

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

"EVALUACION DE TRES DISTANCIAS DE SIEMBRA Y CINCO EPOCAS DE
APLICACION DE FERTILIZANTE FOLIAR EN SANDIA (Citrullus vul-
garis L.), EN LA NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA

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

P O R:
BLANCA ESTHER MUÑOZ MENDEZ

EN EL ACTO DE SU INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRONOMO

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

TESIS DE REFERENCIA

NO

SE PUEDE SACAR DE LA BIBLIOTECA
BIBLIOTECA CENTRAL - USAC.

Guatemala, marzo de 1988

DL
01
+ (1056)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

R E C T O R

LIC. RODERICO SEGURA TRUJILLO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. Aníbal B. Martínez Muñoz
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez Gómez
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Jorge Sandoval Illescas
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Mario Melgar Morales
VOCAL CUARTO	Br. Marco Antonio Hidalgo
VOCAL QUINTO	Br. Byron Milián
SECRETARIO	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio

Guatemala
marzo de 1988

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

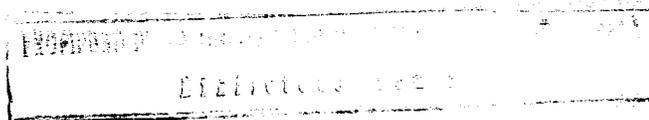
De conformidad a lo que establece la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de tesis titulado:

"EVALUACION DE TRES DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA Y CINCO EPOCAS DE APLICACION DE FERTILIZANTE FOLIAR EN SANDIA (Citrullus vulgaris L.) EN LA NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA"

Presentándolo como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, para su aprobación.

Deferentemente,


Blanca Esther Muñoz Méndez



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1548

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto
.....

3 de marzo de 1988

Ingeniero
Aníbal B. Martínez
Decano Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Su Despacho

Señor Decano:

Por este medio tenemos el honor de dirigirnos a usted, para hacer de su conocimiento que hemos procedido a asesorar y revisar el trabajo de tesis de la estudiante BLANCA ESTHER MUÑOZ MENDEZ, carnet No. 78-03013, titulado: "Evaluación de tres distancias de siembra y cinco épocas de aplicación de fertilizante foliar en Sandía (Citrullus vulgaris L.) en la Nueva Concepción, Escuintla".

Consideramos que el presente trabajo reúne todos los requisitos exigidos para su aprobación, por lo que nos complace comunicárselo para los efectos consiguientes.

Atentamente,

Ing. Agr. Edgar A. Martínez T.
ASESOR

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr. Fernando Barneond
ASESOR

EAMT/FB/tdev.

ACTO QUE DEDICO

A: DIOS TODO PODEROSO

A MI MADRE: Juana María Amparo Méndez Morales

A MIS ABUELOS: Dr. José Antonio Muñoz Martínez
Carmen Solares de Muñoz

A MI HERMANA: Rosa Aracely Muñoz Méndez de Escobar

A MI ESPOSO: Ing. Agr. Leonel H. Girón C.

A MI HIJO: Alejandro Gabriel

A MIS SOBRINOS: Zury Priscila
Lester Josué

A MI FAMILIA EN GENERAL

AGRADECIMIENTOS

- A: Mi madre, Juana María Amparo Méndez Morales, con gratitud, respeto y admiración por todos los sacrificios realizados en beneficio de mi superación profesional.
- AL: Ing. Agr. Mag. Sc. Edgar Martínez Tambito, por su acertada asesoría, revisión y corrección del presente trabajo.
- AL: Ing. Agr. Fernando Barneond, por su colaboración en la fase experimental de campo.
- A: La Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala
- AL: Ing. Agr. Leonel H. Girón por su colaboración.
- A: La casa comercial HOECHST
- A: Todas aquellas personas que de una u otra manera colaboraron para la realización de este trabajo.

CONTENIDO

	<u>PAGINA</u>
LISTA DE CUADROS	iii
LISTA DE FIGURAS	iv
RESUMEN	v
1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVOS	2
3. HIPOTESIS	3
4. REVISION DE LITERATURA	4
4.1 Antecedentes de la fertilización foliar	4
4.2 Forma de penetración del fertilizante foliar en las plantas	4
4.3 Nutrimientos que pueden ser aplicados al follaje	6
4.4 Factores que intervienen en la absorción de nutrimentos	7
4.5 Procesos de penetración del fertilizante foliar	9
4.6 Ventajas de la fertilización foliar	10
4.7 Distancias de siembra	11
5. MATERIALES Y METODOS	12
5.1 Descripción del sitio experimental	12
5.1.1 Localización	12
5.1.2 Clima	12
5.1.3 Suelo	12
5.2 Factores	12
5.2.1 Distancias de siembra	12
5.2.2 Epoca de aplicación del fertilizante foliar	13

	<u>PAGINA</u>
5.3 Tratamientos	13
5.4 Técnicas experimentales de campo	13
5.4.1 Diseño experimental	13
5.4.2 Tamaño de la parcela	13
5.5 Manejo del experimento	18
5.5.1 Preparación del terreno	18
5.5.2 Muestreo de suelo	18
5.5.3 Siembra	18
5.5.4 Variedad	18
5.5.5 Fertilización	19
5.5.6 Control de plagas y enfermedades	19
5.6 Variables evaluadas	19
5.6.1 Rendimiento de sandía en ton/ha. y número de frutos/ha.	20
5.6.2 Calidad del fruto	20
5.7 Análisis de la información	20
6. RESULTADOS Y DISCUSION	21
6.1 Análisis químico del suelo	21
6.2 Rendimiento	21
6.2.1 Peso de fruto	21
6.2.2 Número de frutos	24
6.3 Calidad del fruto	26
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	29
8. BIBLIOGRAFIA	30
9. APENDICE	32

LISTA DE CUADROS

<u>CUADRO No.</u>		<u>PAGINA</u>
1	Tratamientos que fueron evaluados, resultado de la combinación de los factores, distancias de siembra y época de aplicación del fertilizante foliar	14
2	Resultado del análisis químico del suelo en donde se instaló el experimento	21
3	Análisis de varianza para la variable rendimiento de sandía en peso (ton/ha.) bajo tres distancias de siembra y 6 épocas de aplicación de fertilizante foliar en la Nueva Concepción, Escuintla	22
4	Análisis de medias para la variable rendimiento de sandía (ton/ha.), Nueva Concepción, Escuintla	22
5	Rendimiento de sandía bajo tres distanciamientos de siembra en la Nueva Concepción, Escuintla	23
6	Rendimiento de sandía en peso (ton/ha.) promedio de tres repeticiones bajo tres distanciamientos de siembra y seis épocas de aplicación de fertilizante foliar en la Nueva Concepción, Escuintla	24
7	Análisis de varianza para la variable rendimiento de sandía en número de frutos/ha., bajo tres distanciamientos de siembra y seis épocas de aplicación del fertilizante foliar en la Nueva Concepción, Escuintla	25
8	Rendimiento de sandía en número de frutos/ha., bajo tres distanciamientos de siembra en la Nueva Concepción, Escuintla	25
9	Análisis de varianza para grados Brix de sandía en la Nueva Concepción, Escuintla	26
10	Análisis entre medias para grados Brix, en el cultivo de sandía, Nueva Concepción, Escuintla	27

