.07	91.01	0.0001	*
Control de Plaga * fertilización	0.51	4	0.13	0.18	0.9429	NS
Error	8.32	12	0.69			
Total	143.73	26				CV: 13.36%

Fuente: Autor 2019.

Referencia: NS: no existe significancia

* existe diferencia significativa

Estadísticamente con un nivel de confianza del 95%, se tiene como resultado que dentro del análisis hay diferencias significativas en fertilización y control de plaga realizando una prueba de Tukey con un nivel de 5% de significancia.

Cuadro 21. Prueba de medias del efecto de la nutrición dentro del experimento evaluado.

Prueba de Tukey			
Fertilización	Medias		
Testigo relativo	6.92	A	
Orgánico Bokashi	6.14	A	B
Químico complementación nutricional	5.64		B

Fuente: Autor 2019.

Como resultado obtenido dentro de la prueba de medias Tukey con un nivel de confianza del 95% en el factor fertilizante con más incidencia dentro fue el testigo relativo con la mayor media que fue de 6.92 utilizando las aplicaciones de fertilizantes que realizaban los agricultores dentro de la comunidad, sin control del gusano cogollero. Se puede atribuir a que existe mayor ataque del gusano cogollero en plantaciones con deficiencias nutricionales.

Cuadro 22. Prueba de medias del factor control de gusano cogollero en estudio dentro del experimento evaluado en el cultivo de Maíz.

Prueba de Tukey				
Control de plaga	Medias			
Testigo	8.5	A		
Neem	6.88		B	
Químico	3.32			C

Fuente: Autor 2019.

En el cuadro 22, se describe el resultado de la prueba de medias Tukey realizada con un nivel de significancia del 5%, en la que la media con mayor incidencia fue el factor testigo relativo en estudio, el que no se le aplicó ningún control para la plaga la media fue de 8.5, el mejor control del gusano cogollero es el control químico utilizando el producto Larvin 37,5 SC con una media de 3.32 obteniendo una incidencia media de daño de 10.55% de daño por el gusano cogollero a la plantación de Maíz.

El extracto de Neem mostró control sobre el gusano cogollero siendo la media de incidencia de daño de 6.88% y el umbral económico de acción del gusano en la plantación es de diez a 50% plantas infestadas, por lo que la plantación estuvo abajo del umbral de acción de gusano cogollero.

3. Efecto de la severidad de daño por *Spodoptera sp* en el experimento usando la escala de Davis para la comparación de porcentaje de daño.



Figura 21. Daño ocasionado en el cultivo de Maíz por la plaga gusano cogollero en factor testigo dentro del experimento.

Fuente: Autor 2019.

La severidad del daño causado por el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* al cultivo de Maíz, el tratamiento sin control de gusano cogollero el que presentó mayor daño llegando al 100% de severidad.



Figura 22. Daño ocasionado por la plaga gusano cogollero al cultivo de Maíz en el manejo con insecticida orgánico de extracto de Neem.

Fuente: Autor 2019.

En el manejo orgánico se realizaron aplicaciones de extracto de Neem dio resultado en la escala de Davis un 50 por ciento de daño en el cultivo de Maíz.



Figura 23. Ataque de la plaga gusano cogollero con manejo químico en la plantación de Maíz.

Fuente: Autor 2019.

En el manejo químico que fue realizado con el insecticida Larvin 37.5, SC ingrediente activo Clorpirifos etil, en la escala de Davis se obtuvo resultado de un 0 por ciento de daño de la plaga gusano cogollero en el cultivo de Maíz siendo el mejor control del gusano cogollero.

