

INSTITUTO SUPERIOR DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL

EFFECTO DE DENSIDAD DE SIEMBRA Y MALEZAS  
SOBRE EL NIVEL POBLACIONAL DE *Dalbulus maidis*

(Del & W) EN DOS VARIEDADES DE MAIZ EN NICARAGUA

Tesis por:

Alberto José Sediles Jaen

Asesor:

Ph.D Falguni Guharay

Managua , Nicaragua ,1989

## A G R A D E C I M I E N T O S

Expreso mi agradecimiento a todas las personas e Instituciones que brindaron su apoyo para que en conjunto con el autor se hiciera una realidad el presente estudio, con especial estima a María Francysca Molina y Paulino Díaz.

Al Ph.D Falguni Guharay por la viosa asesoría que me brindó durante el desarrollo del presente estudio, posibilitándome llevarlo hasta su efectiva conclusión.

Al Ms Frank Turley por todos los aportes y facilidades que me brindó durante toda la ejecución del trabajo.

A la Dirección General de Investigación de Granos Básicos, a la Dirección General de Agricultura, al Centro Nacional de Protección Vegetal y a la Escuela de Sanidad Vegetal. ISCA, por las facilidades de tierra, maquinaria y apoyo logístico que me prestaron.

**D E D I C A T O R I A**

A la memoria de los héroes y mártires de la

**Revolución Popular Sandinista,**  
seguro que su caída no ha sido en vano.

A mis **Padres y Hermanos-**

A mi esposa **Zaida del Carmen.**

A mi hijo **Dwight Anthony.**

## INDICE GENERAL

<u>SECCION</u>	<u>PAGINA</u>
AGRADECIMIENTO .....	i
DEDICATORIA .....	ii
INDICE DE CUADROS .....	iii
INDICE DE FIGURAS .....	iv
RESUMEN .....	v
I. INTRODUCCION.....	1
II. OBJETIVOS .....	7
III. MATERIALES Y METODOS.....	8
IV. RESULTADOS .....	13
- Sobre el comportamiento población de <u>D. maidis</u> .....	13
- Sobre la incidencia de la enfermedad del achaparramiento.....	18
- Sobre el rendimiento .....	21
- Sobre la población de <u>D. maidis</u> , la inci- dencia de la enfermedad y el rendimiento.	21
V. DISCUSION .....	27
VI. CONCLUSIONES .....	32
VII. RECOMENDACIONES .....	33
VIII BIBLIOGRAFIA .....	34

## INDICE DE CUADROS

<u>CUADRO</u>	<u>PAGINA</u>
1. Nivel poblacional de <u>Dalbulus maidis</u> por manzana y por hectárea en todos los tratamientos estudiados. San Cristobal, Managua, Nicaragua 1987-88.	14
2. Efecto de factores densidad, variedad y malezas sobre el nivel poblacional de <u>Dalbulus maidis</u> . San Cristobal, Managua, Nicaragua 1987-88 .....	15
3. Porcentaje de plantas sanas y rendimiento en Kg por hectárea en todos los tratamientos estudiados. San Cristobal, Managua, Nicaragua 1987-88..	19
4. Efecto de los factores, densidad, variedad y malezas sobre el porcentaje de plantas sanas y el rendimiento en Kg por hectárea. San Cristobal, Managua, Nicaragua, 1987-88 .....	20
5. Datos climatológicos registrados en diferentes meses en el campo experimental San Cristobal, Managua Nicaragua 1987-88 .....	

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PAGINA
1. Dinámica poblacional de <u>D. maidis</u> durante todo el ciclo en todos los tratamientos estudiados; tratamiento 1(A), tratamiento 2(B), tratamiento 3(C), tratamiento 4(D), tratamiento 5(E), tratamiento 6(F), tratamiento 7(G), y tratamiento 8(H). San Cristobal, Nicaragua, 1987-88 .....	16
2. Número promedio de <u>D. maidis</u> por planta durante el ciclo para todos los tratamientos estudiados. San Cristobal, Nicaragua, 1987-88 .....	17
3. Relación entre el número de <u>D. maidis</u> por planta (promedio durante el ciclo) (X) y el % de plantas con achaparramiento en las diferentes parcelas (Y). San Cristobal, Nicaragua, 1987-88.....	23
4. Relación entre el porcentaje de plantas con achaparramiento (X) con el rendimiento (kg/Ha) (Y) en diferentes parcelas. San Cristobal, Nicaragua, 1987-88 .....	24
5. Relación entre el número de <u>D. maidis</u> por planta (X) con el rendimiento (kg/Ha) (Y) en diferentes parcelas. San Cristobal, Nicaragua 1987-88.....	25

