

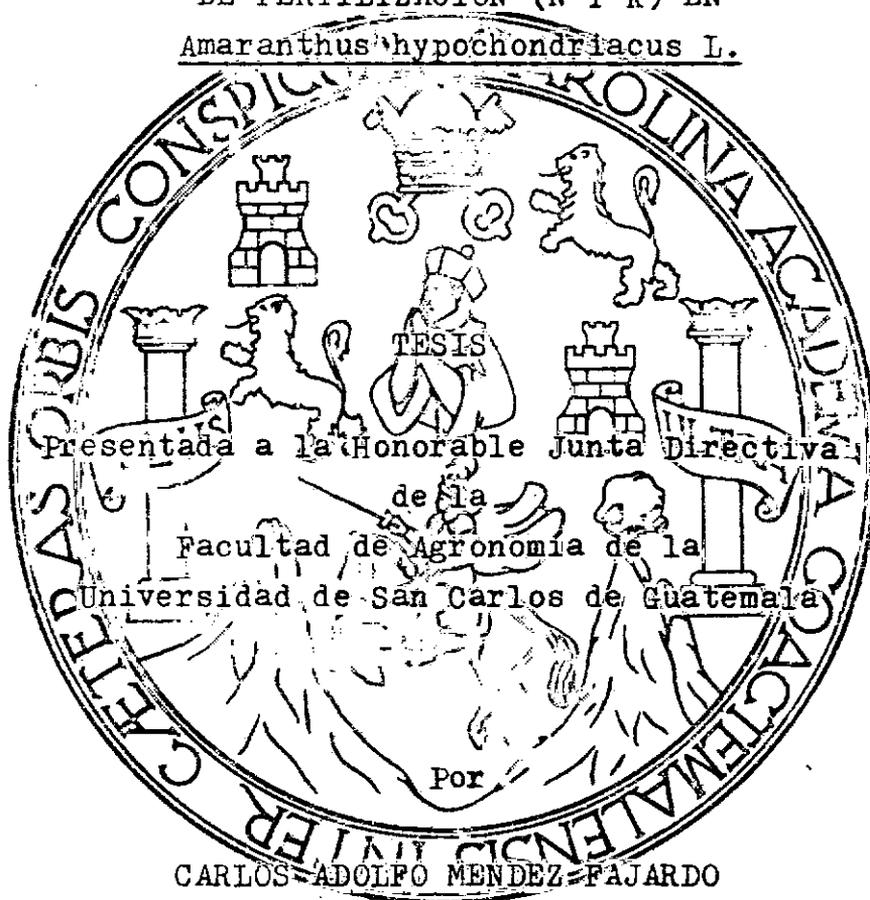
D.L.

01

T(816)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

EVALUACION DEL RENDIMIENTO EN SEMILLA A DIFERENTES NIVELES
DE FERTILIZACION (N-P-K) EN
Amaranthus hypochondriacus L.



Al conferirsele el título de
INGENIERO AGRONOMO
En el Grado Académico de
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Agosto de 1985

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

RECTOR

Dr. EDUARDO MEYER M.

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. César A. Castañeda S.
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Oscar René Leiva R.
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Jorge Sandoval I.
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
VOCAL CUARTO	P. Agr. Angel Leopoldo Jordán Z.
VOCAL QUINTO	P. Agr. Axel Gómez Chávarry
SECRETARIO	Ing. Agr. Rodolfo Albizúres P.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Agr. César A. Castañeda S.
EXAMINADOR	Ing. Agr. Francisco Vallejo M.
EXAMINADOR	Ing. Agr. Amilcar Gutierrez
EXAMINADOR	Ing. Agr. Marco T. Aceituno J.
SECRETARIO	Ing. Agr. Rodolfo Albizures P.

Guatemala, 27 de Mayo de 1985

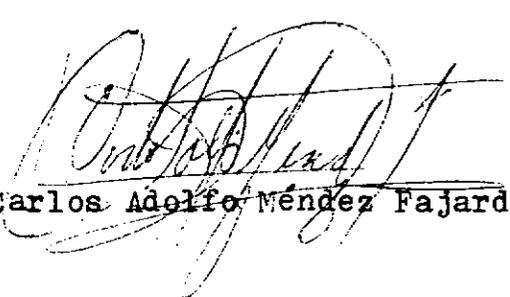
HONRABLE JUNTA DIRECTIVA

HONRABLE 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 EN SEMILLA A DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZACION (N-P-K) EN Amaranthus hypochondriacus L.".

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

Deferentemente,



Carlos Adolfo Méndez Fajardo



Referencia
Asunto
.....

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Guatemala,
27 de mayo de 1985

Ingeniero Agrónomo
Luis Alberto Castañeda A.
Director del Instituto de
Investigaciones Agronómicas
Edificio

Ingeniero Castañeda:

Atentamente le informo haber concluido el asesoramiento del trabajo de tesis "Evaluación del Rendimiento en Semilla a Diferentes Niveles de Fertilización (N-P-K) en (Amaranthus hypochondriacus L.)", del señor Carlos Adolfo Méndez Fajardo, Carnet No.57230.

Con la incorporación de las recomendaciones dadas por la terna evaluadora en el Seminario de Tesis II, considero que el trabajo cumple los requisitos para autorizar su impresión.

Sin otro particular, le saludo cordialmente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Agr. Aníbal B. Martínez
A S E S O R

ABM/av



Referencia
Asunto
.....

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

15 de julio de 1985

Ingeniero

Decano Facultad de Agronomía
Presente

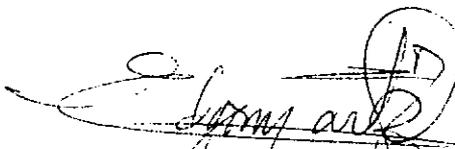
Señor Decano:

Por este medio informo a usted, que he revisado la Tesis de Grado del estudiante CARLOS ADOLFO MENDEZ FAJARDO que se identifica con el carnet No. 57230 titulada: EVALUACION DEL RENDIMIENTO EN SEMILLA A DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZACION (N-P-K) EN Amaranthus hypochondriacus L. la cual se ajusta a las normas establecidas por la Facultad de Agronomía para estos trabajos.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS


POR: Ing. Luis A. Castañeda A.
DIRECTOR

ACTO QUE DEDICO

A MIS PADRES: ADOLFO SILVESTRE MENDEZ RODRIGUEZ
 MARIA DEL CARMEN FAJARDO DE MENDEZ

A MI ESPOSA: MARTA EUNICE GALINDO DE MENDEZ

A MIS HIJOS: CARLOS ISMAEL
 ROSAURA EUNICE

A MIS ABUELOS: CARLOS LARA
 ROSAURA M. DE LARA

A MIS HERMANOS: ROSA AURA
 MARIA DEL CARMEN
 JUAN CARLOS
 DAVID ESTUARDO
 GUSTAVO ADOLFO
 HILDA MIRIAM

TESIS QUE DEDICO

A: DIOS

AL: COLEGIO SAN JOSE DE LOS INFANTES

A: LA FACULTAD DE AGRONOMIA

AGRADECIMIENTOS

SE AGRADECE A:

A: Ing. Agr. ANIBAL BARTOLOME MARTINEZ MUÑOZ
 Por su valiosa asesoría en la reali-
 zación de la presente investigación.

