

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Evaluación de dos fertilizantes foliares en el cultivo de maíz
(*Zea mays*) en Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.

Trabajo de graduación presentado por

Santiago Tecúm Salvador

para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería en Tecnología

Agrícola y Pecuaria

Guatemala
2017

Evaluación de dos fertilizantes foliares en el cultivo de maíz
(*Zea mays*) en Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Evaluación de dos fertilizantes foliares en el cultivo de maíz
(*Zea mays*) en Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.

Trabajo de graduación presentado por

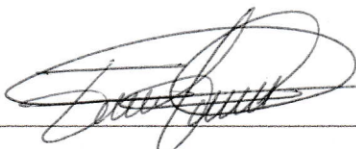
Santiago Tecúm Salvador

para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería en Tecnología


Agrícola y Pecuaria

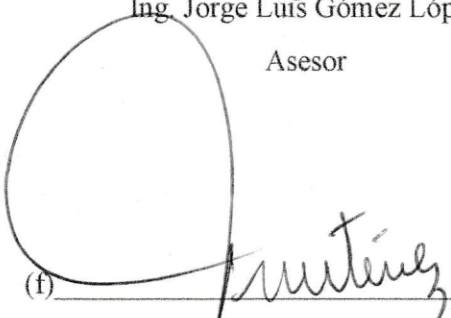
Guatemala
2017

Vo.Bo.:

(f) 
Ing. Jorge Luis Gómez López
Asesor

Tribunal Examinador:

(f) 
Ing. Jorge Luis Gómez López
Asesor

(f) 
Inga. Claudia Johanna Martínez
Evaluador (a)

(f) 
Ing. Elmer Vitelio Salazar Barrios
Director

Fecha de aprobación: Guatemala 13 de Junio de 2017

ÍNDICE

LISTA DE CUADROS	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. JUSTIFICACIÓN.....	2
III. OBJETIVOS	3
A. Objetivo principal.....	3
B. Objetivos específicos.....	3
IV. MARCO TEÓRICO.....	4
A. Origen del maíz	4
B. Descripción botánica del maíz	4
C. Clasificación botánica del maíz.....	4
D. Crecimiento y fases de desarrollo	5
E. Fase vegetativa.....	5
F. Fase reproductiva	5
G. Fase de llenado de grano	5
H. Requerimientos para el crecimiento del cultivo	6
I. Influencia del fotoperiodo en el maíz.....	6
J. Requerimiento de agua.....	6
K. Influencia de la temperatura	7
L. Usos del maíz	7
M. Fertilización foliar.....	9
N. Semilla de maíz Variedad HB83.....	10
O. BAYFOLAN® FORTE	10

P.	FOLIAR 1	11
V.	MARCO METODOLÓGICO	12
A.	Localización de la evaluación	12
B.	Material experimental	12
C.	Diseño experimental.....	12
D.	Unidad experimental	13
E.	Manejo del experimento.....	14
F.	Variables evaluados.....	15
G.	Análisis estadístico.....	15
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
VII.	CONCLUSIONES	22
VIII.	RECOMENDACIONES	23
IX.	BIBLIOGRAFÍA.....	24
X.	ANEXOS	26

LISTA DE CUADROS

Tabla 1. Clasificación botánica del maíz.....	4
Tabla 2. Composición nutricional del producto foliar BAYFOLAN FORTE.....	10
Tabla 3. Composición nutricional del producto FOLIAR 1.....	11
Tabla 4. Descripción de los tratamientos.....	12
Tabla 5. Descripción de la aplicación de los tratamientos.....	14
Tabla 6. Análisis de Varianza de concentración de clorofila y comparación medias de Tukey...	16
Tabla 7. análisis promedio de altura de la planta a la edad de 60 días.....	17
Tabla 8. Análisis de biomasa en cada tratamiento expresada en kg.....	18
Tabla 9. Análisis de del diámetro de los tallos.....	19
Tabla 10. Datos promedios y la comparación de las medias de Tukey del rendimiento de producción de maíz.....	20
Tabla 11 Producción de maíz convertidos en kg/ha cada uno de los tratamientos evaluados.....	21

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Plano ubicación de la ubicación del campo experimental.....	12
Figura 2. Distribución de los tratamientos.....	13
Figura 3. Densidad del cultivo.....	13
Figura 4. Toma de datos de la concentración de clorofila.....	27
Figura 5 y 6. Toma de dato del rendimiento de la cosecha.....	28
Figura 7 y 8. Toma de dato de la medición de altura.....	28
Figura 9. Cosecha del maíz.....	29
Figura 10. Sitio experimental con el cultivo de maíz.....	29

RESUMEN

La investigación se ejecutó en las instalaciones del campo experimental de la Universidad del Valle de Guatemala Campus Sur, Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla, con la finalidad de evaluar en cuanto a rendimiento dos productos foliares, para generar una alternativa de un producto foliar al que se ha usado comúnmente en la fertilización foliar en el cultivo de maíz.

Se utilizó el diseño con bloque completamente al azar con 3 tratamientos y 4 repeticiones incluido el testigo absoluto. Dos productos con características de fertilización de forma foliar hacia el cultivo de maíz que se realizó en campo abierto. Se evaluaron cuatro tipos de variables: en las que se determinó que estadísticamente el tratamiento FOLIAR 1 (53.38) son similares con el tratamiento foliar BAYFOLAN FORTE (51.19) en respuesta al contenido de clorofila y el rendimiento de maíz El FOLIAR 1 (3,860.00 kg/ha) es similar al tratamiento BAYFOLAN FORTE que obtuvo un rendimiento de (3,806.67 kg/ha). Pero analizando el promedio de los datos obtenidos el producto FOLIAR 1 posee mejores resultados que el BAYFOLAN FORTE en cuanto a los siguientes variables evaluados: altura, diámetro y biomasa. El testigo absoluto es el que obtuvo resultados bajos en comparación a los tratamientos foliares.

Se recomienda realizar pruebas con diferentes dosis con el producto FOLIAR 1 para evaluar si tiene mejoras significativas en el rendimiento de la producción de maíz y también realizar pruebas con diferentes variedades de maíz, clima y densidad de la siembra

I. INTRODUCCIÓN

En Guatemala, el maíz *Zea mays* constituye el principal grano básico incluido en la dieta de los habitantes. Es cultivado por la mayoría de pequeños y medianos agricultores en todas las áreas agrícolas del país. Para obtener un buen rendimiento de maíz por unidad de área es necesario entre otros aspectos: manejar adecuadamente el cultivo en cuanto a nutrición, control de plagas y enfermedades, etc.