## R E S U M E N

El maíz (Zea mays) en Nicaragua representa uno de los alimentos de mayor consumo popular, siendo actualmente cultivado en las diferentes regiones agrícolas del país.

En Nicaragua han sido reportados como los mayores problemas en la producción de maíz la enfermedad del achaparramiento y el gusano cogollero, Spodoptera frugiperda.

Patógenos del tipo espiroplasma y micoplasma se conocen como causantes de la enfermedad del achaparramiento del maíz y ambos pueden ser transmitidos por el insecto vector conocido como la chicharrita del maíz, Dalbulus maidis (Del & W).

Con el objetivo de estudiar el efecto de la densidad de las plantas y la presencia y ausencia de malezas sobre el nivel poblacional de D. maidis en una variedad tolerante y una susceptible a la enfermedad del achaparramiento, se realizó un experimento durante el período comprendido entre los meses de noviembre 1987 y marzo 1988.

Los resultados indicaron que los factores en estudio no mostraron efecto estadísticamente significativo sobre el nivel poblacional de D. maidis, cuando estos fueron considerados por separados no obstante, en el tratamiento número siete la inte-

racción de alta densidad de plantas, variedad tolerante y presencia de malezas hasta los 28 DDS obtuvo el promedio más bajo de D. maidis por planta, el mayor rendimiento de grano por area y el mayor porcentaje de plantas sanas, aún cuando esta diferencia no resultó estadísticamente significativa entre los tratamientos estudiados, se observó el efecto positivo de la presencia de malezas hasta los 28 DDS en la interacción.

## I N T R O D U C C I O N

El maíz representa uno de los alimentos de mayor consumo popular sobre todo en el continente americano de donde es originario y junto con el sorgo, el trigo y el arroz dominan la producción agrícola mundial porque directa e indirectamente son los más importantes recursos de carbohidratos constituyéndose así en una fuente barata de calorías indispensables para el adecuado funcionamiento del organismo humano. En Nicaragua el maíz es cultivado en las diferentes regiones agrícolas del país.

En Nicaragua han sido reportados como los dos problemas mayores en la producción de maíz la enfermedad del achaparramiento y la plaga conocida como el gusano cogollero, S. frugiperda (Power, 1983).

La detección inicial de la enfermedad del achaparramiento del maíz fue en el año 1956 en el departamento de Managua (Salar, 1964). La magnitud de los daños puede fluctuar entre el 60 y 100 por ciento durante algunas épocas de siembra (Urbina, 1982).

Los patógenos causantes del achaparramiento son un espiroplasma y un micoplasma y ambos pueden ser transmitidos por el insecto vector conocido como chicharrita del maíz, D. maidis (Del S.W) (Nault 1980).

El vector D. maidis necesita un período de alimentación de 2-5 días para adquirir el patógeno y tras un período de incubación de 14-23 días lo trasmite hasta su muerte (Llano, 1983). Dalbulus sp se encuentra distribuido en todo el continente americano (Sarnes, 1954), siendo D. maidis la especie más conocida, encontrándose desde el sur de los Estados Unidos hasta Uruguay (Gamez et al., 1979).

D. maidis es un pequeño saltahoja de 3 a 4mm de longitud, de color blanco amarillento y con un punto negro al lado de cada carena. En el Salvador, Ancalmo (1962) determinó que el ciclo biológico de este insecto dura de 20-25 días pasando por cinco estadios ninfales.