A: Ing. Agr. BYRON ARNOLDO YDIGORAS LAVARREDA
 Por su colaboración prestada para la
 realización de la presente investiga-
 ción.

INDICE

	PAG.
RESUMEN.....	1
I. INTRODUCCION.....	1
II. HIPOTESIS.....	2
III. OBJETIVOS.....	2
IV. REVISION DE LITERATURA.....	3
V. METODOS Y MATERIALES.....	6
A. DESCRIPCION DEL AREA EXPERIMENTAL....	6
1. Ubicación Geográfica.....	6
2. Ubicación Climática.....	6
3. Suelo.....	6
B. FACTORES A EVALUAR.....	6
C. NIVELES DE FERTILIZACION.....	7
D. TRATAMIENTOS SELECCIONADOS.....	7
E. FUENTES DE FERTILIZACION.....	10
F. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	10
G. MODELO ESTADISTICO.....	10
H. MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	11
1. Preparación del suelo.....	11
2. Siembra.....	11
3. Fertilización.....	12
4. Limpias.....	12
5. Control de plagas.....	12
6. Cosecha.....	13
I. TAMAÑO DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL....	13
J. TOMA DE DATOS.....	13
K. ANALISIS DE RESULTADOS.....	14
VI. RESULTADOS Y DISCUSION.....	15
VII. CONCLUSIONES.....	30
VIII. RECOMENDACIONES.....	31
IX. BIBLIOGRAFIA.....	32
APENDICE.....	33

CONTENIDO DE CUADRON Y GRAFICAS

	PAG.
CUADRO No. 1: Tratamientos Seleccionados provenientes de la Matriz Plan Puebla I.....	8
CUADRO No. 2: Análisis de Varianza Incluyendo el Testigo.....	15
CUADRO No. 3: Análisis de Varianza para los Tratamientos.....	16
CUADRO No. 4: Rendimiento promedio en semilla de Amarantho.....	17
CUADRO No. 5: Comparadores.....	19
CUADRO No. 6: Diferencia de Medias.....	20
CUADRO No. 7: Presentación de Medias.....	21
CUADRO No. 8: Análisis económico.....	26
CUADRO No. 1A: Propiedades Químicas del Suelo..	34
CUADRO No. 2A: Niveles de Fertilización.....	34
GRAFICA No. 1: Efecto de Niveles de N, P ₂ O ₅ , - K ₂ O Sobre el rendimiento en Semilla de Amarantho en kg/ha.....	22
GRAFICA No. 2: Respuesta de <u>Amaranthus hypochondriacus</u> L. A la Aplicación de - N, P ₂ O ₅ y K ₂ O.....	24
GRAFICA No. 3: Análisis de regresión entre Costo Total y Rendimiento.....	28
FIGURA No. 1: Distribución Gráfica de los Tratamientos resultantes de la Matriz Plan Puebla I.....	9

RESUMEN

Dentro de los aspectos en la generación de tecnología se considera a la fertilización como un factor importante para incrementar los rendimientos. Para llevar una efectiva fertilización es necesario conocer la respuesta que el cultivo puede tener a la misma y conocer la cantidad adecuada de nutrimentos que incrementan su producción.

La presente investigación tuvo como objetivo conocer la respuesta de Amaranthus hypochondriacus L., a la fertilización en rendimiento de semilla; y determinar la mejor combinación de fertilizantes para mejorar dicho rendimiento.

La investigación se llevó a cabo en los campos experimentales de la Facultad de Agronomía situados en la Ciudad de Guatemala, con coordenadas: 14°35'00'' de latitud Norte y 90°31'00'' de longitud Oeste.

Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar, con tres repeticiones; el diseño de tratamiento fue un factorial incompleto dentro de la matriz Plan Puebla I; los niveles de Nitrógeno, Fósforo y Potasio evaluados fueron:

N	=	15	30	45	60	Kg/Mz
P ₂ O ₅	=	8	15	22	29	Kg/Mz
K ₂ O	=	19	38	57	76	Kg/Mz

Los datos se sometieron a:

- Análisis de Varianza con y sin el testigo

- Prueba de SNK
- Análisis gráfico para el efecto individual de cada nutriente.

Hubo resultados positivos en cuanto a la respuesta del cultivo a la fertilización, y la más adecuada combinación de niveles fue la de 45 Kg/Mz de N, 22 Kg/Mz de P_2O_5 y 57 Kg/Mz de K_2O .

Además se concluyó que:

- a) El nitrógeno incrementa la producción de semilla en niveles de 30 a 45 kg/mz combinado con niveles de 22 kg/mz de P_2O_5 y 57 kg/mz de K_2O .
- b) El fósforo y el potasio incrementan la producción de semilla en cantidades de 22 y 57 kg/mz respectivamente.

I. INTRODUCCION

Guatemala es parte de una de los centros de origen y diversidad de especies vegetales. En su territorio existen especies cuyo potencial aún no se ha explotado, debido a la tendencia a cultivar en mayor grado, especies introducidas y a la falta de investigación en especies nativas. El Amaranthus hypochondriacus L. es una de estas especies que pueden utilizarse en la alimentación humana y animal.

El Amaranthus hypochondriacus L. ha demostrado excelentes cualidades nutritivas, lo que lo convierte en una alentadora solución para los problemas de desnutrición que actualmente enfrentamos. Por lo tanto es importante la generación de tecnología para el cultivo comercial del amaranto. En lo que a prácticas mejoradas se refiere, se puede considerar a la fertilización como un factor importante, pues es necesario conocer la respuesta que el cultivo pueda tener a la fertilización, así como la cantidad adecuada de nutrimentos que se deben aplicar para maximizar los rendimientos.

Con la realización del presente estudio se pretende contribuir a la generación de tecnología para su manejo y así incorporar al Amaranthus hypochondriacus L. como una nueva fuente alimentaria de la población, ya que en un futuro cercano puede ser afectada por el incremento acelerado de la misma y la escases cada vez mayor de alimentos básicos.

II. HIPOTESIS

"A diferentes niveles de fertilización, hay una res
puesta diferente en el rendimiento en semilla", en Amaran -
thus hypochondriacus L.

III. OBJETIVOS

GENERALES:

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

ESPECIFICOS:

1. Conocer la respuesta del cultivo de Amaranthus hypochondriacus L. a la fertilización.
2. Determinar la mejor combinación de fertilizantes para mejorar el rendimiento de semilla.

IV. REVISION DE LITERATURA

El amaranto es una planta que tiene la característica de ser una de las mejores captadoras de energía lumínica y una alta capacidad de transformación a biomasa (1). Estas características determinan una alta utilización de nutrimentos por la planta, en especial los elementos primarios, nitrógeno, fósforo y potasio, llamados también elementos mayores y los cuales son necesitados en mayor proporción por la planta (4).