En términos de recepción de ingresos es el tercer cultivo más importante en el mundo, sembrándose 129 millones de hectáreas, con rendimientos de grano de 6.7 t/has en países desarrollados y 2.4 t/has en países en desarrollo (Khalily *et al.* 2010).

En este trabajo se realizó la evaluación del fertilizante foliar en el cultivo del maíz con la variedad HB-83. El producto con su nombre comercial BAYFOLAN FORTE que es un fertilizante foliar, comparando con una mezcla de corporación Pantaleón, que se denomina de forma interna FOLIAR 1, que es utilizado hasta el momento en el cultivo de la caña de azúcar en el ingenio Pantaleón. Este tipo de fertilizante foliar se ha utilizado como un complemento nutricional al cultivo.

Se evaluaron cinco variables: la biomasa materia verde (T/ha.) la altura de la planta a la edad de 60 días, el diámetro de los tallos, la concentración de la clorofila y el rendimiento de maíz en (kg/ha).

II. JUSTIFICACIÓN

Siendo el cultivo del maíz un grano básico de gran importancia para nuestro país y elemento fundamental en nuestras dietas diarias, el manejo del cultivo y el buen uso de las tecnologías actuales que desarrollen una mejor producción, por lo tanto siempre se deben mantener e incrementar la producción de granos para poder abastecer a los habitantes.

Los macronutrientes y los micronutrientes son necesarios para el buen desarrollo y crecimiento de las plantas por lo que en este estudio evaluaremos una mezcla foliar nueva FOLIAR 1 en el cultivo de maíz donde se pretende incrementar el peso del maíz en Kg/Ha. Por qué el fertilizante foliar que tiene más uso en el cultivo en la actualidad no produce un incremento significativo en el rendimiento en los promedios de producción del maíz a nivel nacional.

En el cultivo del maíz aún no se ha evaluado estadísticamente el efecto de la mezcla FOLIAR 1 y en gramíneas en general.

III. OBJETIVOS

A. Objetivo principal

Evaluar el efecto de dos fertilizantes foliares para el mejoramiento en rendimientos de granos de maíz en la costa sur.

B. Objetivos específicos

- Determinar la concentración de clorofila en cada tratamiento.
- Evaluar el efecto de los fertilizantes foliares sobre el crecimiento y desarrollo de la planta (altura de planta, diámetro de tallo y producción de biomasa).
- Determinar el rendimiento de granos en (Kg/Ha) del cultivo para los diferentes tratamientos aplicados.

IV. MARCO TEÓRICO

A. Origen del maíz

El maíz está clasificado dentro de la especie botánica *Zea mays*. Tiene dos parientes cercanos, que son el *Tripsacum* y el Teosinte. Ambos crecen en forma silvestre en Guatemala.

Se han mencionado dos lugares como el posible origen del maíz. Estos son: a) los valles altos de Perú, Ecuador y Bolivia, y b) la región del sur de México y la América Central. En ambas áreas se han encontrado muchos tipos de maíz. Se ha expuesto varias teorías para explicar el origen del maíz. La primera era que el maíz se originó del Teosinte o de los ancestros del mismo. La otra teoría sugiere que el maíz se originó de un maíz primitivo tunicado pero todavía se ignora el origen de este maíz. (Bolaños & Edmeadea, 1993)

B. Descripción botánica del maíz

El maíz es una gramínea anual, erecta, robusta de 0.6 a 3.0 m o más de altura en su madurez. Los tallos son ligeramente comprimidos, gruesos. Las hojas son de 30 a 100 cm. de largo y de 3 a 12 cm. de ancho, la base es redondeada, el ápice más angosto y agudo y los márgenes frecuentemente ásperos o irregulares. Son de color verde en la parte superior, finamente pilosos o glabros en ambas superficies. Las espigas son unisexuales-monoicas, las masculinas terminales solitarias en grupos de 2 a 26, las femeninas en las axilas de una o más hojas generalmente solitarias. La inflorescencia femenina se encuentra envuelta entre 8 o 13 brácteas largas, duras y finamente pubescentes, los estilos son largos, morados o blanco negruzco y penduloso, con un estigma morado bifido que sobresale considerablemente de las brácteas. (Collado, 1982)

C. Clasificación botánica del maíz

Tabla 1. Clasificación botánica del maíz

Reino	Plantae
División	Tracheophyta
Subdivisión	Pteropsidae
Clase	Angiospermae
Subclase	Monocotyledoneae
Grupo	Gumiflora
Orden	Graminales
Familia	Gramineae
Tribu	Maydeae
Género	<i>Zea</i>
Especie	<i>Zea mays</i>

Fuente: (Jungenheimer, 1980)

D. Crecimiento y fases de desarrollo

La planta de maíz presenta diferente comportamiento a las condiciones agroclimáticas. El conocer las características fenológicas establece el marco temporal que forma el rendimiento y sus componentes. Bolaños y Eumades indican que en los puntos cardinales de germinación, iniciación floral y madurez fisiológica se delimitan respectivamente las fases vegetativa, reproductiva y de llenado de grano. La duración de cada una de estas fases depende del genotipo, del fotoperiodo y de la temperatura. (Lafitte, 1994).

E. Fase vegetativa

Esta fase se inicia al momento de comenzar el proceso de germinación de la semilla y se establecen las plántulas; se expande el follaje y se forma la capacidad fotosintética del cultivo, la cual controla la producción de biomasa. La biomasa total producida por el cultivo está altamente correlacionada con el tamaño final de la mazorca y en promedio se estima que ésta ocupa el 40% del peso total (Lafitte, 1994).

F. Fase reproductiva

En esta fase se elabora el órgano de interés desde el punto de vista de la cosecha: la mazorca y el número de granos por mazorca que constituye la fracción cosechable de la biomasa. En el caso del maíz las flores masculinas se producen en la inflorescencia terminal (espiga) y las flores femeninas en las axilas laterales (mazorcas), por lo que existe una distancia entre ambas y el polen debe viajar una corta distancia para fecundar a los estigmas. Dependiendo de la zona en donde se esté desarrollando el cultivo, existe un período que va de uno a dos días, entre la emisión del polen y la salida de los estigmas en la floración. (Jugenheimer, 1990)

G. Fase de llenado de grano

Esta fase se inicia inmediatamente después de la polinización y determina el peso final del grano y de la mazorca. El peso del grano está correlacionado con la duración y la cantidad de radiación interceptada durante esta fase, y es afectada por estreses hídricos y nutricionales (Mangelsdorf & Reeves 1948). La fase de llenado está marcada por tres fases: 1) Fase de arresto que puede durar de 10 a 20 días; 2) Fase lineal que es la fase de acumulación de materia seca y tiene una duración de 7 a 14 días que concluye con la aparición de la capa negra y madurez fisiológica. Se denomina que el grano está en la etapa de capa negra, cuando éste cesa de alimentarse de la planta, La madurez fisiológica se alcanza cuando el grano está cerca de los 32-35 % de humedad (Mangelsdorf & Reeves, 1948)

H. Requerimientos para el crecimiento del cultivo

Según Heysey & Eamadea, 1999, el cultivo del maíz requiere de condiciones mínimas que favorezcan su rendimiento. El conocimiento de los diferentes eventos fenológicos de la planta posibilita entender el marco temporal de la formación, del rendimiento y sus componentes. El maíz es una planta anual determinada por puntos cardinales de la germinación, iniciación floral, la floración y la madurez fisiológica, delineando receptivamente las fases vegetativa, reproductiva y de llenado de grano. La duración de cada una de estas fases depende del genotipo, del fotoperiodo y de la temperatura.