LISTA DE FIGURAS

<u>FIG. NUMERO</u>		<u>PAGINA</u>
1	Tamaño de parcela grande y unidad experimental con el distanciamiento de 2.5 m. x 2.5 m. entre plantas	15
2	Tamaño de parcela grande y unidad experimental con el distanciamiento de 2.5 m. x 1.25 m. entre plantas	16
3	Tamaño de parcela grande y unidad experimental con distanciamiento de 2.5 m. x 0.75 m. entre plantas	17

"EVALUACION DE TRES DISTANCIAS DE SIEMBRA Y CINCO EPOCAS DE APLICACION DE FERTILIZANTE FOLIAR EN SANDIA (Citrullus vulgaris L.) EN LA NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA"

"EVALUATION OF THREE PLANTING DISTANCES AND FIVE APPLICATIONS OF FOLIAR FERTILIZER ON WATERMELON (Citrus vulgaris L.) IN LA NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA"

RESUMEN

Este trabajo se llevó a cabo en la Estación Experimental de la finca Mundo Nuevo, ubicada en el municipio de Nueva Concepción, Escuintla.

El objetivo fue evaluar tres distancias de siembra, consistentes en 2.5 x 2.5 m., 2.5 x 1.75 m. y 2.5 x 0.75 m. entre surcos y cinco épocas de aplicación de fertilizante foliar como sigue: 17 días después de la siembra (DDS), 29 DDS, 41 DDS, 17 + 29 DDS, 17 + 29 + 41 DDS y un testigo sin fertilización foliar.

De acuerdo con los resultados del análisis de varianza, la variable rendimiento de sandía en peso, no fue afectada por el distanciamiento, pero sí por el fertilizante foliar, obteniéndose el máximo rendimiento con valor de 16.13 ton. de sandía/ha., cuando se aplicó a los 29 DDS. El rendimiento de sandía en número de frutos/ha. no fue afectado significativamente por ninguno de los tratamientos.

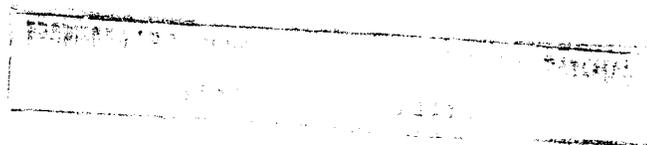
En cuanto a la calidad de la sandía, puede indicarse que fue afectada por la fertilización foliar con un valor máximo de 8.01 grados Brix en el tratamiento en donde se aplicó fertilizante foliar a los 17 + 29 + 41 DDS; concluyendo que bajo las condiciones de clima y suelo en donde se realizó el experimento, el rendimiento y la calidad de la sandía fueron afectados por la fertilización foliar.

1. INTRODUCCION.

A partir de 1983, se inició en el municipio de la Nueva Concepción, Escuintla, una serie de trabajos de investigación en el cultivo de la sandía (Citrullus vulgaris L.), con la finalidad de determinar y proporcionar a los agricultores de la región nuevas técnicas para el manejo de fertilizantes, distancias de siembra y poblaciones de plantas. Dentro de este contexto, la fertilización foliar tiene como objetivo que las plantas absorban en forma rápida los nutrimentos aplicados y a la vez contrarrestar las deficiencias nutrimentales presentadas por las mismas.

Los agricultores de la Nueva Concepción han venido utilizando fertilizante foliar en el cultivo de la sandía en forma inadecuada, es decir, sin dosis definidas, horas inadecuadas y diferente número de aplicación. Todo esto conlleva a afirmar que el uso de fertilizante foliar se realiza en forma empírica, lo cual motivó a diseñar la presente investigación.

El cultivo de la sandía es considerado como hortaliza por muchos autores (8), debido a las características de la planta y a su hábito de crecimiento; al igual que otros cultivos, con la sandía se persigue obtener altos rendimientos y buena calidad; y para el logro de esto, existen estrategias como buen manejo de la fertilización, distancias y poblaciones de plantas adecuadas, control de plagas y control de enfermedades.



2. OBJETIVOS.

Los objetivos de la presente investigación son:

- a. Determinar el efecto del distanciamiento de siembra sobre el rendimiento de sandía.
- b. Determinar el efecto de la época de aplicación del fertilizante foliar sobre el contenido de carbohidratos del fruto.
- c. Determinar la mejor época de aplicación del fertilizante foliar y su efecto sobre el rendimiento de sandía.

3. HIPOTESIS.

3.1 El rendimiento de la sandía es afectado por la época de aplicación del fertilizante foliar y por el distanciamiento de siembra.

3.2 El contenido de carbohidratos del fruto es afectado por la época de aplicación del fertilizante foliar.

4. REVISION DE LITERATURA.

4.1 Antecedentes de la Fertilización Foliar:

Se cree que desde la época Babilónica se practicaba la fertilización foliar al rociar sobre hojas de árboles suspensiones de excrementos mezclados con cenizas (14). Se trata sin duda de las primeras aplicaciones de fertilizante foliar. E. Gris en 1844, citado por Trocme (14), realizó observaciones al respecto, dando a conocer la absorción de los elementos nutritivos por las hojas.

Las investigaciones se facilitaron grandemente desde 1951, con el uso de los radiosotopos, los que permitieron medir exactamente la absorción y transporte de nutrimentos y a la vez distinguir entre nutrimentos absorbidos por el follaje y nutrimentos absorbidos simultáneamente por las raíces (14).

4.2 Forma de Penetración del Fertilizante Foliar en las Plantas:

H. Tukey y colaboradores en 1962, citados por Trocme (14), afirmaron que la cutícula que cubre las hojas no constituye una barrera infranqueable en la basorción de nutrimentos aplicados foliarmente, ya que ésta presenta resquebrajaduras y su comportamiento es algo semejante al de una esponja que se hincha más o menos según su estado de hidratación. Asimismo, la penetración se realiza a través de los pelos epidérmicos que abundan más en el envés de las hojas, lo que explica la penetración mucho más intensa de nutrimentos a través del envés (14).

Por otro lado se indica que no existe penetración por los estomas por cuanto que los poros estomáticos están llenos de gas y sus células internas se hallan suberizados y cutinizados. Además, se ha comprobado experimentalmente que la absorción no guarda relación con el número de estomas. Por último y según

K. Oland y colaboradores, en 1956 informaron que no hay que olvidar la posibilidad de una penetración por intercambio iónico así por ejemplo los iones de magnesio del sulfato magnético se intercambian con iones de calcio o hidrógeno (14).

