

1. INTRODUCCIÓN

El Maíz Dulce tiene múltiples usos. En algunas áreas se usa básicamente como alimento humano. En Aldea Salto de Arenal, cerca del 85% del cultivo es alimento para el consumo humano y el resto se usa para alimento de ganado (Cuadro 18 A). El principal uso es como verdura fresca de mercado o de huerta en regiones que favorecen su cultivo. Un suelo fértil es el resultado del fiel cumplimiento de la ley natural de la restitución, que en esa forma contiene la cantidad adecuada de desperdicios vegetales y materia orgánica.

La fertilización orgánica es una alternativa que en muchos casos resulta de bajo costo y fácil de obtener, además presenta la ventaja de aumentar la cantidad de materia orgánica y microorganismos que se encuentran disponibles en el suelo.

Los abonos orgánicos son portadores de nutrientes en concentraciones necesarias, por ello se pueden justificar las aplicaciones de estos abonos. Los abonos orgánicos resultan superiores a los químicos por la forma regular de suministrarlos a las plantas, lo que puede estar acorde con las necesidades de las mismas, además de actuar como regulador de la lixiviación, aportar microelementos, así como los efectos quelanizantes y solubilizadores de la materia orgánica sobre los elementos del suelo. La materia orgánica actúa sobre la estructura del suelo y favorece la aireación, el drenaje, el enraizamiento y la capacidad de retener agua. La utilización de abonos orgánicos nos ofrece la posibilidad de una agricultura con alto grado de sustentabilidad. Debido a la presencia de un gen recesivo presente en su genoma que restringe la conversión de azúcar en almidón durante la etapa de maduración del grano, el maíz dulce logra acumular aproximadamente el doble de azúcar que los híbridos de grano.

Esta planta pertenece a la familia de las gramíneas, es una planta de ciclo de 90 días, es erecta, que puede alcanzar de 1.50 a 2.00 metros de altura, esta planta tienen flores masculinas y femeninas separadas. Las flores masculinas o panojas coronan la planta y las femeninas o espigas, salen de las axilas de las hojas, las cuales emiten sus estilos y estigmas formando lo que comúnmente se le llaman pelos de elote. De esta parte ha de salir el elote que es lo que se aprovecha de este cultivo.

El objetivo principal de esta investigación fue establecer la respuesta a la aplicación de fertilizantes orgánicos comerciales en el rendimiento de la planta de maíz dulce en la Aldea Salto del Arenal, Jutiapa, con el propósito de incrementar su rendimiento en elote fresco. La evaluación se realizó mediante la aplicación de 3 tratamientos de fertilizantes orgánicos comerciales y 1 testigo al que no se aplicó fertilizante orgánico, cada uno con 3 repeticiones en un diseño Bloque al Azar, registrando lecturas de crecimiento y rendimiento total al momento de la cosecha de las diferentes variables, realizándolo durante los meses de mayo a agosto del año 2,002.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la zona de Salto del Arenal, Municipio de El Progreso, Jutiapa, el cultivo de maíz dulce ha tomado mucha importancia en los últimos años, debido a que la rentabilidad y su mercado no sufren marcadas variaciones como sucede con otro tipo de cultivos como el maíz de grano, tomate, etc. Lo que ha provocado que los agricultores del lugar prefieran utilizar el híbrido conocido como Shimmer, por su aceptable rendimiento y tolerancia a enfermedades (Cuadro 18 A).

El fruto del maíz dulce (el elote) para ser comercial, debe ser de buena calidad, lo que incluye buen tamaño, color, y un aspecto muy importante; libre de daño de plagas y enfermedades. En la Aldea Salto del Arenal, los frutos bajos en calidad llegan a disminuir en un 40% los beneficios netos de producción.

El maíz dulce tiene la característica de poseer mayores cantidades de carbohidratos que el maíz corriente en el elote durante su desarrollo, lo cual la hace más atractivo para el mercado.

La importancia de utilizar fertilizantes orgánicos como complemento a la fertilización química es conservar el grado de fertilidad del suelo y crear los mecanismos y medios para un mejor aprovechamiento de los elementos nutricionales que contienen los fertilizantes químicos.

El principal problema que se ha presentado hasta el momento dentro de los campos de producción de la Aldea en mención es la utilización de solo un tipo de cultivo (monocultivo) por mucho tiempo, lo que provoca un desgaste nutrimental de los suelos volviéndolos paulatinamente poco fértiles, que provoca que los rendimientos de esta zona sean de baja calidad, aunado a esto se le suma el uso de fertilizantes químicos como única fuente de nutrientes para las plantas con los costos que la

práctica conlleva, por lo que es necesario implementar nuevos cultivos que sean rentables y con un costo de producción bajo. Los fertilizantes orgánicos comerciales actúan como un complemento a la fertilización química ya que nos proveen de nutrimentos necesarios para la planta, logrando de esta manera que los agricultores de la zona obtengan una producción de mayor calidad, a más bajos costos, esto comparado con la agricultura tradicional en la que se utilizan únicamente como fuente nutrimental a los fertilizantes químicos (Cuadro 18 A).

Este problema se agudiza cuando los agricultores pretenden elevar los rendimientos del cultivo de maíz dulce, debido a que recurren a la utilización de formulaciones químicas, logrando así en algunos casos el aumento del rendimiento del cultivo de maíz dulce. A la vez se aumenta la dosificación de formulaciones químicas perjudicando a los productores al incrementarse los costos de producción. Por otro lado el empleo de fertilizantes orgánicos como complemento, fuente de materia orgánica, disminución en el número de aplicaciones de fertilizantes químicos, inducción la proliferación de microflora y fauna benéfica del suelo, mejora la textura y estructura del suelo, además la obtención de productos agrícolas con el empleo de fertilizantes orgánicos comerciales puede ser una alternativa de disminución de costos de producción, pero por otro lado ofrece productos saludables al consumidor.

3. MARCO TEORICO

3.1. MARCO CONCEPTUAL

4.2.2. EL MAIZ DULCE (*Zea mays* L. variedad rugosa)

Este cultivo se usa como verdura enlatada o congelada en la mayor parte del mundo y como verdura fresca de mercado o de huerta en regiones que favorecen su cultivo. La principal región productora de maíz dulce es la mitad Norte de Estados Unidos y el Sur de Canadá. Existen varias razones para esta restringida distribución. El período durante el cual los granos de maíz dulce permanecen dulces después de cosecharlos es muy corto. Los azúcares se convierten rápidamente en almidón con las temperaturas más elevadas del Sur. La larva del elotero es menos perjudicial al maíz dulce en Latitudes con temperaturas invernales bajas, las cuales impiden que las larvas pupen en invierno. El marchitamiento bacteriano o enfermedad de Stewart (*Erwinia stewartii*), es particularmente severo en el Sur. En general, el maíz dulce es bastante susceptible a la sequía y a las enfermedades producidas por hongos (13).

Otros estados del Sur de los Estados Unidos como Florida, se están convirtiendo rápidamente en centros de producción de maíz dulce de mercado para ser consumido en el Norte en invierno y primavera. Existen tres razones principales para el notable crecimiento de esta industria: el desarrollo de nuevos híbridos adaptados para el cultivo en regiones donde las condiciones no son muy adecuadas; la disponibilidad y el amplio uso práctico de nuevos insecticidas y funguicidas efectivos para el control de la larva del elotero y de los tizones de las hojas; por último el desarrollo de mejores materiales de empaque y transporte, así como de equipo y de métodos superiores (13).

Los tipos deseables de maíz dulce para alimento enlatado o congelado comprenden varias características importantes, las cuales

incluyen granos profundos, amarillos o blancos, buena producción, alta calidad y uniformidad extrema de la planta y la mazorca. Esta uniformidad comprende la textura y la consistencia de los granos y la forma y el tamaño de las mazorcas. El maíz dulce se puede enlatar de dos formas: en grano entero y en tipo crema. El enlatado del grano entero requiere de granos con 72 a 75% de humedad y mazorcas uniformes con granos tiernos y de buen sabor, siendo estas últimas consideraciones importantes para la congelación comercial y doméstica del maíz dulce (13).

El productor de maíz dulce para mercado necesita híbridos con las mismas características del maíz dulce para enlatado o congelado, excepto en que es deseable tener tipos cuya madurez no sea uniforme, con el fin de que el cultivo pueda usarse durante un período más prolongado. Debe darse consideración especial a la dulzura, a lo tierno del pericarpio (membrana que cubre los granos de maíz), a la consistencia o textura del contenido de los granos, y a la madurez. La dulzura no es tan importante en el caso del maíz dulce enlatado o congelado, ya que puede agregarse azúcar en su procesamiento. Actualmente la mayor parte del maíz dulce cultivado son híbridos de cruza simple, los cuales proporcionan uniformidad en la textura y en la consistencia de los granos. La forma y el tamaño deseable de las mazorcas han revolucionado la maquinaria y los métodos de manejo en la industria enlatadora (13).

En el cuadro 1 se da a conocer los contenidos de azúcar en los diferentes tipos de maíz dulce, según el catálogo de semillas Rogers NK (20).

Cuadro 1. Niveles de azúcar según el tipo de maíz dulce (*Zea Mays L. Variedad rugosa*)

Tipo de Maíz Dulce	Porcentaje de Azúcar (peso fresco)
- su (Gene "sugary" estándar)	5 - 12
- se hetero (Gene "sugar enhanced")	7 - 15
- se homo (Gene "sugar enhanced")	12 - 20
- sh2 (Gene "Shrunken "superdulce")	22 - 40

La genética del maíz dulce es igual a la del maíz convencional, excepto por los genes particulares que son responsables por la condición azucarada del grano. En este, se acumula dos veces más azúcar y ocho a diez veces más polisacáridos solubles en agua que en el maíz convencional en estado inmaduro. Este hecho, unido a su mayor succulencia y sabor, convierten al maíz dulce en un cultivo potencial, no sólo como alimento procesado, sino como producto de consumo fresco. El grano tiene una apariencia transparente y córnea y es rugoso cuando está seco (13).

El cultivo de maíz dulce para desarrollarse de manera adecuada necesita de las cantidades de nutrientes descritas en el cuadro 2 (20).

Cuadro 2. Requerimiento Nutricional del Maíz Dulce (*Zea Mays L.* Variedad rugosa).

REQUERIMIENTO NUTRICIONAL DEL MAIZ DULCE EN kg/Ha											
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	Cl	B	Cu	Fe	Mn	Zn
186.7	93.35	112.01	7.46	15.69	7.46	3.78	0.03	0.23	0.07	0.41	1.23

4.2.3. NECESIDAD DEL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA.

Tislade y Nelson (26) afirman que dos terceras partes de los habitantes del mundo están sometidas a una dieta alimenticia insuficiente. En nuestro medio, el evidente desequilibrio entre el ritmo del crecimiento demográfico y el de la producción de alimentos, nos ha obligado a la investigación para buscar mejores alternativas cuyos logros tecnológicos nos brinden una mayor producción agrícola.

En un principio, la demanda de mayor producción de granos, era solventada destinando nuevas áreas a las labores agrícolas. Aunque algunas nuevas tierras pudieron ser incorporadas a cultivos mediante regadíos, drenaje o tala de bosques, los incrementos correspondientes de cosecha, fueron más bien pequeños. Las técnicas modernas y la situación demográfica indican que un sustancial aumento en la producción agrícola puede obtenerse logrando mayores rendimientos de las tierras que ya están bajo cultivo. Mayor producción por manzana

y/o hectárea, significa un mayor producto neto por unidad de área y costos unitarios más bajos (26).

El gradual incremento de la producción está en función tanto del uso de variedades mejoradas, control de plagas, control de malezas, utilización de fertilizantes químicos y el uso de fertilizantes orgánicos para mantener la fertilidad de los suelos deficientes en la misma (26).

4.2.4. IMPORTANCIA DE LA FERTILIZACIÓN EN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA.

Worthen (28) reporta que las fórmulas comerciales de fertilizantes químicos recomendadas, se basan en la extracción de la cosecha a que están destinadas y no en los análisis de disponibilidad de nutrimentos en el suelo. Considera que los fertilizantes químicos son perjudiciales para los suelos, las cosechas y los animales, por lo que el uso adecuado de productos orgánicos puede incrementar los rendimientos, el valor nutritivo y la resistencia de las plantas a los insectos y enfermedades.

Teuscher y Adler (25) señalan que un grupo de horticultores consideran que aplicando al suelo fertilizante artificial, se satisface el requerimiento más importante para obtener altos rendimientos en los cultivos, porque representan un medio inmediato de destituir al suelo los elementos nutritivos que le fueron extraídos por el cultivo, mientras otros horticultores aseguran que la aplicación al suelo de sustancia químicas es perjudicial, estos horticultores se basan en la agricultura orgánica, como es el uso de fertilizantes orgánicos, estiércol vacuno, gallinaza, residuos de cosechas y abonos verdes.

La pérdida de la fertilidad de los suelos constituye uno de los mayores problemas para la humanidad puesto que conlleva una escasa o nula producción de los mismos (26).

En nuestro país, existe una continúa pérdida de la fertilidad de los suelos cultivados debido al uso intensivo de los mismos, y a la poca utilización de prácticas de manejo y conservación, lo cual tiene

como resultado que sean más los elementos nutritivos extraídos que los suministrados al suelo (26).

Las plantas para su normal crecimiento y desarrollo requieren de un suministro constante de agua, bióxido de carbono y de varios elementos minerales, los cuales en presencia de luz, los utilizan como materia prima para la síntesis de sus propios tejidos. Es por ello que el hombre debe saber suministrar al suelo éstos materiales, principalmente el agua y los elementos minerales para asegurarse una producción vegetal mayor y en esa forma obtener una producción agrícola mucho mayor (26).

4.2.5. MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO

La materia orgánica del suelo consiste en residuos vegetales y animales a varios niveles de descomposición. Niveles adecuados de la misma benefician al suelo en formas diferentes:

- A.** Mejora la condición física.
- B.** Aumenta la infiltración del agua.
- C.** Mejora la friabilidad del suelo.
- D.** Acelera la disponibilidad de nitrógeno, fósforo y azufre.
- E.** Influye en los procesos de formación de los suelos.
- F.** Disminuye las pérdidas por erosión.
- G.** Cambia de color el suelo a colores oscuros.
- H.** Provee nutrientes a las plantas.
- I.** Es un agente natural que actúa sobre el mejoramiento de la estructura del suelo.
- J.** Aumenta la velocidad de infiltración del agua, principalmente en los suelos pesados.
- K.** En suelos con problemas de sales, aumenta el drenaje y por lo tanto el proceso de lavado.

- L. En suelos livianos es responsable de la formación de la estructura, aumentando la retención de humedad y disminuyendo el lavado.
- M. En suelos con presencia de carbonatos y/o sílice, evita el proceso de cementación.
- N. Su presencia en el suelo es la responsable de la vida microbiana del mismo.
- O. Aporta C.I.C. (capacidad de intercambio catiónico) aunque sea en forma transitoria.
- P. Aporta Nitrógeno, Azufre y algo de Fósforo. Es una fuente importante de ellos (7) (15) 26).

La mayoría de los beneficios se deben a sustancias desprendidas como producto de la descomposición en el suelo de los residuos orgánicos (15).

La materia orgánica contiene cerca del 5% de nitrógeno total, sirviendo de esta manera como un depósito para el nitrógeno de reserva. La materia orgánica del suelo también contiene otros elementos esenciales para las plantas. Los residuos vegetales y animales contienen cantidades variables de elementos minerales tales como fósforo, magnesio, calcio, azufre y micro nutrientes (15).

Dawson, citado por Frear (9) deduce que las relaciones C/N indican el grado de fertilidad y contenido de materia orgánica de un suelo, así:

- A. Una relación C/N menor de 10, nos indica un estado de descomposición avanzado de la materia orgánica del suelo.
- B. Una relación C/N mayor de 20, indica poca descomposición y una liberación escasa o nula de nitrógeno de la materia orgánica del suelo.

Graetz (10) menciona que la materia orgánica en suelos no cultivados, sirve únicamente para renovar la cubierta vegetal. En suelos

cultivados, los residuos vegetales producen un alto contenido de materia orgánica, que favorece la actividad microbiana.

Millar (16) por su parte menciona que además de los efectos físicos y químicos de la materia orgánica, ésta provoca también efectos biológicos que sirven de fuente alimenticia y energética para la mayoría de los organismos del suelo, mejorando así el desarrollo microbiano, el cual es un factor muy importante que determina la fertilidad y productividad de un suelo.

Buckman y Bandy (4) exponen resumida y concluyentemente, que la capacidad inherente de producción de los suelos está relacionada grande y directamente con los contenidos de materia orgánica y nitrógeno de los mismos.

4.2.6. ABONOS ORGÁNICOS

Por abono orgánico se entiende todas las sustancias orgánicas, de origen animal, vegetal o mixto, que se añaden al suelo, al tejido foliar con el fin de mejorar la fertilidad del cultivo (2).

