

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

"EVALUACION DEL RENDIMIENTO FOLIAR DE AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus* L.) UTILIZANDO DOS METODOS Y DIFERENTES DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA"



LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1,986

DL.
01
T(839)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

RECTOR

Dr. Roderico Segura Trujillo

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. César A. Castañeda S.
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Jorge Sandoval
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Mario Melgar
VOCAL CUARTO	Br. Luis Molina
VOCAL QUINTO	P. Agr. Axel Gómez
SECRETARIO	Ing. Agr. Luis Alberto Castañeda

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Agr. César A. Castañeda S.
EXAMINADOR	Ing. Agr. Samuel Córdova C.
EXAMINADOR	Ing. Agr. Víctor Manuel Alvarez
EXAMINADOR	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez
SECRETARIO	Ing. Agr. Rodolfo Alvizures P.

Guatemala, 23 de septiembre de 1986

Ingeniero
Gustavo A. Méndez
Decano en Funciones
Facultad de Agronomía
Presente

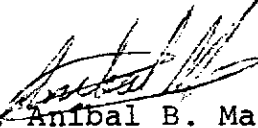
Señor Decano:

Me es grato informarle que he concluído el asesoramien-
to del trabajo de tesis realizado por el señor MARIO ALFREDO
CORADO CASTELLANOS, titulado: "Evaluación del rendimiento
foliar de Amaranto (Amaranthus hypochondriacus L.), utilizan-
do dos métodos y diferentes distanciamientos de siembra".

Habiendo revisado el documento final, considero que su
contenido es un valioso aporte al conocimiento del manejo a-
gronómico del Bledo, por lo que me permito recomendar su a-
probación e impresión.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Agr. Anibal B. Martínez
ASESOR

ABM/tdev.

Guatemala, 2 de Octubre de 1986.

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En atención a lo que establece la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, someto a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado: "EVALUACION DEL RENDIMIENTO FOLIAR DE AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus* L.) UTILIZANDO DOS METODOS Y DIFERENTES DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA".

Al presentarlo como requisito para optar el título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, confío merezca vuestra aprobación.

Deferentemente,



MARIO CORADO

Mario Alfredo Corado Castellanos

ACTO QUE DEDICO

A MIS PADRES:

Mario Alberto Corado Cameros
Dina Evelia Castellanos de Corado

A MI ESPOSA:

Brenda M. Orellana de Corado

A MIS HIJOS:

Mario Francisco
José Alberto

A MIS ABUELOS:

Francisco Reyes Corado (Q.E.P.D.)
Candelaria Cameros (Q.E.P.D.)
Rogelio Castellanos H.
Laura R. Archila de Castellanos

A MIS HERMANAS:

Milvia Haydee
Erika Yesenia

A MIS FAMILIARES Y AMIGOS:

TESIS QUE DEDICO

- A: *DIOS*
- A: *INSTITUTO TECNICO DE AGRICULTURA*
- A: *FACULTAD DE AGRONOMIA*
- A: *GRUPO A.A. 8-80*
- A: *TODA LA FAMILIA AGRICOLA INVOLUCRADA EN EL DESARROLLO DEL PAIS*

AGRADECIMIENTOS

SE AGRADECE

A:

Ing. Agr. ANIBAL B. MARTINEZ MUÑOZ

Por su valiosa asesoría en la realización de la presente investigación.

A:

Ing. Agr. MARINO BARRIENTOS

Ing. Agr. VICTOR MANUEL ALVAREZ

Por su colaboración en el análisis estadístico de la presente investigación.

CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS Y GRAFICOS	ii
RESUMEN	iii
I. INTRODUCCION	1
II. HIPOTESIS	2
III. OBJETIVOS	3
IV. REVISION DE LITERATURA	4
V. METODOS Y MATERIALES	9
A. Descripción del área experimental	9
B. Descripción del material vegetal utilizado	9
C. Diseño experimental	10
D. Modelo estadístico	11
E. Toma de datos	11
F. Manejo del experimento	12
1. Preparación del suelo	12
2. Siembra	12
3. Trasplante	13
4. Fertilización	13
5. Limpias	13
6. Control de plagas	13
7. Riegos	14
8. Cosecha	14
VI. RESULTADOS, ANALISIS Y DISCUSION	15
VII. CONCLUSIONES	29
VIII. RECOMENDACIONES	30
IX. BIBLIOGRAFIA	31
X. APENDICE	33

INDICE DE CUADROS Y GRAFICOS

	Página
CUADRO 1: Composición de hortalizas crudas (hojas)	6
CUADRO 2: Resumen del análisis de varianza para peso bruto y neto	17
CUADRO 3: Pruebas de Tukey para peso bruto y neto	18
CUADRO 4: Rendimiento foliar promedio por tratamiento en Kg/Ha de <i>Amaranthus hypochondriacus</i> L.	19
CUADRO 5: Comparadores estadísticos	20
CUADRO 6: Resumen del análisis de varianza para peso seco, altura de planta y número de hojas	23
CUADRO 7: Prueba de Tukey para peso seco bruto	24
CUADROS 8 y 8A: Prueba de Tukey para altura de planta	24
CUADRO 9: Resultados obtenidos de variables importantes no analizadas estadísticamente	25
CUADRO 10: Análisis económico entre tratamientos	27
 GRAFICO 1: Comparación del crecimiento promedio en cms/día para métodos de siembra directa y trasplante	 26

RESUMEN

La generación de tecnología para los diferentes cultivos, considera aspectos importantes como los métodos y distanciamientos de siembra para incrementar los rendimientos. Es este el momento donde se hace necesario conocer la respuesta del cultivo a estas prácticas y adicionarle otras, con el fin de obtener beneficios para la alimentación popular, asimismo como ventajas económicas que estimulen al productor.

La presente investigación tuvo como objetivo conocer la respuesta del *Amaranthus hypochondriacus* L. a los métodos y distanciamientos de siembra y su interacción, en función del rendimiento foliar.