D. maidis aparentemente tiene un limitado rango de hospedantes, maíz (*Zea mays* L); teosinte (*Euchlaena mexicana* Schrad) (Kunkel, 1948) y gamagrass (*Tripsacum dactyloides* L) (Pitre et al 1966) son los únicos hospedantes reportados. Aunque otras especies de Dalbulus son conocidas como vectores de patógenos causantes del achaparramiento, hasta la fecha solo D. maidis ha sido identificado en Nicaragua, siendo encontrado únicamente en maíz como planta hospedera (Power y Gadea, 1983).

Aparentemente la distribución de la población de D. maidis en el campo en las diferentes épocas del año no tiene un patrón uniforme saenz (1971) reporta que existen dos períodos, bien

marcados de incidencia del vector con correlación altamente significativa con la cantidad de precipitación registrada: el primer período se inicia desde la primer semana de noviembre hasta la primer semana de mayo presentándose altas poblaciones y bajas precipitaciones, el segundo período se ubica desde la segunda semana de mayo hasta los últimos días de octubre presentando bajas poblaciones y un incremento en las precipitaciones. Power et al. (1982) reporta que el comportamiento poblacional de este vector durante el período 1971-1975 fué muy errático y Obando et al. (1986) tomando datos de dinámica poblacional durante todo el año obtuvieron dos grupos poblacionales durante el año; uno de julio a diciembre con las mayores poblaciones y el máximo en las siembras del 16 de octubre, y un segundo grupo de enero a junio con menores poblaciones.

A partir de 1968 ante la fuerte incidencia de la enfermedad el Programa de Mejoramiento de Maíz en Nicaragua se ve en la imperiosa necesidad de desarrollar materiales con características de resistencia a la enfermedad y actualmente es muy utilizada la variedad NB-6 la cual presenta características de tolerancia a la enfermedad. Esta variedad aún sus características puede sufrir daños por la incidencia de la enfermedad debido a la presencia de altas poblaciones del vector ( Com. personal, Obando. R, 1987).

Actualmente no disponemos de suficiente información en relación a un método efectivo que nos ayude a reducir las poblaciones del vector y disminuir la presión de altas poblaciones sobre los cultivos de maíz. Rizo (1983) recomienda prácticas tales como: manejo de épocas de siembra, uso de variedades tolerantes y la aplicación de furacán al momento de la siembra. Power y Gadea (1983) concluyen que no se puede recomendar ninguna aplicación de insecticidas para el control del vector D. maidis y Anderson (1987) menciona que otros investigadores están iniciando una estrategia diferente de lucha contra el vector D. maidis ante su resistencia a los insecticidas.

Así pues, para lograr mayor éxito en la protección del cultivo contra la incidencia de la enfermedad sería muy importante el disminuir la presión de altas poblaciones del vector sobre el cultivo principalmente en las primeras etapas de desarrollo y podrían ser medidas culturales una alternativa real ante las dudas y peligros que ofrece el control químico. Una más promisoría estrategia estaría asociada a un mejor entendimiento del comportamiento del vector frente a manejos diferentes de los agroecosistemas actuales.

Es bien conocido que la densidad de plantas de un cultivo puede afectar el número poblacional de insectos plagas presentes. Varios estudios han demostrado que poblaciones de áfidos son menores en cultivos de alta densidad de plantas (Perrin y

Phillips, 1978; Horn, 1981) y que la incidencia de la enfermedad es también reducida (Way y Heathcote 1966; Heathcote, 1970; Farrell, 1976).

Resultados similares a los anteriores fueron también encontrados por otros investigadores (A'Brook, 1968; A'Brook, 1973; Blencowe y Tinsley, 1951). Power y Gadea (1983) en experimento preliminar obtuvieron un efecto similar sobre poblaciones de D. maidis y la incidencia de la enfermedad. Un nuevo estudio realizado en dos localidades de Nicaragua sugirió que la siembra en densidades altas puede resultar en niveles más bajo de D. maidis y de la incidencia de la enfermedad del achaparramiento (Power, 1983).

Otros estudios con saltahojas también resultaron en una disminución de población de los mismos cuando se incrementó la población de las plantas (Mayse, 1978).

Es también conocido que el efecto visual que produce el contraste entre la superficie del suelo y el cultivo podría resultar ser un factor que no motive la colonización por poblaciones insectiles. Algunos estudios indican que especies de áfidos prefieren para su colonización cultivos de suelos desnudos en relación a cultivos con suelos completamente cubiertos (Smith, 1969; Smith, 1976; Horn, 1981).