El abonado orgánico constituye una técnica tradicional y muy eficaz para mejorar los cultivos, ya que mediante este sistema se añaden al suelo todas las sustancias necesarias para las plantas. No obstante, la proporción de nutrientes no es siempre la más adecuada, por lo que requiere el uso complementario de abonos minerales (2).

Los abonos orgánicos además de aportar al suelo sustancias nutritivas, influyen positivamente sobre la estructura del suelo y sirven de alimento a los microorganismos (16).

Estos abonos contienen nitrógeno en cantidades variables y lo liberan a un ritmo lento y paralelo a las necesidades del cultivo; por esta razón una distribución inicial única es suficiente para satisfacer las necesidades de nitrógeno del cultivo (16).

Dichos abonos pueden ser de origen animal -como la orina, sangre, huesos, cuernos, deyecciones sólidas, residuos de pesca, etc.- de origen vegetal -como la turba-, residuos de cultivos -semillas, hojas secas,

algas, etc.- y de origen mixto -como el estiércol, residuos de hogares, matillo, etc. (2).

4.2.7. UTILIZACIÓN DE LOS ABONOS ORGÁNICOS

Todos los abonos orgánicos deben aplicarse con un cierto anticipo respecto al momento de su utilización por los cultivos, para dar tiempo a que se ponga en marcha los procesos de mineralización y humificación. Sólo en los suelos muy aireados hay que evitar la adición del abono muy anticipada, por los riesgos que corre de oxidarse la materia orgánica (2).

La materia orgánica es el medio más simple y seguro para mantener alta la fertilidad del suelo. Aunque la industria produzca medios capaces de realizar algunas funciones de la materia orgánica no se puede pensar en el recurso generalizado a estos productos cuando la industria está destinada a padecer crónicamente penuria de energía y materias prima (2).

Para asegurar el equilibrio del balance húmico anual o, eventualmente, mejorarlo, es necesario que en las explotaciones agrarias se sigan las directrices siguientes:

- A.** Debe racionalizarse al máximo la técnica de cultivo. En este sentido es útil la fertilización mineral racional que actúa positivamente sobre el balance húmico de diversas maneras: aumenta la producción, no sólo del producto principal, sino también de los residuos; mejorando la composición del cultivo en el sentido de reducir la relación C/N y, con ello, una más
- B.** fácil descomposición y una mejor producción de humus. (2)

4.2.8. FERTILIZACIÓN

Por fertilización se entiende la mejora de la fertilidad agronómica del suelo mediante la adición de sustancias capaces de modificar positivamente la función nutritiva o las condiciones de habilidad del mismo (26).

Un fertilizante es toda sustancia o técnica que se emplea para restituir o aumentar la fertilidad del suelo, ya sea en cuanto a la estructura, el pH o sus elementos nutritivos. Los fertilizantes pueden dividirse en enmendantes o modificadores del pH y abonos o sustancias empleadas para mejorar las condiciones nutritivas del suelo. (26)

Siempre se ha considerado como el objetivo general de la fertilización la obtención de máximos rendimientos con el mínimo de costos y mejorar la calidad de los productos (26).

Las plantas para su normal crecimiento y desarrollo requieren de un suministro constante de agua, bióxido de carbono y de varios elementos minerales, los cuales en presencia de luz los utilizan como materia prima para la síntesis de sus propios tejidos. Es por ello que el hombre debe saber suministrar estos materiales principalmente el agua y los elementos minerales, para asegurarse una producción vegetal mayor en esa forma obtener una producción agrícola mucha mayor (26).

4.2.9. NUTRIMENTOS

Existen 16 nutrimentos o elementos químicos que se consideran esenciales para el desarrollo vegetal. Un nutrimento es esencial para una planta cuando cumple con las siguientes condiciones:

- A.** Bajo la ausencia del elemento no es posible el desarrollo normal de la planta,
- B.** Su ausencia produce síntomas visuales,
- C.** Los síntomas de deficiencia deben ser solventados únicamente cuando la planta es abastecida con el elemento en deficiencia (15).

4.2.10. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES EN LAS PLANTAS

4.2.10.0. ELEMENTOS NO MINERALES

Se obtienen del aire y del agua y comprenden el 90% de la materia seca, entre ellos podemos mencionar: Carbono (C),

Hidrógeno (H) y Oxígeno (O) y son utilizados en la fotosíntesis y los productos obtenidos son los responsables de la mayor parte del aumento en crecimiento de las plantas. Si existen cantidades insuficientes de dióxido de carbono, agua o luz se reduce el crecimiento (15).

4.2.10.1. ELEMENTOS MINERALES

Se obtienen principalmente del suelo y son absorbidos por las raíces, estos pueden ser administrados por medio de los fertilizantes comerciales, los cuales se clasifican en **PRIMARIOS:** Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K); **SECUNDARIOS:** Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Azufre (S) y **MICRONUTRIENTES:** Hierro (Fe), Cobre (Cu), Boro (B), Cloro (Cl), Zinc (Zn), Manganeseo (Mn) y Molibdeno (Mo) y Sodio (Na) (15).

4.2.10.2. RELACIÓN DE LOS NUTRIMENTOS UTILIZADOS CON EL RENDIMIENTO

A. NITRÓGENO (N)

El Nitrógeno tiene vital importancia para la nutrición de la planta. Buckman y Brady (4), Jacob y Uexkull (12) y Millar (16) aseguran que el nitrógeno es un constituyente característico del plasma celular, además de encontrarse en un gran número de compuestos de singular importancia fisiológica en el metabolismo vegetal tales como: la clorofila, las enzimas, proteínas, nucleótidos, alcaloides, hormonas y vitaminas. También opinan que así como la deficiencia de nitrógeno causa trastornos en las plantas como lo es un amarillamiento de las hojas más viejas desde la punta hacia la base en forma de "V", secamiento comenzando en la punta de las hojas y progresando a lo largo de la nervadura principal, penachos finos. Espigas (mazorcas) pequeñas. El sobreabastecimiento del mismo trae efectos contrarios al

desarrollo normal de ésta. El exceso de nitrógeno produce por lo general plantas más susceptibles a las inclemencias climáticas como por ejemplo el aumento en el porcentaje de acame, así como también una mayor susceptibilidad a las enfermedades del follaje.

Jacob y Uexkull (12) mencionan que la aplicación de nitrógeno en el maíz es muy eficaz, asumiendo con ello la planta una coloración verde oscura y un crecimiento exuberante. Su déficit en sí se manifiesta normalmente mediante el raquítico desarrollo general de la planta y la uniforme decoloración de la misma.

Por su parte, Trigoso (27) y Bonnet (1) concuerdan al decir que el exceso de nitrógeno causa acame debido a que los tallos pierden solidez al no lignificarse lo suficiente.

Jacob y Uexkull (12) explican también que a causa de su gran demanda de nutrimentos, al maíz se le considera como un excelente indicador del estado nutritivo del suelo, reaccionando fácilmente a la aplicación de fertilizantes.

Lugo (14) menciona que el nitrógeno es importante en la producción de maíz. Además explica que de los otros elementos aplicados en forma de fertilizantes, el nitrógeno es el que produce los efectos más rápidos y pronunciados. Durante las primeras fases del crecimiento de la planta de maíz, ésta asimila fácilmente el nitrógeno del suelo y el de los fertilizantes aplicados, siendo el promedio de asimilación total desde la siembra hasta la floración, de aproximadamente 105 Kg. de N/ha.

La concentración de nitrógeno en el suelo, tal como lo afirma Montes, es mucho mayor en la capa superficial del suelo a una profundidad comprendida entre los 0 a 15 cm. (18).

El nitrógeno en el suelo se encuentra transformándose constantemente; y de allí que, algunos factores ambientales tales como la época de cultivo, la naturaleza del suelo, la

aplicación de fertilizantes y la incorporación de residuos de cultivos y estiércol, afectan el contenido de nitrógeno en el suelo (18).

Con aplicaciones de nitrógeno, los porcentajes del rendimiento de un cultivo pueden acrecentarse y en el caso del maíz, Perdomo (19) indica que los rendimientos de éste cultivo están relacionados con el suelo y cualquier reducción por el uso continuo del suelo, es casi una relación lineal, causando los efectos más pronunciados en la mayoría de las cosechas.

Por su parte, Jacob y Uexkull (12) explican que el maíz agota el suelo en forma considerable y su rápido desarrollo origina que ésta planta presente, en sus primeras fases de crecimiento, una elevada demanda de nutrimentos.

Se debe recordar que el suministro de nitrógeno a las plantas puede hacerse mediante la aplicación de fertilizantes al suelo ó incorporando materia orgánica de buena calidad (12).

Las plantas absorben la mayor parte del N en la forma de iones de amonio (NH_4^+) o de nitrato (NO_3^-). El nitrógeno es necesario para la síntesis de clorofila y como parte de la molécula de clorofila, tiene un papel en el proceso de fotosíntesis. La falta de N y clorofila significa que el cultivo no utilizará la luz del sol como fuente de energía para llevar a cabo funciones esenciales como la absorción de nutrientes. Un suministro adecuado de N produce hojas de color verde oscuro, con motivo de una alta concentración de clorofila. La deficiencia de N produce clorosis (un amarillamiento) de las hojas por una disminución de la clorofila. Las plantas deficientes en N crecen muy lentamente y presentan menor número de hojas. La cantidad de N en el suelo en forma disponible es muy pequeña. La mayoría del N del suelo proviene de la atmósfera terrestre. El N que se presenta en el suelo lo hace en tres formas principales: NITROGENO ORGANICO: parte de la materia orgánica del suelo...no disponible para las

plantas en crecimiento, NITROGENO AMONIACAL: fijado en minerales arcillosos...disponible en forma lenta para las plantas y IONES DE AMONIO Y NITRATO O COMPUESTOS SOLUBLES: el N que las plantas utilizan (15).

El proceso mediante el cual las formas orgánicas, no disponibles, de N se hacen disponibles para las plantas es muy importante. Este proceso se llama MINERALIZACIÓN. Se produce a medida que los microorganismos descomponen la materia orgánica para obtener su energía, una vez que los organismos han utilizado todos los nutrientes que necesitan, el exceso (tal como el N) es liberado al suelo para el crecimiento de las plantas. El N también puede convertirse de sus formas inorgánicas a formas orgánicas, tal proceso se llama INMOVILIZACIÓN. La mineralización y la inmovilización se presentan en los suelos en forma simultánea. El hecho de que los suelos tienden a incrementar las formas orgánicas o inorgánicas del N dependerá en gran parte de la relación Carbono/Nitrógeno de los materiales orgánicos que se estén descomponiendo. Aquellos materiales con una relación amplia, más de 30:1 favorecerá la inmovilización. Aquellos materiales con un relación estrecha, menor de 20:1 favorecerá una mineralización más rápida. En las relaciones entre 20 a 30:1, los dos procesos son casi iguales. Cuando la inmovilización del N del suelo excede la mineralización, prácticamente no se encontrará N disponible para el cultivo en crecimiento, a menos que se hayan aplicado fertilizantes nitrogenados cerca de las raíces. La mayor parte del N amoniacal es convertido a N nítrico por ciertas bacterias nitrificantes. Este proceso se denomina NITRIFICACIÓN. Los nitratos son utilizados inmediatamente tanto por los cultivos como por los microorganismos. Los nitratos tienen una movilidad muy alta en el suelo. Se mueven libremente con el agua del suelo. De modo que los nitratos pueden ser lixiviados del perfil del suelo.

Los nitratos pueden perderse por DESNITRIFICACION, un proceso mediante el cual los nitratos son reducidos a oxido nitroso o nitrógeno elemental perdiéndose en la atmósfera como un gas. Las desnitrificación ocurre normalmente en suelos con alto contenido de materia orgánica, bajo periodos largos de inundación y con temperaturas altas. Los suelos con humedad suficiente como para que el cultivo crezca, tendrán humedad suficiente para una nitrificación normal. Los nitratos con un factor asociado con el lixiviado de bases tales como Ca, Mg y K del suelo. El nitrato y las bases se van juntos (15).

B. FÓSFORO (P)

Actualmente se reconoce el papel muy importante que el fósforo tiene en el crecimiento de las plantas. Jacob y Uexkull (12) explican que el fósforo desempeña un papel importante dentro de los procesos de transformación de energía, participando en forma decisiva en el metabolismo celular. A su vez, es un constituyente importante de múltiples y significantes compuestos vitales como por ejemplo: los fosfolípidos, participa en la formación de semillas, acelera la madurez, aumenta la resistencia a enfermedades, forma parte estructural de los ácidos nucleicos, las fosfoproteínas de los ácidos encargados del transporte de energía (el trifosfato de adenosina, di fosfato de adenosina y el monofosfato de adenosina); además, de encontrarse presente en muchas enzimas. Las plantas necesitan fósforo especialmente en la primera fase de su desarrollo, ya que activa el desarrollo de la raíz y favorece el crecimiento.

Tislade y Nelson (26) indican que un adecuado suministro de fósforo en las primeras etapas de la vida de la planta es importante en el adecuado crecimiento de las partes

reproductivas. También menciona que el fósforo se ha encontrado asociado con la pronta maduración de los cultivos, particularmente en los cereales, y su carencia es acompañada por una marcada reducción del crecimiento de la planta. Se le considera esencial en la formación de semilla y se acumula en grandes cantidades en semillas y frutos.

El mismo autor, sigue explicando que un buen suministro de fósforo siempre ha sido asociado con un incremento del crecimiento de las raíces y con una mayor solidez de la paja de los cereales. De allí que la calidad de ciertos frutos, forrajes, hortalizas y cultivos de grano como el maíz, se dice que se incrementa al maximizarse el contenido de nutrimentos y a la vez, aumenta la resistencia a las enfermedades de las plantas cuando son adecuadamente provistas de este elemento (26).

Jacob y Uexkull (12) explican que las plantas de maíz deficientes de fósforo presentan, como regla general, una coloración verde oscura en las hojas más viejas, continuando tonos rojos en las puntas y márgenes, la mazorca puede quedar roja también. La producción de espigas (mazorcas) es altamente afectada.

Los compuestos fosfatados presentes en las plantas son esenciales para la fotosíntesis, la ínter conversión de los aminoácidos, el metabolismo de las grasas, el metabolismo del azufre, las oxidaciones biológicas y muchos otros procesos de los seres vivos (12).

El fósforo es rápidamente movilizado en las plantas, y cuando se presente deficiencia, el elemento contenido en los tejidos más viejos, es translocado a las regiones activas meristemáticas, es decir, a las partes jóvenes de las plantas (12).

El fósforo es relativamente estable en los suelos. Fassbender, explica que el fósforo en el suelo no presenta compuestos que sean volatilizados o lixiviados. Esta alta estabilidad resulta de una baja solubilidad que a veces puede ser causante de las deficiencias en la disponibilidad de fósforo para las plantas; a pesar de estarse formando continuamente por la mineralización de los compuestos orgánicos del suelo (12).

Esto puede evitarse en parte a través de una fertilización fosfatada, pero los fosfatos aplicados al suelo son objeto de reacciones rápidas del proceso de fijación (7).

Según el mismo autor, en la América Latina el contenido de fósforo es relativamente bajo. En los suelos de las áreas tropicales, los contenidos de fósforo varían mucho de un suelo a otro (7).

Chaverri, Fassbender, Muller y Bolerdi; citados por Fassender (7) establecieron que el contenido de fósforo en los suelos derivados de cenizas volcánicas de América Central, es de 3,300 mg/kg. de P total; y explican que las grandes variaciones en el contenido de fósforo total se debe a la variabilidad de las rocas parentales, al desarrollo de los suelos y a otras condiciones edáficas y ecológicas.

Fassbender (7) menciona que aparentemente los suelos jóvenes, derivados de cenizas volcánicas, presentan un mayor contenido de fósforo que los suelos desarrollados de sedimentos meteorizados y depositados en las áreas bajas tropicales como sucede en algunos suelos de la costa sur-occidental del Pacífico de Guatemala.

Además, el contenido de fósforo total en los suelos parece estar ligado con el contenido de materia orgánica de los suelos y con su evolución pedológica. Al aumentar el contenido de materia orgánica de los suelos, también aumenta el contenido de

fosfatos orgánicos y en esa forma se obtiene un contenido mayor de fósforo total (7).

Fassbender, Muller y Roldán; citados por Fassbender (7) también encontraron que el contenido total de fósforo depende de la textura de los suelos, tanto en áreas de clima templado como tropicales, ya que cuanto más fina es la textura, mayor es el contenido de fósforo total.

Así mismo, determinaron que el contenido de fósforo total disminuye con la profundidad del suelo, lo que es explicable por la disminución de la materia orgánica y de los fosfatos orgánicos y la poca movilidad de este elemento (7).

Jacob y Uexkull (12) explican que para la planta de maíz, la deficiencia de fósforo en el suelo resulta ser desfavorable durante las primeras fases de su desarrollo o sea, cuando su sistema radicular aún no está completamente desarrollado. Por tal motivo, conjuntamente con la semilla debe suministrársele al suelo una abundante fertilización fosfórica, ya que las semillas acompañadas con suficiente fósforo revelan con frecuencia un desarrollo de la plántula muy superior.