I. Influencia del fotoperiodo en el maíz

El maíz es una planta determinada cuantitativa de días cortos. Esto significa que el proceso hacia floración se retrasa progresivamente a medida que el fotoperiodo excede el valor mínimo. En general, para la mayoría de germoplasma de maíz tropical el foto período crítico oscila entre 11 y 14 horas y en promedio 13.5 horas. La mayoría de los materiales tropicales tienen mucha sensibilidad al foto período que puede influir en el retraso en la iniciación de la espiga (Jugenheimer, 1990).

J. Requerimiento de agua

La disponibilidad de agua en cantidades adecuadas al requerimiento de la planta, posibilita que el cultivo pueda desarrollarse adecuadamente y que posibilite potenciar redimiendo. La utilización de agua está en función del desarrollo fenológico de la planta y se correlaciona con otras variables muy importantes como lo son la capacidad de campo, evapotranspiración y temperatura. La cantidad de agua accesible al cultivo en un momento dado depende de la profundidad explorada por las raíces, de la cantidad de agua disponible hasta dicha profundidad y de la efectividad con que las raíces puedan extraer la humedad del suelo.

El efecto particularmente de la sequía afecta la habilidad de la planta de maíz a producir grano en tres fases críticas de crecimiento vegetativo: a) Al inicio del ciclo del cultivo, en estado de plántula puede matar a estas plantas y reducir la densidad de población; b) En fase de floración y c) en fase de llenado de grano. Se han realizado diferentes estudios en maíces tropicales para simular y cuantificar potencialmente el efecto de la reducción del grano por efecto de sequía. La reducción de agua en el cultivo del maíz durante el período de prefloración, floración y post floración provoca pérdidas de 25%, 50 % y 21%, respectivamente. El momento crítico del maíz reubica entre los 7 días previos al inicio de la floración y 15 días posterior a esta. En esta etapa, la reducción de rendimiento es mayor y puede ser 2 o 3 veces mayor que en otra fase de crecimiento. Se indica también que en esta fase el número de granos puede reducirse hasta en 45 %. (Lafitte, 1994).

K. Influencia de la temperatura

El desarrollo vegetativo y reproductivo de la planta de maíz en la zona Tropical está muy relacionado con la altitud (msnm) en donde se encuentra la plantación. Dependiendo de la ubicación de la zona, esta manifestará diferente comportamiento relacionado a la temperatura ambiental. En Guatemala, la zona del Trópico Bajo presenta temperaturas promedio de 25 °C y que pueden manifestar extremos de 35-40 °C en ciertos períodos del año. Para las condiciones de altiplanicie, la temperatura promedio es de 18°C y pueden presentarse temperaturas mínimas cercanas a 0°C en ciertas épocas del año. Localidades con menor temperatura posibilitan que el desarrollo vegetativo sea más largo y viceversa en condiciones de mayor temperatura. (Mangelsdorf & Reeves, 1948). Cuando las condiciones de temperatura es mayor al promedio (35°C) durante el desarrollo vegetativo y especialmente en la fase de reproducción, posibilita que la planta entre en un proceso de defensa debido al estrés que provoca este efecto y ocurra disminución de la tasa de fotosíntesis, posibilita la reducción del número de óvulos y viabilidad del polen, efecto negativo en la fase de llenado de grano y puede repercutir en pérdida de rendimiento. Lo contrario puede ocurrir al observarse bajas temperaturas que pueden causar daños a la parte vegetativa y reproductiva, por consiguiente también afectar el rendimiento (Paliwall, 1982).

L. Usos del maíz

1. **Uso del maíz como alimento humano.** La humanidad ha fracasado seriamente en su esfuerzo por alimentar en forma adecuada a los millones de gentes que viven actualmente en la tierra. De estos, al menos mil millones están desnutridos y la dieta de otros 800 millones es deficiente ya que carece de un o varios nutrientes básicos. (Collado, 1982)

Collado, 1982, reporta que se necesitan cerca de 1,600 libras de grano por persona por año para proveer la dieta común rica en proteínas en los Estados Unidos. Esto contrasta con las 400 libras anuales por persona, de que se dispones en los países menos desarrollados. La diferencia es el cuádruple. Donde la cantidad anual disponible de grano es de sólo 400 libras por persona, casi toda debe consumirse directamente para mantener la vida al nivel de subsistencia. De esta cantidad, casi 10% debe usarse como semilla, quedando aproximadamente 360 libras o sea, una libra para consumo diario. Esto es particularmente cierto en muchos países tropicales donde la densidad de población es elevada y los niveles económicos son reducidos. Las proteínas tienden a ser costosas.

2. **Uso del maíz como alimento para ganado y aves.** Cerca del 40% del maíz producido en los países tropicales es usado para la alimentación animal; el maíz proporciona la más alta tasa de conversión a carne, leche y huevo comparado con otros granos que se usan con el mismo propósito. Su alto contenido de almidón y bajo contenido de fibra hace que sea una alta fuente de concentración de energía para la producción de ganado. Las estadísticas detalladas para este elemento no están, sin embargo, disponibles, si bien se considera que en los países tropicales la mayor parte se destina a la producción avícola. El maíz amarillo es preferido para la alimentación del ganado y se le da como grano entero, roto o molido gruesamente, seco o cocido al vapor, y es generalmente suplementado con otras fuentes de vitaminas o proteínas. El uso de fórmulas alimenticias no está aún muy difundido en los países tropicales pero están surgiendo establecimientos avícolas comerciales UE sin duda demandaran un mayor uso de raciones conteniendo maíz. (Paliwall, 1982).