Hauptli y Jain, mencionados por Sánchez Marroquín (4), mencionan que el cultivo crece rápidamente a causa de su metabolismo de fijación de carbono C_4 , y responde muy bien a la adición de nitrógeno, lo que sugiere una asimilación eficiente de este elemento.

En uno de los informes de Zarsa, mencionado por Sánchez Marroquín (4), respecto a este cultivo cita lo siguiente: "Esta semilla se da en toda clase de terrenos con tal que estén bien abonados, pero por lo regular cuando mejor calidad es el terreno, mayor será su rendimiento."

El mismo autor menciona que es un cultivo agotante y, por lo tanto, el rendimiento es cada vez más bajo si se siembra consecutivamente en el mismo suelo. Por esta razón debe practicarse la fertilización y otras técnicas mejoradas.

En el Simposio de Filadelfia, Donald Schmidt citado

por Sánchez Marroquín (4), presentó un trabajo desarrollado en Etiopía Central utilizando Amaranthus hypochondriacus L., para comparar su rendimiento y otros parámetros con respecto a una variedad mexicana de triticale, la 68-69 del CIMMYT, dos variedades de trigo y dos de cebada desnuda cultivadas en suelo fértil. A los dos niveles de aplicación de fertilizantes, 40 y 80 kilogramos de nitrógeno por hectárea los rendimientos del amaranto fueron superiores a los de los cereales mencionados, correspondiendo las cifras de 4.28 a 4.48 toneladas métricas de semilla por hectárea a dos variedades de amaranto, A-53 y "panícula roja", respectivamente, en tanto que los de cebada estuvieron en torno a 1.8, el de triticale 3.0 y los de trigo 3.1 a 3.2 ton/hectárea. Los rendimientos de los amarantos variaron con el tipo de suelo siendo en general superiores los de suelo arcilloso cuando se fertilizaba a razón de 100 a 200 kilogramos de N. por hectárea.

Hauptli, mencionado por Sánchez Marroquín (4), también menciona que hay un cincremento de dos a tres veces más en el porcentaje de biomasa a semilla en plantas fertilizadas en invernadero, comparados con las del campo; y en éstas parcelas fertilizadas con 170 kilogramos de nitrógeno por hectárea tuvieron un porcentaje de biomasa como semilla significativamente mayor que las parcelas sin fertilizar.

En 1975, Ikenaga et.al., mencionados por Sánchez Marroquín (4), examinaron el efecto de tres fertilizantes y la cantidad de nitrógeno sobre el crecimiento y el contenido de

clorofila de esta especie durante su cultivo, y obtuvieron los siguientes resultados:

- a) Aún cuando se observaron efectos negativos debido a la falta de nitrógeno y fosfato, los efectos causados por el potasio en el fertilizante fueron sumamente leves; y
- b) El crecimiento, el contenido de clorofila y el rendimiento tendieron a aumentar al aumentarse el contenido de nitrógeno en el fertilizante.

Respecto al rendimiento de la planta, este varía de acuerdo al lugar, y tipo de suelo, así por ejemplo:

Sánchez Marroquín (4), menciona que en la India se han alcanzado rendimientos superiores a una tonelada por hectárea.

Ensayos de rendimiento efectuados por Rutle (4), como parte de un programa de investigación por los lectores de Organic Gardening and Farming (OGF), se sembró amaranto en trescientos lugares diferentes en Estados Unidos, complementándose la información con datos obtenidos en ochenta lugares, sembrados todos con Amaranthus hypochondriacus L. Los rendimientos obtenidos fueron bastante uniformes: con una separación de 51 cm., los promedios obtenidos fueron de 1970 kilogramos por hectárea.

V. METODOS Y MATERIALES

A. DESCRIPCION DEL AREA EXPERIMENTAL:

1. Ubicación Geográfica:

El area en estudio se ubicó en los campos experimentales de la Facultad de Agronomía, situados en la ciudad - Universitaria al sur de la Capital de Guatemala; con coordenadas $14^{\circ}35'00''$ de latitud Norte y $90^{\circ}31'00''$ de longitud-Oeste.

2. Ubicación Climática:

Según el sistema de clasificación de zonas de vida - de Holdridge (2), el área experimental corresponde a la zona ecológica: bosque sub-tropical seco.

La altitud es de 1502.32 metros sobre el nivel del mar, la precipitación media anual de 1048 mm y una temperatura - media anual de 18.7°C .

3. El área según Simmons (5), pertenece a la serie de - suelos, Guatemala, con una textura franco-arcillo-arenosa - en los primeros veinticinco centímetros de profundidad.

Características químicas del suelo:

Las propiedades químicas se muestran en el cuadro - No.1A (Ver Apendice).

B. FACTORES A EVALUAR:

Rendimiento de semilla en kg/ha.

C. NIVELES DE FERTILIZACION:

Los niveles de fertilización se determinaron en base al análisis bromatológico y análisis de suelo, los cuales a parecen en el cuadro No. 2A (Ver apendice).

D. TRATAMIENTOS SELECCIONADOS:

Los tratamientos seleccionados son provenientes de - la matriz experimental PLAN PUEBLA I, para tres factores (6) En esta matriz está involucrado el conocimiento agronómico- sobre la relación de respuesta de un cultivo en conjunto, a varios factores limitativos. Estos tratamientos son los con signados en el cuadro No 1; a los que se adicionó un trata- miento testigo sin aplicaciones de fertilizantes al suelo.