Power y Gadea (1983) encontraron poblaciones más altas de D. maidis por planta de maíz con densidad normal y sin cobertura de suelo en relación a otros tratamientos con cobertura de suelo.

Altieri et al (1977) encontraron que poblaciones de la charrita Empoasca Kraemeri fueron más altas significativamente en los cultivos de frijol con malezas en relación a los cultivos libres de malezas. Cardona et al (1981) encontraron diferencias significativas entre los niveles de población de E. Kraemeri en cultivo de frijol con varios tipos de cobertura de suelo.

En relación a la atracción preferencial entre variedades de maíz por parte de Dmaidis Power y Gadea (1984) mencionan que se ha observado que las poblaciones del vector varían entre variedades diferentes de maíz. Sin embargo, Obando et al (1986) encontraron poblaciones similares en estudio realizado con cinco variedades de maíz.

Ante la poca información específica existente del impacto de la densidad de plantas, así como de la presencia o ausencia de malezas y de la variedad, sobre el nivel poblacional de D. maidis en el cultivo del maíz y con el afán de contribuir a la creación de una base de conocimiento sobre los resultados de estas interacciones se condujo el presente ensayo.

## O B J E T I V O S

En el presente estudio fueron planteados los siguientes objetivos:

- Determinar el efecto de la densidad de siembra sobre el nivel poblacional de D. maidis.
- Determinar el efecto de la presencia de malezas sobre el nivel poblacional de D. maidis.
- Determinar el efecto de variedades de maíz tolerante y susceptible a la enfermedad del achaparramiento del maíz sobre el nivel poblacional de D. maidis.
- Determinar el efecto de cada factor por separado así como el efecto de sus posibles interacciones todo relacionado con el nivel poblacional de D. maidis.

## M A T E R I A L E S Y M E T O D O S

El presente estudio se realizó en el Centro Nacional de Investigación de Granos Básicos, San Cristobal ubicado a la altura del Km. 14 carretera Panamericana Norte, departamento de Managua. Está localizado entre las coordenadas 12°05' - 12°06' latitud Norte y 86°09' - 86°08' longitud Oeste, con una precipiticación pluvial anual de 1118,4mm, correspondiendo el 92% de ésta a la época lluviosa (mayo-octubre). La clasificación del clima es tropical de sabana según Koppen.

La localidad San Cristobal se encuentra a 56msnm, con una humedad relativa de 81,6% en época lluviosa y 71,6% en época seca. La temperatura promedio anual es de 26,9°C, con máximo en el mes de abril 28,8°C y con mínima en el mes de diciembre 25,5°C. La velocidad del viento alcanza promedio de 10,5 km/hora. La radiación solar es de 2465 horas luz. Los suelos son de textura franco a franco arenoso y el ph de 6,6 a 7,2.

Con el fin de determinar los objetivos planteados en el presente estudio se estableció un ensayo con fecha veintitrés de noviembre 1987.

El tamaño total del ensayo fué de 80mt x 35mt, el tamaño de cada repetición fué de 80mt x 7mt y el tamaño de cada parcela fué de 9mt x 7mt.

Se organizaron ocho tratamientos cada uno con tres factores a considerar y cuatro repeticiones como se detalla a continuación:

### Factores considerados.

#### I. Factor malezas

Mo: Libre de malezas por todo el ciclo agrícola

M<sub>28</sub>: Libre de malezas a partir de 28 DDS

#### II. Factor variedad de maíz

Vs: Variedad susceptible al achaparramiento (NB-3)

Vt: Variedad tolerante al achaparramiento (SR 85-76)

#### III. Factor densidad de plantas

Pa: Alta densidad (60,000 plantas/mz ; 80 x 14 cm)

Pb: Baja densidad (30,000 plantas/mz ; 80 x 28 cm)

### Descripción de tratamientos

Tratamiento 1 .....	Mo Vs Pa
Tratamiento 2 .....	Mo Vs Pb
Tratamiento 3 .....	Mo Vt Pa
Tratamiento 4 .....	Mo Vt Pb
Tratamiento 5 .....	M <sub>28</sub> Vs Pa
Tratamiento 6 .....	M <sub>28</sub> Vs Pb

Tratamiento 7 ..... M<sub>28</sub>Vt Pa

Tratamiento 8 ..... M<sub>28</sub>Vt Pb

Los tratamientos fueron arreglados con un diseño de bloque completo al azar.