Debido a que los nutrimentos pueden ser absorbidos rápidamente por las hojas, la nutrición foliar se utiliza especialmente para corregir deficiencias nutrimentales severas, mediante el abono al suelo, así como para satisfacer las demandas de mayor exigencia de nutrimentos por la planta en el momento oportuno (14).

A la vez, la fertilización foliar presenta la ventaja de poder realizarse en combinación con tratamientos fitosanitarios para lograr que la planta llegue hasta la cosecha (4, 14)

Rodney 1952, citado por Boynton (2), considera que los estomas y la cutícula son las puertas de entrada de los iones.

El ectodesmo es la parte más externa de las paredes de las células epidérmicas, el cual permite la entrada de nutrimentos aplicados foliarmente (2).

Los estomas son frecuentemente las rutas iniciales más importantes de entrada de los nutrimentos en soluciones, aunque la entrada a través de la cutícula o por las células guardianas sin cutícula, pueden también ser importantes vías de entrada de nutrimentos en un período de tiempo más largo, según Bounton (2).

Las plantas absorben nutrimentos por cualquier parte de su superficie, considera Gudiel (8), pero por las condiciones bajo las cuales se desarrollan, son las raíces los órganos especializados en la absorción.

4.3 Nutrientes que pueden ser aplicados al Follaje:

Los nutrientes que pueden ser aplicados efectivamente en aspersiones foliares son nitrógeno en forma de urea, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, manganeso, zinc, molibdeno y hierro. Los nutrientes pueden ser aplicados en aspersiones únicamente como suplementos nutritivos a los cultivos durante los períodos críticos de crecimiento (12).

Las aspersiones foliares de nutrientes se recomiendan especialmente para micronutrientes cuando éstos están deficientes o no disponibles en el suelo (4).

Landsiedel citado por Coosemans (5) y Hernández (9), indican que cuando el nitrógeno, fósforo y potasio son aplicados a las hojas y otras partes de la planta, estos elementos son rápidamente absorbidos y transportados a las demás partes de la planta. El porcentaje de transporte de los nutrientes ha sido estimado en una pulgada cada cinco minutos; es decir en cada parte de la planta después de una hora de tratada, de tal forma que la mitad de la aplicación pueden ser absorbidos por la planta en un período de 24 horas (5, 9).

La absorción de la urea es frecuentemente rápida, el 50% de una aplicación es absorbida en 8 horas, mientras que para el 50% restante de los nutrientes aplicados, la absorción se realiza en un tiempo de 4 días. El nitrógeno así absorbido participa en el metabolismo de la planta (14).

Las aspersiones de nitrógeno provocan un aumento en la producción de sustancias orgánicas que transportadas después a las raíces actúan sobre su respiración y su capacidad de absorción (4, 14).

4.4 Factores que intervienen en la Absorción de los Nutrimientos:

Se considera que la serie de factores que afectan la absorción foliar está formada por la especie y el estado nutricional de la planta, la naturaleza morfológica del órgano absorbente, el pH, temperatura, humedad, luz, ángulo de contacto y superficie de mojado, vías de entrada, edad y estado nutricional de la hoja, composición química de nutrimentos que se aplican al follaje y pérdida de nutrimentos (8).

Boyton (2), Cooke (4) y Trocme (14), indican algunos de los factores que intervienen en la absorción de las soluciones, tales como:

- a. Altas concentraciones provocan quemaduras, por el contrario las diluidas pueden aportar pocos elementos que pueden ser eficaces. Las concentraciones óptimas varían según la naturaleza del producto.
- b. El empleo de productos mojantes aumenta la superficie de absorción, reduciendo el peligro de quemaduras.
- c. La absorción es mejor bajo condiciones de baja temperatura y atmósfera relativamente húmeda, lo cual se logra haciendo las aspersiones al amanecer o atardecer, cuando la planta presenta su máxima turgidez, reduciendo en esta forma el riesgo de quemaduras en la planta.
- d. La rapidez con que absorbe un ión varía según la naturaleza del ión acompañante, por ejemplo el cloruro y el nitrato g_{né}sico son absorbidos más rápidamente que los sulfatos. Los cloruros forman una especie de película sobre la superficie de la hoja, mientras que los sulfatos producen rápidamente un residuo seco que no es absorbido a menos que la humedad de la atmósfera aumente principalmente durante la noche, haciendo posible su resolución.

- e. La absorción de nutrimentos es mejor por el envés de las hojas.
- f. Las hojas jóvenes absorben los nutrimentos mejor por regla general que las hojas viejas, pero son más sensibles a las quemaduras.
- g. Es probable que la absorción sea favorecida cuando las raíces se desarrollan en un medio pobre o algunas veces las condiciones del suelo evitan que las plantas tomen los nutrimentos a través de las raíces. Algunos elementos absorbidos en estas condiciones especialmente nitrógeno, fósforo y potasio, son tan móviles dentro de la planta que se comportan como que si hubieran sido extraídos a través de las raíces, por el contrario el magnesio y la mayor parte de los nutrimentos como el hierro resultan poco móviles lo cual obliga a mojar todo el follaje y renovar a menudo las aspersiones.
- h. Condiciones en las cuales el sistema radicular se le impide absorber los nutrimentos: Raíces dañadas por enfermedad o por insectos, nemátodos, suelos con condiciones indeseables como presencia de capas endurecidas, mala aireación fijación de nutrientes, etc.
- i. La aplicación de fertilizante foliar es mejor aprovechada en cultivos cuya área foliar es grande, como árboles frutales, plantas ornamentales y cultivos en los cuales el número de frutos es alto.
- j. Las variaciones en temperatura y déficit de la presión de vapor influyen en la absorción de nutrientes por las hojas, afectando el grado de secamiento y la oportunidad de establecer una delgada capa de líquido sobre la superficie de la hoja.

Muchos factores, tales como el pH, la concentración de las soluciones aplicadas, la clase de iones o compuestos usados, así como el efecto de otras sustancias, tales como los reguladores de crecimiento, pueden influir en el grado de absorción (15).

4.5 Procesos de Penetración del Fertilizante Foliar:

Ferry, et al, citados por Chonay (6), argumentan que los iones móviles son absorbidos por las hojas, migrando hacia el floema y las regiones meristemáticas. Los procesos de penetración son puramente físicos y la absorción requiere de energía metabólica para atravesar la membrana celular (6, 15).

Boynton (2), indica que la vía inicial de penetración debe ser por apertura de los estomas a las células del mesófilo, así también a través de la cutícula y dentro de las células.

Para que un líquido pueda penetrar la cutícula o los estomas, la superficie de la hoja debe de estar primero mojada. La habilidad de un líquido de mojar una superficie sólida es una función de su ángulo de contacto sobre la superficie, ésta depende de la tensión de la superficie del líquido y la naturaleza de la superficie sólida (2).