3. **Producción de biocombustibles.** El bioetanol y biodiesel, provenientes de la energía generada por cultivos agrícolas ocupan tierra de cultivos alimenticios y producen menos energía que la usada para producirla; también afectan el medioambiente y causan desastres económicos. Las mayores trabas para la masificación de estos productos, son la disponibilidad de tierras para cultivar las plantas, la tasa de producción de cultivo y la eficiencia en la conversión energética, aunque lo económico también tiene su cuota. (Wan Ho, 2007).

Por cada unidad de energía gastada en energía fósil, el retorno es 0.788 de energía de metanol de maíz; 0.636 unidades de etanol de madera y el peor de los casos 0.534 unidades de biodiesel de soya. El 18% de la soya es aceite que sirve para biodiesel, mientras que la diferencia es pasta de soya que sirve como alimento animal. Sin embargo, la pasta de soya es producida casi al mismo tiempo que se necesita para extraer el combustible, una simple contabilidad atribuirá el 82% de la energía necesaria para generar biodiesel – que es considerable- para la alimentación animal. (Wan Ho, 2007)

4. **La opción guatemalteca.** Según el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación actualmente, 78 % de la producción anual de maíz es blanco y 22 % es amarillo. Las autoridades también consideran que es necesario que la industria nacional del concentrado animal y los productores de cerdos, aves y huevos, busquen otras alternativas al maíz como el sorgo, soya y otros. (MAGA, 2015)

Según el ministerio de agricultura, ganadería y Alimentaria En el periodo 2015/2016 Guatemala produjo 40.9 millones de quintales de maíz blanco y amarillo, ocupando una superficie de 1, 254,080 Mz. El 62.3% de la superficie cosechada se encuentra concentrada en 7 departamentos: Peten (18.4%), Alta Verapaz (13.1%), Quiché (8.1%), Huehuetenango (7.5%), Jutiapa (6.6%), San Marcos (4.7%), e Izabal (4%).

M. Fertilización foliar

Los nutrientes son absorbidos por las raíces de las plantas, pero existen evidencias de la absorción de sales y minerales y sustancias orgánicas a través de las hojas, tallos, frutos y otras partes de las plantas (Chonay, 1990).

La fertilización foliar consiste en el suministro de nutrimentos a una planta a través del tejido foliar (hojas, tallo), especialmente a través de las hojas, dado que allí se centra la mayor actividad fisiológica de la planta. Teóricamente sería posible alimentar una planta adulta exclusivamente por vía foliar; sin embargo, se considera que esta práctica sólo puede ser un complemento nutricional mayores a través de esta vía implicaría un número muy elevado de aplicaciones, debido a que no pueden usarse concentraciones elevadas (Bertsch, 1995).

Por tales motivos se considera que la fertilización foliar es efectiva para: suplir nutrimentos que estén deficientes en el suelo y que se requieran en cantidades pequeñas, o sea, especialmente micro nutrimentos; por otra parte evitarían problemas de dilución o de fijación: ayuda a superar la falta de habilidad de la planta para absorber nutrimentos del suelo, debida a la presencia de condiciones de estrés como pueden ser daños radicales causados por implementos, enfermedades, insectos nematodos y sequía.

N. Semilla de maíz Variedad ICTA HB-83

Es un híbrido, maíz de grano blanco semidentado, desarrollado por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA). Este nuevo híbrido es un logro obtenido a través del mejoramiento genético que incluye la utilización de germoplasma de maíz adaptado a diferentes condiciones agroecológicas de la zona del Trópico Bajo de Guatemala que favorece a su amplia adaptación para las zonas maiceras de las regiones de la Costa Sur-Occidental y Nor-Oriental de Guatemala, comprendidas entre los 0-1400 msnm. Esta variedad de maíz tiene un rendimiento entre 3900 y 4560 kilogramos por hectárea, mientras la semilla criolla que tiene bajo potencial genético de rendimiento, y normalmente la producción es baja (2,300Kg/ha.).

El ICTA a través del desarrollo de tecnología apropiada a las condiciones de los agricultores maiceros, presenta alternativas para asegurar la disponibilidad de alimentos. Para el sector productivo dedicado a la producción de semilla certificada, el HB-83 mejorado presenta alto potencial de rendimiento de semilla certificada que contribuye a fortalecer la capacidad competitiva de esta importante industria nacional, además de ser un híbrido de fácil formación y durante la fase de producción de semilla certificada dispone de alta sincroníafloral al momento de la floración. El híbrido HB-83 mejorado fue evaluado en diferentes épocas de siembra, localidades y ambientes contrastantes de la zona maicera de Guatemala, comprendido entre altitudes de 0-1400 msnm. Presenta excelente arquitectura de planta y porte bajo, buen potencial de rendimiento y características agronómicas deseables, tales como: tolerancia al acame de tallo y de raíz que posibilita ser menos afectada por la incidencia de fuertes vientos, buena cobertura de la mazorca, tolerancia a enfermedades foliares y de la mazorca que superan a los mejores testigos convencionales. (ICTA, 2012)

O. BAYFOLAN[®] FORTE

Es una fórmula comercial concentrada de nutrientes que contiene vitaminas y fitohormonas, actúa estimulando los procesos metabólicos de las plantas, vigorizándolas al proporcionarles los nutrientes indispensables para su buen desarrollo, la planta los aprovecha íntegramente y su efecto se manifiesta en cultivos vigorosos y cosechas más abundantes y de calidad. También ayuda a resolver deficiencias de micro elementos, frecuentes en zonas con aguas duras.

Tabla 2. Composición nutricional del producto foliar BAYFOLAN FORTE.

	Porcentaje en peso/vol.
Nitrógeno total (N).....	11.470
Fósforo (P ₂ O ₅).....	8.000
Potasio (K ₂ O).....	6.000
Boro (B).....	0.036
Cobre (Cu).....	0.040
Fierro (Fe).....	0.050
Molibdeno (Mo).....	0.005
Zinc (Zn).....	0.080
Clorhidrato de tiamina.....	0.004
Azufre (S).....	0.230
Calcio (CaO).....	0.025
Cobalto (Co).....	0.002
Manganeso (Mn).....	0.036
Magnesio (MgO).....	0.025
Acido indolacético.....	0.008

Fuente: BAYFOLAN FORTE

P. FOLIAR 1

Es una formula nueva creada de forma interina en la corporación Pantaleón, por la cual es utilizada como fertilización foliar en el cultivo de la caña de azúcar para darle más vigorosidad a la planta proporcionándoles los nutrientes que la planta necesita para su buen crecimiento y desarrollo. La fórmula está compuesta por las necesidades que requiere el cultivo de la caña.

Tabla 3. Composición nutricional del producto FOLIAR 1.