El ensayo:

Realizadas las prácticas de laboreo del suelo se efectuó siembra manual de las variedades de maíz NB-3 y SR8576 conforme distancia y arreglo de los tratamientos de previo azarizados, inmediatamente para todas las parcelas que incluyeron el factor Mo en su tratamiento se realizó una aplicación de herbicida Prowl más Gesaprim en dosis de 1,5 y 2 litros por hectárea respectivamente, los productos fueron aplicados en forma de mezcla. El manejo del cultivo incluyó fertilización conforme lo recomendado por la guía técnica del cultivo de maíz de riego, MIDINRA 1981. La humedad del suelo al momento de la siembra no resultó ser la ideal.

El ensayo fué establecido el 23 de noviembre, siendo necesario en algunos sitios efectuar resiembra por deficiente germinación. En las fechas 11 y 16 de diciembre se realizaron aplicaciones del insecticida bacillus thuringiensis para controlar infestación del gusano cogollero S, frugisperda. El 21 de diciembre para las parcelas que incluyeron el factor M<sub>28</sub> se realizó

eliminación de las malezas con uso de azadón.

A los 7, 10, 17, 24, 31, 38, y 45 días después de la siembra se tomaron datos del número de chicharritas D. maidis adultos por planta en el área seleccionada para el muestreo. Este consistió del conteo de los insectos en 25 plantas en cada parcela. Las plantas en cada parcela fueron agrupadas en cinco estaciones fijas de 5 plantas cada una distribuidas en la región esquinera y central de cada parcela. Las estaciones fueron las mismas para todos los muestreos realizados.

A los 73 días después de la siembra se tomaron datos de la incidencia de la enfermedad del achaparramiento para lo cual fueron muestreadas 100 plantas de los 5 surcos centrales de cada parcela.

Cuando las plantas estuvieron de cosecha se consideraron los 4 surcos centrales de cada parcela lo cual resultó en 28mt. lineales de plantas a cosechar, recogiendo la siguiente información.

- Número de plantas totales en 28 mt. lineales
- Número de plantas cosechadas
- Número de mazorcas sanas y afectadas

Otra información más específica ligada al peso de las mazorcas peso de los granos, humedad del grano y rendimiento fue

posteriormente determinada en el laboratorio.

Para determinar el efecto de los factores en estudio sobre el comportamiento poblacional de D. maidis, sobre el rendimiento y la incidencia de la enfermedad se realizaron análisis de varianza mediante el uso de programas propios del Centro de Computo del ISCA.

## R E S U L T A D O S

### I. Sobre el comportamiento poblacional de D. maidis

En general se encontraron los mayores promedios de D. maidis por manzana y por hectárea en los tratamientos de alta densidad de plantas respecto a los tratamientos de baja densidad de plantas, esto por efecto de la densidad pues el promedio de D. maidis por planta fué similar para todos los tratamientos, no existiendo diferencia estadísticamente significativa. Aún así, el tratamiento numero siete que incluyó alta densidad de plantas, variedad tolerante y presencia de malezas hasta los 28 DDS resultó con el promedio más bajo de D. maidis por planta y por hectárea (Cuadro 1).

El análisis de varianza indicó que los factores en estudio a ser variedad y malezas no demostraron efecto estadísticamente significativo sobre la población de D. maidis entre los tratamientos cuando fueron considerados de forma independiente, no así el factor densidad que resultó con diferencia estadísticamente significativa en la población de D. maidis por hectárea por efecto del incremento de plantas (Cuadro 2).

Los mayores picos poblacionales fueron observados a los 21 DDS, no existiendo diferencia estadísticamente significativa en

la población de D. maidis entre cada tratamiento ni entre los tratamientos en las diferentes fechas de muestreo pues los promedios poblacionales se mantuvieron similares entre todos los tratamientos (Figura 1 y 2).