La investigación se llevó a cabo en los campos experimentales de la facultad de Agronomía, situados al sur de la ciudad de Guatemala, con coordenadas 14°35'00" latitud Norte y 90°31'00" longitud Oeste.

Se utilizó un diseño experimental en parcelas divididas con submuestreos y dos repeticiones. De cada tratamiento fueron obtenidas tres submuestras de diez plantas cada una.

Los métodos de siembra evaluados fueron: método de siembra directa y método de siembra de trasplante o indirecta. Los distanciamientos en evaluación fueron:

0.6 M E/S y 0.3 M E/P (densidad 55,555 plantas/Ha)

0.5 M E/S y 0.3 M E/P (densidad 66,666 plantas/Ha)

0.6 M E/S y 0.2 M E/P (densidad 83,333 plantas/Ha)

0.5 M E/S y 0.2 M E/P (densidad 100,000 plantas/Ha)

Las variables en estudio fueron: peso bruto, peso neto, peso seco, altura de planta y número de hojas.

Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza y prueba de Tukey para cada variable. Para el peso bruto se realizó un análisis económico con el objeto de determinar la rentabilidad de cada tratamiento. También se realizó un análisis gráfico del crecimiento promedio por día para cada método en estudio.

Los resultados obtenidos fueron positivos en cuanto a la respuesta del cultivo a los métodos y diferentes distanciamientos en estudio.

La más adecuada combinación en cuanto a rendimiento foliar bruto por unidad de área fué utilizando el método de siembra directo y un distanciamiento de 0.6 M E/S y 0.2 M E/P (densidad 83,333 plantas/Ha). Desde el punto de vista económico, el tratamiento que proporciona la más alta rentabilidad es utilizando el método de siembra directo y distanciamientos de 0.6 M E/S y 0.3 M E/P (densidad 55,555 plantas/Ha).

I. INTRODUCCION

A pesar de los grandes avances tecnológicos de la agricultura moderna, el mundo enfrenta a grandes problemas de hambre y desnutrición. Muchos científicos sostienen que para mejorar esta situación debemos aprovechar cultivos prácticamente ignorados por el agricultor actual. Al dar más atención a estos cultivos estaremos aprovechando recursos propios fitonativos y de esta forma el sistema agrícola establecido se diversificará y se tornará menos vulnerable a los efectos contrarios de todo proceso de cultivo.

El Amaranto (bledo) constituye una especie vegetal sub-utilizada, que en determinado momento de la historia de los pueblos americanos constituyó una fuente significativa de nutrimentos. Sus hojas y semillas eran de uso muy popular y aún siguen siendo empleadas tanto en América como en otros continentes, con efectos positivos en la dieta humana, debido a sus altos índices alimenticios. (11)

El presente trabajo constituye sin duda un aporte, aunque en muy modesta escala, en los inicios de la generación de tecnología para el *Amaranthus hypochondriacus* L. y así cultivarlo comercialmente.

En lo que a prácticas mejoradas se refiere, los distanciamientos y métodos de siembra son importantes, puesto que de la respuesta que tenga el cultivo, se determinarán índices de producción que nos permitan maximizar los rendimientos con la adición de otras prácticas de cultivo.

II. HIPOTESIS

*"Los métodos de siembra, distanciamientos de siembra, así como su interacción; tienen una influencia diferente sobre el rendimiento foliar de *Amaranthus hypochondriacus* L. "*

III. OBJETIVOS

Generales:

1. *Contribuir a la generación de tecnología para el cultivo de **Amaranthus hypochondriacus L.***

Específicos:

1. *Determinar el método de siembra que manifieste mejores rendimientos en la producción foliar de **Amaranthus hypochondriacus L.***
2. *Determinar los distanciamientos de siembra que manifiesten mejores rendimientos en la producción foliar de **Amaranthus hypochondriacus L.***
3. *Determinar la combinación de método y distanciamientos de siembra que manifieste mejores rendimientos en la producción foliar de **Amaranthus hypochondriacus L.***

IV. REVISION DE LITERATURA

Martínez, A. y Azurdia, C. (9) indican que los recursos fitogenéticos deben ser considerados como recursos naturales, que potencialmente son útiles al hombre como nuevas fuentes de producción. La variabilidad de estos recursos tienen una distribución no uniforme en el mundo, estando más del 75o/o fuera de la región industrializada; pues según Vavilov y otros señalan ocho regiones en el mundo como centros de origen y diversidad vegetal entre los cuales se menciona a Mesoamérica (sur de México y Centro América) como uno de los más importantes.

Los mismos investigadores (9) consideran que por encontrarse Guatemala en el centro de esta región, es un país poseedor de gran riqueza vegetal fitogenética y por ende no hay necesidad de recurrir a importar esos recursos, sino a rescatar, investigar y fomentar la utilidad de ellos. Además, en Guatemala los estudios que se han realizado no han sido suficientes para aprovechar la flora nativa.

Sánchez M. (11) indica que la especie *hypochondriacus* es la más difundida e importante de los amarantos cultivados en México y Guatemala.

Campogorra, I. (4) y Sánchez M. (11) mencionan que el Amaranto antiguamente fué utilizado por los indios del sur de Estados Unidos así como algunas tribus de México. Sus usos eran bastante místicos, la semilla se utilizaba en forma de atoles, pinole, galletas, tortillas, harina, bebidas, medicinas y ornamentos. También mencionan por otra parte que la planta tierna se utilizaba como verdura, los tallos y hojas verdes ya maduros se comían cocidos con sal, las hojas se usaban en estofados. Esta planta consumida como verdura, ha sido identificada como *Amaranthus hypochondriacus* L. del cual existen diversas variedades.

El Amaranto es una planta de excelente follaje y abundantes semillas que puede cultivarse no sólo en el campo, sino en patios, jardines, huertos de pueblos y ciudades, por lo que resulta altamente recomendable promover el aprovechamiento de sus semillas, hojas y tallos; dada la extraordinaria composición química de todas esas partes de la planta, según indica Saina, D.I. citado por el investigador Sánchez M. (11)

El mismo Sánchez M. (11) explica que las diferentes especies de Amaranto han sido empleadas por los sectores de más bajos ingresos económicos con excelentes resultados desde el punto de vista nutricional. Los requerimientos de proteína, carbohidratos, vitaminas y minerales, pueden ser satisfechos con la ingestión en cantidades adecuadas de las harinas y otras partes verdes del Amaranto, especialmente si en la dieta se incluyen leguminosas y cárnicos de fácil adquisición que complementan las propiedades alimenticias de éste.