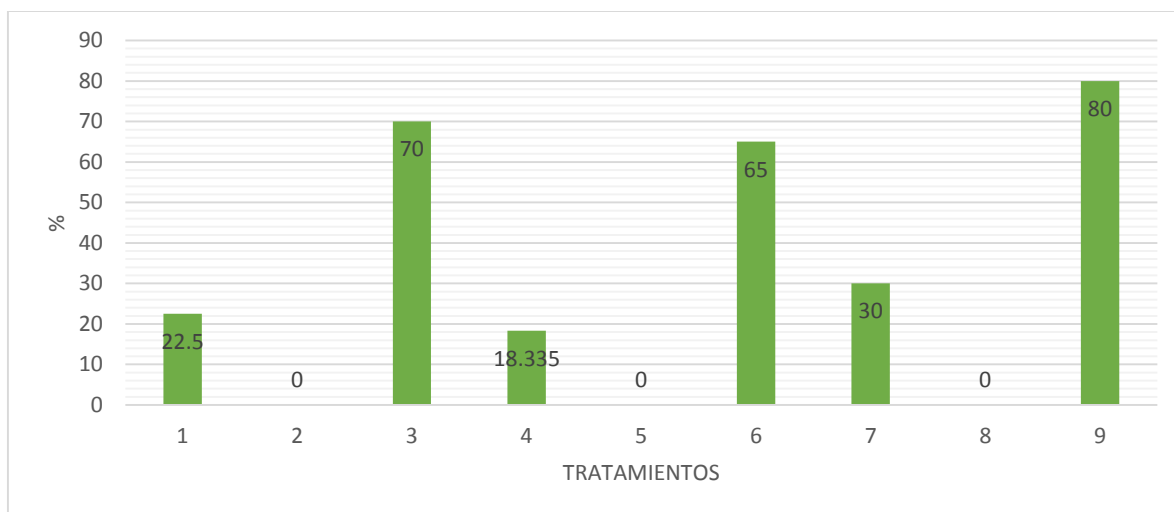


Figura 24. Porcentaje de daño ocasionado por el gusano cogollero en los tratamientos evaluados en el experimento.

Fuente: Autor 2019.

Tomando los datos de la incidencia de daño y la severidad de daño de la plantación de Maíz se pudo obtener el porcentaje de daño ocasionado por la plaga Gusano cogollero a la plantación del cultivo de Maíz, los tratamientos dos, cinco y ocho, dan un porcentaje de daño de 0 por ciento, porque dentro del control químico aplicando el insecticida se obtuvo un daño en la escala de Davis de cero.

4. Análisis de costos

Cuadro 23. Estimación de relación beneficio costo en la producción de Maíz quintales por manzana con aplicaciones de Bokashi e insecticida a base de Neem.

INDICADORES	Q.
Costo Total de Producción	4442.5
Volumen de Producción	56.7

Costo Unitario Promedio	78.35
Margen de Utilidad Unitaria	31.34
Precio Promedio de Venta (pv)	120.00
Valor Bruto de la Producción (Ingresos)	6804
Utilidad total de producción (ut)	2361.5
Índice de Rentabilidad (%)	53.16
Relación Beneficio / Costo	1.5

El cuadro 25 en anexos, describe de las aplicaciones de abono Bokashi e insecticida a base de Neem, teniendo un total de costo de producción de 4442.5 quetzales para producción de 56.7 quintales de grano seco del cultivo de Maíz en una manzana, costo unitario por quintal fue de 78.35 quetzales el precio de venta estaría en 120 quetzales por quintal, teniendo una ganancia de 31.34 quetzales por quintal, la ganancia total por la producción de 56.7 quintales en una manzana sería de 2,361.5 quetzales, la relación beneficio costo es de 1.5.

Cuadro 24. Relación de beneficio costo en la producción de cultivo de Maíz quintales por manzana con aplicaciones de fertilizante e insecticida químico.