CUADRO 1. Nivel poblacional de D. maidis por manzana y por hectárea en todos los tratamientos estudiados. San Cristobal, Managua, Nicaragua 1987-88.

TRATAMIENTO	<u>D. maidis</u> por planta ( $\bar{X}$ )	<u>D. maidis</u> Por manzana ( $\bar{X}$ )	<u>D. maidis</u> por hectárea ( $\bar{X}$ )
* 1	2.39 a**	150006	208.251
2	2.46 a	77181	109.596
* 3	2.36 a	148192	207.216
4	2.32 a	72839	103.431
* 5	2.35 a	147852	205.489
6	2.63 a	82636	117.342
* 7	1.95 a	122833	170.589
8	2.46 a	77180	109.594

\* 60,000 plantas/mz.

\*\* Las cifras acompañadas con la misma letra no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey ( $P < .05$ )

CUADRO 2. Efecto de factores densidad, variedad y malezas sobre el nivel poblacional de D. maidis.  
San Cristobal, Managua, Nicaragua. 1987-88.

F A C T O R		<u>D. maidis</u> por planta ( $\bar{X}$ )	<u>D. maidis</u> por hectárea ( $\bar{X}$ )
Densidad	Pob. A	2,26 a*	197.886 a
	Pob. B	2,46 a	109.990 b
Variedad	Var. T	2,27 a	147.707 a
	Var. S	2,45 a	160.169 a
Malezas	Mo	2,37 a	157.123 a
	M <sub>28</sub>	2,35 a	150.753 a

\* Las cifras acompañadas con la misma letra no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey (  $P < .05$  )