Si desde el punto de vista exclusivamente agrícola, el Amaranto resulta ser un cultivo muy importante y recomendable, la composición química de sus partes lo colocan como un alimento de alto rango, de acuerdo a la información presentada en el cuadro 1.

Los investigadores Martin y Ruberte recientemente han revisado estos estudios (11)

Lotti, et al citados por Sánchez M. (11) indican que las hojas pulverizadas de ciertas especies de Amaranto revelan un estimable 23.3o/o de proteína en comparación con el material de la planta entera de 16.62o/o.

Campogorra, I. (4), Abbott, J.A. y Campbell, T.A. (1) indican que además de los contenidos nutricionales anteriores, las hojas poseen caroteno, vitamina C y otros micronutrientes, aunque no dan valores de ese contenido.

CUADRO 1: Composición de hortalizas crudas (hojas), nutrientes seleccionadas en 100 grs.

	o/o humedad	grs. proteína	mg. Ca	mg. p	mg. Fe	(U.I.) Vit. A	mg. Tiamina	mg. Rivof.	mg. Niac.	mg. A. Asc.
<i>A. hypoch.</i>	86,9	3.5	267	67	3.9	6,100	0.08	0.16	1.4	80
<i>Acelga</i>	91.1	2.4	89	39	3.2	6,500	0.06	0.17	0.5	32
<i>Col rizada</i>	85.3	4.8	250	82	1.5	9,300	0.16	0.31	1.7	152
<i>Col común</i>	87.5	4.2	179	73	2.2	8,900	--	--	--	125
<i>Espinaca</i>	90.7	3.2	93	51	3.1	8,100	0.10	0.20	0.6	51

FUENTE: Composition of foods. Handbook No. 8, USDA. Gathered Sánchez Marroquin.

Respecto al tallo, Sánchez M. (11) indica que usualmente estos contienen de 2.8 a 5.9 gramos de proteína, más de 350 mg de Ca., alrededor de 30 mg de P y 2 mg de Fe en 100 grs de tallo. En los tallos de diferentes especies se han encontrado vitaminas en escasa proporción. Los tallos entonces tienen un alto valor nutritivo y su único inconveniente estaría en la parte no digerible de la fibra cruda.

Alfaro V. (2) en su trabajo de investigación con *Amaranthus hypochondriacus* L. encontró que al realizar el corte a los 60 días a partir de la siembra la planta contenía un 55.3o/o de carbohidratos, fibra cruda 17o/o y 57.1 mg de Fe. Por otro lado encontró un contenido de proteína de 14.4o/o, Ca 2,173.0 mg y 497 mg de P, asimismo 18.3 mg de beta-carotenos. Atendiendo a las correlaciones hechas por la investigadora en mención a mayor número de días a la cosecha se obtienen menor cantidad de estos nutrimentos.

Devadas, R.P. y Saroja, S. (5) indican que las dietas que contienen Amaranato pueden ser de excelente cantidad de beta-carotenos. Esto puede ser de interés si tomamos en cuenta que una de las características de la desnutrición en poblaciones humanas es precisamente la deficiencia de vitamina A e hierro.

Respecto a la forma de cultivo del Amaranato, se mencionan dos métodos principales de siembra: siembra directa y siembra de trasplante. (4) (6) (10)

Sánchez M. (11) indica los siguientes aspectos de cultivo para la región mexicana así: cuando la siembra es de trasplante, esta se practica cuando las plantas tienen de 10 a 15 cms de alto. Las plantas sí se han sembrado directamente y en forma de hileras al chorro se entresacan entre 15 y 20 días a partir del momento de la siembra, dejando de 1 a 2 plantas por postura.

En cuanto a la cosecha, Campbell, T.A. y Abbott, J.A. (3) indican que en una evaluación de 20 materiales de Amaranato, se obtuvieron rendimientos que variaron desde 3 a 17 toneladas métricas por hectárea, habiendo realizado la cosecha durante la floración temprana, por corte de la planta a una altura de 5 cms. arriba del suelo. El mismo investigador indica que los mayores rendimientos fueron obtenidos durante un período de temperatura alta y precipitación moderada.

Rutle, citado por Sánchez M. (11) en su experimento con *Amaranthus hypochondriacus* L. determinó que la densidad óptima de población es de 40,000 plantas por hectárea, siendo esta la más alta que evaluó. Estos resultados se completaron con datos obtenidos en 80 lugares sembrados todos con la misma especie y se notó mucha uniformidad en los rendimientos. El mismo autor indica que en los experimentos de otras personas con *Amaranthus hypochondriacus* L., la densidad que manifestó el rendimiento más alto fué de 80,000 plantas por hectárea y que por el momento se están probando densidades por arriba de 80,000; pero los resultados todavía no se conocen.

Los rendimientos obtenidos pueden variar con el clima, la fertilidad del suelo y densidad de plantas utilizada. Debe considerarse también la edad de las plantas a la cosecha. Plantas jóvenes son más suculentas y la porción comestible es mayor, pero la cosecha realizada en estado tardío puede dar mayores rendimientos (6) aunque de más baja calidad (3).

V. METODOS Y MATERIALES

A. DESCRIPCION DEL AREA EXPERIMENTAL

El área en estudio se ubicó en los campos experimentales de la facultad de Agronomía, situados en la ciudad universitaria zona 12, al sur de la ciudad capital de Guatemala, con coordenadas 14°35'00" latitud norte y 90°31'00" longitud oeste. La altitud de 1,502.32 metros sobre el nivel del mar.

Según el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdrige (8), el área corresponde a la zona ecológica bosque subtropical seco.