	% En peso/volumen
Ácido cítrico.....	1.33.
Aminoácido.....	2.66.
Sulfato de zinc.....	2.66.
Sulfato de Magnesio.....	8.00.
Solubor.....	2.66.
Quelato de Hierro.....	2.66.
Quelato de Magnesio.....	2.66.
Nitrógeno (N).....	13.33.
Melaza.....	13.33.
Ácido Gibelerico.....	0.085.

Fuente: *Pantaleón SA.*

En cuanto a su composición nutricional resalta el producto Solubor que es un fertilizante foliar de alta solubilidad, calidad y pureza, por lo tanto altamente para el cultivo asperjado, recomendado como corrector de deficiencia Boro en los cultivos.

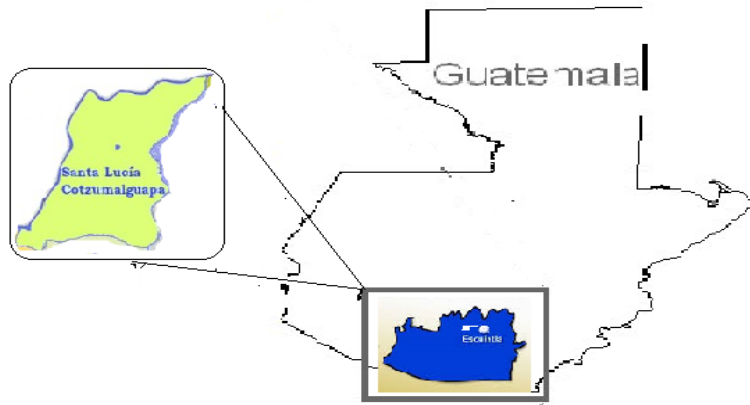
En lo que se refiere a los aminoácidos este se obtiene de la mezcla de la Melaza con los restos de pescado, obteniendo como producto final los aminoácidos que le facilita a la planta la asimilación de los nutrientes.

V. MARCO METODOLÓGICO

A. Localización de la evaluación

La evaluación se realizó en el campo experimental de la Universidad del Valle de Guatemala Campus sur, que se encuentra localizada en el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, del departamento de Escuintla, ubicada en el km 92.5 carretera a Mazatenango, y en las coordenadas 14° 19' 30" latitud norte y 91° 03' 10" longitud oeste. El campo experimental de la universidad está a una altura de 300msnm.

Figura 1. Plano ubicación de la ubicación del campo experimental.



Fuente: elaboración propia

B. Material experimental

Para el desarrollo de la investigación se utilizó una variedad de maíz HB-83 de la casa comercial valle verde, para evaluar los siguientes tratamientos:

Tabla 4. Descripción de los tratamientos

No. De tratamiento	Descripción del tratamiento
Tratamiento 1	BAYFOLAN® FORTE
Tratamiento 2	FOLIAR 1
Tratamiento 3	Testigo Absoluto

Fuente: elaboración propia

C. Diseño experimental

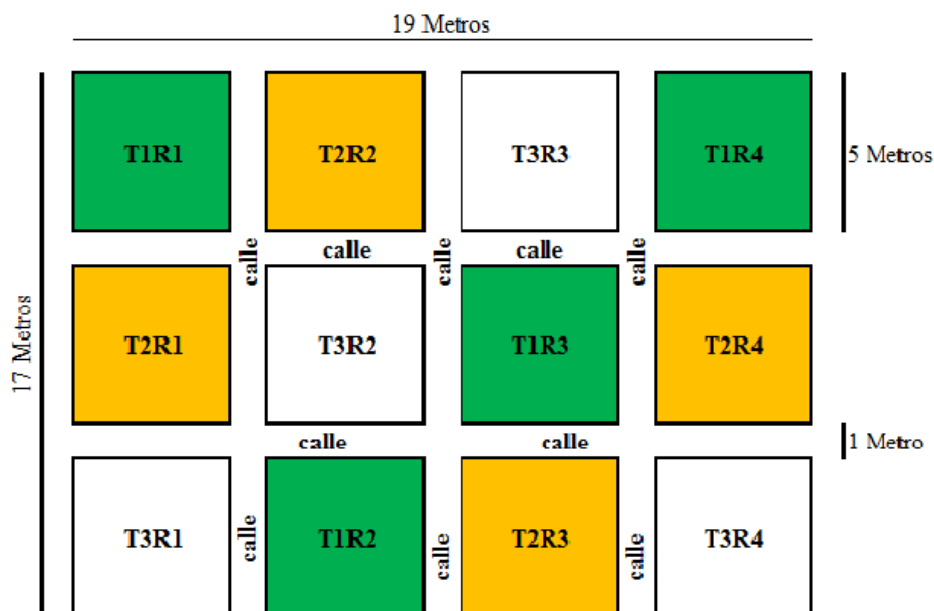
La investigación se desarrolló utilizando un diseño de bloques completamente al azar. Se utilizaron cuatro repeticiones.

D. Unidad experimental

Se sembró la semilla de maíz en parcelas de 5 surcos de 5 m de longitud y un distanciamiento de 60 cm entre surcos y 25 cm entre cada punto de siembra. Manejando un total de 100 plantas por cada parcela establecida

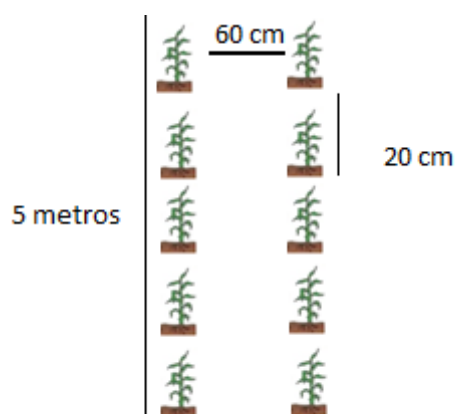
La primera aplicación del tratamiento foliar se ejecutó a los primeros 20 días después de la siembra de la semilla.

Figura 2. Distribución de los tratamientos



Fuente: elaboración propia

Figura 3. Densidad del cultivo



Fuente: elaboración propia

E. Manejo del experimento

1. **Preparación del terreno y la semilla.** La preparación consistió en la aplicación de herbicida en el sitio para controlar la maleza. Trazado el terreno de manera que queden bien definidas las unidades experimentales. Se hicieron marcas en una pita cada 25 cm para orientar en donde sembrar la semilla.

2. **Siembra.** La siembra se realizó en forma manual, depositando 2 semilla por postura a un distanciamiento de 25 cm entre postura y 60 cm entre surco.