INDICADORES	Q.
Costo Total de Producción	5854.1
Volumen de Producción	80.11
Costo Unitario Promedio	73.08
Margen de Utilidad Unitaria	29.23
Precio Promedio de Venta(pv)	120.00
Valor Bruto de la Producción (Ingresos)	9613.2
Utilidad Total de Producción (ut)	3759.1
Índice de Rentabilidad (%)	64.2
Relación Beneficio / Costo	1.6

En el cuadro 24 se describen los costos con las operaciones para obtener como resultado beneficio costo, el detalle de los costos utilizados con aplicaciones químicas se puede observar en el cuadro 25, en anexos, obteniéndose un costo total de producción de

5,854.1 quetzales por manzana con producción de 80.11 quintales de grano seco de Maíz por manzana el costo de producción de cada quintal de grano de Maíz es de 73.08 quetzales teniendo un precio en el mercado de 120 quetzales, para obtener un ingreso total de 9,613.2 quetzales obteniendo una utilidad total de producción de 3,759.1 quetzales teniendo una relación beneficio costo de 1.6.

Como resultado el sistema químico da una relación beneficio costo mejor que el manejo orgánico encontrándose un beneficio de 1.6, al contrario que el sistema orgánico que da una relación de 1.5, teniendo un mejor índice de rentabilidad el sistema químico de 64.2 por ciento.

IX. CONCLUSIONES

1. El mejor tratamiento nutricional para el cultivo de Maíz fue el sistema de complementación nutricional con una media de rendimiento de 4,806.66 kg/ha (74.03 qq/mz), seguido el tratamiento de abono orgánico con rendimiento medio de 4,257.30 kg/ha (65.57 qq/mz); mostrando efectividad y mejorando el rendimiento dentro de la comunidad y el testigo relativo que fueron aplicaciones como los agricultores de la comunidad realizaban con una media de 4,137.76 kg/ha (63.73 qq/mz)
2. Se encontraron diferencias significativas en los sistemas de control de gusano cogollero obteniendo el mejor tratamiento que fue Larvin 37.5 SC ingrediente activo Clorpirifos etil, con una media de producción de 4,907.69 kg/ha (75.59 qq/mz), siguiendo la media de 4,277.75 kg/ha (65.89 qq/mz) con aplicaciones de extracto de Neem, la media con la menor producción fue la del testigo, donde no hubieron aplicaciones con una media de 4,015.50 kg/ha (61.85 qq/mz), teniendo un porcentaje de severidad de daño del 50 por ciento con aplicaciones de extracto de Neem al cultivo de Maíz, controlando el daño del gusano cogollero un 50 por ciento.
3. No se encontró diferencias significativas dentro de las combinaciones de los sistemas de producción, aceptando la hipótesis nula. la que indica que no existe diferencia significativa en la interacción del sistema de nutrición y el manejo del gusano cogollero.
4. En relación al beneficio costo es más rentable la utilización de productos químicos, obteniendo una relación beneficio costo utilizando el método de estudio de costos directos e indirectos de 1.6, siguiendo con productos orgánicos una relación de 1.5.

X. RECOMENDACIONES

1. Utilizar el abono orgánico Bokashi para fertilizar el Maíz en comunidad cantón Taracena ya que se pueden obtener rendimientos de 4,257.35 Kg/ha (65.57 qq/mz).
2. Se recomienda utilizar el insecticida a base de extracto de Neem que reduce un 50 por ciento de daño por la plaga del gusano cogollero dentro de la plantación del cultivo de Maíz.
3. Se recomienda utilizar la metodología para la realización del abono y el insecticida orgánicos de extracto de Neem, para obtener los mismos resultados obtenidos en esta investigación.
4. Evaluar distintos porcentajes de extracto de hoja de Neem *Azadirachta indica*, para el control de gusano cogollero.
5. Realizar la fertilización complementación nutricional con base del estudio de suelo.

XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGROMEC, S/f. *características del híbrido Hs-5g del cultivo de maíz*. [En línea] Available at: <http://www.abonossuperior.com/detalles.php?cod=8<=cultivos>
2. Bertsch Hernández, F. (1995). *La fertilizad de los suelos y su manejo*. San José, Costa Rica: Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo.
3. Borrero, C., S.f.. *Abonos organicos*. [En línea] Available at: http://www.infoagro.com/documentos/abonos_organicos.asp
4. Cabrera, P., 2011. *Aboneras tipo Bocashi*. [En línea] Available at: http://coin.fao.org/coin-static/cms/media/10/13195641328090/aboneras_final_alta_resolucion.pdf
5. Castillo, D. & Saravia, J., 2017. *Evaluación de tres dosis de nitrógeno sobre el crecimiento y rendimiento de dos híbridos de maíz (Zea mays L.), bajo riego por pivote central,tisma,masaya 2016.(Trabajo de graduacion facultad de agronomia)..* [En línea] Available at: <http://repositorio.una.edu.ni/3508/1/tnf04c352e.pdf>
6. Chango, L. I., 2012. *CONTROL DE GUSANO COGOLLERO (Spodoptera frugiperda)*. [En línea] Available at: <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3174/1/Tesis-33agr.pdf>
7. CIMMYT. (2013). *Bienvenido Doctor maíz*. Recuperado el 20 de 03 de 2013, de CIMMYT: <http://maizedoctor.cimmyt.org/>
8. Cruz, M. & Sánchez, R., 2004. *El arbol de nim establecimiento y aprovechamiento en la huasteca potosina*. [En línea] Available at: <http://www.campopotosino.gob.mx/modulos/Docs-descargar/FOLL.%20TEC.%20003.pdf>
9. Dardón, M. E., 2015. *EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE DOS MATERIALES DE MAIZ (Zea mays)*. [En línea] Available at: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/609/1/022Tg%28599%29Agr%20MARIO%20ENRIQUE%20DARDON%20VALLADARES.pdf>
10. García, F., s/f. *Criterios para el manejo de la fertilización del cultivo de maíz*.. [En línea] Available at: <http://www.fertilizando.com/articulos/criterios-manejo-fertilizacion-cultivo-maiz.pdf>

11. Garcia, M., 2017. *Taxonomias en plantas*. [En línea] Available at: <http://taxonomiaenplantas2017.blogspot.com/2017/10/neem.html>
12. HIDROPONIA, 2015. *Insecticidas Orgánicos*. [En línea] Available at: <http://hidroponia.mx/insecticidas-organicos-como-hacerlos-en-casa/>
13. Hidroponia, 2016. *Principales Características del abono orgánico Bocashi*. [En línea] Available at: <http://hidroponia.mx/principales-caracteristicas-del-abono-organico-bocashi/>
14. ICC, 2018. *Programa de Investigación en Clima e Hidrología*. [En línea] Available at: <https://icc.org.gt/wp-content/uploads/2018/07/Resumen-Meteorol%C3%B3gico-2017.pdf>
15. INFOAGRO, S.f.. *EL CULTIVO DEL MAÍZ*. [En línea] Available at: <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.htm>
16. Kasuya, y; Alarcón, R. 2005. *Preparación del suelo, uso de bocashi y Super Magro*. Mazatgo., Such., GT, USAC, CUNSUROC, Carrera de Agronomía Tropical. 45p.
17. Lezaun, J., S.f.. *Gusano cogollero*. [En línea] Available at: <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/gusano-cogollero>
18. Montes, A., Espinosa, N., Garrido, E. & Gutiérrez , A., S.f. *Efecto del extracto de la hoja del arbol de Neem (Azadirachta indica) en el control del Gusano cogollero (Spodoptera frugiperda) en Maíz(Zea mays)*.. [En línea] Available at: https://smbb.mx/congresos%20smbb/veracruz01/TRABAJOS/AREA_IV/OIV-8.pdf
19. Negrete, F. B. & Morales , J. A., S.f.. *El gusano cogollero del Maíz*. [En línea] Available at: http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/4870/2/2006112715305_8_El%20gusano%20cogollero%20del%20maiz.pdf
20. Pavón, J. D. & Zapata, O. I., 2011. *Tesis Maíz Organico*. [En línea] Available at: <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/5671/1/221265.pdf>
21. Pedrol, H., Castellarín, J. M., Salvagiotti, F. & Rosso, O., 2006. *El cultivo de Maíz y las condiciones climáticas*. [En línea] Available at:

- <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/cultivo-maiz-condiciones-climaticas-t26352.htm>
22. PIONEER, S.F. *MANEJO DE GUSANO COGOLLERO EN CULTIVO DE MAIZ*. [En línea] Available at: [https://www.pioneer.com/CMRoot/international/Argentina_Intl/AGRONOMIA/MANEJO DE GUSANO COGOLLERO EN MAIZ.pdf](https://www.pioneer.com/CMRoot/international/Argentina_Intl/AGRONOMIA/MANEJO_DE_GUSANO_COGOLLERO_EN_MAIZ.pdf)
23. Pliego, E., 2015. *El maíz su origen, historia y expansión*. [En línea] Available at: https://www.panoramacultural.com.co/index.php?option=com_content&view=article&id=3678:el-maiz-su-origen-historia-y-expansion&catid=17&Itemid=142
24. Sánchez, I., 2014. *Maíz I (Zea mays)*. [En línea] Available at: <https://eprints.ucm.es/27974/1/MAIZ%20I.pdf>
25. Simmons, C.S., Tarano, T., J.M., Pinto, Z., J.H. *Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala*. Guatemala, Instituto agropecuario nacional. 1959. 1,000 páginas.
26. Ventures, C. L., 2016. *El clima promedio en Santo Domingo Suchitepéquez*. [En línea] Available at: <https://es.weatherspark.com/y/11134/Clima-promedio-en-Santo-Domingo-Suchitep%C3%A9quez-Guatemala-durante-todo-el-a%C3%B1o>
27. Yusmaira, L., Eglenis, L. & Hector, P., 2011. *Morfología de la planta de Maíz*. [En línea] Available at: <http://elmaizdelzulia.blogspot.com/2011/02/morfologia-de-la-planta-de-maiz.html>



Licda. Ana Teresa de González
Bibliotecaria CUNSUROC.



XI. ANEXO

Cuadro 25. Costos de producción bajo el sistema de aplicaciones orgánicas para la producción de quintales por manzana del cultivo de Maíz.

CONCEPTO	UNIDAD MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL / Manzana
I. COSTO DIRECTO				4042.5
1. RENTA DE LA TIERRA				400
2. MANO DE OBRA				3240
a) Preparación de la tierra	Jornal	8	90	720
b) Preparación del Bokashi	Jornal	4	90	360
c) volteo de sustrato Bokashi	Jornal	4	90	360
d) Aplicación del Bokashi	Jornal	6	90	540
e) Siembra	Jornal	4	90	360
f) Fertilización	Jornal	0	90	0
h) Control fitosanitario	Jornal	4	90	360
i) Cosecha	Jornal	6	90	540
3. INSUMOS				402.5
a) Semilla	libra	13	15	195
b) Fertilizantes				0
- Nitrogenados	Quintal	0	165	0
- Completos	Quintal	0	180	0
- Sulfato de amonio	Quintal	0	95	0
- Orgánico	Quintal	14	3.75	52.5
c) Insecticidas				0
- Thiodicarb	litro	0		0
- Imidacloprid	libra			0
- Extracto de Neem	Litro	28	2.5	70
d) Pita de nylon	royo	17	5	85
				0
II. COSTO INDIRECTO				400
1. Estudio de suelo		1	400	400
III. COSTO TOTAL				
para una producción de 56.7				4442.5
IV. COSTO UNITARIO				
PRECIO DE VENTA ESTIMADO				78.35


Fuente: Curso de administración agrícola.

Cuadro 26. Costos de producción bajo el sistema de aplicaciones químicas para la producción de quintales por manzana del cultivo de Maíz.

