

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

COMPORTAMIENTO DE DOS VARIETADES DE MAIZ (*Zea mays* L.) BAJO
DISTINTAS CONDICIONES DE MANEJO DE INSECTICIDA Y FERTILIZANTE

TESIS SOMETIDA A LA CONSIDERACION DE LA COMISION DEL
PROGRAMA CONJUNTO DE ESTUDIOS DE POSGRADO EN CIENCIAS
AGRICOLAS Y RECURSOS NATURALES DE LA UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA Y EL CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTI
GACION Y ENSEÑANZA, PARA OPTAR AL GRADO DE:

MAGISTER SCIENTIAE

POR

ELEONOR VARGAS AGUILAR

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION VEGETAL
TURRIALBA, COSTA RICA

1987

DEDICATORIA

A MI HIJA, MARIA JOSE

A MI FAMILIA,

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento a mi primer profesor consejero Sr. Richard Haukins, por haberme orientado en la mayor parte de este trabajo de graduación.

Al Sr. José Arze B. por su participación como profesor consejero, en la parte final, lo que hizo posible su presentación.

A los señores Julio Henao y Gustavo López, por su gran colaboración en el análisis estadístico.

A don José Fargas, don Joseph Saunders y don Donald Kass, por su participación como miembros del comité.

Al personal de "La Montaña" y del Laboratorio de Fisiología Vegetal, por su valiosa colaboración en el trabajo de campo.

A mi hija, por tanta ternura y a mi familia, por su dedicación a ella.

BIOGRAFIA

La autora nació y cursó sus estudios primarios y secundarios y universitarios en San José, Costa Rica.

Se graduó de Ingeniero Agrónomo en Fitotecnia en 1978 en la Universidad de Costa Rica.

En marzo de 1982 ingresó al sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad de Costa Rica y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (UCR-CATIE), Turrialba, C.R., para Graduarse de Magister Scientiae en 1987.

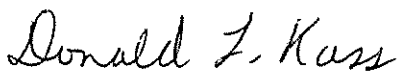
Esta tesis fue aceptada por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales de la Universidad de Costa Rica y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, como requisito parcial para optar al grado de:

Magister Scientiae



JOSE ARZE B, M.S.

PROFESOR CONSEJERO



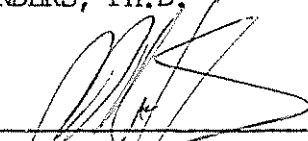
DONALD KASS, Ph.D.

MIEMBRO DEL COMITE




JOSEPH SAUNDERS, Ph.D.

MIEMBRO DEL COMITE



Director del Programa de Estudios de
Posgrado en Ciencias Agrícolas
y Recursos Naturales



Decano del Sistema de Estudios de
Posgrado de la Universidad de
Costa Rica



Eleonor Vargas A, Candidata

CONTENIDO

	PAGINA
RESUMEN	x
SUMMARY	xi
LISTA DE CUADROS	xii
LISTA DE FIGURAS	xvi
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	2
2.1 Formación del rendimiento en maíz	2
2.1.1 Intercepción de radiación por el follaje	2
2.1.2 Eficiencia en la conversión de energía a biomasa	4
2.1.3 Partición de materia seca	7
2.1.4 Componentes de rendimiento	8
2.1.4.1 Número de granos	8
2.1.4.2 Peso del grano	12
2.2 Daño de plagas en las raíces	16
2.2.1 Efecto en el crecimiento	16
2.2.2 Daño de los insectos	17
2.2.3 Daño de los nematodos	19
2.3 Deficiencias minerales y de agua y su relación con el desarrollo del maíz	20
2.3.1 Nutrimientos	20
2.3.2 Agua	22
2.3.2.1 Déficit de agua durante los estados tempranos de desarrollo	23
2.3.2.2 Deficiencia de agua y el desarrollo de la inflorescencia	25

2.4	Variación varietal	27
2.4.1	Producción de materia seca	27
2.4.2	Rendimientos	29
3.	MATERIALES Y METODOS	33
3.1	Localización del experimento	33
3.2	Descripción del experimento	33
3.3	VARIABLES medidas	36
3.4	Análisis estadístico	38
4.	RESULTADOS	39
4.1	Variación de la población de insectos y nematodos del suelo en las raíces del maíz, durante el crecimiento..	39
4.1.1	Insectos	39
4.1.1.1	Chinche de la raíz (<u>Cyrtomenus</u> spp)...	39
4.1.1.2	Gallina ciega (<u>Phyllophaga</u> spp).....	41
4.1.1.3	Gusano de la raíz (<u>Diabrotica</u> spp)....	41
4.1.2	Nematodos	43
4.2	Variación de las características biológicas del maíz durante el crecimiento.....	43
4.2.1	Producción de biomasa	43
4.2.1.1	Biomasa aérea	44
4.2.1.2	Biomasa de las raíces	47
4.2.1.3	Biomasa de los tallos	47
4.2.1.4	Biomasa de las hojas	50
4.2.1.5	Biomasa de las inflorescencias	50
4.2.2	Altura	53
4.2.3	Area Foliar	55