3. Fertilización:

a. **Fertilización al suelo.** No se realizó fertilización porque anterior al experimento había siembra de leguminosa, *Canavalia ensiformis* que aporta 117 kg/ha. de Nitrógeno en el punto experimental.

b. **Fertilización foliar.** La aplicación de los tratamientos y dosis se realizó como se describe en el siguiente cuadro. Los dos productos se aplicaron en la misma dosis y la misma etapa fenológica del cultivo. Se realizaron 6 aplicaciones.

Tabla 5. Descripción de la aplicación de los tratamientos

Núm. Aplicación	Dosis	Edad del cultivo
1	1 L/200 litros de agua	20 DDS
2	1 L/200 litros de agua	30 DDS
3	1 L/200 litros de agua	40 DDS
4	1 L/200 litros de agua	50 DDS
5	1 L/200 litros de agua	60 DDS
6	1 L/200 litros de agua	70 DDS

Fuente: elaboración propia

F. Variables evaluados

1. **Contenido de clorofila.** Se determinó el contenido de clorofila al final del desarrollo vegetativo de la planta (60dds), se tomaron muestras de las hojas más recientemente maduras del maíz de cada tratamiento, esto es la primera hoja desde el ápice. Para determinar la concentración de la clorofila en las hojas se utilizó el medidor de clorofila SPAD-502Plus de Konica Minolta. La clorofila se expresa en valor SPAD: que es el valor del índice de clorofila y tiene una correlación con la densidad de la clorofila.

2. **Altura de la planta.** Se realizó el muestreo a la edad 60 días por cada tratamiento con su respectiva repetición tomando en cuenta el final de la fase vegetativa del cultivo. La medida se tomó desde la superficie del suelo hasta la parte del ápice de la planta.

3. **Producción de biomasa.** Al final de la cosecha se tomó el dato de la producción de biomasa con el peso a la humedad de campo realizando un muestreo del 10% de las plantas por cada parcela de forma aleatoria.

4. **Diámetro del tallo.** Se tomaron tallos al azar de cada parcela y las medidas se tomaron a 1.00 mt sobre la superficie del suelo. El instrumento llamado vernier se utilizó para la medición del diámetro del tallo.

5. **Rendimiento.** Para esta variable se tomaron los datos de peso de cada tratamiento expresado en Kg/ha con la ayuda de una balanza digital y luego se realizó la comparación entre cada tratamiento.

G. Análisis estadístico

Para el análisis de la información recopilada de las variables evaluadas se hizo uso del Software estadístico InfoStat versión 2008 se realizó el análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Tukey.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Contenido de clorofila

En la Tabla 6. se presenta los valores promedios de contenido de clorofila expresados en unidades SPAD de los tres tratamientos evaluados, se observa que el producto FOLIAR 1 obtuvo el mayor promedio de concentración de clorofila (53.38) y en términos estadísticos en la comparación de medias con el método de Tukey nos muestra que al contenido de clorofila obtenida con el producto foliar BAYFOLAN FORTE (51.20) Y el producto FOLIAR 1 son similares, mientras que el testigo en contenido de clorofila estuvo bajo (48.64) en comparación con los dos productos evaluados.

Tabla 6. Análisis de varianza de concentración de clorofila y comparación de medias expresadas en unidades SPAD (Tukey P: 0.05).

Análisis de la Varianza					
FV	GL	SC	CM	Valor de F	valor crítico de F
FOLIARES	2	45.12	22.56	12.60	5.14*
BLOQUES	3	2.44	0.81		
Error exper.	6	10.74	1.79		
TOTAL	11	58.3			

Análisis de media de Tukey

<u>Tratamiento</u>	<u>Medias</u>	<u>.</u>
FOLIAR 1	53.38	A
BAYFOLAN FORTE	51.20	A
<u>Testigo</u>	<u>48.64</u>	<u>B</u>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: elaboración propia

B. Altura de planta

En la Tabla 7 muestra los tres diferentes tratamientos y la altura. En cuanto al análisis de los promedios BAYFOLA FORTE mantiene una mínima diferencia en centímetros sobre el producto FOLIAR 1, mientras que el testigo se mantiene por debajo de los dos tratamientos evaluados. El análisis estadístico realizado a los tratamientos nos indica que el mejor tratamiento fue el producto BAYFOLAN FORTE.

Tabla 7. Valores promedio de altura de la planta expresada en centímetros, en la edad de 60 días.

Cuadro de Análisis de la Varianza					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	33.86	2	16.93	5.82	0.0238
TRATAMIENTO	33.86	2	16.93	5.82	0.0238
Error	26.16	9	2.91		
Total	60.02	11			

Análisis de Tukey

TRATAMIENTO	Medias	
BAYFOLAN FORTE	239.85	A
FOLIAR 1	238.10	A B
Testigo	235.75	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: elaboración propia

C. Producción de biomasa

La Tabla 8 representa la biomasa obtenida en los tratamientos FOLIAR 1 tiene el mejor promedio de material verde (47.71 T/ha.), mientras que el tratamiento del producto BAYFOLAN FORTE se obtuvo un promedio de (45.65 T/ha.). El testigo es el que obtuvo el promedio más bajo con (42.58 T/ha.). El tratamiento FOLIAR 1 obtuvo más peso con respecto a los otros tratamientos y el de menos peso es el testigo que prácticamente no se le aplicó ningún producto. Estadísticamente no hay diferencia significativa entre la prueba de media de Tukey por que las medias son las mismas.

Tabla 8. Análisis de datos de la biomasa expresados en kg

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3.06	2	1.53	1.29	0.3223
Tratamiento	3.06	2	1.53	1.29	0.3223
Error	10.71	9	1.19		
Total	13.77	11			

Análisis prueba de Tukey

Tratamientos	Medias	
FOLIAR 1	11.45 kg/p	A
BAYFOLAN FORTE	10.96 kg/p	A
Testigo	10.22 kg/p	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: elaboración propia

Resultados del peso de la biomasa convertidos en Ton/ha.

Tratamientos	Repeticiones				Ton/ha
	R1	R2	R3	R4	
FOLIAR 1	11.62 Kg	11.2 Kg	10.1 Kg	10.9 Kg	45.65
BAYFOLAN FORTE	10.75 Kg	12.65 Kg	11 Kg	11.4 Kg	47.71
Testigo	11.46 Kg	8.02 Kg	11.2 Kg	10.2 Kg	42.58

Fuente: elaboración propia

D. Diámetro del tallo

La Tabla 9 representa los datos de la medición del diámetro de los tallos de cada tratamiento. Las medias nos indica que el tratamiento FOLIAR 1 obtuvo un promedio de (3.12cm) está por encima del tratamiento BAYFOLAN FORTE que obtuvo un promedio de (3.09cm) en cuanto al testigo es el que obtuvo el promedio más bajo con (2.99 cm). Los resultados tienen significancia al realizar la prueba de análisis de varianza. Al realizar la prueba de medias de Tukey indica que las medias son iguales.