En el suelo se puede encontrar fósforo en forma orgánico e inorgánica. Las plantas absorben la mayor parte del fósforo que se presenta como ion ortofosfato primario H_2PO_4^- o en cantidades menores como el ion ortofosfato secundario HPO_4^{-2} . El pH del suelo influye enormemente en la proporción con que estos iones son absorbidos por la plantas. El P actúa en la fotosíntesis, respiración, almacenamiento y transferencia de energía, división celular, alargamiento y muchos otros procesos de la planta. Promueve la formación temprana y crecimiento de las raíces. La concentración de fósforo es más alta en la semilla que en ninguna otra parte de la planta madura. El primer síntoma de deficiencia de fósforo es la deformación de las hojas, como deficiencia severa se puede producir áreas

necróticas, bajos rendimientos. Los suelos con alto contenido de arcilla fijarán más P que aquellos que contienen cantidades menores, al aumentar la humedad del suelo a niveles adecuados, se aumenta la disponibilidad de P para las plantas (15).

C. POTASIO (K)

Las necesidades de las plantas a éste elemento, son más bien altas. El potasio participa en la apertura y cierre de los estomas, mejora la calidad de los productos, aumenta la resistencia a enfermedades y plagas. Cuando el potasio está presente en pequeñas cantidades aparecen en la planta síntomas característicos de deficiencia (26).

Tisdale y Nelson (26) explican que el potasio es un elemento móvil que se traslada a los tejidos jóvenes del meristemo cuando ocurre una deficiencia. Como resultado de esto, los síntomas de deficiencia aparecen como clorosis en las puntas y márgenes de las hojas más viejas, seguida por muerte y laceración de los tejidos. La planta queda susceptible al acame. Reducción en el crecimiento del sistema radicular y en la producción.

Jacob y Uexkull (12) informan que este elemento se encuentra en estado soluble en el jugo celular, o bien absorbido en el protoplasma, pudiéndose extraer en forma casi total de los tejidos vegetales por medio de agua. El potasio se acumula siempre en las partes vegetales donde la división celular y los procesos de crecimiento son más activos.

El potasio de los suelos, además de provenir de los fertilizantes potásicos agregados, proviene de la desintegración y descomposición de las rocas que contienen minerales potásicos; tales como: los feldespatos potásicos, la muscovita y la biotita; utilizando las plantas más rápidamente

el potasio proveniente de la biotita, después el de la muscovita y por último el de los feldespatos potásicos (12).

El potasio puede existir en tres formas:

- A.** No disponible, cuando forma parte de la estructura cristalina de los minerales primarios y secundarios (se hace disponible únicamente por meteorización);
- B.** Lentamente disponible, cuando es tomado gradualmente por las plantas a través de reacciones de minerales tales como: La illita, y que pasa a formar parte de la solución del suelo;
- C.** Fácilmente disponible, cuando está presente en la solución del suelo, siendo ésta la fracción del potasio que puede ser absorbida por las plantas (26).

Por último, Tisdale y Nelson (26) mencionan que las proporciones de las fracciones de potasio anteriormente descritas, son afectadas por los siguientes factores: Tipo de coloide, temperatura, humedad, sequedad y el pH del suelo.

El K es absorbido desde el suelo por las plantas en su forma iónica K^+ . Es esencial para el crecimiento de las plantas, no forma compuestos orgánicos en la planta. Su función primaria esta ligada a la fotosíntesis. El K ayuda a la planta a hacer un uso más eficiente del agua, promoviendo la turgencia. El potasio se encuentra en el suelo en tres formas: **POTASIO NO DISPONIBLE:** Este se encuentra en los minerales (rocas). **POTASIO EN FORMA LENTA:** El K disponible en forma lenta esta fijado o atrapado entre las capas de ciertas arcillas del suelo. Estas arcillas se encogen y se expanden con lo suelos secos y húmedos respectivamente. Los iones K^+ pueden ser atrapados entre estas capas haciéndose no disponibles o disponibles lentamente. **POTASIO DISPONIBLE DEL SUELO:** El K

disponible en forma inmediata está constituido por el K que se encuentra en la solución del suelo más el K retenido en la forma intercambiable de las arcillas y la materia orgánica (15).

D. MAGNESIO (Mg)

El magnesio es el único constituyente mineral de la molécula de clorofila y se halla localizado en su centro (26).

La importancia de éste elemento es evidente, ya que la ausencia de clorofila impediría a las plantas verdes llevar a cabo la fotosíntesis (26).

Según Tisdale y Nelson, la gran parte del magnesio de la planta se encuentra en la clorofila, pero también se encuentra presente en cantidades apreciables en las semillas. Parece estar relacionado con el metabolismo del fósforo y es considerado como específico en la activación de numerosos sistemas enzimáticos de las plantas (26).

Los mismos autores continúan explicando que el magnesio es un elemento móvil y se traslada rápidamente de las partes viejas a las jóvenes en caso de deficiencias. En consecuencia, los síntomas de deficiencia se presentan en las hojas más viejas que se amarillean en los márgenes y entre las nervaduras, dando aspecto de estrías. Puede seguir posteriormente necrosis de las regiones cloróticas (26).

Tisdale y Nelson, explican que entre las funciones más importantes del magnesio en la planta están: El magnesio se requiere para la activación de muchas enzimas relacionadas con el metabolismo de los hidratos de carbono y es muy importante su presencia en el llamado ciclo del Ácido Cítrico, de mucha importancia en la respiración celular, forma parte de la molécula de clorofila, por lo tanto es determinante sobre la

fotosíntesis, produce el color verde. Numerosas reacciones de fosforilación relacionadas con el metabolismo del nitrógeno en la planta también son catalizadas por este elemento (26).

En los suelos de textura gruesa de las regiones húmedas, la deficiencia de magnesio se manifiesta por regla general. En aquellos suelos que contienen únicamente pequeñas cantidades de magnesio cambiante, la condición se agrava por la adición de grandes cantidades de fertilizantes que contienen poco o nada de éste elemento. El magnesio en estos suelos es liberado por cambio iónico cuando se añaden estos fertilizantes y grandes cantidades de cloruros y sulfatos favorecen su eliminación en las agua de percolación (26).

En los suelos de textura gruesa de muchas regiones húmedas el uso de materiales de alto contenido de calcio puede dar como resultado un desfavorable desequilibrio en la relación: calcio / magnesio, provocando síntomas de deficiencia de magnesio y como consecuencia un mal desarrollo de los cultivos en crecimiento sobre estos suelos (26).

Los iones de Magnesio Mg^{++} en la solución del suelo pueden perderse por efecto de aguas de drenaje, pero regularmente el Mg se encuentra en el suelo como CAMBIABLE o HIDROSULUBLE (26).

E. CALCIO (Ca)

Participa en la formación de membranas celulares (crecimiento (mitosis)), confiere resistencia a enfermedades, proporciona rigidez, fomenta el desarrollo de raíces, impulsa la producción de semillas, desintoxica (15).

Un crecimiento radicular pobre es un síntoma común de la deficiencia de calcio. En casos severos, el punto de crecimiento muere. Las raíces deficientes de calcio a menudo se ponen negras y se pudren (15).

Los iones Calcio Ca^{++} en la solución del suelo pueden perderse por efectos de: Aguas de drenaje, absorbidos en las partículas de arcilla. Estas pérdidas de calcio especialmente por las agua de drenaje, da lugar a que algunos suelos calcáreos sean ácidos en la capa superficial del mismo. Esto es por la filtración excesiva de Calcio y otros cationes bases (15).

F. AZUFRE (S)

Forma parte de las proteínas, aumenta el crecimiento vegetativo de la fructificación, estimula el crecimiento de la raíz, propicia la formación de semilla, participa en la fotosíntesis y la respiración (15).

Las plantas deficientes de azufre presentan un color verde pálido; este color por lo general aparece primero en las hojas jóvenes. En las plantas deficientes de azufre por lo general se acumulan los hidratos de carbono y los nitratos, las hojas tienden a arrugarse a medida que la deficiencia progresa. Las hojas mueren sólo en casos extremos. Sin embargo las plantas pueden morir en el estado de plántula, los tallos de las plantas crecen delgados y leñosos (15).

El azufre se encuentra en el suelo de forma reducida contenida en combinaciones orgánicas SO_4^{-2} como sulfato (15).

G. MANGANESO (Mn)

Participa en la respiración, participa en la formación de ácido ascórbico (Vitamina "C"), participa en el crecimiento y participa en la fotosíntesis (15).

Los síntomas de deficiencia aparecen primero en las hojas jóvenes -con amarillamiento entre las venas. A veces también aparecen series de pecas de color pardo (15).

En suelos ácidos el Mn se presenta con dos valencias y es como la planta lo absorbe. En condiciones de pH alcalino, este Mn cambia a trivalente o cual lo hace no disponible para la planta, la alta materia orgánica y pH neutro hace que el Mn no se tenga disponible (15).

H. ZINC (Zn)

Ayuda en la síntesis proteica, participa en la respiración e interviene en la síntesis de la hormona de crecimiento, es necesario para producir clorofila y para la formación de hidratos de carbono (15).

A la deficiencia de zinc en el maíz se le llama "yema blanca" debido a que las yemas jóvenes se tornan blancas o amarillo pálido al principio de su crecimiento (15).

Es un elemento más disponible en pH ácido que en alcalino, a mayor cantidad de materia orgánica menor será la disponibilidad de Zinc, además el zinc es fijado por las arcillas (15).

I. COBRE (Cu)

Participa en la fotosíntesis, participa en la regulación hormonal, participa en la respiración. Fija nitrógeno y promueve la formación de vitamina "A", es necesario para formar clorofila en las plantas (15).

La disponibilidad del Cobre en el suelo se ve afectada por un alto contenido de materia orgánica, un pH ácido hará mas disponible el Cobre, la presencia de Fe, Mn, Al y Zn aumentan la disponibilidad (15).

J. HIERRO (Fe)

Participa en la síntesis de clorofila, participa en la fotosíntesis, participa en la síntesis proteica, participa en la respiración, fija nitrógeno, y participa en la asimilación de nitrógeno y azufre (15).

Los síntomas de deficiencia se presentan por un achaparramiento de las plantas, escasa pigmentación de follaje y muerte descendente de los retoños terminales (15).

El hierro bajo condiciones ácidas es altamente disponible (15).

K. BORO (B)

Participa en el proceso de floración, participa en la formación de semillas, participa en la fotosíntesis y la síntesis proteica, es esencial en la germinación de los granos de polen y en el crecimiento del tubo polínico, es esencial en la formación de las paredes celulares (15).

La deficiencia de boro por lo general atrofia la planta - comenzando con el punto de crecimiento y las hojas nuevas. Esto indica que el boro no es translocado en la planta (15).

El Boro puede perderse en suelos de textura gruesa y bien drenado debido a que se pierde por efectos de lixiviación, entre más tienda el pH del suelo a la alcalinidad menor será la disponibilidad del Boro (15).

L. MOLIBDENO (Mo)

Las plantas lo requieren para poder utilizar el nitrógeno, interviene en la fijación de nitrógeno atmosférico interviene en la absorción y transporte de hierro, es necesario para la formación de la enzima **nitrate reductasa**. Esta enzima reduce los nitratos a amonio en la planta, es vital para ayudar a las

leguminosas a formar nódulos, los que son vitales para la fijación simbiótica del nitrógeno (15).

Los síntomas de deficiencia aparecen como un amarillamiento general y atrofiamiento de las plantas (15).

M. CLORO (Cl)

Como única función reconocida actualmente pero sin duda alguna muy importante, el cloro estimula la fase luminosa de la fotosíntesis, también está involucrado en el transporte de iones de K^+ , Ca^{++} , y Mg^{++} (15).

La investigación ha demostrado que el cloro disminuye los efectos de las enfermedades en las raíces de granos pequeños y el pudrimiento común. También contribuye a disminuir la infección de enfermedades de las hojas y granos de los cereales. Rebaja la incidencia del pudrimiento del tallo del maíz, lo cual ha sido relacionado a niveles adecuados de cloro (15).

4.2.11. PLAGUICIDAS RECOMENDADOS EN MAIZ

Los plaguicidas recomendados en el Vademécum de Productos Fitosanitarios y Nutricionales 1997 (De Liñan), para el cultivo de maíz en general, son los siguientes: Bifentrin, Cipermetrin, Clorpirifos, Deltametrin, Esfenvalerato, Etiofencarb, Fenitotrion, Fosmel, Foxin, Lambda cihalotrin, Malathion, Metamidofos, Metil clorpirifos, Metil paration, Monocrotofos, Tiodicarb, Triclorfon, Metomil, Fenvalerato, Flucitrinato, Fosalone, Permetrin, Piridafention y Profenofos (5).

3.2. MARCO REFERENCIAL

3.2.1. DESCRIPCIÓN DEL AREA EXPERIMENTAL

3.2.1.1. UBICACIÓN GEOGRAFICA

El área experimental donde se realizó el experimento se encuentra localizado en la Aldea Salto del Arenal, Jutiapa (Figura 7 A), a una altura de 1,250 metros sobre el nivel del mar, la Latitud Norte es de $14^{\circ}21'8.48''$ y Longitud Oeste es de $89^{\circ}58'52.96''$ (Figura 8 A). Se encuentra a una distancia de 132.8 Km. de la ciudad capital y a 16.3 de la cabecera departamental de Jutiapa; recorriendo 14.1 Km. sobre carretera asfaltada CA-1 hasta el entronque y 2.2 de terracería hasta la aldea, del municipio de El Progreso se encuentra a una distancia de 6.1 Km. los cuales 4.1 Km. son de asfalto y 2.2 de terracería.

3.2.1.2. CLIMA

Según Thorntwaite, a la Aldea Salto del Arenal le corresponde un clima semi-cálido con invierno benigno, semi-seco con invierno seco (B'bc) (11).

3.2.1.3. PRECIPITACIÓN

La precipitación media anual registrada es de 661.08 mm., siendo los meses de junio y septiembre los más lluviosos del año (11).

3.2.1.4. TEMPERATURA

La temperatura media anual es de 18.62°C , con una máxima promedio de 20.68°C y una mínima promedio de 16.03°C . (11).

3.2.1.5. ZONA DE VIDA

Según R. L. Holdridge; en su clasificación de zonas de vida Salto del Arenal está dentro de la zona denominada Bosque Húmedo Subtropical templado (bh-S(t)), con una vegetación natural constituida por pino (*Pinus oocarpa*) y *Quercus* o encino (*Quercus sp.*) (11).

3.2.1.6. USO DE LA TIERRA

De acuerdo con el uso agrícola que se le da a la tierra en el mini riego, se trabaja la rotación de cultivos debido a que los usuarios siembran de 2 a 3 cultivos diferentes en forma sucesiva; de tal manera que en función del área total de riego, un 52% se cultiva tomate, cebolla y maíz dulce para comercializar y maíz y frijol para autoconsumo. Las ventas se hacen a compradores locales y de municipio de El Progreso, Jutiapa y de Monjas, Jalapa (22).

Estos suelos poseen pocos problemas de pedregosidad superficial y tienen una extensión aproximada de 13.5 Ha. En su parte propiamente cultivable de las cuales actualmente 25 manzanas están cubierta con el mini riego (22).

3.2.1.7. SUELOS

Los suelos del área bajo estudio son en general desarrollados sobre ceniza volcánica a elevaciones medianas, pertenecen al grupo de los NITOSOLES que son suelos bien evolucionados (perfiles totalmente desarrollados), con texturas que generalmente es de franca a arcillosa en la superficie y arcillosa en el interior. de topografía inclinada y ondulada, poseen buenos drenajes, su susceptibilidad a la erosión va de leve a moderada; la profundidad efectiva es muy limitada, el porcentaje de materia orgánica en algunas áreas es bajo y en otras están valores medios entre 4 y 5%, con un pH entre ligeramente ácido y neutro (de 6.2 a 7), poseen un

alto potencial productivo especialmente para el área agropecuaria (22).

Estos suelos pertenecen a la clasificación geológica Tv (rocas volcánicas sin dividir. Predominantemente Mio-Piloceno. Incluye tobas, coladas de lava, material lahárico y sin sedimentos volcánicos), estas rocas son el producto del vulcanismo mundial que tuvo lugar en el período terciario superior, es decir, en el plioceno, agrupándose todas ellas en una sola unidad (22).

Estas tierras se encuentran situadas en la unidad fisiográfica de Tierras Altas Volcánicas (22).

3.2.2. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL VEGETATIVO

Esta planta pertenece a la familia de las gramíneas, es una planta de ciclo de 90 días, es erecta, que puede alcanzar de 1.50 a 2.00 metros de altura, esta planta tienen flores masculinas y femeninas separadas. Las flores masculinas o panojas coronan la planta y las femeninas o espigas, salen de las axilas de las ajaos, las cuales emiten sus estilos y estigmas formando lo que comúnmente se le llaman pelos de elote. De esta parte ha de salir el elote que es lo que se aprovecha de este cultivo (21).