4.2.4	Rendimiento	58
4.2.4.1	Peso total de grano	58
4.2.4.2	Componentes de rendimiento	60
4.2.4.2.1	Número de plantas	60
4.2.4.2.2	Número de mazorcas por planta	60
4.2.4.2.3	Número de granos por planta	61
4.2.4.2.4	Peso de un grano	62
4.2.5	Índice de cosecha	62
4.3	Variación de las características fisiológicas del maíz durante el crecimiento	63
4.3.1	Apertura de estomas	63
4.3.2	Contenido de nutrimentos minerales	63
4.3.2.1	Nitrógeno.....	66
4.3.2.2	Fósforo	67
4.3.2.3	Potasio	67
4.3.2.4	Calcio	68
4.3.2.5	Magnesio	68
4.3.3	Luz interceptada	68
4.3.4	Tasa de crecimiento del cultivo	71
5.	DISCUSION	74
5.1	Factores bióticos	74
5.1.1	Insectos	74
5.1.2	Nematodos	75
5.2	Estado hídrico y nutricional de las plantas	75

5.2.1	Agua	75
5.2.2	Nutrimientos	76
5.3	Crecimiento	77
5.3.1	Comportamiento de las variedades	77
5.3.2	Efecto de fertilizante	78
5.3.3	Efecto del insecticida	79
5.4	Rendimiento	80
6.	CONCLUSIONES	83
7.	RECOMENDACIONES	85
8.	LITERATURA CITADA.....	86
9.	APENDICE	98

RESUMEN

Comportamiento de dos variedades de maíz (*Zea mays* L.) bajo distintas condiciones de manejo de insecticida y fertilizante.

Palabras claves: Maíz, variedades, insecticida, fertilizante.

Con el fin de evaluar en el cultivo del maíz, el efecto en el crecimiento y el rendimiento del daño producido en las raíces por los insectos y nematodos del suelo, así como la respuesta varietal a distintas condiciones de manejo, se sembraron dos variedades de maíz, una criolla y otra mejorada, con o sin control de plagas del suelo y con o sin fertilización.

Los tratamientos tuvieron un arreglo factorial considerando tres factores: dos variedades de maíz, dos niveles de fertilización y dos niveles de insecticida al suelo. Se utilizó como variedad criolla, la cultivada por los indígenas de Chirripó Abajo y como variedad mejorada el tuxpeño pB-C7.

El estudio se llevó a cabo en el Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Turrialba, Costa Rica, entre junio y noviembre de 1983, en un terreno previamente cultivado de maíz para aumentar la posibilidad del ataque de insectos del suelo.

Las poblaciones de plagas del suelo fueron muy bajas durante el período de estudio por lo cual el crecimiento del maíz no fue afectado. La apertura estomática y el contenido de nutrimentos tampoco revelaron daño en las raíces.

Hubo diferencias de crecimiento de tipo varietal y debido al fertilizante. La variedad criolla, a la floración mostró mayor crecimiento que la variedad mejorada debido principalmente al mayor peso del tallo. A la cosecha, la mayor producción de biomasa fue para la variedad mejorada debido al mayor rendimiento de granos. El mayor peso de granos se debió a la mayor producción de mazorcas por planta, de granos por planta y de granos de mayor peso.

El efecto del fertilizante en el crecimiento fue evidente en las dos variedades pero sólo en el rendimiento de la variedad mejorada, ya que aumentó el número de granos producidos por planta.

El efecto del insecticida, aunque tendió a mejorar el crecimiento, no fue debido a la protección de la raíz, sino a un aparente efecto estimulante del crecimiento, ya que las poblaciones insectiles y de nematodos fueron bajas. El aumento en el rendimiento que originó su aplicación fue debido a que permitió que mayor número de plantas llegaran a la cosecha.

Behavior of two corn (*Zea mays* L.) varieties under different conditions of insecticide and fertilizer management.