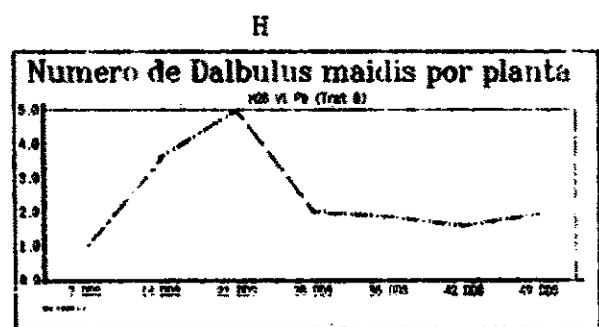
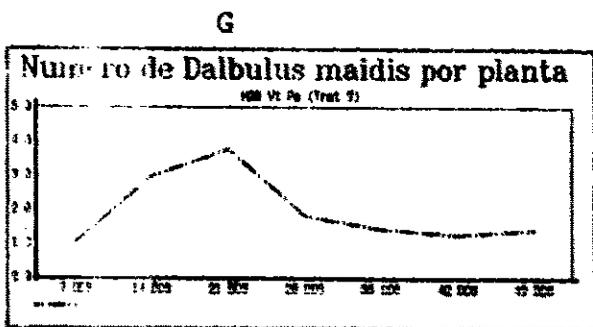
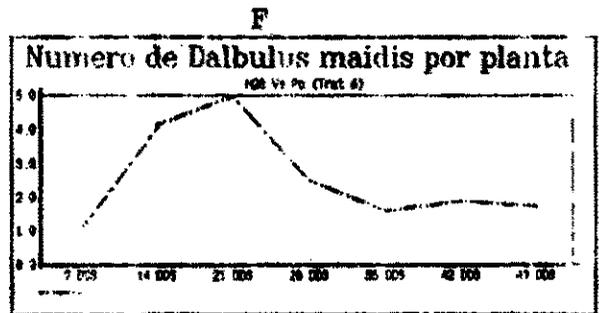
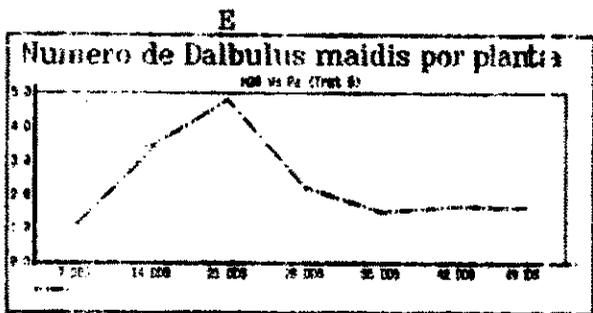
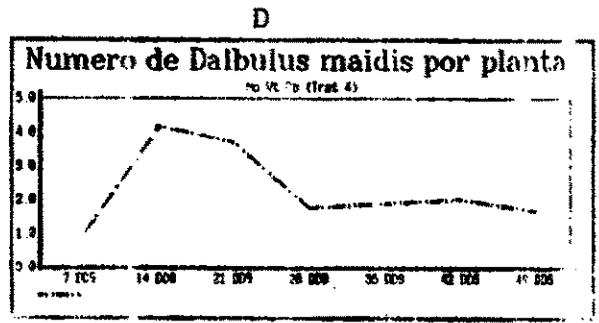
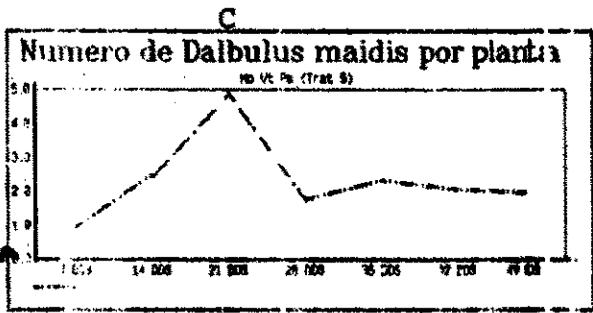
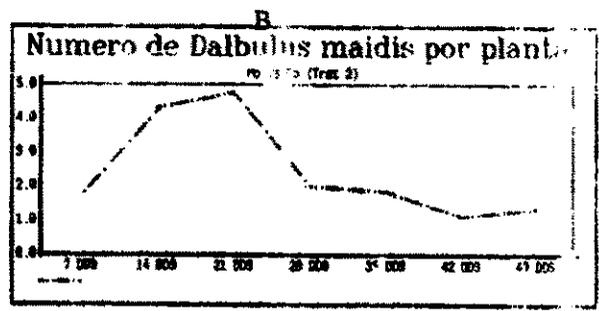
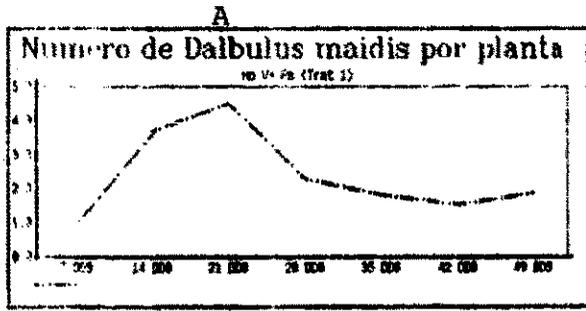


FIGURA 1. Dinámica poblacional de D. maidis durante todo el ciclo en todos los tratamiento 1 (A), tratamiento 2 (B), tratamiento 3 (C), tratamiento 4 (D), tratamiento 5(E), tratamiento 6(F), tratamiento 7(G), tratamiento 8(H). San Cristobal, Nicaragua, 1987-88.