Esta variedad de maíz dulce se da muy bien en zonas cálidas aunque con los años esta variedad ha ido adaptándose a zonas templadas, las temperaturas óptimas de esta variedad son 15 a 24 grados centígrados y con una precipitación pluvial de 800 a 3,000 milímetros anuales. Este maíz acepta una variada gama de suelos aceptando muy bien los francos o francos arcillosos, que tengan una buena profundidad y que estén bien drenados. Con un pH de 6 a 7.2 (21).

El material vegetativo de maíz dulce que se utilizó en la evaluación, es una variedad del híbrido de maíz dulce conocido con el nombre de "Shimmer", el cual presenta las siguientes ventajas:

- A. Alto rendimiento.
- B. Mazorcas erguidas, con filas de granos bien alineados y refinados
- C. Mazorcas de longitud uniforme
- D. Plantas de crecimiento adecuado bajo condiciones favorables
- E. Tolerancia a enfermedades (21).

Es un híbrido del Tipo Sh2, con una altura de planta de 1.80 m promedio, las mazorcas se encuentran a una altura del suelo de 0.76 m, la longitud de las mismas esta alrededor de 0.20 m y el diámetro es de aproximadamente 0.047 m, el número de hileras de granos por mazorca es de 18 ó 20 y el color de los granos amarillo. Presenta tolerancia a la Roya Norteña de las hojas (*Helminthosporium* spp.), al Carbón o Tizón común o Roya Blanca (*Puccinia sorghi* (Schw.)) y al Marchitamiento Bacteriano o enfermedad de Stewart (*Erwinia* spp.) El uso de está clase de maíz dulce es directamente para comercializarse en fresco o para industrializarlo. El distanciamiento entre surcos es de 0.90 m y entre plantas de 0.25 m (21).

3.2.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS FERTILIZANTES ORGÁNICOS

Los fertilizantes orgánicos que se utilizaron fueron seleccionados de acuerdo a los estudios de mercado que se realizaron, donde se encontró que los de mayor interés en el área de estudio fueron los que se presentan en los cuadros 3, 4 y 5 respectivamente.

3.2.3.1. BIO-COFYA

Cuadro 3. Composición química más elementos menores del fertilizante orgánico comercial Bio-cofya (3)

Concentración p/p	BIO-COFYA		
	Datos Técnicos	Kg/Mz	Kg/Ha
NITRÓGENO (NT) %	* 3.5	111.10	157.8
FÓSFORO (P ₂ O ₅) %	* 5.2	165.05	234.42
POTASIO (K ₂ O) %	* 3.0	95.22	135.24
Calcio (Ca) %	* 4.8	152.35	216.38

Magnesio (Mg) %	* 1.8	57.13	81.44
Boro (B) ppm	* 202.0	0.64	0.91
Cobre (Cu) ppm	* 79.6	0.25	0.36
Hierro (Fe) ppm	* 4464.0	14.17	20.12
Manganeso (Mn) ppm	* 614.0	1.95	2.77
Zinc (zn) ppm	* 524.0	1.66	2.36
Materia orgánica	32.9		
Humedad %	11.2		
Relación Carbono/Nitrógeno Conc. p/p	9.4		
Ph	8.4		
Flora Bacteriológica	20 billones/grano		
Concentración de sales	11.32 dS/m		
Coliformes Fecales	Negativo		
Pseudomonas	Negativo		
Staphylococcus	Negativo		
Hongos y Levadura	Negativo		
Nemátodos fitopatógenos y de vida libre	Negativo		
Fuente	* Soluciones Analíticas LUCAM		

3.2.3.2 FERTIORGÁNICO

Cuadro 4. Composición química más elementos menores del fertilizante orgánico comercial Fertiorgánico. (8)

Concentración p/p	FERTIORGÁNICO		
	Datos Técnicos	Kg/Mz	Kg/Ha
NITRÓGENO (NT) %	4.8	152.35	216.38
Fósforo (P ₂ O ₅) %	4.9	155.53	220.89
Potasio (K ₂ O) %	2.7	85.70	121.72
Calcio (Ca) %	4.3	136.48	193.84
Magnesio (Mg) %	1.6	50.78	72.13
Boro (B) ppm	199.3	0.63	0.90
Cobre (Cu) ppm	124.0	0.39	0.56
Hierro (Fe) ppm	6067.5	19.26	27.35

Manganeso (Mn) ppm	595.0	1.89	2.68
Zinc (zn) ppm	377.5	1.20	1.70
Materia orgánica	56.15		
Relación Carbono/Nitrógeno Conc. p/p	11.69		
Ph	7.1		
Flora Bacteriológica			
Concentración de sales	10.0 dS/m		
Coliformes Fecales	Negativo		
Pseudomonas	Negativo		
Staphylococcus	Negativo		
Hongos y Levadura	Negativo		
Nemátodos fitopatógenos y de vida libre	Negativo		
Fuente	Soluciones Analíticas		

3.2.3.3. EL GRANJERO

Cuadro 5. Composición química más elementos menores del fertilizante orgánico comercial El Granjero. (6)

Concentración p/p	EL GRANJERO		
	Datos Técnicos	Kg/Mz	Kg/Ha
NITRÓGENO (NT) %	* 2.6	82.52	117.20
FÓSFORO (P ₂ O ₅) %	* 2.20	69.83	99.18
POTASIO (K ₂ O) %	* 1.80	57.13	81.14
Calcio (Ca) %	* 5.00	158.7	225.4
Magnesio (Mg) %	* 0.70	22.22	31.56
Boro (B) ppm	* 30	0.095	0.135
Cobre (Cu) ppm	* 20	0.063	0.09
Hierro (Fe) ppm	* 1100	3.49	4.96
Manganeso (Mn) ppm	* 500	1.59	2.25
Zinc (zn) ppm	* 250	0.79	1.13
Materia orgánica	* 60.67		
Humedad %			

Relación Carbono/Nitrógeno Conc. p/p	* 23.33		
pH	* 9.0		
Coliformes Fecales	Negativo		
Pseudomonas	Negativo		
Staphylococcus	Negativo		
Hongos y Levadura	Negativo		
Nemátodos fitopatógenos y de vida libre	Negativo		
Fuente	* ICAITI Soluciones Analíticas		

3.2.4. ENSAYOS RELACIONADOS UTILIZANDO FERTILIZANTES ORGÁNICOS (24)

Este resumen contiene los resultados de los experimentos de campo, en el cual se evaluaron 3 diferentes tipos de fertilizantes, en el cultivo de maíz.

Estos fertilizantes fueron los siguientes: Abono orgánico El Granjero; un abono mejorado, que consistía en la mezcla de abono orgánico El Granjero y fertilizante químico; fertilizante químico y un testigo.

Los experimentos realizados fueron llevados a cabo en el Parcelamiento la Máquina Centro 2, del municipio de San Andrés Villaseca en el departamento de Retalhuleu y una más en el municipio de la Nueva Concepción, Escuintla.

El trabajo de experimentación fue realizado en los meses de junio a septiembre, por la cual el maíz desarrolló el ciclo hasta llegar a cosecha.

En cuanto a la cosecha, el tratamiento del abono orgánico El Granjero mostró los mejores rendimientos en todos los pantes montados, seguido del abono mejorado, los cuales no existe una diferencia significativa, luego el químico y el testigo muestran los rendimientos más bajos.

4. OBJETIVOS

4.1. GENERAL

Evaluar el efecto de tres fertilizantes orgánicos en el rendimiento de Maíz Dulce (*Zea mays L. Var. rugosa*) híbrido Shimmer.

4.2. ESPECIFICOS

- 4.2.1. Determinar él o los fertilizantes orgánicos comerciales que producen mayor aumento en el rendimiento de maíz dulce (*Zea mays L. Var. rugosa*) híbrido Shimmer en Kg/Ha.
- 4.2.2. Identificar el fertilizante orgánico comercial más eficiente en el aumento de las características altura al primer elote, longitud y ancho de elote y longitud y número de hojas en el cultivo de maíz dulce (*Zea mays L. Var. rugosa*) híbrido Shimmer.
- 4.2.3. Determinar que fertilizante orgánico comercial es económicamente más efectivo en el aumento del rendimiento de Maíz Dulce (*Zea mays L. Var. Rugosa*) híbrido Shimmer.

5. HIPOTESIS

Ho.: Por lo menos un fertilizante orgánico comercial presenta diferencias significativas en el aumento del rendimiento en el cultivo de Maíz Dulce (*Zea mays L. Var. rugosa*) híbrido Shimmer.

Ha.: Ningún fertilizante orgánico comercial presenta diferencias significativas en el aumento del rendimiento en el cultivo de Maíz Dulce (*Zea mays L. Var. rugosa*) híbrido Shimmer.

6. METODOLOGIA

6.1 DIMENSIONES DEL AREA EXPERIMENTAL

A continuación en el cuadro 6 se presentan las dimensiones del área experimental con un total de 12 unidades experimentales, que se utilizaron para realizar la evaluación.

Cuadro 6. Dimensiones del área experimental, Aldea Salto del Arenal, Jutiapa, 2,002.

DESCRIPCIÓN	TOTAL (m ²)	DIMENSIONES (m)	
		Largo	Ancho
Área experimental	360	24	15
Área Bruta / unidad Experimental	30	6	5
Área Neta / unidad Experimental	20	5	4

6.2. MANEJO DEL EXPERIMENTO

El experimento se manejó tomando como base la tecnología actual empleada para la producción de maíz dulce en la región de Aldea Salto del Arenal, la cual consiste en preparar de forma mecánica el suelo, sembrar a mayor densidad de plantas por unidad de área, control de malezas en forma manual, fertilización orgánica al suelo (se aplicó a los tratamientos Bio-cofya, Fertiorgánico y El Granjero), fertilización en bandas con fertilizantes químicos granulados y dirigida a la base o cuello del tallo de cada planta, fertilización foliar (la cual se realizó al tratamiento testigo), control de enfermedades y plagas del follaje y por último la cosecha.

6.2.1. PREPARACIÓN DEL AREA EXPERIMENTAL

Primero se realizó un muestreo de suelos para conocer los índices de fertilidad, así como de materia orgánica que presente el suelo en estudio, lo cual se hizo antes de preparar el suelo. El cuadro 7 presenta los resultados correspondientes al análisis de suelo realizado en el área de estudio.

Cuadro 7. Análisis de suelo del área experimental.

IDENT	Mg/kg		Cm(+)kg-1		Mg/ml				% M.O.
	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	
RAMGO MEDIO	12 -16	120-150	6-8	1.5-2.5	2-4	4-6	10-15	10-15	
1	113.0	245	5.30	1.64	5.50	1.50	60.50	127.50	2.05

Para tener las mejores condiciones del área al momento de la siembra, se preparó el suelo en forma mecánica de la siguiente manera:

El suelo se aró 3 veces, con la finalidad de soltarlo lo suficiente como para trabajarlo cómodamente, luego se realizaron dos surqueadas.

6.2.2. PREPARACIÓN DE LA SEMILLA

A. CANTIDAD DE SEMILLA: 5.7 kg/ha del Híbrido Shimmer. Cada kilogramo contiene aproximadamente 10,000 semillas.

B. TRATAMIENTO DE LA SEMILLA CONTRA PLAGAS DEL SUELO: Para evitar el ataque de plagas del suelo sobre la semilla, se uso el insecticida sistémico, de nombre comercial SEMEVIN 35 SC, de nombre genérico Tiodicarb y grupo químico de los carbamatos, se utilizó la cantidad total de 22.0 ml (la dosis normal es de 150 ml por cada 6.82 kg de semilla) los cuales se mezclaron con 1 kg de la semilla. Posteriormente, la semilla se colocó sobre un Nylon a la sombra antes de la siembra para lograr la penetración y secamiento del insecticida en la semilla.

6.2.3. SIEMBRA

La siembra se realizó de forma manual dejando un distanciamiento de 0.20 m entre plantas y 0.90 m entre surcos o hileras de plantas, colocando una semilla por postura a una profundidad de 1.5 cms, para lo cual se necesitó 0.20 kg. de semilla/parcela bruta. La densidad estuvo alrededor de 150 plantas / parcela bruta, lo que equivale a 50,000 plantas / ha.

6.2.4. DELIMITACIONES DEL AREA EXPERIMENTAL

Para lograr un mejor manejo del experimento se delimitó cada tratamiento con sus repeticiones. Después de que las semillas germinaron, se delimitaron las diferentes unidades experimentales para cada tratamiento, además se identificó cada una de éstas (ver figura 1).

6.2.5. FERTILIZACIÓN

6.2.5.1. FERTILIZACIÓN ORGÁNICA

La fertilización orgánica se realizó en los tratamientos Bio-cofya, Fertiorgánico y El Granjero utilizando 7.75 kg/parcela bruta o 2583.33 kg/ha de cada uno de los fertilizantes orgánico comerciales indicados arriba la cual se realizó al voleo 8 días antes de la siembra.

6.2.5.2. FERTILIZACIÓN QUÍMICA AL SUELO

La fertilización al suelo se realizó únicamente en el tratamiento testigo, la cual se realizó en bandas a lo largo de los surcos debido al distanciamiento de siembra entre plantas, de la manera siguiente:

A. 1era. Fertilización: 8 días después de la emergencia de las plantas, aplicando 15-15-15, aplicando 261.36 kg/ha (a un lado de la misma) de manera manual lo que equivale a utilizar 0.78 kg/parcela bruta.

B. 2da. Fertilización: 20 días después de la emergencia de las plantas, con 15-15-15 mezclado, aplicando 261.36 kg/ha de manera manual lo que equivale a utilizar 0.78 kg/parcela bruta.

6.2.5.3. FERTILIZACIÓN QUÍMICA FOLIAR

La fertilización química foliar se realizó únicamente al tratamiento Testigo la cual se realizó a los 30 días después de germinadas las plantas, aplicando Nutrex 20-20-20 en una dosis de 0.1 kg/aspersora de 16 litros lo que equivale a utilizar 2.59 kg/ha.

6.2.6. CONTROL DE MALEZAS

La eliminación de las malezas dentro del cultivo, se efectuó manualmente a través de dos limpieas con azadón de la siguiente forma:

- A. Primera limpia a los 20 días después de la siembra.
- B. Segunda limpia a los 15 días después de la primera limpia.

6.2.7. CONTROL FITOSANITARIO

6.2.7.1. CONTROL DE PLAGAS

De acuerdo a experiencias anteriores, al maíz dulce lo ataca además del gusano elotero (*Heliothis zea Boddie*), el gusano cogollero (*Spodoptera spp.*). Debido a que las plántulas de maíz son muy susceptibles al ataque de *Spodoptera spp.*, la cual se alimenta de éstas cortándolas totalmente en la base del tallo, para su control se aplicó Tamaron 60 SL a los 8 días de germinadas las plantas para lo que se utilizó 25 ml de este producto/aspersora de 16 L., para controlar el ataque del gusano elotero (*Heliothis zea Boddie*) se aplicaron 25 ml de New Bt, 0.010 kg de Nudrin (Lannate) y 12.5 ml de Endosulfan mezclados en ese mismo orden / aspersora de 16 litros, cada 8 días, además se aplicó de manera inyectada 15 días antes de la cosecha, aplicando 6 L/ha de Tamaron 60 SL (Insecticida, Acaricida-Organofosforado-Metamidofox), 6 L/ha de New Bt (Insecticida-Microbiológico-Bacillus thurigiensis var. Kurstaki), 3 L/ha de Endosulfan 35 EC (Insecticida-Organoclorado-Endosulfan) y 2.84 kg/ha de Nudrin 90 SP (Insecticida-Carbamato-Metomil)

6.2.7.2. CONTROL DE ENFERMEDADES

La única enfermedad que afectó el cultivo de maíz dulce fue la Roya del Maíz o *Puccinia sorghi* (Schw), y para su control se utilizó 25 ml de New Bt, 0.085 kg de Nudrin

(Lannate) y 12.5 ml de Endosulfan mezclados en ese mismo orden / aspersora de 16 litros, las cuales se realizaron junto con las aplicaciones para controlar (*Heliothis zea Boddie*).

6.2.8. RIEGO

Para culminar adecuadamente el ciclo de cultivo, se realizaron riegos cada dos días durante un período de dos horas durante todo el ciclo del cultivo, los cuales se realizaron por goteo, suspendiendo dicha actividad cuando se presentaron las lluvias.

6.2.9. COSECHA

La cosecha se realizó a los 78 días después de la siembra. Para conocer la madurez adecuada de los elotes a ser cosechados, se realizaron muestreos diarios hasta que los granos presentaron un color amarillo intenso y que no estuvieran en su estado lechoso. La recolección de los elotes se realizó de forma manual y para obtener los datos de campo de las variables a medir, se realizaron los siguientes pasos:

- A. Se delimitó cada parcela neta dentro de cada parcela bruta.
- B. Se recolectaron los elotes agrupándolos por cada parcela neta de cada repetición de los tratamientos.
- C. Después de la cosecha se pesaron los elotes para conocer el rendimiento en kilogramos por parcela neta de maíz dulce por tratamiento, extrapolarlo los datos a Kg/ha para ser analizados estadísticamente.