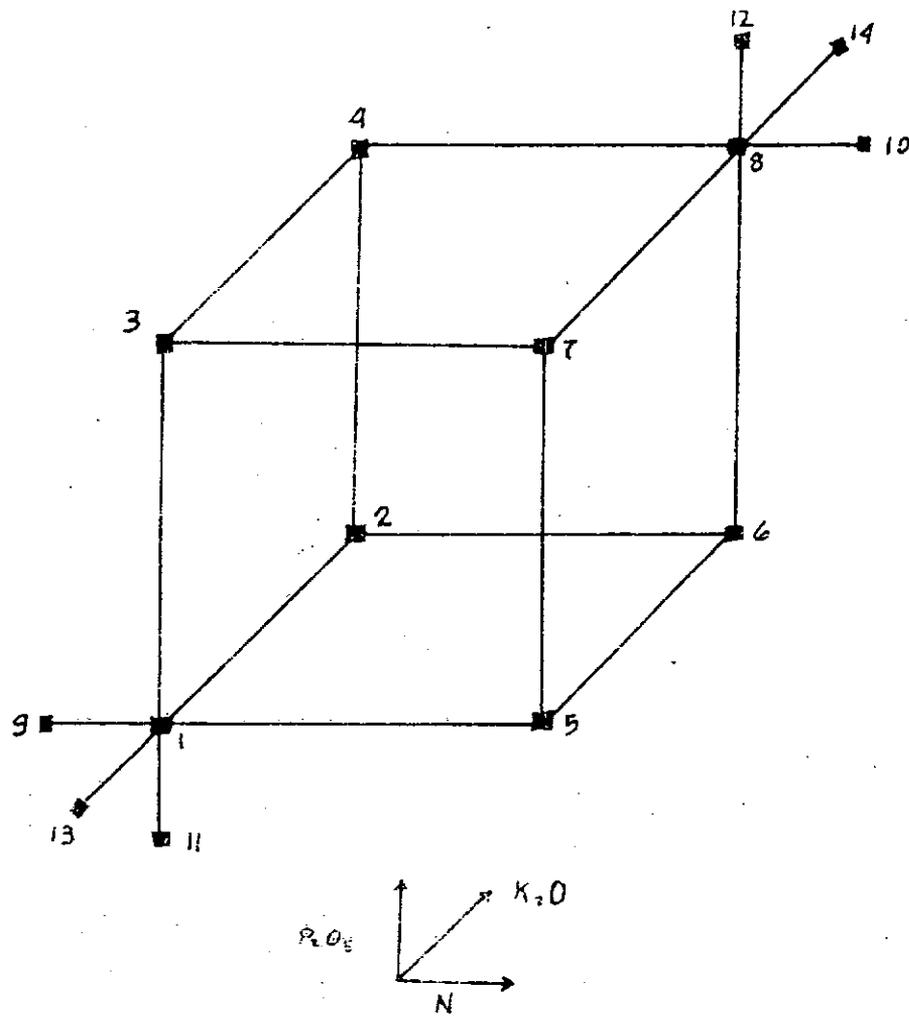
CUADRO No. 1

TRATAMIENTOS SELECCIONADOS PROVENIENTES DE LA
MATRIZ PLAN PUEBLA I

No.	N. kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	K ₂ O kg/ha
1	30	15	38
2	30	15	57
3	30	22	38
4	30	22	57
5	45	15	38
6	45	15	57
7	45	22	38
8	45	22	57
9	15	15	38
10	60	22	57
11	30	8	38
12	45	29	57
13	30	15	19
14	45	22	76
T	12.6	7	16.8

FIGURA No. 1

DISTRIBUCION GRAFICA DE LOS TRATAMIENTOS RESULTANTES DE LA
MATRIZ EXPERIMENTAL PLAN PUEBLA I PARA
TRES FACTORES



E. FUENTES DE FERTILIZACION:

Nitrógeno:	UREA (46% N.)
Fósforo:	TRIPLE SUPERFOSFATO (46% P ₂ O ₅)
Potasio:	MURIATO DE POTASIO (60% K ₂ O)

F. DISEÑO EXPERIMENTAL:

Los tratamientos seleccionados se evaluaron a través de un diseño experimental de BLOQUES AL AZAR con tres repeticiones.

G. MODELO ESTADISTICO:

Para el análisis de varianza del experimento se utilizó el siguiente modelo:

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

de donde:

Y_{ij} = Variable respuesta de la ij-ésima unidad experimental.

U = efecto de la media general.

T_i = efecto del i-ésimo tratamiento.

B_j = efecto del j-ésimo bloque.

E_{ij} = error experimental en la ij-ésima unidad experimental.

$i = 1, \dots, 15$

$j = 1, 2, 3$

H. MANEJO DEL EXPERIMENTO:

Se seleccionó el terreno distribuyéndose los bloques perpendicularmente a una gradiente de drenaje que presentó el terreno y, perpendicularmente a la rotación terrestre, para aprovechar en una mejor forma la radiación solar, distribuyéndose los tratamientos al azar.

El manejo del experimento se hizo lo más uniforme posible en los que se refiere a:

1. Preparación del Suelo:

La preparación consistió en un acondicionamiento por aradura y dos pasos de rastra.

2. Siembra:

Se utilizó el método de siembra directa, aplicando un promedio de 10 semillas por postura, debido a las pequeñas dimensiones que estas presentan. El porcentaje de germinación fue del 92%, en condiciones normales de temperatura y en ausencia de luz.

Las distancias de siembra fueron de 0.70 mts. entre surcos y de 0.30 mts. entre plantas, de acuerdo a los hábitos de crecimiento del cultivo.

La siembra se efectuó el veinte de mayo con el apareamiento de las primeras lluvias.

3. Fertilización:

Básicamente el experimento tuvo como fin la respuesta que el amaranto presentó a los diferentes niveles de fertilización, y fue por lo tanto importante la conveniente aplicación de las dosis a los distintos tratamientos. Para el efecto se procedió a aplicar el 70% de la dosis, diez días después de la siembra, debido a que, la planta necesita las fuentes de nutrimentos en las primeras etapas de su desarrollo, aplicándose posteriormente el 30% restante veinte días después de la primera aplicación, para poder seguir su absorción normal hasta el momento de la floración.

La aplicación de los fertilizantes se hizo en bandas al pie de la planta.

4. Limpias:

El control de malezas se hizo manualmente con azadón, realizándose alrededor de una limpia cada veinte días, haciendo un total de cuatro limpiezas durante el ciclo del cultivo.

5. Control de Plagas:

Mostrando el cultivo cierto ataque de tortuguillas, se hicieron aplicaciones con un insecticida, cuyo nombre comercial es Folidol M-48, a razón de 2 litros/ha. de producto comercial.

6. Cosecha:

La cosecha se realizó manualmente, cortando las p_anojas por su base para luego guardarlas en bolsas de papel previniendo su futura desecación. Cada bolsa fue identificada con el número de tratamiento, número de bloque y número de panojas cosechadas.

Se cosecharon los surcos centrales de cada tratamiento dejando dos de efecto de borde y medio metro al final de cada surco.

I. TAMAÑO DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL:

El área bruta para el experimento fue de 660 metros cuadrados y el área neta para la toma de datos de rendimiento fue de 315 metros cuadrados.

La unidad experimental fue de 14 metros cuadrados, que incluyeron cuatro surcos espaciados entre sí a 0.70 metros y 5 metros de largo a una densidad de 24 plantas por parcela neta, dejando dos surcos por efecto de borde y medio metro al final de cada surco.

J. TOMA DE DATOS:

Los datos de rendimiento se tomaron en peso de semilla para cada tratamiento haciandose posteriormente la conversión a kg/ha.

La obtención de la semilla se hizo por medio del -

restregado de las panojas, tamizado de la semilla y separación de la basura por medio de viento.

Además se tomaron:

- Días de emergencia: El cultivo emergió a los 3 días despues de la siembra.
- Días a floración: El cultivo floreció a los 55 días de la siembra.
- Días a cosecha: El cultivo maduró a los 100 días - despues de la siembra.

K. ANÁLISIS DE RESULTADOS:

- Análisis de Varianza incluyendo el testigo: Este se hizo para demostrar significancia entre el - testigo y los tratamientos.
- Análisis de Varianza sin el testigo: para demostrar significancia entre los tratamientos.
- Prueba de SNK: se hizo para poder determinar qué tratamientos causaron la significancia y cual es el más recomendado a utilizar.
- Análisis gráfico para ver el efecto individual del nitrógeno, fósforo y potasio sobre el rendimiento.
- Análisis económico para comprobar la rentabili - dad del gasto en fertilizante.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

Los cuadros No. 2 y 3 muestran los Análisis de Varianza incluyendo el testigo y Análisis de Varianza sin el testigo.