Wolfgang, 1967 (15), dá a conocer que el proceso total de absorción foliar, toma lugar en 3 etapas: en la primera etapa las sustancias provistas a la superficie de las hojas penetran la cutícula y la pared celular por difusión libre. En la segunda etapa, estas sustancias después de penetrar al espacio libre, son absorbidas por la membrana del plasma por alguna forma de unión, mientras que en la tercera etapa las sustancias absorbidas son introducidas dentro del citoplasma por un proceso que requiere de energía derivada del metabolismo. Ciertamente estudios quinéticos muestran la presencia de ciertas fases en la absorción de solutos por la hoja. Estas fases pueden ser diferen-

tes en duración, intensidad y dependen según la especie y la clase de sustancias por absorber (15).

La manera de reducir o eliminar el área de contacto es mediante el uso de surfactantes, incrementando así la absorción de nutrientes por las hojas (6).

La temperatura de absorción para la mayoría de nutrientes aplicados foliarmente, ocurre entre 30 a 40°C. y a una humedad relativa en el ambiente de 60 a 90% (7).

4.6 Ventajas de la Fertilización Foliar:

- a. Se requiere aplicar menor cantidad de fertilizante al foliaje que al suelo para alcanzar un nivel dado de nutrición.
- b. Se puede recurrir más rápidamente a la aplicación foliar que a la aplicación al suelo, principalmente en cultivos semestrales, cuando se presenta la sintomatología de la deficiencia de un elemento.
- c. Los síntomas visuales de la respuesta de un fertilizante foliar son más rápidos. El color verde después de la fertilización foliar es uno de los factores que ha estimulado el empleo de esta práctica; sin embargo, este efecto no se manifiesta en un incremento de la producción, según algunos autores (14).
- d. Se puede cubrir un área grande rápidamente.
- e. Ayuda a las plantas a recuperarse de los efectos fitotóxicos producidos por los herbicidas.
- f. Cuando existen problemas especiales, los cuales no pueden superarse con la aplicación del fertilizante al suelo (2).

- g. Es satisfactoria la respuesta de las plantas a las aspersiones de nutrimentos, estas respuestas son en su mayoría determinadas por la cantidad de nutrimentos requeridos por la planta, la eficiencia de la absorción foliar, por el uso y la tolerancia de las hojas a los compuestos nutritivos disponibles para su uso (2).

4.7 Distancias de Siembra:

En relación a lo reportado sobre distancias de siembra, se han considerado en términos generales las más recomendadas como 1.9 m. a 2.5 m. entre hileras y 1.1 m. entre plantas con dos plantas por postura (8).

5. MATERIALES Y METODOS.

5.1 Descripción del Sitio Experimental:

5.1.1 Localización:

El presente estudio fué realizado en la finca Mundo Nuevo, propiedad del señor Fernando Barneond, situada en el municipio de Nueva Concepción, departamento de Escuintla, ubicada a 80 msnm. con una altitud de 14° 14' 35" y una longitud de 91° 13' 25".

5.1.2 Clima:

Posee una temperatura media anual de 24.6°C., humedad relativa media anual de 75% y precipitación pluvial media anual de 2,133 mm. (1).

5.1.3 Suelo:

El suelo donde se llevó a cabo el estudio, es de topografía plana, perteneciente a la serie Tiquisate (13), la cual se caracteriza por poseer material madre Aluvión, drenaje interno moderado, suelo superficial color café, textura y consistencia franco arenosa y friable.

5.2 Factores:

Los factores estudiados son los siguientes:

5.2.1 Distancias de Siembra:

A₁: 2.5 m. x 2.5 m.

A₂: 2.5 m. x 1.25 m.

A₃: 2.5 m. x 0.75 m.

5.2.2 Epoca de Aplicación del Fertilizante Foliar:

B ₁ : 17 DDS ^{1/}	B ₄ : 17 - 29 DDS
B ₂ : 29 DDS	B ₅ : 17 - 29 - 41 DDS
B ₃ : 41 DDS	B ₆ : testigo sin fertilización foliar.

5.3 Tratamientos:

La combinación de las distancias de siembra con los días de aplicación del fertilizante foliar, dió un total de 18 tratamientos, tomando en cuenta un testigo sin fertilización. Los tratamientos se ilustran en el cuadro 1.

5.4 Técnicas Experimentales de Campo:

5.4.1 Diseño Experimental:

El diseño de tratamientos se realizó en parcelas divididas dispuestas en bloques al azar con 3 repeticiones, en donde la parcela grande consistió en las distancias de siembra y la parcela chica consistió en las épocas de aplicación.

5.4.2 Tamaño de la Parcela:

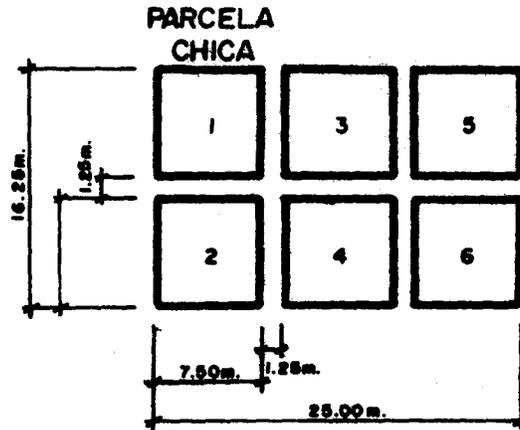
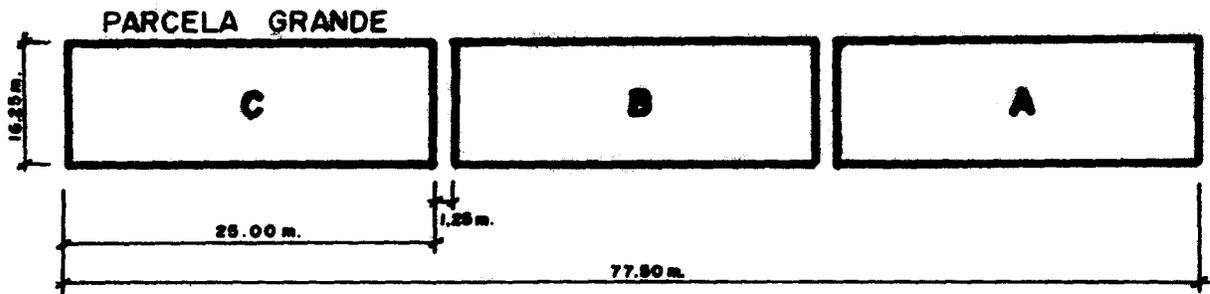
El tamaño de la parcela grande fue de 406.25 m² (42.5 m. x 16.25 m.) y la parcela chica fue de 56.25 m² (7.5 m. x 7.5 m.). La parcela útil de la unidad experimental fue de 25 m², los cuales se ilustran en las Figs. 1, 2 y 3.

1/ DDS = Días después de siembra.

Cuadro 1. Tratamientos que fueron evaluados, resultado de la combinación de los factores, distancias de siembra y época de aplicación del fertilizante foliar.