6.3. TRATAMIENTOS EVALUADOS

El número de tratamientos que se utilizó en la evaluación es de cuatro, en donde se incluyeron 3 fertilizantes orgánicos comerciales más un testigo.

La aplicación de los fertilizantes orgánicos comerciales se inició 8 días antes de la siembra.

El testigo se consideró como un tratamiento, donde no se le aplicó ningún tipo de fertilizante orgánico comercial y los datos se analizaron estadísticamente junto con los demás tratamientos.

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

- A. BIO-COFYA (Tratamiento 1)
- B. FERTIORGÁNICO (Tratamiento 2)
- C. EL GRANJERO (Tratamiento 3)
- D. EL TESTIGO (tratamiento 4)

6.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

La evaluación de los 3 fertilizantes orgánicos y un testigo, se realizó a través de un diseño de Bloques al Azar, con un total de 3 repeticiones. El modelo estadístico es el siguiente:

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

Donde:

Y_{ij} = Rendimiento en kg/ha de maíz dulce (*Zea mays L. Variedad rugosa*) híbrido Shimmer.

U = Efecto de la media general sobre el rendimiento de los tratamientos.

T_i = Efecto provocado por los i -esimos tratamientos en el Rendimiento en kg/ha de maíz dulce (*Zea mays L. Variedad rugosa*) híbrido Shimmer.

B_j = Efecto del i -ésimo bloque.

E_{ij} = Error experimental asociado a las i -ésimas Unidades experimentales.

6.5. VARIABLES RESPUESTA

Para conocer los resultados de las variables de respuesta se realizaron los siguientes pasos:

6.5.1. RENDIMIENTO EN kg/Ha DE MAIZ DULCE (*Zea mays L. Variedad rugosa*) híbrido *Shimmer*

- A. Se delimitó cada parcela neta dentro de las parcela brutas.
- B. Se recolectó la cosecha y se seleccionaron los elotes, pesándolos posteriormente para conocer el rendimiento en kilogramos por parcela neta de maíz dulce por tratamiento, extrapolando los datos a kg/ha para analizarlos estadísticamente.

6.5.2. ALTURA AL PRIMER ELOTE

- A. Se procedió a medir la altura desde el suelo hasta el primer elote en cada una de las parcelas netas con una cinta métrica, para lo cual se tomaron datos de 30 plantas tomadas al azar y se promediaron los mismos y se realizaron los análisis estadísticos correspondientes.

6.5.3. NÚMERO Y LONGITUD DE HOJAS

- A. Se tomaron datos de cada uno de los tres tercios de altura de la planta en cada una de las parcelas netas y se determinó su longitud desde la base de la hoja hasta el ápice, la cual se midió con una cinta métrica a lo largo de

la nervadura central tomando el promedio de estos datos para analizarlos estadísticamente, se utilizaron 30 plantas tomadas al azar donde se determino la altura de elote.

- B.** Para determinar el número de hojas se utilizaron las mismas 30 plantas tomadas al azar en donde se determino la longitud de hoja de cada una de las parcelas netas, luego se promediaron los datos y analizarlos estadísticamente.

6.5.4. LONGITUD Y ANCHO DE ELOTES

- A.** La longitud del elote se realizó midiendo desde la base del mismo hasta el ápice con una cinta métrica, para ello se corto el elote longitudinalmente, para lo cual se tomaron 30 elotes al azar dentro de cada parcela neta, luego se promediaron los datos y se dio una explicación estadística de los mismos.
- B.** El ancho del elote se midió partiendo el mismo a la mitad y se determinó su diámetro con una cinta métrica, para lo cual se utilizaron 30 elotes de 30 plantas tomadas al azar dentro de cada parcela neta, luego se promediaron los resultados para analizarlos estadísticamente.

6.5.5. COSTOS VARIABLES / ha PARA CADA UNOS DE LOS TRATAMIENTOS EMPLEADOS EN EL ESTUDIO

- A.** Para determinar el tratamiento más eficiente desde el punto de vista económico se realizó por medio de la Tasa Marginal de Retorno, utilizando el procedimiento siguiente:

- A.** Se realizó un análisis de presupuesto parcial tomando en cuenta los costos variables relacionados con la cantidad de fertilizantes orgánicos utilizados por tratamiento, precio unitario de cada uno, costo de

aplicación (jornales por aplicación y costo unitario) y número de aplicaciones.

- B.** A cada tratamiento se le determinó la Tasa de Retorno Marginal tomando en cuenta el incremento en el beneficio neto y el incremento en los costos variables con lo cual se obtuvo el tratamiento que con el menor costo de producción se garantizará la recuperación del capital invertido y además se obtuvo el tratamiento que presento él más alto beneficio neto o ganancia.

6.6. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

6.6.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Luego de obtener los datos de campo provenientes de las parcelas netas de cada tratamiento, se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) correspondiente al diseño de Bloques Completamente al Azar, para cada una de las variables evaluadas.

6.6.2. ANÁLISIS ECONÓMICO DE PRESUPUESTO PARCIAL

Con el fin de conocer cuál de los tratamientos fue el mejor desde el punto de vista económico sobre el rendimiento de maíz dulce (*Zea mays L. Variedad rugosa*) híbrido Shimmer, se procedió a efectuar un Análisis de Presupuesto Parcial y se determino la Tasa Marginal de Retorno (TMR). Esta prueba consiste en evaluar las tasas de retorno que se obtienen cuando incrementamos una inversión debido a que pasamos de un tratamiento de bajo costo a otro de mayor costo. Es una prueba de "presupuestos parciales", ya que no se tomarán en cuenta todos los costos de producción sino aquellos que varían en función de los tratamientos evaluados. Para esta prueba se utilizaron los ingresos totales ya que se supone que el

incremento de estos se deberá a las alternativas evaluadas, ya que los demás factores de la producción se mantienen constantes (23).

Este análisis económico está propuesto por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) como alternativa de recomendación económica para los agricultores productores de estos granos básicos (23). Los pasos que se siguieron en este análisis económico fueron los siguientes:

A. ANALISIS DE PRESUPUESTO PARCIAL

Para realizar los Presupuestos Parciales en el experimento, se cuantificó los Beneficios Brutos, costos variables y beneficios netos para cada tratamiento (utilizando el rendimiento promedio de las tres repeticiones) (23).

B. ANALISIS DE DOMINANCIA:

Ya conocidos los beneficios netos y costos variables, los tratamientos se ordenarán en un cuadro de menor a mayor costo con sus correspondientes benéficos netos. Estos análisis tienen como propósito eliminar los tratamientos cuyos ingresos no compensan los gastos que se hagan en comparación con las demás alternativas. Un tratamiento se considera dominado, cuando no supera los beneficios netos de otro tratamiento con menor costo, o el costo es mayor que el inmediato superior (23).

C. DETERMINACION DE LAS TASAS DE RETORNO MARGINAL (TMR)

Para determinar las TMR para los tratamientos no dominados, se encontrará el incremento en los costos variables y el incremento en los beneficios netos para cada uno, dividiendo el incremento del Beneficio Neto entre el incremento del Costo Variable para cada tratamiento (23).

La TMR nos indica el retorno marginal proveniente del incremento en los costos relacionados con pasar, del tratamiento que tiene menor beneficio neto, al siguiente con mayores beneficios netos (23).

Para determinar que tratamiento presenta la mejor opción se utiliza la siguiente formula: $TMR (\%) = (\text{Incremento BN} / \text{Incremento CV}) \times 100$.

7. RESULTADOS Y SU DISCUSION

7.1 RENDIMIENTO EXPRESADO EN KILOGRAMOS POR HECTAREA DE ELOTE FRESCO DE MAIZ DULCE

En el cuadro 8 se presentan los resultados concernientes al rendimiento expresado en kilogramos por hectárea de elote fresco para cada uno de los tratamientos. Los elotes se clasificaron de acuerdo a los requerimientos de los mercados que se manejan en el país, los cuales se resumen en elotes sin perforaciones o daños y elotes sin presencia de larvas de *Heliothis zea* (Boddie).

Cuadro 8. Rendimiento en kg/ha de elote fresco de Maíz Dulce (*Zea mays L. variedad rugosa*) híbrido *Shimmer*, Aldea Salto del Arenal, Jutiapa, 2002.

Tratamiento	I	II	III	Media	% de aumento en kg/ha. respecto al testigo
Bio-cofya	8,800	7,830	6,970	7,867	22
Fertiorgánico	7,325	6,970	7,560	7,285	13
El Granjero	7,050	7,860	6,740	7,217	12
Testigo	5,765	6,205	7,325	6,432	

En los tratamientos donde se aplicaron los fertilizantes orgánicos comerciales, se nota un incremento que va desde el 12 al 22% en el rendimiento de elote fresco con respecto al testigo, Bio-cofya aumentó 1,435 kg/ha, Fertiorgánico aumentó 853 kg/ha y El Granjero aumentó 785 kg/ha, esto pudo deberse a que los tratamientos además de las fertilización orgánica que recibieron se tuvo un efecto residual de los anteriores abonos utilizados en el terreno utilizado en la investigación. Tomando en cuenta los rendimientos registrados en el cuadro 8 desde el punto de vista comercial la cantidad de producto se ve influenciada con la utilización de fertilizantes orgánicos comerciales. En el cuadro 9 se muestra el análisis de varianza para el rendimiento en kg/ha de elote fresco de maíz dulce.

Cuadro 9. Análisis de Varianza para el rendimiento en kg/ha de elote fresco de maíz dulce (*Zea mays L. variedad rugosa*) híbrido *Shimmer*, Aldea Salto del Arenal, Jutiapa, 2002.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.
					0.05
Bio-cofya	2	16,462.5			
Fertiorgánico	3	3126850	1042283.33	1.65	4.76
El Granjero	6	3799187.5	633197.92		
Testigo	11	6942500			

De acuerdo con los resultados presentados en el cuadro 9, no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados para aumentar el rendimiento en maíz dulce (*Zea mays L. variedad rugosa*) híbrido *Shimmer*, por lo que no fue necesario realizar pruebas de medias, tomando en cuenta que elevó el rendimiento en cuanto a cantidad de kg/ha de elote fresco. Aunque estadísticamente la diferencia entre tratamientos no representa el 95% de exigencia requerido por el análisis debido a que entre cada tratamiento existe diferencias de 582 kg, 68 kg y 785 kg lo cual representa aproximadamente el 7% del valor de la mayor de las medias, por lo cual no es significativa, además todo lo mencionado se pone de manifiesto en la figura 2. El Coeficiente de Variación (C.V.) fue del 11.05%, lo que indica que la variación en los datos de campo es relativamente baja. Por lo que la fase experimental se llevó a cabo de manera adecuada, sin influencia de otros factores sobre el rendimiento.

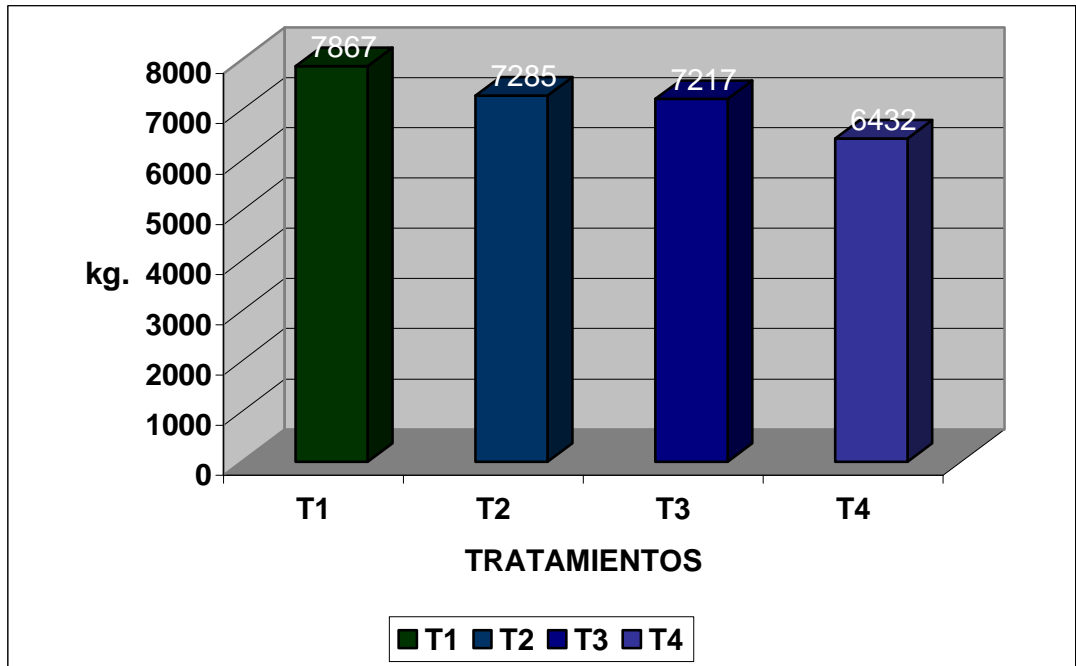


Figura 2. Rendimiento en kilogramos por hectárea de maíz dulce.

En general en los tratamientos que tuvieron como fertilización el abono orgánico comercial fueron los que obtuvieron los mayores rendimientos en kilogramos de elote fresco en comparación con el testigo que obtuvo los más bajos rendimientos. Los rendimientos expresados en kilogramos por parcela neta, se encuentran en el cuadro 17 A.

7.2. ALTURA AL PRIMER ELOTE EXPRESADO EN CENTÍMETROS Y NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA, POR PARCELA NETA AL MOMENTO DE LA COSECHA.

Estas variables fueron obtenidas tomando la distancia existente entre el cuello de la planta y el nudo donde se presentó el elote más alto y contando el número de hojas de 30 plantas tomadas al azar dentro de cada unidad experimental, los resultados de dichas variables se presentan en el cuadro 10.

Cuadro 10. Altura del suelo al primer elote expresado en centímetro y Número de hojas por planta de cada parcela neta de maíz dulce (*Zea mays L. Variedad Rugosa*), al momento de la cosecha, Aldea Salto del Arenal, Jutiapa, 2,002.

Tratamiento	I		II		III		Media	
	Altura al primer elote	Número de hojas	Altura al primer elote	Número de hojas	Altura al primer elote	Número de hojas	Altura al primer elote	Número de hojas
Bio-cofya	65.45	10	58.28	11	69.55	11	64.43	11
Fertiorgánico	48.05	10	65.6	11	60.67	11	58.11	11
El Granjero	54.1	11	57.22	11	65.83	10	59.05	11
Testigo	48.05	10	69.35	10	65.07	10	60.82	10

Según el cuadro 10 se observa que en los tratamientos donde se aplicaron los fertilizantes orgánicos comerciales no se observó un incremento en la altura al primer elote a excepción del tratamiento Bio-cofya que tubo un aumento de 3.61 cms en la altura al primer elote con respecto al testigo, además se puede observar que el número de hojas aumentó a una hoja más por planta en los tratamientos donde se aplicaron los fertilizantes orgánicos comerciales con respecto al testigo. Los resultados del cuadro 10 se analizan en el cuadro 11.

Cuadro 11. Análisis de Varianza para la altura al primer elote y número de hojas por planta de cada parcela neta de maíz dulce (*Zea mays L. variedad rugosa*), al momento de la cosecha, Aldea Salto del Arenal, Jutiapa, 2,002.

F.V.	G.L.		S.C.		C.M.		F.C.		F.T.P	
	0.05									
	Altura al primer elote	Número de hojas	Altura al primer elote	Número de hojas	Altura al primer elote	Número de hojas	Altura al primer elote	Número de hojas	Altura al primer elote	Número de hojas
Bio-cofya	2	2	282.7	0.5						
Fertiorgánico	3	3	69.94	1	23.31	0.33	0.51	1.32	4.76	4.76
El Granjero	6	6	273.95	1.5	45.66	0.25				
Testigo	11	11	626.59	3						

Como puede observarse, en el cuadro 11 el análisis de varianza determinó que no existen diferencias significativas para los diferentes tratamientos utilizados en el experimento, lo que indica que la utilización de fertilizantes orgánicos comerciales no influye sobre la altura del elote y número de hojas de maíz dulce híbrido Shimmer. Lo anterior indica desde el punto de vista fisiológico no tienen ningún efecto sobre la fisiología de la misma. El Coeficiente de Variación (C.V.) fue del 11.15% y 4.76% respectivamente lo que indica que la variación en los datos de campo es relativamente baja. Por lo que la fase experimental de campo se llevó a cabo de manera adecuada, sin influencia de otros factores sobre la altura.

Si se evalúa la figura 3 se observa que el testigo, Fertiorgánico y El Granjero se comportaron de igual manera, solo el tratamiento Bio-cofya superó por 4.61 cms al testigo en lo que respecta a la altura promedio al primer elote.