La precipitación media anual: 1,020 mm, humedad relativa media anual: 76.70/o, insolación promedio diaria: 6.78 horas, temperatura media anual: 18.8°C (7)

Según Simmons (12), los suelos pertenecen a la serie Guatemala, con clase textural franco arcillo-arenosa en los primeros 25 cms de profundidad. La topografía es plana.

Los resultados del análisis de suelo aparecen en el apéndice 1.

B. DESCRIPCION DEL MATERIAL VEGETAL UTILIZADO

La semilla utilizada de *Amaranthus hypochondriacus* L. es identificada como HB México y registrada en las introducciones realizadas por INCAP con el número 23190. La semilla se encuentra en una pequeña cápsula que se abre transversalmente, de color blanco, lisa, brillante, ligeramente aplanada y de 1 a 1.5 mm de diámetro.

Respecto a la planta, esta presenta una consistencia herbácea, raíz pivotante corta con numerosas raicillas, tallo rojizo al madurar y de color verde claro al estar tierno, es ramificado desde cerca de la base y marcado con estrías longitudinales, hojas largamente pecioladas, lancioladas, ápice agudo, borde liso, inflorescencia con flores de tallo largo color verde o rojo, muy ramificadas con numerosas flores de ambos sexos, las flores son terminales o axilares en panículas muy ramificadas.

C. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, son sub-muestras y dos repeticiones. De cada tratamiento se obtuvieron tres submuestras de 10 plantas cada una.

Dado el comportamiento homogéneo de las plantas debido en gran parte al buen manejo del experimento, la importancia de la investigación y por otro lado la utilización de 2 repeticiones, se procedió al submuestreo, obteniendo datos en la forma más exacta posible para las variables en estudio.

La parcela mayor constituye los métodos de siembra siendo estos:

- A1 método de siembra directo y
- A2 método de siembra o de trasplante en escoba

La parcela menor se refirió a los distanciamientos de siembra, siendo los siguientes:

B1	0.6 mts entre surcos y 0.3 mts entre plantas-- densidad 55,555 plantas/ha
B2	0.5 " " " " 0.3 " " " -- " 66,666 "
B3	0.6 " " " " 0.2 " " " -- " 83,333 "
B4	0.5 " " " " 0.2 " " " -- " 100,000 "

La unidad experimental fué de 3 metros de largo por 6 metros de ancho, dejando una calle de un metro entre repeticiones.

El número total de plantas por parcela fué de 100,120,150,180 dependiendo de los distanciamientos evaluados.

El área bruta del experimento fué de 312 metros cuadrados y el área neta para la obtención de datos de 144 metros cuadrados.

D. MODELO ESTADISTICO

$$Y_{ijkl} = U + R_i + A_j + E_{ij} + B_k + AB_{jk} + E_{ijk} + M_{ijkl}$$

Y_{ijkl} = variable respuesta de la i,j,k,l -ésima unidad muestreada experimental

U = efecto de la media general

R_i = efecto del i -ésimo bloque --- $i = 1,2$

A_j = efecto del j -ésimo nivel del factor A --- $j = 1,2$

E_{ij} = error experimental asociado a parcela grande

B_k = efecto del k -ésimo nivel del factor B --- $k = 1,2,3,4$

AB_{jk} = efecto debido a la interacción del j -ésimo nivel del factor A con los K -ésimos niveles del factor B

E_{ijk} = error experimental asociado a parcela pequeña

M_{ijkl} = error de muestreo debido al i -ésimo bloque, j -ésimo nivel del factor A, k -ésimo nivel del factor B y l -ésima submuestra

E. TOMA DE DATOS

A las plantas de cada submuestra se le tomaron los siguientes datos:

- Peso bruto: peso de tallos + hojas. Se midió en el momento de la cosecha y se convirtieron los datos a Kg/Ha.
- Peso neto: peso de hojas incluyendo peciolos. Se midió en el momento de la cosecha y se convirtieron los datos a Kg/Ha.
- Altura de planta: en metros. Se midió en el momento de la cosecha.
- Número de hojas por planta: Obtenido en el momento de la cosecha
- Peso seco: Obtenido en porcentaje respecto al peso fresco bruto. Se determinó posteriormente a la cosecha utilizando horno eléctrico.

Otros datos tomados fueron:

- Porcentaje de germinación: Obtenido en condiciones normales de temperatura y ausencia de luz

- Porcentaje de pegue o porcentaje de adherirse al suelo: obtenido a 5 días de realizado el trasplante.
- Días al inicio del florecimiento: obtenido cuando el 50o/o de las plantas iniciaron la floración. Este parámetro determinó el momento del corte para cada método en estudio.

F. MANEJO DEL EXPERIMENTO

El terreno fué seleccionado distribuyéndose las parcelas en forma perpendicular a la rotación terrestre, de esta forma se aprovecha en mejor forma la radiación solar. La distribución de los diferentes tratamientos fué al azar.

Dada la exigencia en lograr no significancia para el error de muestreo el manejo se hizo lo más uniforme posible en aspectos como:

1. Preparación del suelo:

La preparación del suelo consistió básicamente en aradura y dos pasos de rastra, a efecto de dejar desterronado el lugar de trabajo. Además debido al notorio mal drenaje del suelo se realizaron camellones a las distancias entre surcos evaluadas y a una altura promedio de 50 centímetros.

2. Siembra:

Para el método directo, se colocaron un promedio de 10 semillas por postura, debido a las pequeñas dimensiones de estas y puestas a las diferentes distancias en evaluación.

Para el método de trasplante, se preparó un semillero con dimensiones de 1 metro de ancho, 2 metros de largo y 0.35 metros de alto. La semilla se depositó en hileras distanciadas a 6 centímetros y al chorro. La realización de estas actividades fué el 22 de Julio de 1985.

Al semillero le fué colocada una sombra a una altura de 1.5 metros utilizando pajón.

Esta sombra se fué retirando gradualmente cada 3 días. Al cabo de 20 días quedó totalmente descubierto.