CUADRO No. 2

ANALISIS DE VARIANZA INCLUYENDO EL TESTIGO

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Bloques	2	1597338	798669			
Tratamientos	14	6635391	473956.5	27.6	* 2.07	* 2.80
Error	28	481170	17184			
Total	44	8713899				

* = Significativo

Coefficiente de variación = 12.6%

Existe diferencia significativa entre los tratamientos y el testigo, tanto con niveles de significancia del 5% como del 1%.

El coeficiente de variación indica una confiabilidad del 87.4% afectado por el drenaje no uniforme del suelo.

CUADRO No. 3

ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS TRATAMIENTOS

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	F _t	
					0.05	0.01
Bloques	2	1562587	781293.5		*	*
Tratamientos	13	5214063	401081.8	22.6	2.13	2.90
Error	26	460583	17714.7			
Total	41	7237233				

* = Significativo

Coefficiente de Variación = 12.2%

Tambien existe diferencia significativa para al menos uno de los tratamientos, persistiendo la significancia sin la influencia del testigo, por lo que se realizó una prueba de medias SNK para establecer esta diferencia.

El coeficiente de variación muestra una confiabilidad del 87.8% sobre el manejo del experimento.

Los análisis anteriores demuestran la diferencia que existe en el rendimiento a diferentes niveles de fertilización.

CUADRO No. 4

RENDIMIENTO PROMEDIO EN SEMILLA DE AMARANTO

EN KG/HA

No. Tratamientos	kg/mz			Bloque I Rend K/ha	Bloque II Rend K/ha	Bloque III Rend K/ha	Rendimien- to prome- dio (Kg/ha)
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O				
1	30	15	38	798.41	1088.09	620.83	835.78
2	30	15	57	886.31	1098.81	679.85	888.32
3	30	22	38	1231.87	1243.38	806.55	1093.93
4	30	33	57	1118.45	1253.24	490.11	953.93
5	45	15	38	937.75	1192.26	679.49	936.50
6	45	15	57	1315.47	1440.13	818.03	1191.21
7	45	22	38	1323.21	1537.41	1281.90	1380.84
8	45	22	57	1740.13	2257.14	1396.19	1831.15
9	15	15	38	671.96	668.86	290.47	543.76
10	60	22	57	1731.97	1476.55	1366.30	1524.94
11	30	8	38	689.68	748.68	554.94	664.37
12	45	29	57	1395.58	1669.31	1119.05	1394.65
13	30	15	19	820.10	751.65	554.94	708.90
14	45	22	76	1321.77	1615.87	930.95	1289.53
T	12.6	7	16.8	489.28	453.57	184.98	375.94
RANGO				1350.85	1803.57	1211.21	1455.21

T = Testigo

En el cuadro No. 4 se muestran los valores prome - dios de rendimientos de semilla en amaranto expresados en kg/ha. Se observa que el rendimiento mayor es de 1831.15 - kg/ha, correspondiente al tratamiento ocho, con niveles de 45 kg/mz de N, 22 kg/mz de P₂O₅ y 58 kg/mz de K₂O, y los

cuales concuerdan con los rendimientos obtenidos por Rutle como parte del programa de investigación de los lectores de Organic Gardening and Farming (OGF), los cuales fueron de 1970 kilogramos por hectárea (4).

Se puede observar la gran diferencia entre el testigo y la combinación que dio el mayor rendimiento aumentando su potencial productivo hasta 2,257.14 kg/ha para la misma combinación; 45 kg/mz de N, 22 kg/mz de P_2O_5 y 58 kg/mz de K_2O .

La marcada tendencia a aumentar los rendimientos, hasta maximizarlos con una adecuada combinación de nutrientes, nos muestra la capacidad genética del amaranto de, sin sintetizar materia orgánica y, de aprovechar en una forma intensiva los fertilizantes, convirtiendolo en un cultivo con buenas perspectivas de ser involucrado en el proceso tecnológico de producción de nuevas fuentes de alimentos básicos.

- Prueba de SNK

En el cuadro No. 5 se muestran los comparadores para la decisión de significancia entre la diferencia de medias.

CUADRO No. 5

COMPARADORES

2	3	4	5	6	7	8	
2.90	3.50	3.86	4.12	4.32	4.49	4.63	q
75.68	75.68	75.68	75.68	75.68	75.68	75.68	S \bar{x}
219.47	264.88	292.12	311.80	326.94	333.80	350.40	W
9	10	11	12	13	14	15	
4.74	4.85	4.94	5.40	5.11	5.18	5.25	q
75.68	75.68	75.68	75.68	75.68	75.68	75.68	S \bar{x}
358.70	367.00	373.80	408.70	386.70	392.00	397.30	W

De donde:

- q = Valor tabular
- S \bar{x} = Error Estandar
- W = Comparador

CUADRO No. 6

DIFERENCIA DE MEDIAS

	8	10	12	7	14	6	3	4	5	2	1	13	11	9	15
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	Ns	*	Ns	
15	1452	1149	1019	1005	914	815	718	578	561	512	460	333	288	168	---
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	Ns	Ns		
9	1287	981	851	837	746	647	550	410	392	345	292	165	121	---	
	*	*	*	*	*	*	*	*	Ns	Ns	Ns	Ns			
11	1167	860	730	716	625	527	429	289	277	224	171	44	---		
	*	*	*	*	*	*	*	Ns	Ns	Ns	Ns				
13	1122	816	686	672	518	482	385	245	228	179	127	---			
	*	*	*	*	*	*	Ns	Ns	Ns	Ns					
1	995	689	559	545	453	355	258	118	101	52	---				
	*	*	*	*	*	*	Ns	Ns	Ns						
2	942	636	506	493	401	303	205	66	48	---					
	*	*	*	*	*	Ns	Ns	Ns							
5	896	588	458	444	353	254	157	17	---						
	*	*	*	*	*	Ns	Ns								
4	877	571	441	427	336	237	140	---							
	*	*	Ns	Ns	Ns	Ns									
3	737	431	301	287	196	91	---								
	*	*	Ns	Ns	Ns										
6	640	334	203	190	98	---									
	*	Ns	Ns	Ns											
14	541	235	105	91	---										
	*	Ns	Ns												
7	460	144	14	---											
	*	Ns													
12	436	130	---												
	*														
10	306	---													
8	---														

* = Significancia

N.S. = No Significancia

CUADRO No. 7
PRESENTACION DE MEDIAS

8	a				
10	b				
12	b	c			
7	b	c			
14	b	c			
6		c	d		
3		c	d	e	
4			d	e	f
5			d	e	f
2			d	e	f
1				e	f
13					f g
11					f g
9					g h
T					h