CONCEPTO	UNIDAD MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL / Manzana
I. COSTO DIRECTO				5454.1
1. RENTA DE LA TIERRA				400
2. MANO DE OBRA				2700
a) Preparación de la tierra	Jornal	8	90	720
b) Preparación del Bokashi	Jornal	0	90	0
c) volteo de sustrato Bokashi	Jornal	0	90	0
d) Aplicación del Bokashi	Jornal	0	90	0
e) Siembra	Jornal	4	90	360
f) Fertilización	Jornal	8	90	720
h) Control fitosanitario	Jornal	4	90	360
i) Cosecha	Jornal	6	90	540
3. INSUMOS				2354.1
a) Semilla	libra	13	15	195
b) Fertilizantes				0
- Nitrogenados	Quintal	6.3	165	1039.5
- 20-20-0	Quintal	4.5	180	810
- Sulfato de amonio	Quintal	0.5	95	47.5
- Orgánico	Quintal	0	3.75	0
c) Insecticidas				0
- thiodicarb	litro	0.35		0
- Clorpirifos etil	litro	0.7	253	177.1
- Extracto de Neem	Litro	0	2.5	0
d) Pita de nylon	royo	17	5	85
				0
II. COSTO INDIRECTO				400
1. Estudio de suelo		1	400	400
III. COSTO TOTAL				
Para una producción de una mz.				5854.1
IV. COSTO UNITARIO				
PRECIO DE VENTA ESTIMADO	quintal			79.65

Fuente: Curso de administración agrícola.

ORDEN: 26 - 2924 **ANÁLISIS:** AS-2
CLIENTE : PEQUEÑOS PRODUCTORES,
UNIDAD PRODUCTIVA: RODOLFO TZUNUN
LOCALIZACIÓN: SAN BERNARDINO SUCHITEPEQUEZ
CULTIVO: CAFE
Fecha de Ingreso: 03/05/2019 **Fecha de Ejecución:** 15/05/2019 07:21 **Fecha de Impresión:** 16/05/2019



Escanear para validar
autenticidad



Informe de Análisis de Suelos

-	mg/L			Cmol(+)/L			mg/L		Cmol(+)/L	mg/L			%
	pH	Boro	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre	Cobre	*A.I	Hierro	Manganeso	Zinc	*M.O.
Identificación de la Muestra	5.5-6.5	1-5	15-30	0.2-1.5	4-20	1-10	10-100	0.1-2.5	0.3-1.5	20-150	8-80	0.2-2	3-6
No. Niveles Adecuados --->	6.03	0.12	7.06	0.82	6.26	1.23	5.12	2.33	0.14	59.56	5.71	2.45	7.13

*A.I.= Acidez Intercambiable (Hidrogeno + Aluminio)
 *M.O.= Materia Orgánica
 *C.S.=Concentración de sales

Figura 25.Resultado del análisis químico del suelo donde se realizó el experimento.

Fuente: Autor 2019.



Figura 26. Trazo de área donde se montó el experimento.

Fuente: Autor 2019.



Figura 27. Aplicación de abono orgánico tipo Bokashi dentro de los tratamientos correspondientes.

Fuente: Autor 2019.



Figura 28. Tratamiento de la semilla del híbrido Hs-5g, para la siembra con producto químico Kurasem 35 fs.

Fuente: Autor 2019.



Figura 29. Siembra del cultivo de Maíz en los tratamientos evaluados.

Fuente: Autor 2019



Figura 30. Germinación del cultivo de Maíz.

Fuente: Autor 2019



Figura 31. Control manual de maleza dentro del área del experimento.

Fuente: Autor 2019.



Figura 32. Colocación de extracto de Neem dentro de una botella para dejar reposar.

Fuente: Autor 2019.



Figura 33. Realización del insecticida Orgánico hecho a base de extracto de Neem.

Fuente: Autor 2019



Figura 34. Aplicación de insecticida orgánico realizado de extracto de Neem.

Fuente: Autor 2019.



Figura 35. Plantación de Maíz un mes después de la siembra.

Fuente: Autor 2019



Figura 36. Experimento de evaluación del cultivo de Maíz rotulado.

Fuente: Autor 2019.



Figura 37. Limpieza manual del experimento.

Fuente: Autor 2019.