No. DE TRATAMIENTOS	DISTANCIAS DE SIEMBRA (FACTOR A)	FERTILIZACION FOLIAR (FACTOR B)
1	$A_1 - A_2 - A_3$	17 DDS
2	"	29 "
3	"	41 "
4	"	17 + 29 "
5	"	17 + 29 + 41 "
6	"	Testigo sin fertilización foliar.

1/ DDS = Días después de la siembra.



LETRAS: DISTANCIAS DE SIEMBRA

NUMEROS: EPOCA DE APLICACION DEL FERTILIZANTE FOLIAR

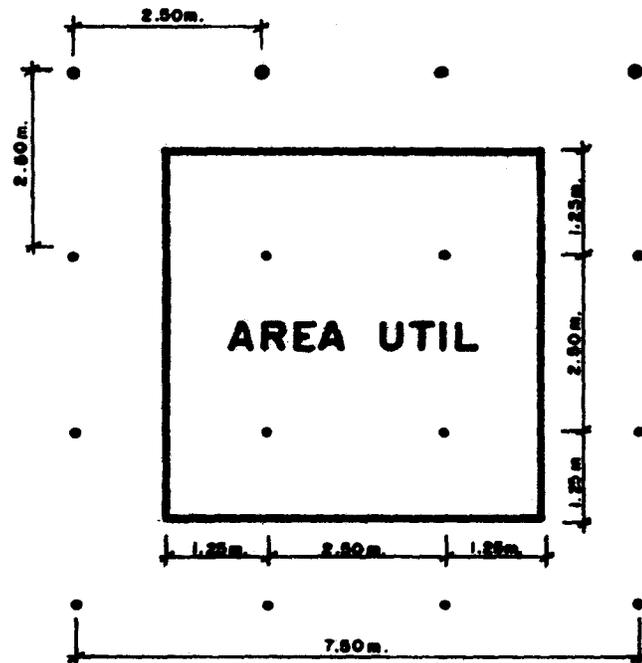
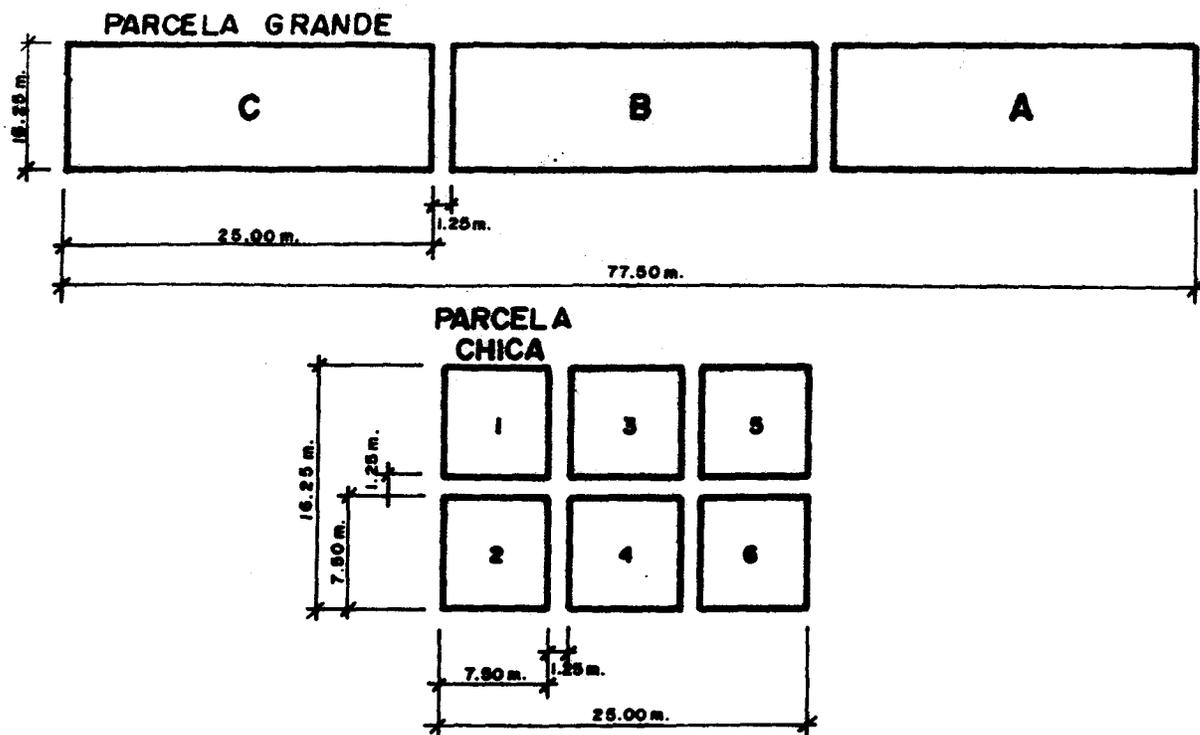


FIG. 1. TAMAÑO DE PARCELA GRANDE Y UNIDAD EXPERIMENTAL con el distanciamiento de 2.5 m. x 2.5 m. entre plantas.



LETRAS: DISTANCIAS DE SIEMBRA

NUMEROS: EPOCA DE APLICACION DEL FERTILIZANTE FOLIAR

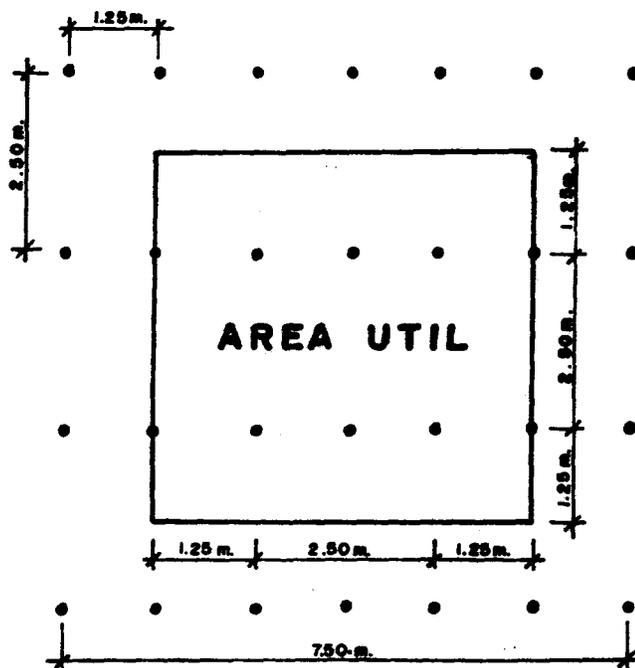
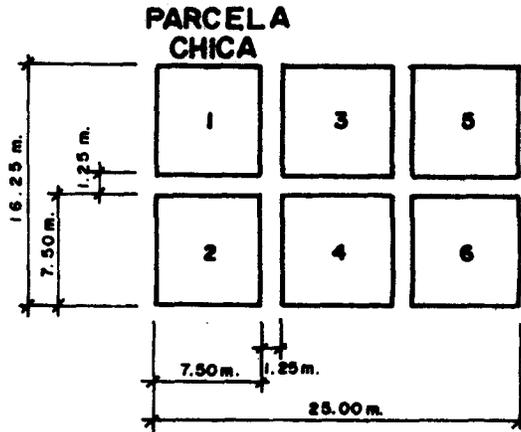
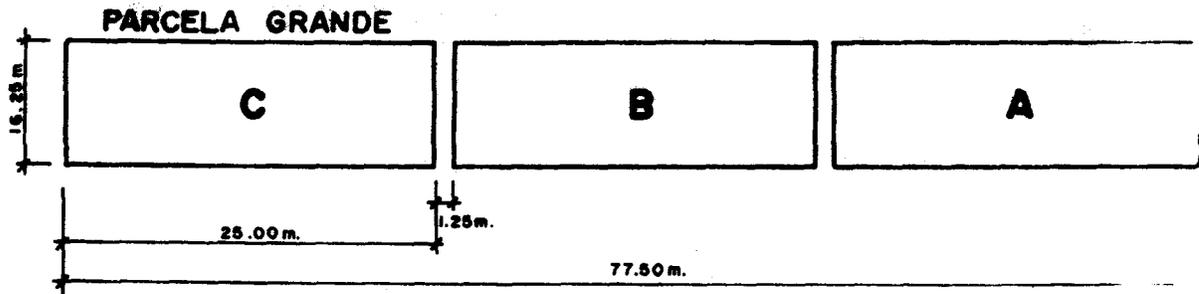