Respecto a la mezcla de suelo del semillero, la que mejores resultados dió fué utilizando un 40o/o de arcilla, 40o/o de arena y 20o/o de materia orgánica.

3. Trasplante:

Se efectuó a un mes de la siembra del semillero, período en que las plantas medían como promedio 12 centímetros y poseían entre 8 y 10 hojas. El trasplante coincidió con el período de raleo o entresaque de plantas de la siembra directa.

4. Fertilización:

No se realizó fertilización alguna, se trabajó en condiciones de fertilidad nativa del suelo. Ver apéndice I.

5. Limpias:

Debido a la incidencia abundante de malezas, para la siembra directa se practicaron limpiezas cada 15 días, haciendo un total de 3 en todo el ciclo del cultivo. Para la siembra de trasplante se practicaron en el mismo intervalo de tiempo y fueron necesarias 2 limpiezas únicamente.

6. Control de plagas:

El cultivo mostró ataque masivo de *Diabrotica* sp. Se hicieron aplicaciones con insecticidas cuyos nombres técnicos son methyl parathion y metamidophos, a razón de 25 a 40 cc por 4 galones de agua, dependiendo del grado de incidencia de la plaga. Las aplicaciones se hicieron en igual dosis al semillero, asimismo como en igual período. Para la siembra directa y para el semillero se practicaron 3 aspersiones durante el primer mes de establecido el cultivar. Luego del primer mes ya no fueron necesarias las aspersiones, pues la incidencia disminuyó considerablemente a medida que las plantas desarrollaban.

7. Riegos:

Al semillero se le agregó agua cada 2 días, utilizando regaderas. Para la siembra directa se realizaron cuando se consideró que existía poca humedad superficial en el suelo.

8. Cosecha:

Se realizó manualmente, cortando las plantas por su tallo a una altura de 5 centímetros del suelo, cuando el 50o/o de las plantas inició su florecimiento.

Para la siembra de trasplante se efectuó a 80 días, es decir aproximadamente a 50 días de realizado el trasplante, mientras que para la siembra directa se efectuó a 60 días de realizada la siembra inicial.

Se cosecharon los surcos centrales de cada parcela, divididos en 3 submuestras por tratamiento y dejando los surcos laterales para efecto de borde, así como 50 y 75 centímetros al final de cada surco, según fueron las distancias entre surcos evaluadas para el tratamiento correspondiente.

Se obtuvieron manojos de 10 plantas cada uno y fueron transportados al laboratorio para la toma respectiva y precisa de datos.

VI RESULTADOS, ANALISIS Y DISCUSION

Se realizó análisis de varianza y prueba de Tukey a niveles de significancia de 5 y 10/o para el peso bruto, peso neto, altura de planta, peso seco y número de hojas.

Los cuadros 2 y 6 muestran que para las variables en estudio, en los análisis de varianza, el error de muestreo resulta ser no significativo, lo cual da confiabilidad en la aceptación de los datos tomados, dada la homogeneidad de las submuestras.

El cuadro 2, muestra que en cuanto al método de siembra o sea el factor A no existe diferencia significativa para el peso bruto y peso neto, pero si hay alta significancia entre los distanciamientos de siembra (factor B) y la interacción de estos con los métodos de siembra (AB).

La no significancia entre los métodos de siembra es aparente, ya que el cuadro 3, que se refiere a las pruebas de Tukey para peso bruto y neto muestran que todos los distanciamientos de siembra combinados con el método directo producen los más altos rendimientos. Según éstas, la densidad de siembra con mayor rendimiento bruto y neto es de 83,333 plantas/Ha, o sea a distanciamientos de 0.6 metros entre surcos y 0.2 metros entre plantas.

Lo anterior es confirmado en el cuadro 4, donde se aprecia que la siembra directa y la densidad de 83,333 plantas/Ha (A1B3) produjo 7,009.69 Kg/Ha de materia verde en peso neto. Es interesante observar que todos los distanciamientos combinados con la siembra directa produjeron rendimientos elevados en comparación con los rendimientos obtenidos a través del método de trasplante. En el cuadro 4 se observa que la B2 combinada con la siembra directa, aunque produjo los menores rendimientos para este método de 5,245.50 Kg/Ha de peso bruto y 2,438.87 Kg/Ha de peso neto; son superiores a los mayores rendimientos del método de trasplante. Asimismo se aprecia que el rendimiento más alto a través del trasplante corresponde a la densidad B₃ que implica distanciamientos de 0.6 metros entre surcos y 0.2 metros entre plantas.

Por otro lado también observamos en el cuadro 3 que la B3 asociada a la siembra directa, tanto para peso bruto como neto denota diferencia significativa sobre los otros tratamientos, asimismo como el método directo es superior al de trasplante en todos sus

rendimientos.

Los coeficientes de variación del factor B dieron valores menores del 20o/o lo que da confiabilidad en el manejo y conducción del ensayo de 80o/o a más. Los coeficientes de variación del factor A son mayores del 20o/o debido a la utilización de 2 repeticiones.

CUADRO 2: Resumen del análisis de varianza para peso bruto y neto.

Fuentes de variación	G.L.	F.C.	F.C.	F.T.	
		peso bruto	peso neto	0.05	0.01
<i>Bloques</i>	1				
<i>Factor A</i>	1	81.272 N.S.	63.297 N.S.	161.4	4052.0
<i>Error (a)</i>	1				
<i>Subtotal</i>	3				
<i>Factor B</i>	3	19.774 **	16.998 **	4.76	9.78
<i>Interacción AB</i>	3	10.804 **	7.510 *	4.76	9.78
<i>Error (b)</i>	6				
<i>Error muestreo</i>	32	0.436 N.S.	0.441 N.S.	3.802	7.212
<i>Total</i>	47				

* = significancia al 5o/o

** = significancia al 1o/o

N.S. = no significancia

CUADRO 3: Pruebas de Tukey

	peso bruto		peso neto
	A1B3	a	a
	A1B1	a b	a b
	A1B4	a b	a b c
	A1B2	c	d
	A2B3	c d	b c d e
	A2B4	c d e	b c d e f
	A2B1	c d e f	b c d e f g
	A2B2	c d e f	c d e f g

CUADRO 4: Rendimiento foliar promedio por tratamiento en Kg/Ha de *Amaranthus hypochondriacus* L.