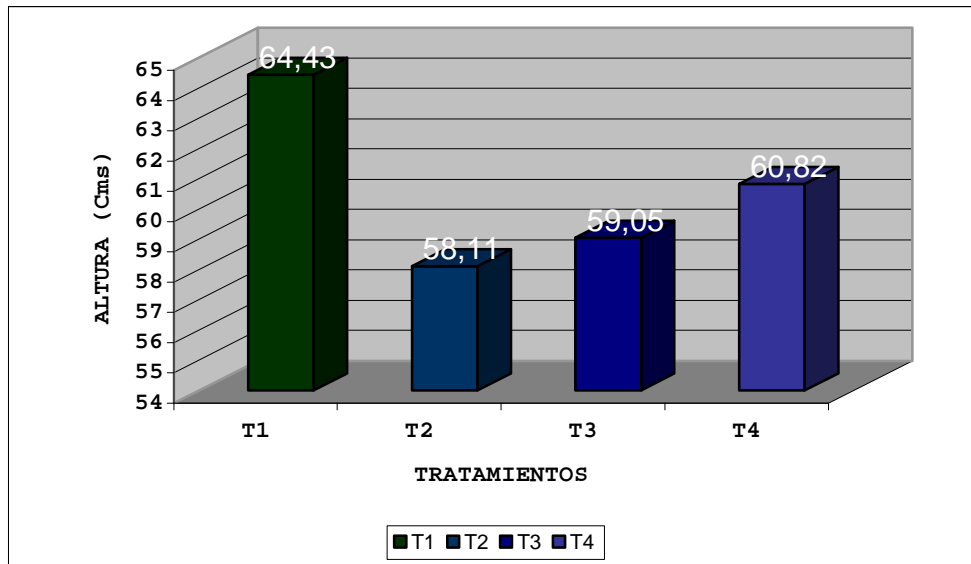


Figura 3. Altura al primer elote expresado en centímetros, por parcela neta de maíz dulce.

Si se analiza la figura 4 correspondiente al número de hojas por planta de maíz dulce, los tratamientos evaluados se comportaron de manera similar, lo que indica que no se presenta un aumento significativo en el número de hojas con la utilización de fertilizantes orgánicos, ya que hubo un aumento de una hoja por planta con respecto al testigo.

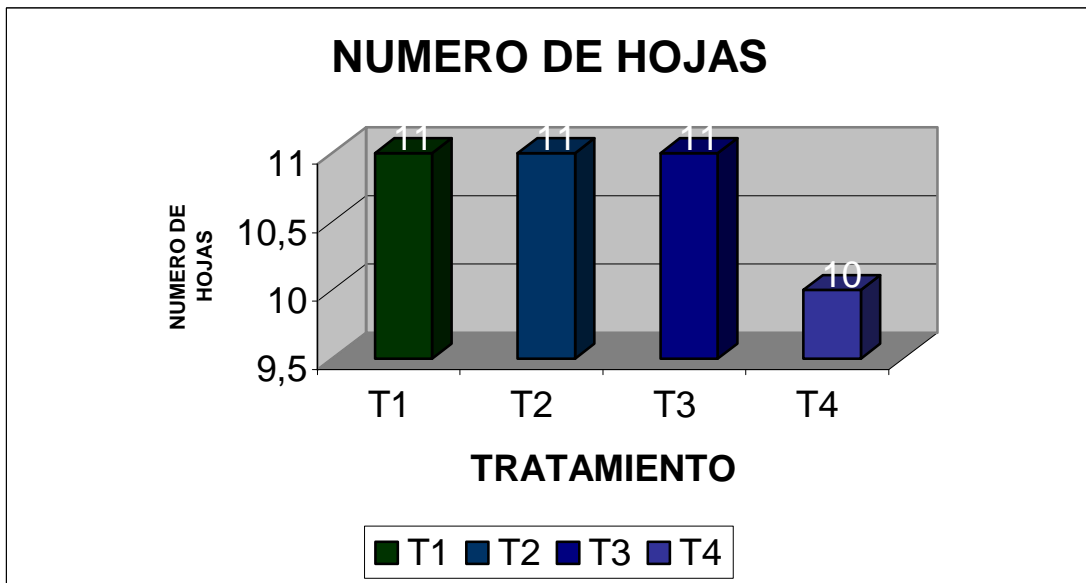


Figura 4. Número de hojas por planta por parcelan neta de Maíz dulce, al momento de la cosecha.

7.3. LONGITUD DE HOJA EXPRESADO EN CENTÍMETROS DE LA PARTE BAJA, LA PARTE MEDIA Y LA PARTE ALTA DE LA PLANTA POR PARCELA NETA DE MAÍZ DULCE AL MOMENTO DE LA COSECHA

Esta variable fue obtenida midiendo la longitud de la hoja de la parte baja, media y alta de 30 plantas tomadas al azar, para lo cual se realizó la medición entre la base y el ápice de la hoja. Los resultados para dichas variables se presentan en el cuadro 12.

Cuadro 12. Longitud de hoja expresado en centímetros de la parte baja, media y alta de la planta por parcela neta de maíz dulce (*Zea mays L. Var. Rugosa*), al momento de la cosecha, Aldea Salto del Arenal, Jutiapa, 2,002.

Tratamiento	I			II			III			Media		
	LONGITUD DE HOJA DE LA PARTE			LONGITUD DE HOJA DE LA PARTE			LONGITUD DE HOJA DE LA PARTE			LONGITUD DE HOJA DE LA PARTE		
	BAJA	MEDIA	ALTA	BAJA	MEDIA	ALTA	BAJA	MEDIA	ALTA	BAJA	MEDIA	ALTA
Bio-cofya	66.3	80.32	58.57	61.23	76.20	54.63	68.75	81.42	60.46	65.43	79.31	57.99
Fertiorgánico	64.35	73.53	50.42	66.80	79.43	57.50	71.70	79.40	62.82	67.62	77.45	56.92
El Granjero	60.17	74.98	51.38	67.22	74.98	54.53	61.71	79.04	67.00	63.03	76.33	57.64
Testigo	59.10	70.12	51.06	66.07	87.20	62.20	67.75	79.87	60.13	64.31	79.06	57.80

En el cuadro anterior se muestra que los diferentes tratamientos evaluados presentaron un incremento con respecto al testigo en la longitud de hoja a excepción del tratamiento El Granjero que no superó al testigo, dicho incremento se muestra en la figura 5.

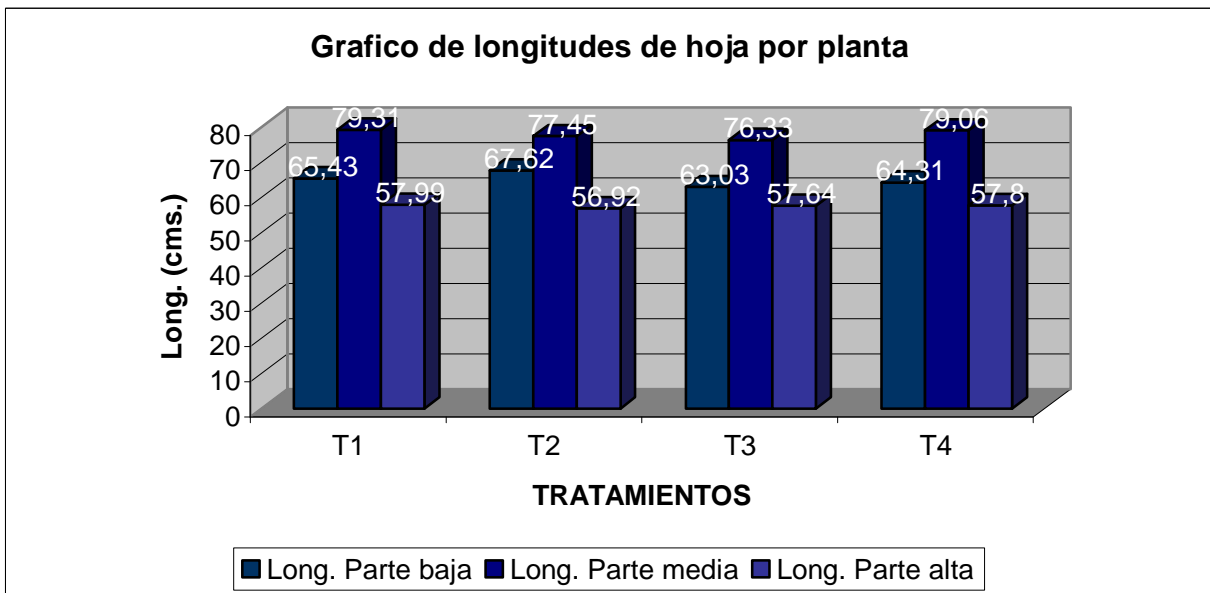


Figura 5. Longitudes de hoja por planta de cada parcela neta de maíz dulce, al momento de la cosecha.

Cuadro 13. Análisis de Varianza para la longitud expresado en centímetros de hoja de la parte baja, media y alta de la planta por parcela neta de maíz dulce (*Zea mays* L. Var. *rugosa*) híbrido Shimmer, al momento de la cosecha, Aldea Salto del Arenal, Jutiapa, 2,002.

F.V.	G.L.	S.C.			C.M.			F.C.			F.T.
		Long. De hoja parte			Long. De hoja parte			Long. De hoja parte			Long. De hoja parte Baja, Media y ALta
	Long. de hoja parte Baja, Media y Alta	BAJA	MEDIA	ALTA	BAJA	MEDIA	ALTA	BAJA	MEDIA	ALTA	
Bio-cofya	2	50.28	65.93	190.54							
Fertiorgánico	3	34.02	17.78	1.96	11.34	5.93	0.65	0.89	0.27	0.036	4.76
El Granjero	6	76.15	130.12	109.45	12.69	2.69	18.24				
Testigo	11	160.45	213.83	301.95							

De acuerdo a los resultados del cuadro 13, no existen diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos en el aumento de la longitud foliar ya sea de la parte baja, media o alta de la planta de maíz dulce, por lo que podemos deducir que la utilización de fertilizantes orgánicos comerciales no tiene ningún efecto significativo sobre el aumento de la longitud foliar y que estas variaciones están marcadas entre los diferentes materiales de maíz dulce en el ámbito genético. El Coeficiente de Variación (C.V.) fue del 5.47%, 5.97% y 7.42% respectivamente, lo que indica que la variación en los datos de campo es relativamente baja. Por lo que la fase experimental se llevó a cabo de manera adecuada, sin influencia de otros factores sobre el rendimiento.

En la figura 5 se puede observar que en los cuatro tratamientos evaluados las longitudes de hojas son similares, no existen diferencias que al final influyan en la planta a captar mayor energía lumínica para la realización de reacciones derivadas de la fotosíntesis como es el caso de la elaboración de azúcares que al final se almacena en el grano, por lo que se deduce que a mayor área foliar mayor cantidad de azúcar en el grano y en la planta en general.

7.4. LONGITUD DE ELOTE EXPRESADO EN CENTÍMETROS POR PLANTA DE CADA PARCELA NETA DE MAÍZ DULCE AL MOMENTO DE LA COSECHA.

Esta variable fue obtenida midiendo la longitud del elote de 30 plantas tomadas al azar por planta dentro de cada parcela experimental, tomando la distancia existente entre la base y el ápice del elote. Los resultados se presentan en el cuadro 14.

Cuadro 14. Longitud y ancho de elote expresado en centímetros por planta de cada parcela neta de maíz dulce (*Zea mays L. variedad Rugosa*) al momento de la cosecha Aldea Salto del Arenal, Jutiapa, 2,002.

Tratamiento	I		II		III		Media	
	Long.	Ancho	Long.	Ancho	Long.	Ancho	Long.	Ancho
Bio-cofya	16.98	4.66	17.46	4.84	17.38	4.86	17.27	4.79
Fertiorgánico	16.63	4.46	16.81	4.74	17.32	4.83	16.92	4.68
El Granjero	16.90	4.60	17.26	4.75	16.52	4.72	16.89	4.69
Testigo	16.67	4.27	17.24	4.49	17.42	4.84	17.11	4.53

Como puede observarse, en el cuadro 14 el único tratamiento que presento una variación en la longitud del elote fue el tratamiento Bio-cofya con respecto al testigo, con un aumento de 0.16 cms. En lo que respecta al ancho de elote los fertilizantes orgánicos comerciales aumentaron en diámetro con respecto al testigo de la siguiente manera: Bio-cofya aumento 0.26 cms, Fertiorgánico 0.15 cms y El Granjero aumento 0.16 cms. Lo anterior indica desde el punto de vista comercial que aumenta el área del elote al ser más largo y más ancho, lo que se refleja en la calidad del elote al amentar su peso, lo que significa un aumento en la producción expresado en kilogramos, dichos resultados se analizan en el cuadro 15.

Cuadro 15. Análisis de Varianza para la longitud y ancho del elote expresado en centímetros por planta de cada parcela neta de Maíz dulce (*Zea mays L. variedad rugosa*), al momento de la cosecha Aldea Salto del Arenal, Jutiapa, 2,002.

F.V.	G.L.		S.C.		C.M.		F.C.		F.T.	
	Long.	Ancho	Long.	Ancho	Long.	Ancho	Long.	Ancho	Long.	Ancho
									0.05	
Bio-cofya	2		0.39	0.21						
Fertiorgánico	3		0.28	0.1	0.093	0.03	0.95	3	4.76	
El Granjero	6		0.59	0.08	0.098	0.01				
Testigo	11		1.26	0.39						

De acuerdo a los resultados presentados en el cuadro 15, el análisis de varianza determinó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, por lo que puede deducirse que la utilización de abonos orgánicos comerciales no influye significativamente sobre la longitud y ancho del elote de maíz dulce. El Coeficiente de Variación (C.V.) fue del 1.84% y 6.05%, lo que indica que la variación en los datos es relativamente baja. Por lo que la fase experimental se llevó a cabo de manera adecuada, sin influencia de otros factores sobre el rendimiento.

En la figura 6 se puede observar que los tratamientos evaluados presentaron longitudes y diámetros de elote similares, sin embargo existió un aumento en la longitud por parte del fertilizante Bio-cofya y un aumentó en el diámetro por parte de los fertilizantes orgánicos comerciales utilizados con respecto al testigo lo que al final se vio influenciado con el aumento de peso del elote dulce producido.

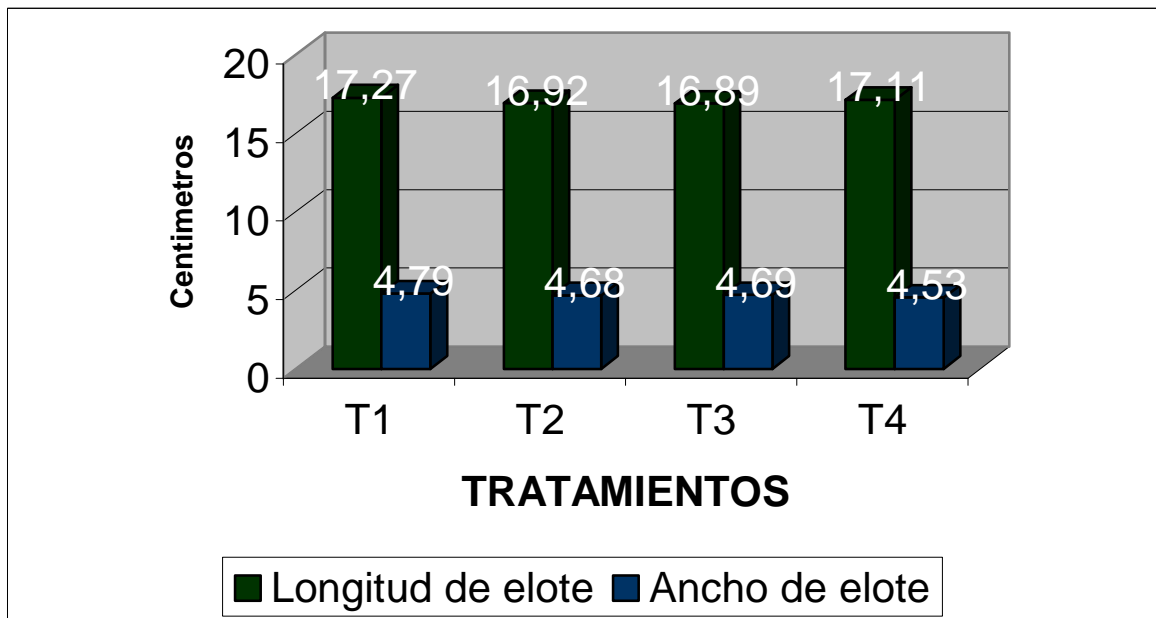


Figura 6. Comparación Longitud y ancho de elote por planta de cada Parcela neta de maíz dulce al momento de la Cosecha.