FIG.2 TAMANO DE PARCELA GRANDE Y UNIDAD EXPERIMENTAL con el distanciamiento de 2.5 m. X 1.25 m. entre plantas.



LETRAS: DISTANCIAS DE SIEMBRA

NUMEROS: EPOCA DE APLICACION DEL FERTILIZANTE FOLIAR

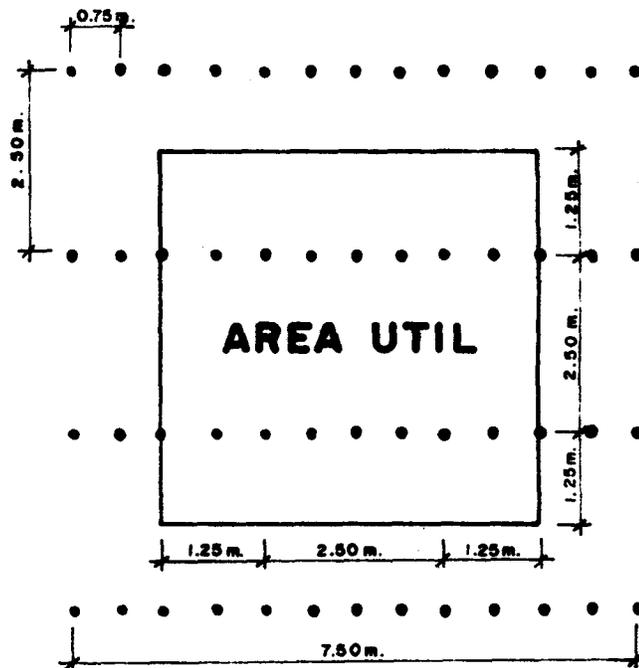


FIG. 3 TAMAÑO DE PARCELA GRANDE Y UNIDAD EXPERIMENTAL con el distanciamiento de 2.5 m. X 0.75 m. entre plantas.

5.5 Manejo del Experimento:

5.5.1 Preparación del Terreno:

El suelo donde se realizó el estudio se preparó 25 días antes de la siembra. Se realizó un paso de aradura y dos de rastra. Se efectuó control de plagas al suelo al momento de la siembra.

5.5.2 Muestreo de Suelo:

Se efectuó un recorrido en zig-zag del área experimental, muestreándose el suelo con el objeto de determinar el contenido de nutrimentos existentes en el mismo. El número de sub-muestras extraídas, fué de 15, las cuales fueron mezcladas, homogenizadas y secadas al aire, formando una muestra compuesta de 2 Kg.; la cual se envió al laboratorio de suelos del ICTA para su análisis respectivo.

Para la determinación de fósforo, potasio, clacio y magnesio se utilizó la solución extractora Carolina del Norte (H_2SO_4 0.025 N + HCl - 0.5 N), luego para determinar el pH se realizó por medio de un potenciómetro con una relación suelo:agua de 1:2.5

5.5.3 Siembra:

La siembra se realizó en forma directa con distancias de 2.5 m. x 2.5 m., 2.5 m. x 1.25 m., 2.5 m. x 0.75 m.

5.5.4 Variedad:

De las variedades de sandía que se cultivan en Guatemala, se seleccionó la variedad Charleston Gray No. 133 por ser la de mayor utilización en la zona de la Nueva Concepción.

5.5.5 Fertilización:

Con base en la disponibilidad del producto en el mercado y al uso que se le dá en el municipio de la Nueva Concepción al fertilizante foliar, se seleccionó el Complezal fluid 9-9-7. La dosis aplicada se diseñó de acuerdo con la recomendación de la casa comercial, la cual es de 31 l./mz.

El producto aplicado como fuente de nutrimentos posee las siguientes cantidades:

Elementos mayores: nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y azufre con 0.085, 0.085, 0.066, 1.9×10^{-3} y 1.51×10^{-3} %, respectivamente.

Elementos menores: cobre, boro, hierro, manganeso, molibdeno y zinc con 1.9×10^{-4} , 9.4×10^{-5} , 9.4×10^{-5} , 9.4×10^{-5} , 4.71×10^{-5} y 0.71×10^{-5} %, respectivamente.

Para la aplicación del fertilizante foliar se utilizó una bomba de mochila y la aplicación se realizó en la fecha indicada.

5.5.6 Control de Plagas y Enfermedades:

Se realizaron aplicaciones de Fensulfothion (Dazanit 5G) directamente al suelo para control de plagas del suelo, también se aplicó Methamidophos (Tamaron) para control de insectos.

5.6 Variables Evaluadas:

Los tratamientos se evaluaron en base a los parámetros siguientes:

5.6.1 Rendimiento de sandía en ton/ha. y número de frutos/ha.

5.6.2 Calidad del fruto: Determinado a través de un refractómetro en una muestra representativa de cada tratamiento por parcela útil.

5.7 Análisis de la Información:

Se realizaron análisis de varianza para las variables evaluadas; asimismo, se determinaron los mejores tratamientos por medio de pruebas comparativas DMS.

6. RESULTADOS Y DISCUSION.

6.1 Análisis Químico del Suelo:

El resultado del análisis del suelo, indica que tanto los nutrientes del suelo, como el pH, se encontraron adecuados para el cultivo de la sandía (Cuadro 2).

Cuadro 2. Resultado del análisis químico del suelo en donde se instaló el experimento.