Método siembra		Dist. siembra en mts.		Densidad plantas/Ha.	Rendimiento promedio de las sub- muestras expresado en Kg/Ha.	
		E/S	E/P		peso neto	peso bruto
A1 Directo	B3	0.6	0.2	83,333	3,372.21	7,009.69
A1 Directo	B1	0.6	0.3	55,555	3,089.78	6,899.06
A1 Directo	B4	0.5	0.2	100,000	2,810.00	6,505.00
A1 Directo	B2	0.5	0.3	66,666	2,438.87	5,245.50
A2 Indirec.	B3	0.6	0.2	83,333	841.66	1,349.00
A2 Indirec.	B4	0.5	0.2	100,000	821.67	1,228.33
A2 Indirec.	B1	0.6	0.3	55,555	749.07	1,182.40
A2 Indirec.	B2	0.5	0.3	66,666	644.44	1,107.77

CUADRO 5: Comparadores estadísticos.

Variable en estudio	prueba	comparador	
		misma parcela grande	diferente parcela grande
<i>Peso bruto (tallos + hojas)</i>	AB	908.267	5055.781
<i>Peso neto (hojas + peciolo)</i>	AB	495.593	2041.553
<i>Peso seco bruto</i>	AB	5.290	2.030
<i>Número de hojas</i>	--	----	----
<i>Altura de planta</i>	A;B	<i>factor A</i>	<i>factor B</i>
		0.049	0.047

En el cuadro 6, se presenta un resumen de los análisis de varianza para peso seco, altura de planta y número de hojas.

Se aprecia en este cuadro que para el método de siembra (factor A) existe significancia al 50/o y para los distanciamientos (factor B) al 10/o, excepto para el número de hojas, donde el factor A y el factor B, así como la interacción AB no fueron significativos.

Los coeficientes de variación que son menores del 200/o para estas 3 variables, respalda que el manejo del experimento fué bueno.

En el cuadro 7, se aprecia que el peso seco según la prueba de Tukey, muestra un comportamiento diferente al peso fresco, ya que en este caso el trasplante produjo un mayor porcentaje de peso seco en comparación con la siembra directa. Esto se explica en función de la posible lignificación que sufre la planta en los días inmediatos al trasplante, ya que en este momento interrumpe su proceso metabólico acumulando materia seca. Luego que la planta ya ha adaptado su proceso fisiológico al nuevo ambiente reanuda su metabolismo.

Lo anterior se confirma en los cuadros 8 y 8A, donde nuevamente se aprecia que la siembra directa produce plantas más altas a la misma edad, ya que en ningún momento interrumpe su crecimiento.

En la gráfica 1, se aprecian las curvas de crecimiento promedio en cms/día para las plantas en ambos métodos de siembra, se observa que inicialmente el crecimiento es similar, al darse el trasplante la planta detiene su crecimiento en la acomodación al nuevo ambiente. El florecimiento entonces se da cuando la planta tiene poca altura en comparación con las plantas del método directo. Se observa que las plantas del método directo tienen un crecimiento cada vez mayor al transcurrir el tiempo.

Como aspecto práctico se observó que en el momento del corte para cada método de siembra, las plantas del método directo presentaban hojas delgadas, color verde claro y tallos quebradizos, mientras que las plantas del método de trasplante presentaban hojas más gruesas, color verde oscuro y tallos bastante flexibles. En el consumo de las hojas cocidas del método de trasplante, se percibió la presencia de material fibroso, no así para las hojas cosechadas directamente, que tuvieron mucha suavidad.

También se hace importante detenernos a observar la influencia de la densidad sobre la altura de planta, ya que según se puede observar en los cuadros 8 y 8A; la densidad más baja produce plantas mas altas y la densidad más alta produce plantas más bajas. Esto indica que existe correlación negativa. Lo anterior está de acuerdo con el conocimiento sobre la competencia en un espacio por nutrimentos, humedad, luz, etc. necesarios para el desarrollo de la planta.

En cuanto al número de hojas, en el cuadro 6 se aprecia que no existió significancia para los factores A y B, así como para la interacción AB, lo que indica que en cuanto al número de hojas, las plantas de ambos métodos y densidades no manifiestan comportamiento diferente entre sí. Por tanto, existe diferencia, pero es en cuanto a la textura de la hoja y tamaño del área foliar principalmente.

Los coeficientes de variación del Factor A y B, así como la interacción AB para estas 3 variables dan valores menores del 20o/o, lo que dá confiabilidad en el manejo y conducción del ensayo.

CUADRO 6: Resumen del análisis de varianza para peso seco, altura de planta y número de hojas.

Fuentes de variación	G.L.	F.C.	F.C.	F.C.	F.T.	
		peso seco bruto	altura de planta	número de hojas	0.05	0.01
Bloques	1					
Factor A	1	780.78 *	320.089 *	12.08 N.S.	161.4	4052.0
Error (a)	1					
Subtotal	3					
Factor B	3	13.34 **	14.182 **	0.04 N.S.	4.76	9.78
Interacción AB	3	10.82 **	4.455 N.S.	0.31 N.S.	4.76	9.78
Error (b)	6					
Error de muestreo	32	1.09 N.S.	0.273 N.S.	0.12 N.S.	3.802	7.212
Total	47					

* = significancia al 5o/o

** = significancia al 1o/o

N.S. = no significancia

CUADRO 7: Prueba de Tukey para peso seco bruto.

A2B4	a						
A2B3	a	b					
A2B2	a	b	c				
A2B1	a	b	c	d			
A1B4				d	e		
A1B1					e	f	
A1B2					e	f	g
A1B3					e	f	g

CUADROS 8 y 8A: Prueba de Tukey para altura de planta.