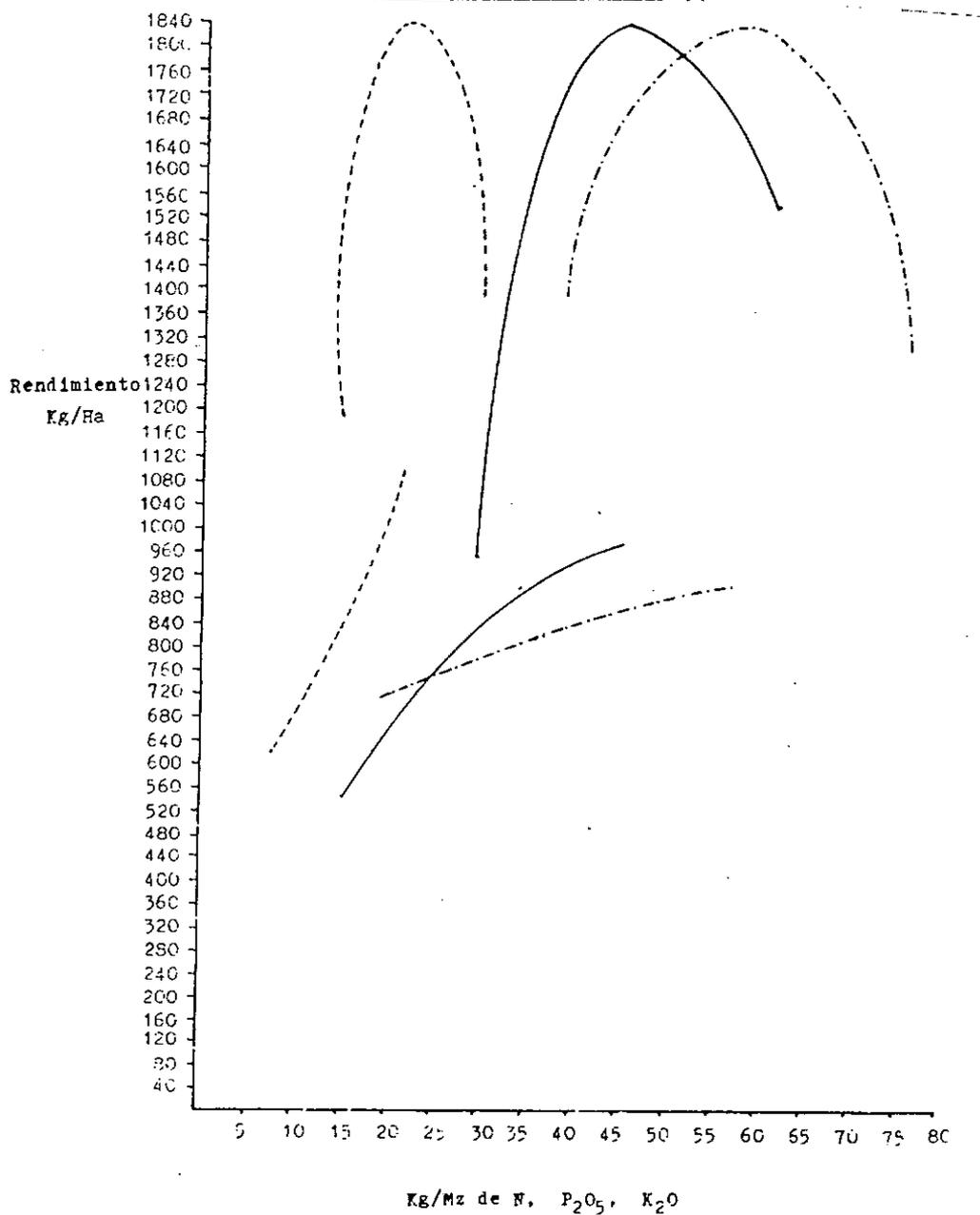
T = Testigo

La prueba de SNK demostró que el tratamiento ocho - (45-22-58 kg/mz de N-P₂O₅-K₂O respectivamente) fue el que - presentó rendimientos superiores y estadísticamente es di - ferente a los demás. Los tratamientos 10, 12 7 y 14 presen - taron rendimientos similares, en los cuales el aumento de K₂O resulta ser limitante para el tratamiento 14. Todos es - tos tratamientos difieren significativamente del testigo que ocupó el último lugar en cuanto a rendimiento.

GRAFICA No. 1

EFFECTO DE NIVELES DE N, P₂O₅, K₂O SOBRE EL RENDIMIENTO
EN SEMILLA DE AMARANTO EN KG/HA

———— N-22-57 - - - - - 45-P₂O₅ -57 - · - · - 45-22-K₂O
———— N-15-38 - - - - - 30-P₂O₅ -38 - · - · - 30-15-K₂O



En la gráfica No. 1 se puede apreciar que con niveles de 22 y 57 kg/mz de fósforo y potasio respectivamente, existe un mayor rendimiento con la presencia de 45 kg/mz - de nitrógeno y al aumentar el nivel de éste, los rendimientos decrecen considerablemente, además se puede apreciar - que N-15-38 aumenta los rendimientos proporcionalmente a la cantidad de nitrógeno.

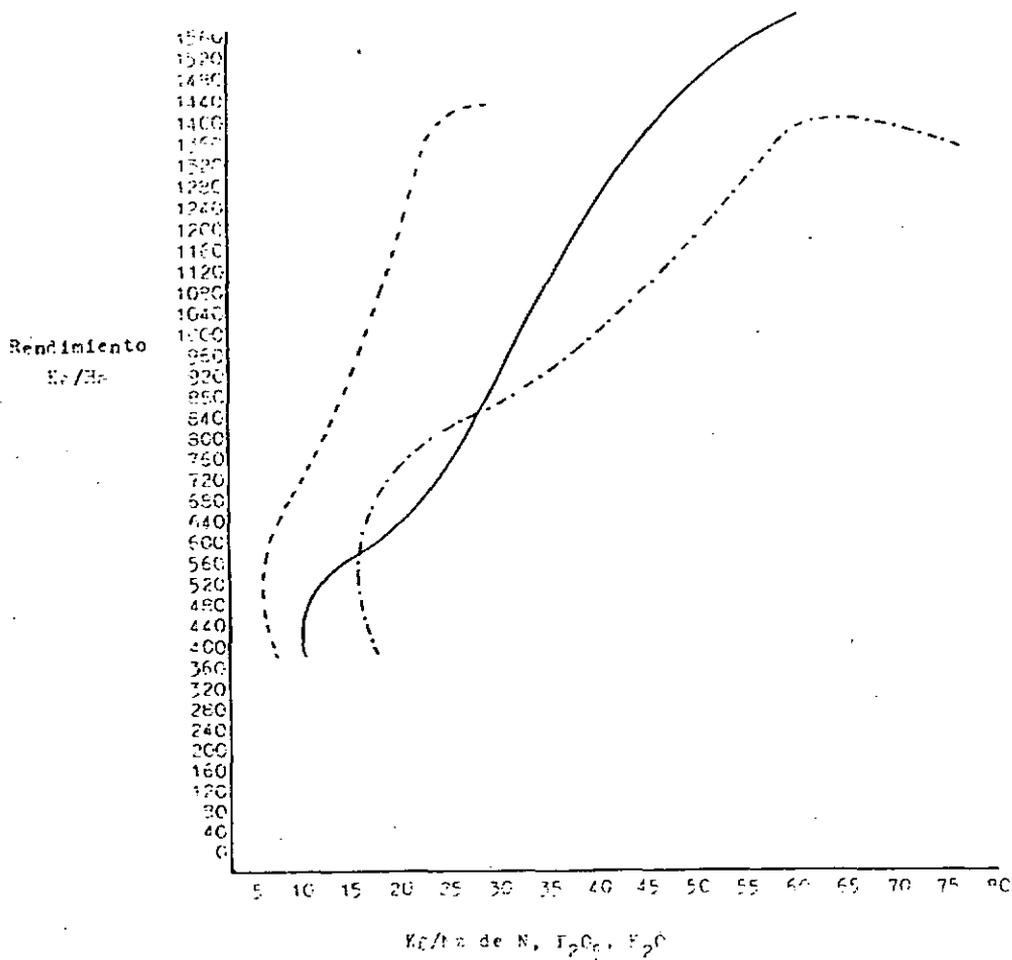
Se aprecia que cuando se aplican dosis hasta 45 - 57 kg/mz de nitrógeno y potasio respectivamente existe un mayor rendimiento con la presencia de de 22 kg/mz de fósforo y al aumentar éste, los rendimientos disminuyen, además se observa que P_2O_5 -30-38 kg/mz aumentan los rendimientos proporcionalmente a la cantidad de fósforo.