SUMMARY

Two corn varieties, a native and an improved one, were tested with and without soil pest control and with and without fertilization. This was done to evaluate the effect of root damage cause by soil insects and nematodes on plant growth and grain yield, as well as to evaluate varietal response to different management conditions.

Treatments had a factorial design, considering three factors: two corn varieties, two levels of fertilization and two levels of insecticide applied to soil. Native variety was the one grown by indians at "Chirripó Abajo", Costa Rica, and the improved one was tuxpeño pb-C7. It was applied 1 kg ha^{-1} active ingredient of carbofuran.

The study was carried out at CATIE in Turrialba, Costa Rica, between June and November, 1983, in a site previously cultivated with corn, to increase the possibility of insect attack.

Pest population was low during crop period, thus corn growth was not affected. Stomata opening and nutrient contents did not showed root damage.

There were differences in growth due to varieties and fertilizers, at blooming. The native variety showed higher growth, due to stem weight. At harvest time, improved variety showed higher biomass production, due to higher grain yield. Higher grain weight was measured by higher ear production per plant, more grains per plant and grains with higher weight.

The effect of fertilizer on plant growth for both varieties was evident; however, the effect on yield was evident only for the improved variety, as grain number was higher in fertilized plants.

Even there was a tendency of insecticide to increase plant growth, its effect was not due to root protection, as insects and nematodes soil populations were low. Such a difference could be explained on the basis of the apparent stimulant effect which according to literature, is caused by carbofuran on several crops. Increase on yields caused by insecticide is connected to the fact that its application let a higher number of plants to reach its harvest stage.

LISTA DE CUADROS

Cuadro		Página
1.	Descripción de los tratamientos utilizados en la investigación	34
2.	Variación del número de larvas del gusano de la raíz (<u>Diabrotica</u> spp), gallina ciega (<u>Phyllophaga</u> spp) y chinche de la raíz (<u>Cyrtomenus</u> spp) en el ambiente radical del maíz, var. tuxpeño pB-C7 y criolla con y sin insecticida y fertilizante en tres épocas	41
3.	Variación de las poblaciones de <u>Pratylenchus</u> , <u>Helicotylenchus</u> , <u>Tylenchus</u> y <u>Meloydogine</u> dentro de las raíces del maíz var. tuxpeño pB-C7 y criolla, con y sin insecticida y fertilizante en tres edades	42
4.	Pesos secos de las inflorescencias masculina y femenina producidos por el maíz var. tuxpeño pB-C7 y criolla con y sin insecticida y fertilizante.....	52
5.	Alturas de las plantas de maíz var. tuxpeño pB-C7 y criolla con y sin insecticida y fertilizante en tres edades	54
6.	Area foliar e índice de área foliar de las plantas de maíz var. tuxpeño.....	56
7.	Medias de rendimiento, componentes de rendimiento e índice de cosecha del maíz var. tuxpeño pB-C7 y criolla con y sin fertilizante e insecticida.....	59
8.	Resistencia estomática (seg cm^{-1}) a diferentes horas del día y en dos épocas, en las hojas de maíz var. tuxpeño pB-C7 y criolla con y sin insecticida y fertilizante	64
9.	Contenido de nitrógeno, fósforo y potasio en las hojas del maíz, variedad tuxpeño pB-C7 y criolla, con y sin fertilizante e insecticida en tres edades	65
10.	Contenido de calcio y magnesio en las hojas del maíz, variedad tuxpeño pB-C7 y criolla con y sin fertilizante e insecticida en tres edades.....	69

11.	Porcentaje de la radiación fotosintéticamente activa total (RFA) interceptada por las plantas de maíz, var. tuxpeño pB-C7 y criolla, con y sin fertilizante e insecticida en tres edades	71
12.	Tasa de crecimiento del cultivo durante la fase lineal de crecimiento (entre los 44 y 66 días después de la siembra) de las plantas de maíz var. tuxpeño pB-C7 y criolla tratadas con y sin insecticida y fertilizante	72