SERIE SUELO	pH	ug/ml		Meg/100ml.		CLASE TEXTURAL
		P	K	Ca	Mg	
Tiquisate ^{1/}	7.1*	19.50*	185*	10.11*	4.23*	Franco arenoso

1/ De acuerdo con Simmons, C.S. et al ().

* Adecuado.

6.2 Rendimiento:

6.2.1 Peso de fruto:

De acuerdo con el análisis de varianza (ANDEVA) realizado para la variable rendimiento de sandía en peso (ton/ha) (cuadro 3), no hubo significancia, debido al efecto de la parcela grande; es decir distancia de siembra. Por otro lado, el ANDEVA detectó diferencia significativa, debido al efecto de la parcela chica o época de aplicación del fertilizante foliar.

Cuadro 3. Análisis de varianza para la variable rendimiento de sandía en peso (ton/ha.) bajo tres distancias de siembra y 6 épocas de aplicación de fertilizante foliar en la Nueva Concepción, Escuintla.

FUENTES	Gl	CM	Fc	Ft
Bloques	2	71.24	0.92	
Parcela grande	2	65.93	0.85	ns
Error (A)	4	77.45		
Parcela chica	5	89.69	4.93	*
Parcela grande x parcela chica	10	15.42	0.85	ns
Error (B)	30	18.20		

ns = No significativo

* = Significativo al 5%.

Cuadro 4. Análisis de medias para la variable rendimiento de sandía (ton/ha.), Nueva Concepción, Escuintla.

NIVEL DEL FACTOR EPOCA DE APLICACION DEL FERTILIZANTE FOLIAR	RENDIMIENTO SANDIA (ton/ha.)			
B ₂	16.13	a		
B ₄	15.06	a	b	
B ₃	14.45	a	b	c
B ₅	13.24		b	c
B ₁	12.17			c
B ₆	7.26			d

De acuerdo con el análisis de medias (cuadro 4), puede observarse que el nivel B₂, es decir cuando se aplicó ferti-

lizante foliar únicamente a los 29 días después de la siembra, se obtuvo el máximo rendimiento de sandía, con valor de 16 ton/ha. Asimismo este tratamiento superó significativamente en casi 9 ton/ha. al testigo sin aplicación de fertilizante y en casi 3 ton/ha. al tratamiento B₅, correspondiente a tres aplicaciones de fertilizante foliar.

La aplicación de fertilizante foliar a los 29 días después de siembra, correspondió aproximadamente 10 días antes de la floración de la sandía, lo cual favoreció la nutrición de la planta y repercutió en la fructificación. Además se observó una coloración verde más intenso en relación al testigo sin fertilización.

En relación con el distanciamiento, el ANDEVA no detectó diferencia significativa. Sin embargo, según el análisis de medias, el rendimiento de sandía sembrada a 2.5 m. x 1.25 m., superó en 3 ton/ha. a los otros distanciamientos como se ilustra en el cuadro 5.

Cuadro 5. Rendimiento de Sandía bajo tres distanciamientos de siembra en la Nueva Concepción, Escuintla.

DISTANCIAMIENTO	RENDIMIENTO DE SANDIA (ton/ha.)
A ₁	11.88
A ₂	15.26
A ₃	12.02

A₁: 2.5 m. x 2.50 m.

A₂: 2.5 m. x 1.25 m.

A₃: 2.5 m. x 0.75 m.

Analizando el rendimiento de sandía en cada tratamiento, puede observarse que el máximo rendimiento se obtuvo cuan

do se sembró a 2.5 m. x 1.25 m. y se realizó una aplicación de fertilizante foliar a los 41 días después de la siembra, con valor de 18.97 ton. de sandía/ha. (cuadro 6).

Cuadro 6. Rendimiento de sandía en peso (ton/ha.) promedio de tres repeticiones bajo tres distanciamientos de siembra y seis épocas de aplicación de fertilizante foliar en la Nueva Concepción, Escuintla.

NIVEL DEL FACTOR EPOCA DE APLICACION DEL FER- TILIZANTE FOLIAR	A ₁	A ₂		\bar{X}
B ₁	12.36	12.49	11.65	12.17
B ₂	15.77	18.07	14.56	16.13
B ₃	11.76	18.97	12.61	14.45
B ₄	16.26	17.82	11.09	15.06
B ₅	8.98	16.68	14.07	13.24
B ₆	6.12	17.52	8.13	7.26
\bar{X}	11.88	15.26	12.02	

6.2.2 Número de Frutos:

Los resultados obtenidos del ANDEVA realizado para la variable rendimiento de sandía en número de frutos/ha., demostró que no existe significancia estadística dentro de la parcela grande (distanciamiento de siembra) y parcela chica (época de aplicación del fertilizante foliar), así como entre la interacción de las mismas (parcela grande por parcela chica). (Cuadro 7). Sin embargo, el máximo rendimiento de sandía en número de frutos/ha., se obtuvo con el distanciamiento de siembra correspondiente a 2.5 m. x 1.25 m. con valor de 4,098 frutos/ha. como se ilustra en el cuadro 8.

Cuadro 7. Análisis de varianza para la variable rendimiento de sandía en número de frutos/ha., bajo tres distanciamientos de siembra y seis épocas de aplicación del fertilizante foliar en la Nueva Concepción, Escuintla.

FUENTES	Gl	CM	Fc	Ft
Bloques	2	191.63	1.45	
Parcela grande	2	363.88	2.76	ns
Error (A)	4	131.76		
Parcela chica	5	196.21	2.51	ns
Parcela grande x parcela chica	10	44.00	0.56	ns
Error (B)	30	78.00		

na = No significativo.

Cuadro 8. Rendimiento de sandía en número de frutos/ha., bajo tres distanciamientos de siembra en la Nueva Concepción, Escuintla.

DISTANCIAMIENTO	NUMERO DE FRUTOS DE SANDIA /ha.
A ₁	3,373
A ₂	4,098
A ₃	3,285

A₁: 2.5 m. x 2.5 m.

A₂: 2.5 m. x 1.25 m.

A₃: 2.5 m. x 0.75 m.

.../...

6.3 Calidad del fruto:

El análisis de varianza reportó diferencia significativa para la época de aplicación de fertilizante foliar en la calidad del fruto de sandía (cuadro 9).

Cuadro 9. Análisis de varianza para grados Brix de sandía en la Nueva Concepción, Escuintla.

FUENTES	Gl	CM	Fc	Ft
Bloque	2	2.043	5.53	
Parcela grande	2	0.154	0.418	ns
Error (A)	4	0.369		
Parcela chica	5	4.078	4.904	**
Parcela grande x parcela chica	10	0.293	0.353	ns
Error (B)	30	0.832		

ns = No significativo

** = Significativo al 1%.

Debido a la significancia demostrada por el ANDEVA del Cuadro 8, se procedió a realizar el análisis de media, el cual indicó que tres aplicaciones de fertilizante foliar a los 17, 29 y 41 días después de la siembra, reportaron el mejor resultado.