Además con niveles de 45 y 22 kg/mz de nitrógeno y fósforo respectivamente, existe un mayor rendimiento con la presencia de 57 kg/mz de potasio y al aumentar el nivel de éste, los rendimientos decrecen considerablemente, además se aprecia que 30-15- K_2O aumenta los rendimientos proporcionalmente a la cantidad de potasio.

GRAFICA No. 2

RESPUESTA DE Amarantus hypochondriacus L. A LA APLICACION
DE N, P₂O₅ Y K₂O

_____ N - - - - - P₂O₅ - . - . - . - . - K₂O



En la gráfica No. 2 se aprecia un aumento proporcional de los rendimientos con la aplicación creciente de niveles de nitrógeno.

Se aprecia que cuando se aplican dosis hasta 22 - kg/mz de fósforo existe un rendimiento creciente, decreciendo posteriormente con aplicaciones superiores a este límite.

Además con niveles hasta 57 kg/mz de potasio se obtienen rendimientos proporcionales a su aplicación, disminuyendo los rendimientos con aplicaciones por encima de este nivel.

Lo anterior demuestra que el amaranto es más exigente en N; la respuesta teórica (ver curva de gráfica No 2), aún lenta, después de los 45 kg de N/mz en rendimiento es una característica de su capacidad genética de sintetizar y almacenar proteína.

CUADRO No. 8

ANALISIS ECONOMICO

Trata- miento	Rendimiento kg/ha	Ingreso Bruto Q.	Costo Total Q.	Ingreso Neto Q.	Rentabi- lidad %
1	835.78	1470.97	694.65	776.32	112.00
2	888.32	1563.44	712.57	850.87	119.00
3	1231.87	2168.09	703.98	1464.11	207.98
4	953.93	1678.91	721.89	957.01	132.57
5	936.50	1648.24	711.56	936.67	131.54
6	1191.21	2096.53	744.95	1351.58	181.43
7	1380.84	2430.28	720.88	1709.40	237.13
8	1831.15	3222.82	738.79	2484.03	336.22
9	543.76	957.02	677.75	279.27	41.21
10	1524.04	2683.89	755.71	1828.17	255.15
11	664.37	1169.29	685.33	483.96	70.62
12	1394.65	2454.58	767.46	1687.11	219.83
13	708.90	1247.66	676.74	570.92	84.36
14	1289.53	2269.57	756.71	1512.86	199.92
T	375.94	661.65	630.39	41.26	6.65

T = Testigo

En el cuadro No. 8 se presentan los resultados del análisis económico para los 14 tratamientos y el testigo.

Se puede apreciar que todos los ingresos netos son positivos, debido en gran parte al precio que actualmente posee la semilla de amaranto (Q. 0.80 lb.).

Para el tratamiento No. 8 se aprecia una rentabilidad positiva alta del 336.22% comparada con el testigo la cual fue de 6.65%.

La tasa marginal de retorno a capital (TMRC) se obtiene mediante la fórmula:

$$T.M.R.C. = \frac{IN \text{ Marginal}}{CT \text{ Marginal}}$$

Al calcular la TMRC con el ingreso neto y costos totales tanto del testigo como del mejor tratamiento (8), se tiene:

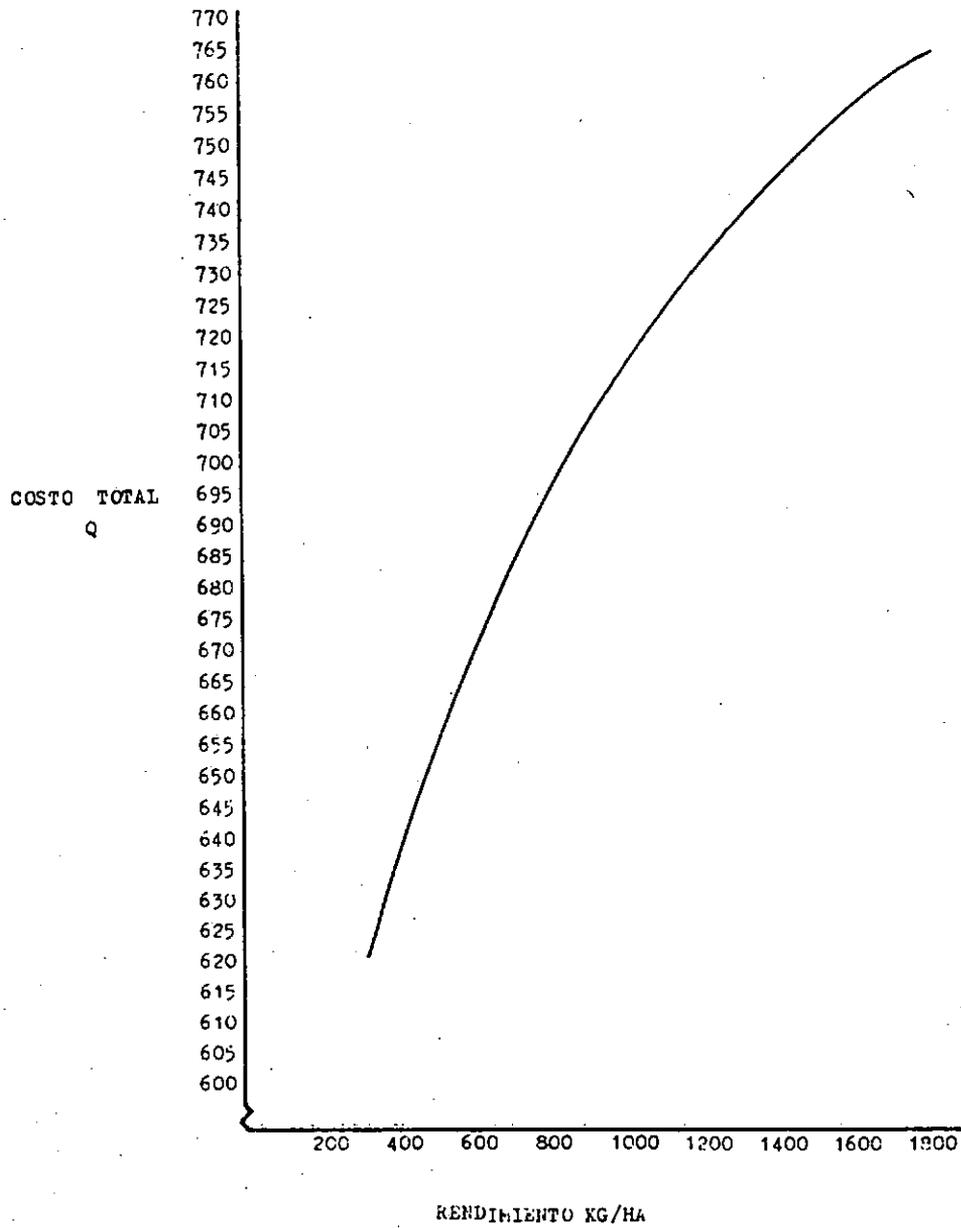
C.T. para el testigo = Q. 620.39	diferencia
C.T. para el mejor tratamiento = 738.79	= Q.118.40
I.N. para el testigo = Q. 41.26	diferencia
I.N. para el mejor tratamiento = Q. 2484.03	= Q. 2442.77