Tabla 9. Análisis de datos del diámetro de los tallos en cada tratamiento expresado en centímetros.

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.04	2	0.02	2.03	0.1869
Tratamiento	0.04	2	0.02	2.03	0.1869
Error	0.09	9	0.01		
Total	0.13	11			

Análisis prueba de Tukey de las medias del diámetro de los tallos

<u>Tratamiento</u>	<u>Medias</u>	
FOLIAR 1	3.12	A
BAYFOLAN FORTE	3.09	A
<u>Testigo</u>	<u>2.99</u>	<u>A</u>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: elaboración propia.

E. Rendimiento de maíz

La Tabla 10 muestra los datos de rendimiento expresados en kilogramos obtenidos de los tres tratamientos evaluados, el promedio de los tratamientos en cuanto a rendimiento nos muestra que el mejor tratamiento fue FOLIAR 1 lo cual obtuvo un promedio de rendimiento de (5.79 kg/parcela), mientras que el producto BAYFOLAN FORTE fue ligeramente menor que obtuvo (5.71 kg/parcela), mientras que el testigo obtuvo un promedio debajo de los 2 foliares evaluados (4.93 kg/parcela). El análisis de los tratamientos usando la prueba de Tukey nos indica que los dos foliares evaluados son similares en cuanto a su rendimiento en kg/ha, esto nos da a entender que los dos productos son iguales estadísticamente.

Tabla 10. Análisis Datos promedios y la comparación de las medias de Tukey del rendimiento de la producción de granos de maíz expresados en kg/ha.

Análisis de la varianza					
FV	GL	SC	CM	Valor de F	valor critico de F
FOLIARES	2	1.8099	0.90	6.10	5.14
BLOQUES	3	1.04	0.35		
Error exper.	6	0.89	0.15		
TOTAL	11	1.96			

Fuente: elaboración propia

Análisis de media de Tukey

<u>Tratamiento</u>	<u>Medias</u>	
FOLIAR 1	5.80	A
BAYFOLAN FORTE	5.72	A
<u>Testigo</u>	4.94	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: elaboración propia

La Tabla 11 representa los pesos de producción de maíz obtenidos en la cosecha, están expresados en kg/parcela para los 3 tratamientos evaluados y sus 4 repeticiones, en la última columna de la tabla nos muestra la conversión de los resultados en Kg/ha

Tabla 11. Producción de maíz convertidos en kg/ha en cada uno de los tratamientos evaluados

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	kg/ha
BAYFOLAN FORTE	5.57	5.76	5.58	5.95	3806.67
FOLIAR 1	5.85	5.62	5.82	5.89	3860.00
Testigo	5.03	4.95	4.85	4.91	3286.67

Fuente: elaboración propia.

VII. CONCLUSIONES

➤ En cuanto a la concentración de clorofila, el análisis del método de Tukey nos demuestra que FOLIAR 1 (53.28) y BAYFOLAN FORTE (51.20) son similares. En la comparación de promedios muestra que el tratamiento FOLIAR 1 obtuvo mejor concentración de clorofila.

➤ El tratamiento FOLIAR 1 aplicado en el cultivo de maíz presenta los mejores resultados de altura, diámetro (3.12 cm) y biomasa (47.71 t/ha materia verde) los cuales fueron estadísticamente similares al tratamiento BAYFOLAN FORTE y el Testigo.

➤ El tratamiento que obtuvo el mayor dato de rendimiento en Kg/ha es el FOLIAR 1 (3,860.00 Kg/ha). El tratamiento de BAYFOLAN FORTE está levemente por debajo de panta con una media de (3,806.67 kg/ha) y el método con el más bajo rendimiento de los analizados es testigo con una media de (3,286.67), tomando en cuenta que los rendimientos de la semilla para esta altura es de 3,900 a 4,560 kg/ha.

VIII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda evaluar el producto FOLIAR 1 con respecto a aumentar la dosis para verificar si se logra aumentar el rendimiento de producción en Kg/ha. Ya que se observó que no tiene mayor diferencia en cuanto al tratamiento BAYFOLAN FORTE

- Realizar un estudio de FOLIAR 1 en otras variedades de maíz, para verificar si la variedad tiene incidencia en la producción con relación al producto foliar.

- Evaluar un incremento en la cantidad de la dosis del producto FOLIAR 1, para disminuir el número de las aplicaciones.

- Incrementar el número de repeticiones en el estudio de cada sitio experimental.

- La fertilización foliar en el cultivo del maíz es una actividades suplementaria de gran importancia para lograr un buen desarrollo del cultivo y por ende lograr los objetivos de todo agricultor un buen rendimiento (Kg/Ha).

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Bolaños J; H. Barreto. 1991. *Análisis de los componentes de rendimiento de los ensayos regionales de maíz de 1990*. In: Análisis de los Resultados Experimentales del PRM 1990. Vol. 2. CIMMYT. Guatemala.
- Bolaños J., J. Pérez, J. Zea, M. Fuentes, C. Mendoza y G. López. 1997. *Dinámica y variabilidad de los componentes del rendimiento en 28 campos de maíz en Centro América*. In: Síntesis de resultados experimentales del PRM 1992. CIMMYT-PRM. Guatemala.
- BANGUAT, 2015. Estadísticas de producción de Granos Básicos. Guatemala.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura -IICA-, 1999. Guatemala: *Marco Cuantitativo de la agricultura guatemalteca 1950-1999*. L. Del Valle, Consultor. Guatemala. 387 p.
- Instituto Nacional de Estadística, 2013. *Encuesta Nacional de Consumo Aparente de alimentos*. Guatemala.
- Chonay Pantzay, J.J. 1990. *Efecto de la fertilización foliar sobre la compensación de la fijación biológica de nitrógeno por Rhizobium phaseoli en frijol (Phaseolus vulgaris L.)*. Tesis Mag. Se. México. Universidad de Chapingo. 107 p
- Bertsch, F. 1995. *La Fertilidad de los suelos y su manejo*. Costa Rica ACCS 157pág.
- Bolaños, R. 2007. *Alimento, industria o biodiesel*. Prensa Libre, Guatemala, [Guatemala]. 14 de Mayo pág. 16.
- Khalily, M; Moghaddam, M; Kanouni, H; Asheri, E. 2010. *La disección de estrés por sequía como la producción de grano de maíz en limitar Iran*. Asian Journal of Crop Science 2: 60-69.