Figura 38. Aplicación de Fertilizante químico a los tratamientos evaluados.

Fuente: Autor 2019.



Figura 39. Doblaje de las plantas de Maíz para el secado.

Fuente: Autor 2019.

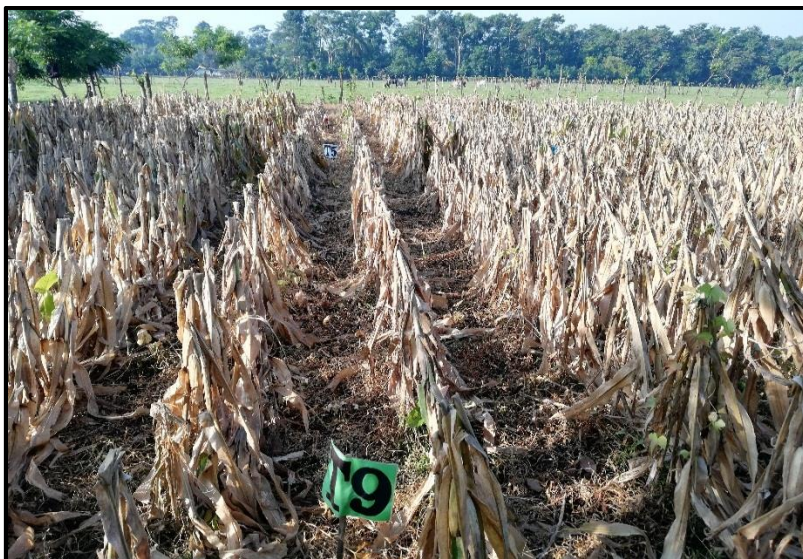


Figura 40. Cultivo de Maíz doblado y seco.

Fuente: Autor 2019

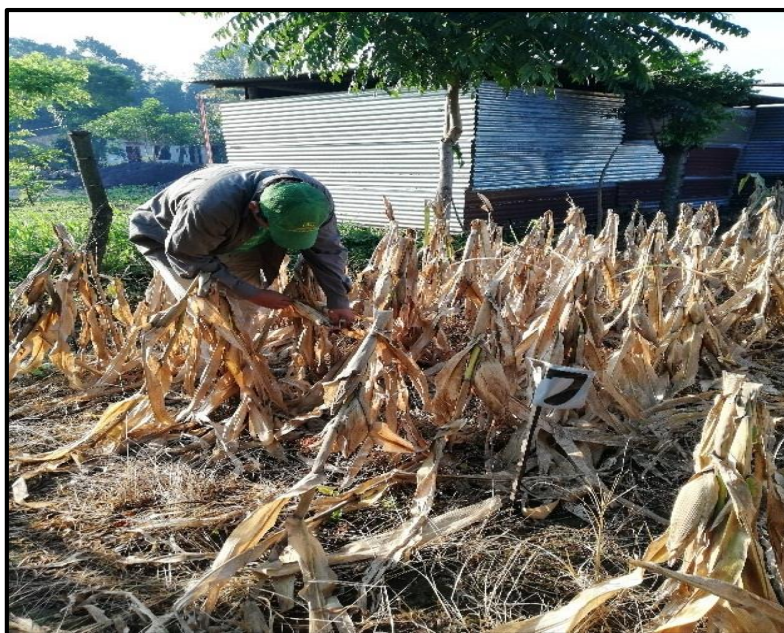


Figura 41. Cosecha de la mazorca del cultivo de Maíz.

Fuente: Autor 2019.



Figura 42. Secado de las mazorcas por tratamiento.

Fuente: Autor 2019.



Figura 43. Desgranado de mazorca por tratamiento.

Fuente: Autor 2019.



Figura 44. Secado del grano del cultivo de Maíz por tratamiento.

Fuente: Autor 2019.



Figura 45. Pesaje de grano seco de Maíz por tratamiento.

Fuente: Autor 2019.



Mazatenango, 13 de octubre de 2020.