De donde $\frac{2442.77}{118.40} = 20.63$. Es decir, que con aplicación adecuada de fertilizantes, el incremento obtenido por cada quetzal extra invertido, respecto a la no aplicación será de Q. 20.63.

Lo anterior demuestra que, el amaranto además de presentar respuesta positiva en el rendimiento con la aplicación de fertilizantes, también muestra respuesta a la inversión en capital convirtiéndolo en un cultivo rentable, lo cual, estimula al productor para su futura producción.

GRAFICA No. 3

ANALISIS DE REGRESION ENTRE COSTO TOTAL Y RENDIMIENTO



La gráfica No. 3 muestra el análisis de regresión - entre el costo total expresado en quetzales y el rendimiento expresado en kilogramos por hectárea de semilla. La curva corresponde al modelo logarítmico el cual está expresado por la siguiente fórmula:

$$Y = b_0 \times X^{b_1}$$

COEFICIENTES:

$$b_0 = 318.0905 \quad b_1 = 0.1171$$

PARAMETROS:

$$\begin{aligned} F. \text{ calculada} &= 58.5741 & \text{Correlación} &= 0.90464 \\ \text{determinación} &= 0.81837 \end{aligned}$$

La gráfica muestra una proporcionalidad directa entre costo total y el rendimiento, así por ejemplo: con un costo total de 641.58 quetzales se obtiene un rendimiento de 400 kilogramos por hectárea hasta alcanzar un rendimiento de 1800 kilogramos por hectárea con un costo total de 765.14 quetzales.

Lo anterior demuestra que a medida que se aumentan los costos y más específicamente en lo que a fertilización se refiere se observa un aumento considerable en la producción de semilla, estabilizandose la curva con costos superiores a 765 quetzales.

VII. CONCLUSIONES

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

1. El Amaranthus hypochondriacus L. sí muestra una marcada respuesta a la fertilización, en cuanto al rendimiento de semilla.
2. Los diferentes niveles de nutrientes (N , P_2O_5 , K_2O), si influyen en el rendimiento de semilla en el amaranto, aceptándose la hipótesis planteada.
3. El tratamiento "8", cuyos niveles fueron de 45 kg/mz de N , 22 kg/mz de P_2O_5 y 58 kg/mz de K_2O , fue el que mejor rendimiento produjo.
4. El N tiene efecto positivo en niveles de 30 a 45 kg/mz- cuando se combina con niveles de 22 kg/mz de P_2O_5 y 57 kg/mz de K_2O y cantidades mayores de 45 kg/mz tienen efecto negativo. Con niveles de 15 kg/mz de P_2O_5 y 38 kg/mz de K_2O , los diferentes niveles de N muestran efecto positivo, sin embargo es posible que con el aumento de N y dosis hasta de 60 kg/mz de K_2O y la misma dosis de P_2O_5 haya aún respuesta positiva en el rendimiento.
5. La inversión para el de 45 kg/mz de N , 22 kg/mz de P_2O_5 y 58 kg/mz de K_2O , alcanzó una máxima rentabilidad del 336.22%.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda hacer fertilizaciones en amaranto hasta nivelar el suelo con cantidades de: 45 kg/mz de N, 22 kg/mz de P_2O_5 y 57 kg/ma de K_2O .
2. Realizar investigaciones similares en áreas donde ya se cultiva el amaranto en forma comercial.
3. Hacer un estudio sobre las necesidades hídricas del cultivo debido a que mostró susceptibilidad a la falta de drenaje.
4. Realizar estudios de este tipo para observar respuesta en la producción de hoja, ya que en el mercado la mayor demanda es como hortaliza.

BIBLIOGRAFIA

1. ALEJANDRE ITURBIDE, G. y GOMEZ LORENCE, F. Fertilización y densidad de población en amaranto, (Amaranthus hypochondriacus L.). Revista Chapingo (México) no. 29:22-27. 1981.
2. HOLDRIDGE, L.R. Ecología basada en zonas de vida. Trad. por Humberto Jimenez. San José, Costa Rica, IICA, 1982. 216 p.
3. REYES CASTAÑEDA, P. Diseños de experimentos aplicados. México, Trillas, 1981. pp. 197-217.
4. SANCHEZ MARROQUIN, A. Potencial agroindustrial del amaranto. México, Centro de Estudios Económicos y Sociales del Tercer Mundo, 1980. 250 p.
5. SIMMONS, C.S., TARANO, J.M. y PINTO J.H. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirano Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra, 1959. 1000 p.
6. TURRENT FERNANDEZ, A. y LAIRD, R.J. La matriz experimental Plan Puebla para ensayos sobre prácticas de producción de cultivos. 3 ed. Chapingo, México, Colegio de Post-graduados, 1978. 120 p.

Vs. Bz
Clay Ramirez



Indicador

A P E N D I C E

CUADRO No. 1A

PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO

pH	ppm			meg/100 grs. de suelo		
	N	P	K	Ca	Mg	Ca/Mg
6.9	9	5	12	3.5	0.60	5.8/1

CUADRO No. 2A

NIVELES DE FERTILIZACION

Fertilizantes	Niveles de fertilizantes (kg/mz)			
	1	2	3	4
N	15	30	45	60
P ₂ O ₅	8	15	22	29
K ₂ O	19	38	57	76

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Referencia
Asunto
.....

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

"IMPRIMASE"

A large, stylized handwritten signature in black ink, overlapping the circular stamp.



ING. AGR. CESAR A. CASTAÑEDA S.
D E C A N O