- Ministerio de Agricultura, G. y. 2015. *Informe de situacion del Maiz Blanco* . Guatemala: Direccion de Planeamiento.
- Ministerio de Agricultura, G. y. (2013). *produccion y comercializacion de los granos basicos: situacion actual y estrategia futura*. Guatemala.
- Jugenheimer, R. 1990. *Variedades mejorada, metodo de cultivo y produccion de semillas*. 4 ed. Mexico, Limusa. 834 p.
- Wan Ho, M. 2007. *Biocombustibles no pueden sustituir a los combustibles fósiles entodos sus usos*. Argentina. Consultado jun 2015. Disponible en www.ecoportal.net
- ICTA (Instituto Ciencia de Tecnología Agrícolas, GT). 2001. *Informe técnico subprograma de maíz*. Guatemala. s.p.
- ICTA (Instituto Ciencia de Tecnología Agrícolas, GT). 2012. *Informe técnico programa de maíz*. Guatemala. s.p.
- Ministerio de Agricultura, G. y. 2016. *El Agro en cifras 2016*. Guatemala: Direccion de Planeamiento del Ministerio de Agricultura, Ganaderia y Alimentacion..

X. ANEXOS

Resultado de la concentración de clorofila

Tratamiento	Repeticiones			
	R1	R2	R3	R4
FOLIAR 1	51.49	52.96	48.9	51.43
BAYFOLAN FORTE	52.92	54.55	52.7	53.36
Testigo	48.26	47.74	49.93	48.62

Resultados de la medición de altura de la planta en centímetros.

Tratamientos	Repeticiones			
	R1	R2	R3	R4
FOLIAR 1	235.80 Cm	239.8 Cm	238.5 Cm	237 Cm
BAYFOLAN FORTE	240.8 Cm	240 Cm	241.4 Cm	238.6 Cm
Testigo	234.2 Cm	235.1 Cm	232.4 Cm	238.6 Cm

Resultado de peso de la biomasa expresada en kg.

Tratamientos	Repeticiones			
	R1	R2	R3	R4
FOLIAR 1	11.62 Kg	11.2 Kg	10.1 Kg	10.9 Kg
BAYFOLAN FORTE	10.75 Kg	12.65 Kg	11 Kg	11.4 Kg
Testigo	11.46 Kg	8.02 Kg	11.2 Kg	10.2 Kg

Resultados del diámetro de tallos

Tratamientos	Repeticiones			
	R1	R2	R3	R4
FOLIAR 1	2.96 Cm	3.17 Cm	2.99 Cm	3.22 Cm
BAYFOLAN FORTE	3.08 Cm	3.04 Cm	3.21 Cm	3.16 Cm
Testigo	3.05 Cm	3.01 Cm	2.86 Cm	3.02 Cm

Rendimiento de Maíz expresada en kilogramos/parcela

Tratamientos	Repeticiones			
	R1	R2	R3	R4
FOLIAR 1	5.57 Kg	5.76 Kg	5.58 Kg	5.95 Kg
BAYFOLAN FORTE	5.85 Kg	5.62 Kg	5.82 Kg	5.89 Kg
Testigo	5.03 Kg	4.95 Kg	4.85 Kg	4.91 Kg

Ilustración 4. Toma de datos de la concentración clorofila



Ilustración 5 y 6. Toma de dato del rendimiento de la cosecha



Ilustración 7 y 8. Toma de dato de la medición de altura





Ilustración 9: cosecha del maíz



Ilustración 10. Sitio experimental con el cultivo de maíz.



Ilustración 11. Análisis físico y químico del suelo

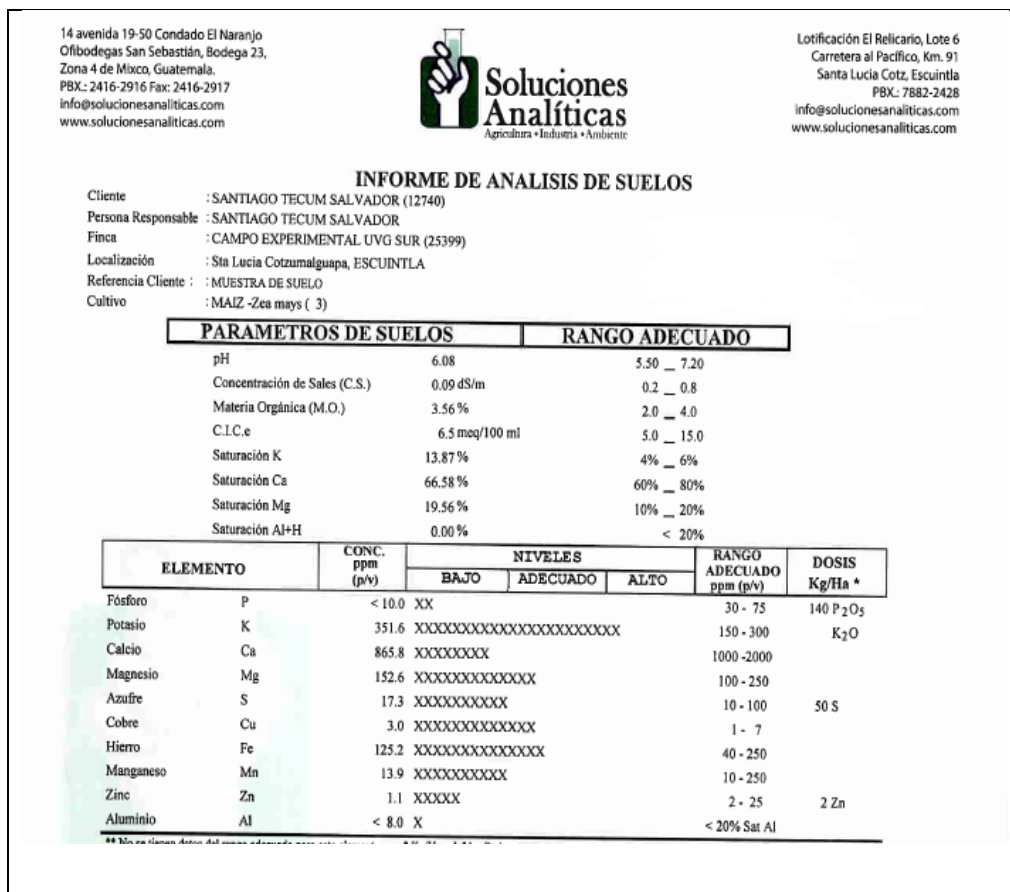


Ilustración 12. Aportación de Nitrógeno al suelo de la Canavalia ensiformis.