APENDICE

1A.	Condiciones climáticas durante el período de investigación. Datos tomados en la Estación Meteorológica del CATIE. Turrialba, Costa Rica, 1983	99
2A.	Presencia de insectos a los 10 días después de la siembra en las parcelas de mayor pérdida de plántulas	100
3A.	Análisis de varianza para las poblaciones de insectos del suelo, en el ambiente radical del maíz, var. tuxpeño pB-C7 y criolla con y sin insecticida y fertilizante en tres edades	101
4A.	Análisis de varianza para las poblaciones de nematodos determinados en las raíces del maíz var. tuxpeño pB-C7 y criolla con y sin insecticida y fertilizante, en tres épocas de muestreo	102
5A.	Variación de las poblaciones de los nematodos, <u>Pratylenchus</u> , <u>Helicotylenchus</u> , <u>Tylenchus</u> y <u>Meloidogine</u> en el suelo, en tres épocas de muestreo	103
6A.	Análisis de varianza para el peso seco de la parte aérea de la planta de maíz var. tuxpeño pB-C7 y criolla con y sin insecticida y fertilizante, en tres edades durante el crecimiento y a la cosecha..	104
7A.	Análisis de varianza para el peso seco de hojas, tallos y raíces del maíz var. tuxpeño pB-C7 y criolla con y sin insecticida y fertilizante en tres edades	105

8A.	Análisis de varianza para los pesos secos de las hojas, tallos, raíces, inflorescencia femenina y biomasa aérea del maíz, var. tuxpeño pB-C7 y criolla con y sin insecticida y fertilizante en tres edades	106
9A.	Análisis de varianza para la altura de la planta y el área foliar del maíz var. tuxpeño pB-C7 y criolla con y sin insecticida y fertilizante en tres edades	107
10A.	Análisis de varianza para el rendimiento, componentes de rendimiento e índice de cosecha del maíz var. tuxpeño pB-C7 y criolla con y sin insecticida y fertilizante	108
11A.	Análisis de varianza de la resistencia estomática a diferentes horas del día, a los 22 y 44 días después de la siembra, en las hojas del maíz var. tuxpeño pB-C7 y criolla con y sin insecticida y fertilizante.....	109
12A.	Contenido de los elementos mayores, en los tallos de maíz var. tuxpeño pB-C7 y criolla con y sin insecticida y fertilizante en tres edades	110
13A.	Análisis de varianza para el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio en las hojas y tallos de maíz, var. tuxpeño pB-C7 y criolla, con y sin insecticida y fertilizante, en tres edades	111
14A.	Análisis de varianza para el contenido de calcio y magnesio en las hojas y tallos de maíz, var. tuxpeño pB-C7 y criolla, con y sin insecticida y fertilizante en tres edades.....	112
15A.	Análisis de varianza para la radiación fotosintéticamente activa interceptada por el maíz var. tuxpeño pB-C7 y criolla con y sin insecticida y fertilizante en tres edades	113
16A.	Análisis de varianza para la tasa de crecimiento del cultivo ($\text{g pl}^{-1} \text{día}^{-1}$ y $\text{g m}^{-2} \text{día}^{-1}$) del maíz var. tuxpeño pB-C7 y criolla con y sin insecticida y fertilizante	114
17A.	Matrices de correlación entre diferentes características del maíz var. criolla y tuxpeño pB-C7 con y sin insecticida y fertilizante en tres edades....	115

18A. Matriz de correlación para el rendimiento y las variables del rendimiento con características de la planta a la floración para la variedad criolla 116

19A. Matriz de correlación para el rendimiento y las variables del rendimiento con características de la planta a la floración, para la variedad tuxpeño pB-C7 117

20A. Matriz de correlación para el rendimiento, variables de rendimiento y otras características biológicas de la variedad criolla 118

21A. Matriz de correlación para el rendimiento, variables de rendimiento y otras características biológicas de la variedad mejorada tuxpeño pB-C7 119

LISTA DE FIGURAS

FIG.		PAGINA
1.	Variaciones en la biomasa total aérea por planta en el maíz de la variedad criolla en los diferentes tratamientos	45
2.	Variaciones en la biomasa total aérea por planta en el maíz de la variedad mejorada en los diferentes tratamientos.....	45
3.	Producción de biomasa final por planta de la variedad de maíz criolla y la variedad de maíz mejorado en cuatro condiciones de manejo. Relación de la parte vegetativa y la producción de grano	46
4.	Variación de la biomasa de las raíces en la variedad criolla y en la variedad mejorada, 22, 44 y 66 dds, en cuatro condiciones de manejo	48
5.	Variación de la biomasa de los tallos en la variedad criolla y la variedad mejorada 22, 44 y 66 dds, en cuatro condiciones de manejo	49
6.	Variación de la biomasa de las hojas en la variedad criolla y la variedad mejorada 22, 44 y 66 dds, en cuatro condiciones de manejo	51
7.	Variación del índice de área foliar en la variedad criolla	57
8.	Variación del índice de área foliar en la variedad mejorada	57