De todo lo expresado con anterioridad, se puede inferir que es necesaria la investigación de otros ensayos bajo las mismas condiciones, ya que si bien en este caso no se han encontrado diferencias significativas desde el punto de vista estadístico, el híbrido utilizado mostró un buen comportamiento para ser utilizado dentro del sistema de producción orgánica por lo que se incluyó un análisis foliar elemental fase de floración en peso fresco y se comparó con los resultados del análisis foliar elemental fase de floración en peso seco los cuales se muestran a continuación en el cuadro 16.

Cuadro 16. Comparación de los análisis foliares elementales en peso fresco y peso seco fase de floración en el maíz dulce.

ANALISIS FOLIAR EN MAIZ DULDE FASE DE FLORACIÓN PESO HUMEDO												
	%					Ppm						
IDENTIFICACION	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	Na		
TESTIGO	2.72	0.25	1.94	0.25	0.11	15	20	95	55	120		
EL GRANJERO	2.49	0.25	1.94	0.25	0.12	10	15	85	45	120		
FERTIORGANICO	3.02	0.27	1.94	0.31	.011	10	20	85	55	115		
BIO-COFYA	3.08	0.27	1.68	0.31	0.14	10	20	90	55	135		
ANALISIS ELEMENTAL HOJA DE MAIZ PESO SECO FASE DE FLORACION												
	MACRONUTRIENTES %					MICRONUTRIENTES ppm						
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	B	Cu	Zn	Mo
RANGO	2.7	0.25	1.70	0.21	0.20	0.21	20	20	5	6	25	0.10
	4.00	0.50	3.00	1.00	1.00	0.50	250	250	25	20	100	0.20

Si se analiza el cuadro 16 se puede observar que los fertilizantes orgánicos comerciales llenaron las requerimientos nutricionales de la planta de maíz dulce ya que según el análisis foliar en peso fresco demuestra que la cantidad de nutrientes presente en las hojas de maíz dulce se ubicaban en el rango de aceptación según el análisis foliar en

peso seco, además el alto contenido de nitrógeno en el análisis foliar del tratamiento Bio-cofya y Fertiorgánico se pudiera ver influenciado por la relación Carbono/Nitrógeno ya que se encuentra en 9.4 y 11.69 respectivamente, lo que indica que la disponibilidad de nitrógeno fue alta en comparación con el tratamiento El Granjero que tuvo una relación Carbono/Nitrógeno de 23.33, lo que redujo la disponibilidad del nitrógeno. Analizando esta información se puede concluir que la tendencia al aumento en el rendimiento de elote dulce se debe a la disponibilidad que presentaron los fertilizantes orgánicos comerciales en comparación con el testigo.

7.5. ANALISIS ECONOMICO DE PRESUPUESTO PARCIAL

Los tratamientos evaluados en la presente investigación no presentaron diferencias estadísticas significativas para aumentar el rendimiento en maíz dulce (*Zea mays L.* variedad rugosa) híbrido Shimmer, por lo que no se justifica la realización del Análisis Económico de Presupuesto Parcial. El tratamiento que presentó el más bajo costo de producción es el Testigo y debido a ello es el tratamiento recomendado, sin embargo cabe destacar que los tratamientos Bio-cofya, Fertiorgánico y El Granjero pueden llegar a aumentar los rendimientos en un mediano o largo plazo debido a la materia orgánica presente en los mismos.

8. CONCLUSIONES

1. Desde el punto de vista comercial, existe diferencia en cantidad de kg/ha de elote fresco de maíz dulce (*Zea mays L. variedad rugosa*) híbrido Shimmer, utilizando fertilizantes orgánicos comerciales (Bio-cofya, Fertiorgánico y El Granjero) que utilizando como única fuente de nutrientes los fertilizantes químicos.
2. Con relación al rendimiento en kilogramos por hectárea, los valores más altos se obtuvieron donde se aplicaron los fertilizantes orgánicos comerciales ya que se produjo 7,867 kg/ha y el menor rendimiento se obtuvo donde no se aplicó ningún fertilizante orgánico comercial que produjo 6.432 kg/ha. Pero no existió diferencia significativa entre los tratamientos.
3. Quedó demostrado que la utilización de fertilizantes orgánicos comerciales bajo las condiciones ambientales de Aldea Salto del Arenal, Jutiapa no influye en la producción de hojas, longitud de hojas tanto de la parte baja, media y alta de las plantas de maíz dulce, así como en la altura al primer elote y que estas características sufren modificaciones dependiendo del manejo práctico y las condiciones bajo las cuales se realice la investigación.
4. De acuerdo a los resultados obtenidos se rechaza la hipótesis propuesta en el sentido de que ningún fertilizante orgánico comercial presentó diferencias significativas en el aumento del rendimiento en el cultivo de Maíz Dulce (*Zea mays L. variedad rugosa*) híbrido Shimmer, en la Aldea Salto del Arenal, Jutiapa.

9. RECOMENDACIONES

1. Hacer investigación con todos los fertilizantes orgánicos comerciales en otras regiones productoras de maíz dulce del país para establecer si bajo otras condiciones edafoclimáticas pueden producir buenos rendimientos con las características deseadas en el proceso industrial del maíz dulce.
2. Para las condiciones de la Aldea Salto del Arenal, Jutiapa, se recomienda cultivar materiales de maíz dulce variedad rugosa, híbrido Shimmer bajo la influencia del fertilizante orgánico comercial Bio-cofya ya que dicho producto registra buenos resultados en lo que respecta a rendimiento expresado en kg/ha dentro de los cuatro tratamientos evaluados en el ensayo.
3. Continuar con la evaluación de los fertilizantes orgánicos comerciales del presente estudio tanto en otras regiones como en otras épocas de siembra, comparándolos con las diferentes formulaciones de fertilizantes químicos.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. BONNET, J. A. 1,968 La ciencia del suelo. San Juan, Puerto Rico, Colegio de Ingenieros, Arquitectos y Agrimensores de Puerto Rico. 223 p.
2. BIBLIOTECA PRÁCTICA agrícola y ganadera. Los fundamentos de la agricultura. 1986. Barcelona, España, Océano. v. 1, 204 p.
3. BIO-COFYA. s.f. Guatemala, Compañía de Fertilizantes y Agroquímicos. 6 p.
4. BUCKMAN, H. O.; BRANDY, N. C. 1965. Naturaleza y propiedades de los suelos. España, UTEHA. p. 162-164; 529-539.
5. DE LIÑAN, C. 1,997. Vademécum de productos fitosanitarios y nutricionales. (Disco Compacto). EE.UU., Blatta soft. Ed. Aerotécnicas. 1 disco.
6. EL GRANJERO. s.f. Guatemala, ALIANSA. 6 p.
7. FASSBENDER, H. W. 1975. Química de suelos. Turrialba, Costa Rica, IICA. p. 221-266, 268-271, 319-328; 355-357.
8. FERTIORGANICO. s.f. Chimaltenango, Guatemala, Planta La Alameda. 6 p.
9. FREAR, D.E. 1956. Tratado de química agrícola. Trad. por Adolfo Rancaño. Barcelona, España, Salvat. 928 p.
10. GRAETZ, H.A. 1978. Suelos y fertilización. Mexico, D.F., FAO. 72 p.
11. HOLDRIGE, L.R. 1978. Ecología, basado en zonas de vida. Trad. Humberto Jiménez. Costa Rica, IICA. 216 p.

12. JACOB, A.; UEXKULL, H.V. 1966. Fertilización, nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales. Hannover, Verlagsgesellschaft fur Acjerbau mbh. p. 125-130.
13. JUGENHEIMER, R.W. 1988. Maíz, variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. México, LIMUSA. p. 300-304.
14. LUGO, C.J. 1969. Determinación de la eficiencia de utilización del nitrógeno mediante el empleo del isótopo estable No. 15 en el cultivo de maíz. México, D.F., Asociación Latinoamericana de Agricultores. v. 4.
15. MANUAL DE fertilidad de los suelos. 1988. Canada, Foundation for Agronomic Research. 84 p.
16. MILLAR, C.E. et al. 1962. Fundamentos de la ciencia del suelo. 3 ed. México, D.F., Continental. p. 313, 329-330, 388.
17. MILLER, E.V. 1967. Fisiología vegetal. Trad. por Francisco Latorre. México D.F., UTEHA. 344 p.
18. MONTES SUAREZ, G. 1972. Estudio de la fracciones y volatilización del nitrógeno en dos suelos de Turrialba, Costa Rica, Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 62 p.
19. PERDOMO, R.; HAMPTON, H. 1960. Ciencia y tecnología del suelo. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. 345 p.
20. ROGERS, L.P. 1995. Catálogo de semillas de hortalizas. Estados Unidos, s.e. p. 80.
21. ROGERS NK (EE.UU.). 1990. Corn sweet. Estados Unidos. p. 26, 28.
22. SIMMONS, CH.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. Por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Ed. José Pineda Ibarra. 1000 p.

23. SITUN, M. 1996. Guía para el análisis económico de resultados experimentales. Ciagros; Boletín Informativo (Gua.) No. 2-96: 1-12.
24. SOLUCIONES ANALÍTICAS (Gua.). 1,997. Investigación y evaluación del abono orgánico El Granjero. La Máquina, Escuintla, Guatemala. 25 p.
25. TEUSCHER, H.; ADLER, R. 1965. El suelo y su fertilidad. Trad. por Rodolfo Vera. Mexico, D.F., Continental. 510 p.
26. TISDALE, S.L.; NELSON, W.L. 1970. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Barcelona, España, Montaner y Simon. p. 78-99.
27. TRIGOSO, H.R. 1970. Algunos factores que afectan la fijación simbiótica del nitrógeno. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 56 p.
28. WOETHEN, E.L. Suelos agrícolas; su conservación y fertilización. Trad. por José Luis de La Loma. Mexico, D.F., UTEHA. 463 p.

11. APENDICE

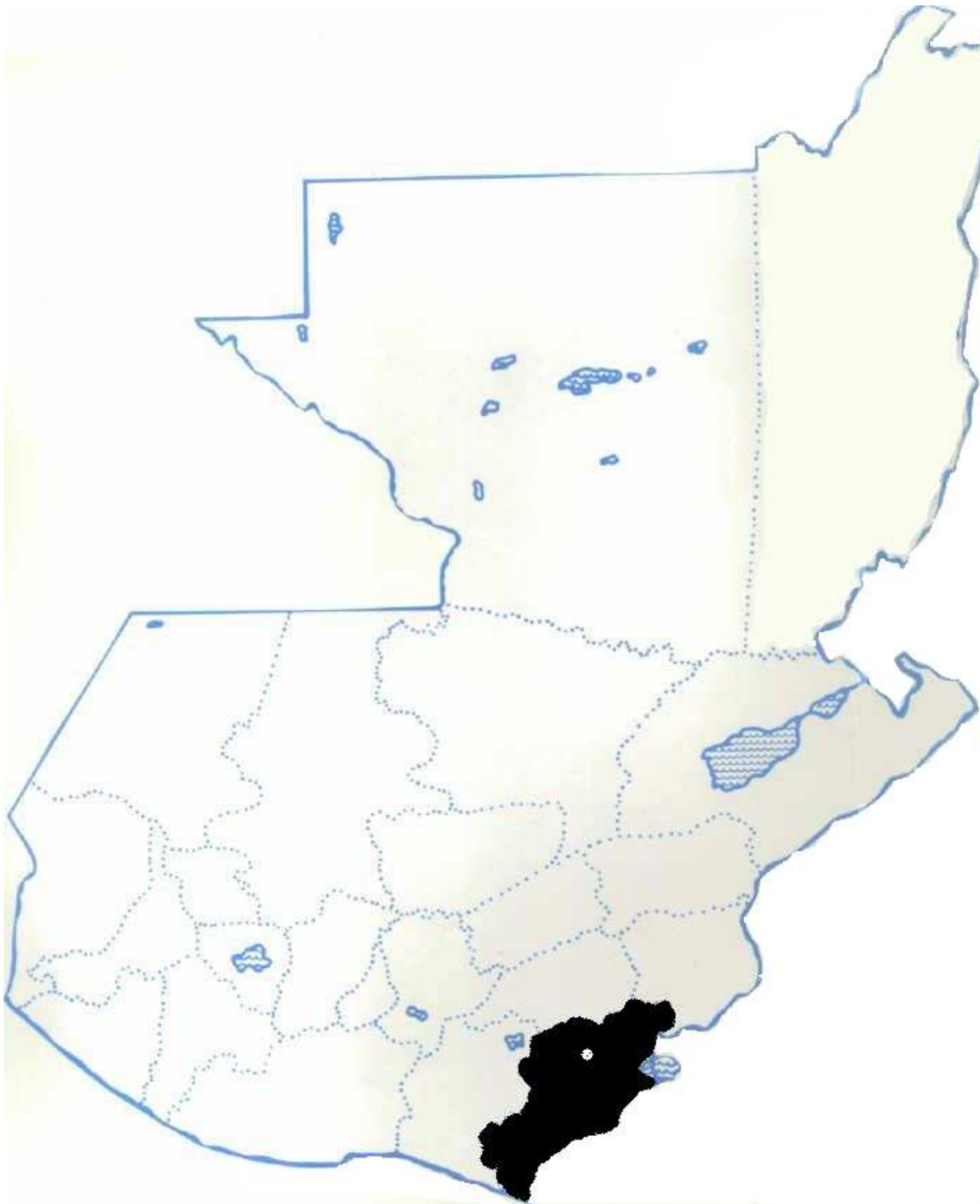


Figura 7 A. Mapa de ubicación del Departamento de Jutiapa, Guatemala

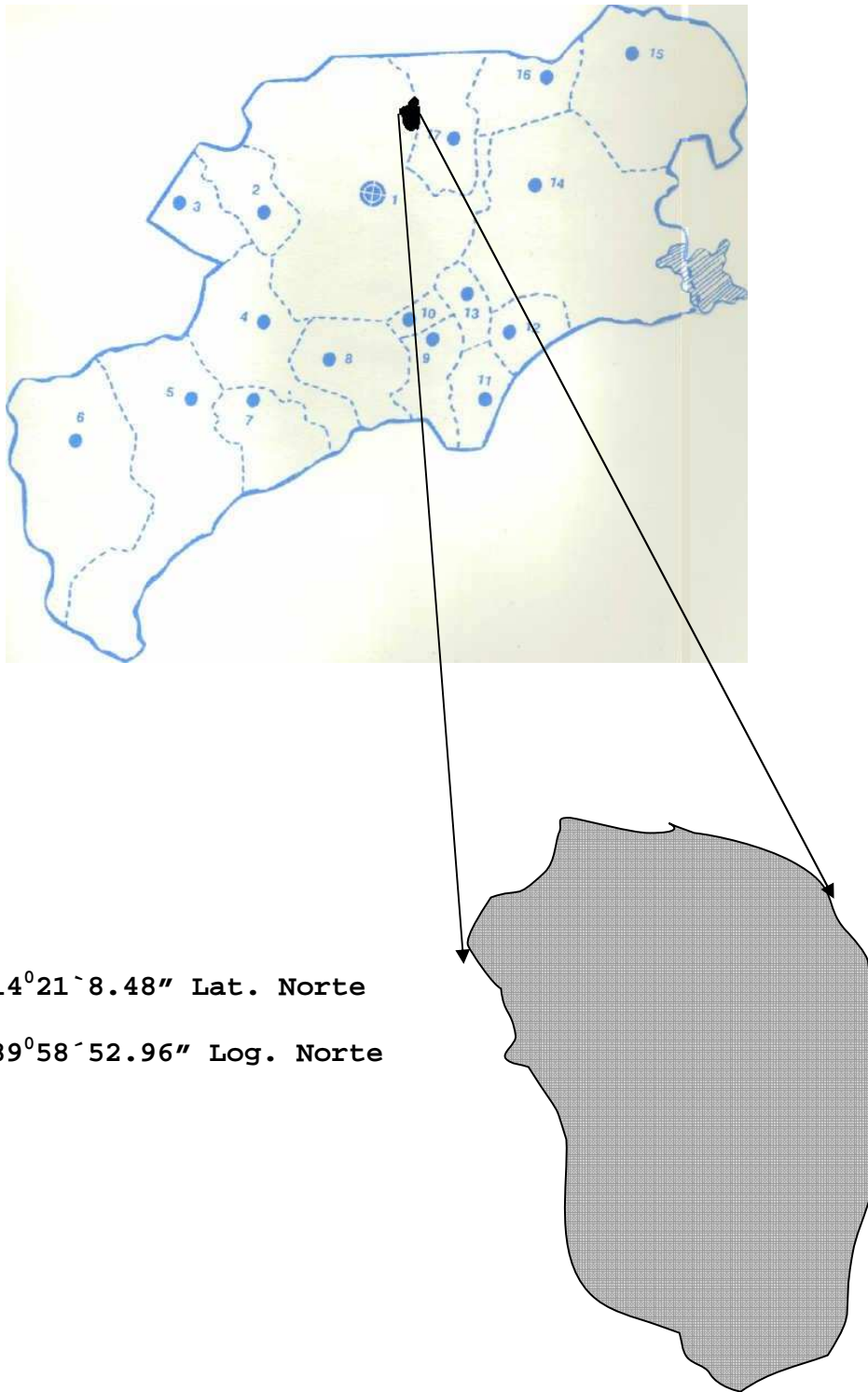


Figura 8 A. Mapa de ubicación geográfica del área experimental, Aldea Salto del Arenal, Jutiapa.