M.Sc. Erick Alexander España Miranda
Coordinador Carrera de Agronomía Tropical.
Centro Universitario del Suroccidente.
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Respetable Maestro España:

Por este medio me dirijo a usted, deseando que se encuentre gozando de buena salud.

El motivo de la presente es para informar que luego de haber aprobado el EPSAT en la carrera de Agronomía Tropical, solicito poder realizar el trabajo de graduación, para proseguir con el debido proceso de graduación.

Agradeciendo de antemano la atención prestada a la presente y sin otro particular me suscribo.

Atentamente.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



T.P.A. José Luis Martínez Romero.
201442557
Estudiante de la Carrera de Agronomía Tropical.



Mazatenango, 13 de octubre de 2020.

M.Sc. Erick Alexander España Miranda
Coordinador Carrera de Agronomía Tropical.
Centro Universitario del Suroccidente.
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Respetable Maestro España:

Por este medio me dirijo a usted, deseando que se encuentre gozando de buena salud.

El motivo de la presente es para informar que luego de haber asesorado y revisado el Trabajo de Graduación titulado: **“Evaluación de extracto de neem *Azadirachta indica* A. Juss. y abono Bokashi, sobre el rendimiento de maíz Híbrido HS-5g en la comunidad Cantón Taracena, Santo Domingo, Suchitepéquez.”**; presentado por el estudiante José Luis Martínez Romero quien se identifica con número de carné 201442557 de la carrera de Agronomía Tropical, y de conformidad con lo establecido en el reglamento de Trabajo de Graduación, doy visto bueno y aprobación, para que el estudiante pueda continuar con el trámite correspondiente.

Agradeciendo de antemano la atención prestada a la presente y sin otro particular me suscribo.

Atentamente.



Ing. Agr. Francisco Javier Espinoza Marroquín
Profesor Asesor y Supervisor

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Mazatenango, 22 de octubre de 2020.

Doctor:
Guillermo Vinicio Tello Cano.
Director Centro Universitario del Suroccidente.
Universidad de San Carlos de Guatemala.
Su despacho.

Señor Director:

De manera atenta, me dirijo a usted para informar que el estudiante José Luis Martínez Romero, quien se identifica con número de carné 201442557 de la carrera de Agronomía Tropical, ha concluido su trabajo de graduación titulado: **“Evaluación de extracto de *Azadirachta indica* A. Juss, Meliaceae, “Neem” y abono Bokashi, sobre el rendimiento de Maíz Híbrido HS-5g en la comunidad Cantón Taracena, Santo Domingo, Suchitepéquez”**; el cuál fue asesorado, revisado y con dictamen favorable del Ingeniero Agrónomo Francisco Javier Espinoza Marroquín.

Como coordinador de la carrera de Agronomía Tropical, hago constar que el estudiante José Luis Martínez Romero, ha cumplido con el normativo de Trabajo de Graduación, razón por la que someto a consideración el documento presentado por el estudiante, para que continúe con el trámite correspondiente.

Sin otro particular, me suscribo.

Atentamente.

“Id y Enseñad a Todos”

Ing. Agr. M.Sc. Erick Alexander España Miranda.
Coordinador de Carrera.





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO

CUNSUROC/USAC-I-04-2020

DIRECCION DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,
Mazatenango, Suchitepéquez, treinta de octubre de dos mil veinte_____

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes del asesor y revisor, SE AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: "EVALUACIÓN DE EXTRACTO DE AZADIRACHTA INDICA A. JUSS., MELIACEAE, "NEEM" Y ABONO BOKASHI, SOBRE EL RENDIMIENTO DE MAIZ HIBRIDO HS-sg EN COMUNIDAD CANTÓN TARACENA, SANTO DOMINGO, SUCHITEPÉQUEZ", del estudiante: TPA. José Luis Martínez Romero, carné 201442557 CUI: 3243 04587 1004 de la carrera Ingeniería en Agronomía Tropical.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Guillermo Vinicio Tello Cano".

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano
Director



/gris