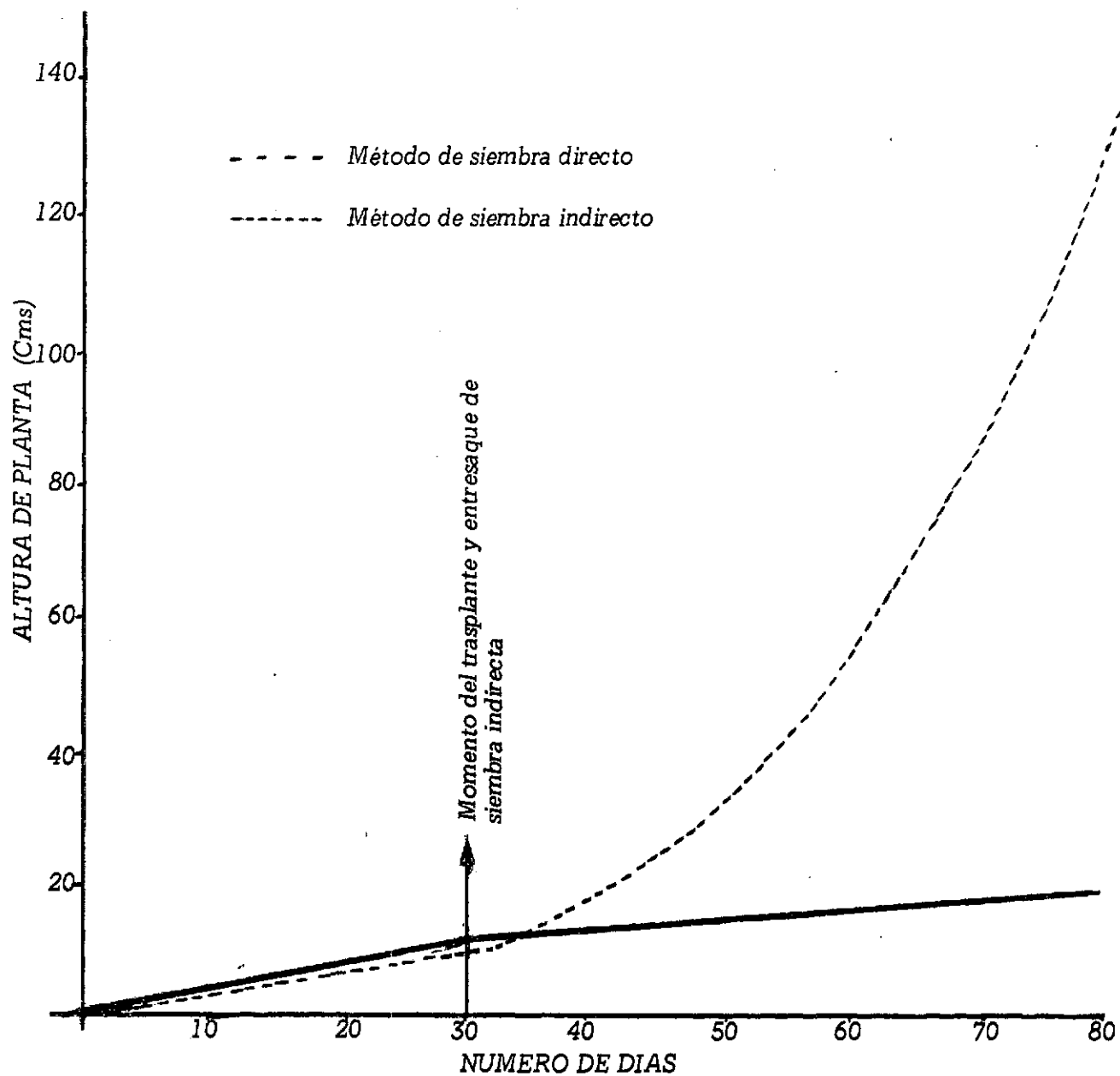
A1	a						
A2			b				

B1	a						
B2	a		b				
B3			b		c		
B4			b		c		

CUADRO 9: Resultados obtenidos de variables importantes no analizadas estadísticamente.

Variable	siembra directa	siembra indirecta
<i>Porcentaje de germinación</i>	95	95
<i>Días a emergencia</i>	4	4
<i>Días al florecimiento</i>	60	80
<i>Porcentaje de pegue o de adherencia al suelo</i>	--	81

Gráfico 1: Comparación del crecimiento promedio en cms/día para métodos de siembra directa y trasplante.



CUADRO 10: Análisis económico entre tratamientos.

Trata- miento	Rendimiento Kg/Ha	Ingreso bruto Q./Ha	Costo total Q./Ha	Ingreso neto Q./Ha	Rentabilidad o/o/Ha
A1B1	6,899.06	3,104.57	732.61	2,371.96	323.8
A1B2	5,245.50	2,360.48	748.87	1,611.61	215.2
A1B3	7,009.69	3,154.36	773.25	2,381.11	307.9
A1B4	6,505.00	2,927.25	797.64	2,129.61	267.0
A2B1	1,182.40	532.08	633.20	-101.12	-16.0
A2B2	1,017.77	458.00	669.78	-211.78	-31.6
A2B3	1,439.00	607.50	718.78	-111.28	-15.5
A2B4	1,228.33	552.75	771.38	-218.63	-28.3

Precio de venta: Q.0.45 el kilogramo.

En el cuadro 10 se presentan los resultados del análisis económico para los ocho tratamientos en estudio.

Se observa que para el método de siembra directo los ingresos netos son positivos, mientras que para el método de siembra indirecto los ingresos netos son negativos.

El valor del kilogramo de Amaranto (peso bruto) se determinó cotizando precios por manojo en diferentes mercados y luego haciendo la relación a la unidad de nuestro interés. Se llegó a concluir que el precio actual del kilogramo de Amaranto es de Q.0.45.

En este análisis se puede observar que los tratamientos A1B1 y A1B3 presentan las más altas rentabilidades, siendo estas de 323.8 y 307.9o/o respectivamente.