De acuerdo con Medrano (), la sandía de calidad exportable debe de contener 8 grados Brix; relacionando los resultados obtenidos con lo que dice Medrano, el tratamiento B₅ se encuentra dentro del rango de requerimiento de sandía de exportación, este tratamiento superó en dos grados Brix al testigo B₆ y en un

grado Brix al tratamiento B₂ con una aplicación de fertilizante foliar a los 29 días después de la siembra (cuadro 10).

Cuadro 10. Análisis entre medias para grados Brix, en el cultivo de sandía, Nueva Concepción, Escuintla.

NIVEL DEL FACTOR EPOCA DE APLICACION DEL FERTILIZANTE FOLIAR	GRADOS BRUX
B ₅	8.011 a
B ₂	7.411 a
B ₃	7.294 a b
B ₄	7.256 b c
B ₁	7.478 c
B ₆	6.233 d

Biblioteca Central

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

De acuerdo con los resultados y bajo las condiciones de clima y suelo dentro de los cuales se llevó a cabo el experimento, se concluye lo siguiente:

- a. La aplicación de fertilizante foliar aumentó el rendimiento en peso y número de frutos/ha. en relación al testigo sin fertilización.
- b. La fertilización foliar favoreció el estado nutricional de la planta y la coloración del follaje en relación al testigo sin fertilización.
- c. La calidad de la sandía en términos de grados Brix fué superada por todos los tratamientos en donde se fertilizó foliarmente, en relación al tratamiento testigo.
- d. Preliminarmente se recomienda realizar una aplicación de fertilizante foliar antes de la floración de la sandía.
- e. Continuar la línea de trabajos en fertilización foliar haciendo énfasis en niveles de nutrimentos foliares en la misma zona productora de sandía.

8. BIBLIOGRAFIA

1. BARNEOND L., CF. 1984. Evaluación de 3 densidades de población en el cultivo de la sandía, 3 niveles de N y K₂O (Citrullus vulgaris) en la Nueva Concepción, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 41 p.
2. BOYNTON, D. 1954. Nutrition by foliar application. An Rev. Plant Physiology. 5:31-54.
3. COCHRAN, W.G.; COX, G.M. 1981. Diseños experimentales. México, Trillas. 661 p.
4. COOKE, G.W. 1981. Fertilizantes y sus usos. Trad. por Alonso Blackaller Valdez. México, D.F., Continental. 180 p.
5. COOSEMANS N., J.F. 1982. Efecto de la fertilización foliar en la aceleración de la maduración y rendimiento en el cultivo de piña (Ananas comosus Merr.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 48 p.
6. CHONAY, J.J. 1981. Efecto de la fertilización foliar sobre la compensación de la fijación biológica de nitrógeno por Rhizobium phaseoli en frijol (Phaseolus vulgaris L.). Tesis Mag. Sc. Chapingo, México, Colegio de Post-graduados. 107 p.
7. FRANKE, W. 1967. Mechanisms of foliar penetration of solutions. An Rev. of Plant Physiology. 17:281-300.
8. GUDIEL, V.M. 1980. Manual agrícola SUPERB. Guatemala, Superb. 291 p.
9. HERNANDEZ, J.L. 1979. Fertilización foliar en trigo (Triticum aestivum L./em thell) con NPKS manteniendo los niveles de P fijos. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 77 p.
10. LITTLE, T.; JACKSON, F. 1981. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Trad. por Anatolio de Paula Crespo. México, D.F., Trillas. 270 p.
11. LOPEZ DE LEON, E.E. 1974. Respuesta del trigo a la fertilización con NPK y Mg. en suelos de Quezaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 43 p.

12. PERDOMO, R.; HAPTONHE, E.C. 1970. Ciencia y tecnología del suelo. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro de Producciones de Materiales. 366 p.
13. SIMMONS, CH.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Traducido por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.
14. TROCME, S.; RAYMOND, G. 1966. Suelo y fertilización en fruticultura. Madrid, España, Ediciones Mundi-prensa. 364 p.
15. WITWER TEUBNER, F.G. 1959. Foliar absorption of mineral nutrients. An Rev. Plant Physiology. 17:13-32.

Bo

Patache



Cuadro 1A. Análisis de suelo antes de la siembra en sandía bajo tres distanciamientos de siembra y 5 épocas de aplicación de fertilizante foliar en la Nueva Concepción, Escuintla.

TRATA- MIENTO	pH	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
1	6.50	3.06	200	4.56	1.47	2.50	47.5	15.6	3.0
2	6.55	2.57	136	2.75	0.88	1.25	12.5	7.5	1.5
3	6.70	2.57	144	4.99	1.53	1.50	26.5	13.8	2.4
4	6.55	4.68	96	4.49	1.72	2.50	48.5	19.8	3.5
5	6.45	8.14	256	4.56	1.42	2.50	42.0	23.4	3.0
6 T	6.65	5.09	124	5.37	1.90	2.75	43.0	21.6	4.0
7	6.50	11.48	120	5.24	1.53	2.50	41.5	18.0	3.0
8	6.60	3.86	100	3.62	1.47	2.00	26.0	10.8	2.0
9	6.45	5.51	156	4.74	1.53	2.75	48.0	19.8	3.0
10	6.55	1.52	76	2.87	1.13	1.25	16.0	8.1	1.2
11	6.35	10.01	132	4.37	1.47	2.00	48.0	20.4	2.2
12 T	6.40	10.01	156	4.37	1.51	2.50	36.0	8.3	2.5
13	6.80	4.68	64	3.78	1.37	1.37	18.0	9.3	1.4
14	6.75	7.24	72	4.49	1.60	1.25	36	15.6	2.2
15	6.85	1.52	48	3.18	1.31	2.25	13	6.0	1.2
16	6.60	9.07	104	4.68	1.74	1.25	33	16.8	2.6
17	6.60	12.50	300	3.18	1.88	1.50	35	29.4	2.4
18 T	6.50	8.14	184	3.18	1.04	0.75	25	15.0	1.0

T = Testigo.

Cuadro 2A. Precipitación, temperatura media, máxima y mínima, humedad relativa y evaporación, durante el período experimental (diciembre 1984 a abril 1985).

MES	PRECIPITACION mm.	TEMPERATURA °C.			HUMEDAD RELATIVA	
		MAXIMA MEDIA	MEDIA	MINIMA MEDIA	% MEDIA	EVAPORACION mm.
DICIEMBRE	0.0	34.6	27.1	16.5	72	148.2
ENERO	0.0	34.7	26.3	18.2	67	100.8
FEBRERO	0.0	35.8	27.3	18.6	62	154.0
MARZO	8.9	36.2	28.5	21.1	64	186.7
ABRIL	43.1	36.0	28.9	21.8	65	189.3

FUENTE: Tarjetas de registro de la estación "Tiquisate" del INSIVUMEH.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1848

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Asunto 18 de mayo de 1988

"IMPRIMASE"




ING. AGR. ANIBAL B. MARTINEZ M.
D E C A N O

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Biblioteca Central