Cuadro 17 A. Rendimiento en kilogramos por parcela neta de elote fresco de maíz dulce (*Zea mays L. variedad rugosa*) híbrido Shimmer, Aldea Salto del Arenal, Jutiapa, 2,002.

Tratamiento	I	II	III	Media
Bio-cofya	17.60	15.66	13.94	15.74
Fertiorgánico	14.65	13.94	15.12	14.57
El Granjero	14.10	15.72	13.48	14.43
Testigo	11.53	12.41	14.65	12.86

Cuadro 18 A. Boleta de encuesta dirigida a productores de maíz dulce en Aldea Salto del Arenal, Jutiapa, 2,002.

Nombre del agricultor :	
Aldea:	Localidad:
Fecha en que cultivó maíz dulce por primera vez:	
Cantidad de tierra que cultiva al año:	
Material de maíz dulce que siembra:	
Plagas de insectos que atacan al cultivo:	
Enfermedades que atacan al cultivo:	
Plaguicidas empleados en el control del gusano elotero:	
Forma de aplicar los plaguicidas:	
Costo/ha del control del gusano elotero:	
Rendimiento:	
Gastos Totales/ha	Ingresos Totales/ha
Rentabilidad:	
Destino de la producción:	
Observaciones:	
Nombre del encuestador:	
Fecha:	

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS



EVALUACION DE TRES FERTILIZANTE ORGÁNICOS COMERCIALES Y SU INFLUENCIA EN EL RENDIMIENTO DE MAÍZ DULCE (*Zea mays L. variedad rugosa*) HÍBRIDO SHIMMER, EN LA ALDEA SALTO DEL ARENAL, JUTIAPA.

GERMAN ARNOLDO MIRANDA MARTINEZ

Guatemala, marzo de 2,003.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICA

“EVALUACION DE TRES FERTILIZANTE ORGÁNICOS COMERCIALES Y SU INFLUENCIA EN EL RENDIMIENTO DE MAÍZ DULCE (*Zea mays L. variedad rugosa*) híbrido Shimmer, en la aldea Salto del Arenal, Jutiapa.

TESIS

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

POR

GERMAN ARNOLDO MIRANDA MARTINEZ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERON AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, MARZO DE 2,003.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. M.V. LUIS ALFONSO LEAL MONTERROSO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. Edgar Oswaldo Franco Rivera
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Walter Estuardo García Tello
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Manuel de Jesús Martínez Ovalle
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Erberto Raúl Alfaro Ortiz
VOCAL CUARTO	Br. Wener Armando Ochoa Orozco
VOCAL QUINTO	Br. Juan Manuel Corea Ochoa
SECRETARIO	Ing. Agr. Edíl René Rodríguez Quezada

Guatemala, marzo de 2003

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR
FACULTAD DE AGRONOMIA
PRESENTE

Distinguidos Miembros:

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

"EVALUACION DE TRES FERTILIZANTE ORGÁNICOS COMERCIALES Y SU INFLUENCIA EN EL RENDIMIENTO DE MAÍZ DULCE (*Zea mays L. variedad rugosa*) híbrido Shimmer, en la aldea Salto del Arenal, Jutiapa.

Presentándolo como requisito previo a optar al Título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que la presente investigación llene los requisitos necesarios para la aprobación, me suscribo,

Respetuosamente

German Arnoldo Miranda Martínez.

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS: Por darme la vida y ser fuente de sabiduría.

MIS PADRES: José Aladino Miranda Alfaro
Alba Ofelia Martínez de Miranda
Quienes con mucho amor, esfuerzo y sacrificio me
llevaron hasta la meta que hoy alcanzo. Este triunfo
no solo es mío, también es de ellos.

MIS ABUELOS: Rafael Antonio Martínez García
(+) María Ofelia Rodríguez de Martínez
Por apoyarme en todo momento, sus consejos y su
ejemplo.

MI ESPOSA: Silvia Anabella Duarte de Miranda
Por su apoyo, cariño y ternura mil gracias.

MIS HERMANOS: José Luis Miranda Martínez
Dalio Aladino Miranda Martínez
Les deseo lo mejor en su vida futura.

MIS TIOS: Dalio, Cristina, German, Rosalina,
Byron, Donilia, Dina, Martha.
Con respeto y admiración por su confianza y apoyo.

MIS PRIMOS: Por la amistad y cariño entre nosotros.

MIS SOBRINOS: Porque son el futuro del país, los quiero mucho.

MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS: Por las experiencias compartidas en el duro
camino de la vida.
Es especial a:
Juan Carlos Grijalva, Estuardo Medina, Jarrol Oliva,
Alejandro Zuchini, Luis Gonzalo Polanco, Rene
Orellana Alas, Juan Carlos Zepeda, Nolberto
Colindres, por mencionar algunos.
Éxitos en su vida profesional y le pido a Dios que
seamos amigos y compañeros por siempre.

TESIS QUE DEDICO

A:

GUATEMALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

MIS CENTROS DE ESTUDIO

MIS COMPAÑEROS DE PROMOCIÓN

MIS AMIGOS EN GENERAL

AGRADECIMIENTOS

A:

Ing. Agr. Miguel Antonio González Rosales

Por su valiosa colaboración, orientación y apoyo en la ejecución de la presente investigación.

Ing. Agr. Luis Valerio Macz López

Catedrático de la Facultad de Agronomía, por su apoyo brindado en la realización de la presente investigación.

Ing. Agr. Arturo López

Por su apoyo y orientación durante la realización de mi Ejercicio Profesional Supervisado.

Asociación del Gremio Químico Agrícola (AGREQUIMA)

Por permitirme realizar el Ejercicio Profesional Supervisado y Tesis, en tan prestigiosa empresa.

Don Ricardo Gudiel

Por darme la oportunidad de realizar este ensayo en sus campos de cultivo.

TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE DE UNA U OTRA FORMA CONTRIBUYERON EN LA REALIZACIÓN DE ESTA TESIS.

A TODOS ELLOS, MIL GRACIAS.

“EVALUACION DE TRES FERTILIZANTE ORGÁNICOS COMERCIALES Y SU INFLUENCIA EN EL RENDIMIENTO DE MAÍZ DULCE (*Zea mays L. variedad rugosa*) híbrido Shimmer, EN LA ALDEA SALTO DEL ARENAL, JUTIAPA.

EVALUATION OF THREE ORGANIC FERTILIZERS AND ITS INFLUENCE IN THE SWEET MAIZE YIEL (*Zea mays L. rough variety*) hybrid Shimmer, IN THE ALDEA SALTO DEL ARENAL, JUTIAPA.

RESUMEN

En la Aldea Salto de Arenal, el cultivo de maíz dulce ha tomado mucha importancia, debido a su alta rentabilidad. El en área a cultivar los agricultores prefieren entre otros al híbrido conocido como Shimmer, por su aceptable rendimiento, mayores cantidades de carbohidratos en el elote durante su desarrollo y mayor tolerancia a enfermedades, que el maíz corriente. La producción está destinada al mercado local e internacional (El Salvador). Los costos de producción sobrepasa los Q 6,500.00/ha.

La presente investigación fue realizada en la Aldea Salto del Arenal, municipio de Jutiapa, departamento de Jutiapa, en el período comprendido de Mayo-Agosto de 2002. Se evaluaron tres fertilizantes orgánicos comerciales: Tratamiento 1 Bio-cofya, Tratamiento 2 Fertiorgánico, Tratamiento 3 El granjero, con el propósito de aumentar el rendimiento de maíz dulce, además se estableció un tratamiento 4 al que no se le aplicó fertilizante orgánico (testigo) como comparador. Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño bloques al azar con 3 repeticiones. La aplicación de los fertilizantes orgánicos comerciales se realizó 5 días antes de la siembra aplicándolos directamente al suelo. Las variables de respuesta fueron: Rendimiento de elote fresco al momento de la cosecha, altura al primer elote, longitud de hojas de la parte baja, media y alta, número de hojas, longitud y ancho de elote.

Al momento de la cosecha se determinó el rendimiento total en kg/ha de cada unidad experimental de los tratamientos y se procedió al análisis de datos obtenidos de cada variable mediante la técnica Fisher conocida como Análisis de Varianza para el diseño empleado. Los resultados obtenidos demostraron que estadísticamente ninguno de los tratamientos produjo un incremento sobre las variables número de hojas, altura al primer elote, longitud de hoja de la parte media y la parte alta a excepción del fertilizante orgánico comercial Bio-cofya. Sin embargo, los fertilizantes orgánicos comerciales presentaron los mejores promedios en lo que respecta al rendimiento en kg/ha.

El rendimiento mayor se obtuvo con el fertilizante orgánico comercial Bio-cofya (7,867 kg/ha) en relación a los otros tratamientos, Fertiorgánico (7,285 kg/ha), El Granjero (7,217 kg/ha) y el Testigo (6,432 kg/ha), fue el que presentó la mayor altura al primer elote, mayor longitud de hoja de la parte media y alta y mayor longitud y ancho de elote.

En conclusión se puede establecer que no se produjeron diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo de una manera práctica si es posible el incremento del rendimiento como se pretendía en esta investigación. A manera de recomendación se considera necesario evaluar nuevamente las dosis de los fertilizantes orgánicos comerciales, además continuar con otras investigaciones en las que evalúen otras dosis, en diferente época, número de aplicaciones y diferentes formas de aplicación para establecer un tratamiento rentable que incremente el rendimiento de las plantas de maíz dulce y disminuya los costos de producción, para ampliar la información existente y mejorar los procesos productivos de esta planta.

INDICE

Índice de Cuadros.....	iii
Índice de Figuras	vi
Resumen.....	vii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
3. MARCO TEORICO	5
3.1. MARCO CONCEPTUAL	5
3.1.1. EL MAIZ DULCE (ZEA MAYS L. VARIEDAD RUGOSA)	5
3.1.2. NECESIDAD DEL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA.	7
3.1.3. IMPORTANCIA DE LA FERTILIZACIÓN EN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA.	8
3.1.4. MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO.....	9
3.1.5. ABONOS ORGÁNICOS	11
3.1.6. UTILIZACIÓN DE LOS ABONOS ORGÁNICOS	12
3.1.7. FERTILIZACIÓN	12
3.1.8. NUTRIMENTOS	13
3.1.9. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES EN LAS PLANTAS	13
3.1.9.1. ELEMENTOS NO MINERALES	13
3.1.9.2. ELEMENTOS MINERALES	14
3.1.9.3. RELACIÓN DE LOS NUTRIMENTOS UTILIZADOS CON EL RENDIMIENTO	14
A. NITRÓGENO (N)	14
B. FÓSFORO (P)	18
C. POTASIO (K)	22
D. MAGNESIO (Mg)	24
E. CALCIO (Ca)	25
F. AZUFRE (S)	26
G. MANGANESO (Mn)	26
H. ZINC (Zn)	27
I. COBRE (Cu)	27
J. HIERRO (Fe)	28
K. BORO (B)	28
L. MOLIBDENO (Mo)	28
M. CLORO (Cl)	29
3.1.10. PLAGUICIDAS RECOMENDADOS EN MAIZ.....	29
3.2. MARCO REFERENCIAL	30
3.2.1. DESCRIPCIÓN DEL AREA EXPERIMENTAL	30
3.2.1.1. UBICACIÓN GEOGRAFICA	30
3.2.1.2. CLIMA	30
3.2.1.3. PRECIPITACIÓN	30
3.2.1.4. TEMPERATURA	30
3.2.1.5. ZONA DE VIDA	31
3.2.1.6. USO DE LA TIERRA	31
3.2.1.7. SUELOS	31
3.2.2. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL VEGETATIVO	32
3.2.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS FERTILIZANTES ORGÁNICOS	33
3.2.3.1. BIO-COFYA	33
3.2.3.2 FERTIORGÁNICO	34
3.2.3.3. EL GRANJERO	35
3.2.4. ENSAYOS RELACIONADOS UTILIZANDO FERTILIZANTES ORGÁNICOS (24)	36
4. OBJETIVOS	37
5. HIPOTESIS	38
6. METODOLOGIA	39
6.1 DIMENSIONES DEL AREA EXPERIMENTAL	39
6.2. MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	39
6.2.1. PREPARACIÓN DEL AREA EXPERIMENTAL	40
6.2.2. PREPARACIÓN DE LA SEMILLA	40

INDICE DE CUADROS

Pág.

Cuadro 1.	Niveles de azúcar según el tipo de maíz dulce (<i>Zea mays L. Variedad rugosa</i>).....	06
Cuadro 2.	Requerimiento Nutricional del Maíz Dulce (<i>Zea mays L. Variedad rugosa</i>).....	07
Cuadro 3.	Composición química más elementos menores del fertilizante orgánico comercial Bio-cofya (3).....	33
Cuadro 4.	Composición química más elementos menores del fertilizante orgánico comercial Fertiorgánico.....	34
Cuadro 5.	Composición química más elementos menores del fertilizante orgánico comercial El Granjero.....	35
Cuadro 6.	Dimensiones del área experimental, Aldea Salto del Arenal, Jutiapa, 2,002.....	39
Cuadro 7.	Análisis de suelo del área experimental.....	40
Cuadro 8.	Rendimiento en kg/ha de elote fresco de Maíz Dulce (<i>Zea mays L. variedad rugosa</i>) híbrido <i>Shimmer</i> , Aldea Salto del Arenal, Jutiapa, 2002.....	52
Cuadro 9.	Análisis de Varianza para el rendimiento en kg/ha de elote fresco de maíz dulce (<i>Zea mays L. variedad rugosa</i>) híbrido <i>Shimmer</i> , Aldea Salto del Arenal, Jutiapa, 2002.....	53

- Cuadro 10.** Altura del suelo al primer elote expresado en centímetro y Número de hojas por planta de cada parcela neta de maíz dulce (*Zea mays L. Variedad rugosa*), al momento de la cosecha, Aldea Salto del Arenal, Jutiapa, 2,002..... 55
- Cuadro 11.** Análisis de Varianza para la altura al primer elote y número de hojas por planta de cada parcela neta de maíz dulce (*Zea mays L. variedad rugosa*), al momento de la cosecha, Aldea Salto del Arenal, Jutiapa, 2,002.... 55
- Cuadro 12.** Longitud de hoja expresado en centímetros de la parte baja, media y alta de la planta por parcela neta de maíz dulce (*Zea mays L. Var. Rugosa*), al momento de la cosecha, Aldea Salto del Arenal, Jutiapa, 2,002..... 58
- Cuadro 13.** Análisis de Varianza para la longitud expresado en centímetros de hoja de la parte baja, media y alta de la planta por parcela neta de maíz dulce (*Zea mays L. Var. rugosa*) híbrido Shimmer, al momento de la cosecha, Aldea Salto del Arenal, Jutiapa, 2,002..... 59
- Cuadro 14.** Longitud y ancho de elote expresado en centímetros por planta de cada parcela neta de maíz dulce (*Zea mays L. variedad rugosa*) al momento de la cosecha Aldea Salto del Arenal, Jutiapa, 2,002..... 61
- Cuadro 15.** Análisis de Varianza para la longitud y ancho del elote expresado en centímetros por planta de cada parcela neta de Maíz dulce (*Zea mays L. variedad rugosa*), al momento de la cosecha Aldea Salto del Arenal, Jutiapa, 2,002..... 61
- Cuadro 16.** Comparación de los análisis foliares elementales en peso fresco y peso seco fase de floración en el maíz dulce..... 63

- Cuadro 17 A.** Rendimiento en kilogramos por parcela neta de elote fresco de maíz dulce (*Zea mays L. variedad rugosa*) híbrido Shimmer, Aldea Salto del Arenal, Jutiapa, 2,002..... 75
- Cuadro 18 A.** Boleta de encuesta dirigida a productores de maíz dulce en Aldea Salto del Arenal, Jutiapa, 2,002..... 76

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Dimensiones del área experimental. Diseño Bloque al Azar.....	42
Figura 2. Rendimiento en kilogramos por hectárea de maíz dulce.....	54
Figura 3. Altura al primer elote expresado en centímetros, por parcela neta de maíz dulce.....	56
Figura 4. Número de hojas por planta por parcelan neta de Maíz dulce, al momento de la cosecha.....	57
Figura 5. Longitudes de hoja por planta de cada parcela neta de maíz dulce, al momento de la cosecha.....	58
Figura 6. Comparación Longitud y ancho de elote por planta de cada parcela neta de maíz dulce al momento de la cosecha.....	62
Figura 7 A. Mapa de ubicación del Departamento de Jutiapa, Guatemala.....	73
Figura 8 A. Mapa de ubicación geográfica del área experimental, Aldea Salto del Arenal, Jutiapa.....	74