El tratamiento A1B3 a pesar de tener el más alto rendimiento, tiene una rentabilidad menor que el tratamiento A1B1, esto debido al efecto de los costos totales de producción, ya que estos se maximizan a medida que la densidad de población aumenta.

Atendiendo a los índices de rentabilidad, es notorio que el *Amaranthus hypochondriacus* L. responde en mejor forma a la siembra directa y lo convierte en un cultivo rentable, lo que da un estímulo fuerte al productor.

De esta manera al considerar la generación de tecnología para este cultivo y aún más al incorporar otras prácticas de cultivo nos conducen a un alza considerable en los rendimientos.

VII. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos y diferentes análisis del presente trabajo se concluye:

1. *El **Amaranthus hypochondriacus** L. muestra marcada respuesta a los métodos y distanciamientos de siembra evaluados, en cuanto a su rendimiento foliar, aceptándose la hipótesis planteada.*
2. *El método de siembra directo proporciona rendimientos superiores sobre el método de trasplante en cualquiera de los distanciamientos evaluados.*
3. *Los distanciamientos de 0.6 metros entre surcos y 0.2 metros entre plantas (densidad 83,333 plantas/ha) tienen un rendimiento foliar superior en los métodos de siembra directo y trasplante.*
4. *La combinación de método directo y distanciamientos de 0.6 metros entre surcos y 0.2 metros entre plantas, tiene el más alto rendimiento foliar, continúa en orden de producción la utilización de 0.6 metros entre surcos y 0.3 metros entre plantas (densidad 55,555 plantas/Ha) de el mismo método de siembra.*
5. *A nivel económico el método directo y los distanciamientos de 0.6 metros entre surcos y 0.3 metros entre plantas (densidad 55,555 plantas/Ha) proporciona la más alta rentabilidad, siendo esta de 323.8o/o.*

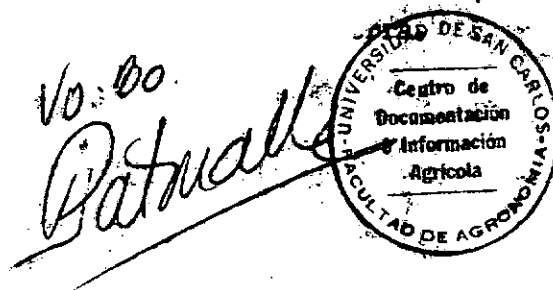
VIII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar el método de siembra directo para cultivar el *Amaranthus hypochondriacus* L. comercialmente, asimismo la utilización de distanciamientos de 0.6 metros entre surcos y 0.3 metros entre plantas (densidad 55,555 plantas/Ha) dada la alta rentabilidad ofrecida.
2. Realizar investigaciones similares para denotar si la densidad de población recomendada se puede aumentar, al utilizar fertilizantes o abonos orgánicos.
3. Hacer un estudio sobre las necesidades hídricas del cultivo, ya que mostró susceptibilidad al mal drenaje.
4. Realizar estudios tendientes a evaluar la producción de semilla, posterior al corte de hoja, para aumentar la rentabilidad del cultivo.
5. Promover el cultivo del Amaranto como hortaliza a nivel familiar, debido que su consumo puede contribuir al mejoramiento de la dieta en el área rural y además por su alta rentabilidad.
6. Se recomienda utilizar más de 3 repeticiones en el análisis estadístico en un ensayo de esta naturaleza.

IX. BIBLIOGRAFIA

1. ABBOTT, J.A. y CAMPBELL, T.A. Sensory evaluation of vegetable amaranth (*Amaranthus* spp). *HortScience* 17(3):409-410. 1982.
2. ALFARO, M.A. Evaluación del rendimiento y composición química del Amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) en tres diferentes épocas de corte. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1985. pp. 30,31,32.
3. CAMPBELL, T.A. y ABBOTT, J.A. Field evaluation of vegetable amaranth (*Amaranthus* spp). *HortScience* 17(3):407-409. 1982.
4. CAMPOGORRA, I. Amaranto, el alimento de los aztecas maná de las zonas áridas. *Perspectivas de la UNESCO* (París) no. 783:1-5. 1982.
5. DEVADAS, P.R. y SAROJAS, S. Availability of iron and B-carotene from amaranth to children. In *Proceedings of the Second Amaranth Conference*. Emmaus, U.S.A., Rodale Press, 1980. pp. 15-21.
6. GRUBBEN, G.J.H. Cultivation methods and growth analysis of vegetable amaranth with special reference to South Benin. In *Proceedings of the Second Amaranth Conference*. Emmaus, U.S.A., Rodale Press, 1980. pp. 63-67.
7. GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. *Datos Meteorológicos*. Guatemala, 1982. 221 p.
8. HOLDRIGE, L.R. *Ecología basada en zonas de vida*. Trad. por Humberto Jiménez. San José, Costa Rica, IICA, 1982. 216 p.
9. MARTINEZ, A. y AZURDIA, C. Propuesta para la conservación y evaluación de los recursos fitogenéticos de Guatemala. In *Seminario Taller sobre Areas Silvestres* la., Guatemala, 20-25 Junio, 1983. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1985. pp. 44-51.
10. OKE, O.L. Amaranth in Nigeria. In *Proceedings of the Second Amaranth Conference*. Emmaus, U.S.A., Rodale Press, 1980. pp. 22-30.

11. SANCHEZ M., A. Potencialidad agroindustrial del Amaranto. México. Centro de Estudios Económicos y Sociales del Tercer Mundo, 1980. 238 p.
12. SIMMONS, CH.S., TARANO, J.M. y PINTO, J.H. Clasificación y reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra, 1959. 1000 p.



X. APENDICE

APENDICE 1: Resultados de análisis de suelo.

PH	microgramos/mililitro			miliequivalentes/100 gramos de suelo		
	N	P	K	Ca	mg	Ca/mg
6.2	---	15.5	190	13.59	2.92	4.65/1

FUENTE: Laboratorio de suelos, Asociación nacional del café. Guatemala, C.A.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Asunto

"IMPRIMASE"

ING. AGR. CESAR A. CASTANEDA S.
DECANO