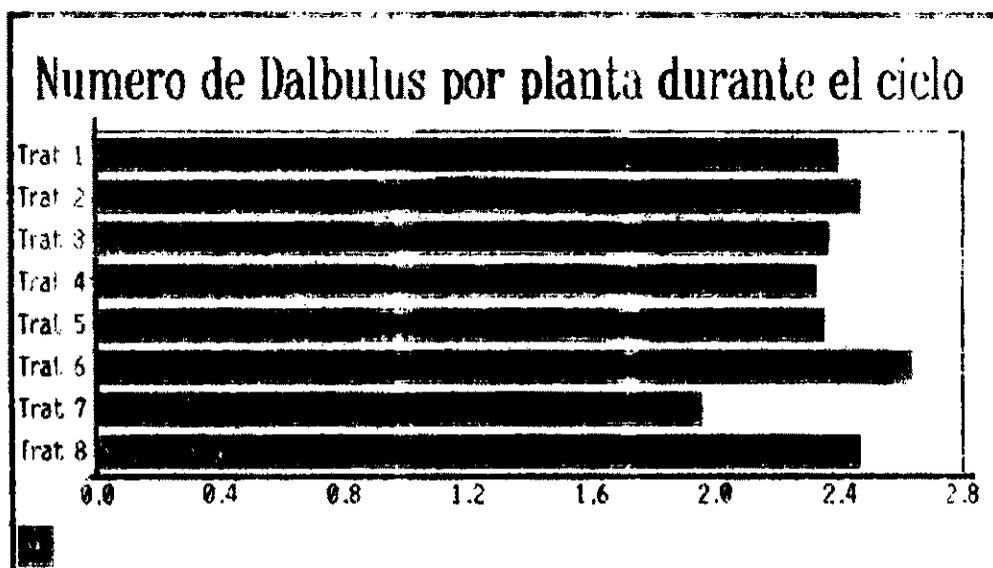


FIGURA 2. Número promedio de D. maidis por planta durante el ciclo para todos los tratamientos estudiados. San Cristobal, Nicaragua 1987-88.

## II. Sobre la incidencia de la enfermedad del achaparramiento

La presencia de la enfermedad fue determinada en base a las siguientes observaciones:

- Plantas con entrenudos cortos, deformaciones y coloración rojiza se consideró afectada por micoplasmas.
- Plantas con entrenudos cortos, deformaciones y coloración clorótica se consideró afectada por espiroplasma.
- Plantas con entrenudos cortos, deformaciones y coloración clorótica y rojiza se consideró afectada por micoplasma y espiroplasma.

La incidencia de la enfermedad de rayado fino también fue determinada.

En general la incidencia de la enfermedad del achaparramiento resultó mayor en los tratamientos que incluyeron la variedad susceptible. La menor incidencia de la enfermedad resultó en el tratamiento número siete el cual incluyó alta densidad de plantas, variedad tolerante y presencia de malezas hasta los 28 DDS, por lo tanto obtuvo el mayor porcentaje de plantas sanas. (Cuadro 3).

Cuando los factores en estudio fueron considerados por separados, en relación al porcentaje de plantas sanas obtenidos

en los diferentes tratamientos, resultó una diferencia estadísticamente significativa en los factores maleza y variedad, no así en el factor densidad. (Cuadro 4)

CUADRO 3. Porcentaje de plantas sanas y rendimiento en kilogramos por hectáreas de todos los tratamientos estudiados. San Cristobal, Managua, Nicaragua 1987-88.

TRATAMIENTO	Porcentaje plantas sanas ( $\bar{X}$ )	Rendimiento Kg/hectárea ( $\bar{X}$ )
1	26,75 a*	501,92 a*
2	26,50 a	521,00 a
3	49,75 abcd	772,32 a
4	56,50 bcd	664,12 a
5	38,00 abc	681,12 a
6	28,75 ab	582,97 a
7	74,00 d	881,57 a
8	67,75 cd	743,50 a

\* las cifras acompañadas con la misma letra no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey ( $P < .05$ )

CUADRO 4. Efecto de los factores densidad, variedad y malezas sobre el porcentaje de plantas sanas y el rendimiento en kilogramos por hectárea. San Cristobal, Managua, Nicaragua 1987-88.

FACTOR		Porcentaje de plantas sanas ( $\bar{X}$ )	Rendimiento kg/hectárea ( $\bar{X}$ )
Densidad	Pob. A	47.12 a*	688.61 a*
	Pob. B	44.87 a	627.90 a
Variedad	Var. T	60.00 a	745.38 a
	Var. S	30.00 b	571.13 b
Malezas	Mo	39.87 a	614.84 a
	M <sub>28</sub>	52,12 b	701.66 a

\* las cifras acompañadas por la misma letra no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey ( $P < .05$ ).

### III. Sobre el rendimiento

En general los rendimientos de peso de grano por área fueron bajos, no existiendo diferencia estadísticamente significativa entre el rendimiento de los diferentes tratamientos. El mejor rendimiento lo alcanzó el tratamiento número siete que incluyó alta densidad de plantas, variedad tolerante y presencia de malezas hasta los 28 DDS (Cuadro 3).

Es importante señalar que de los factores en estudio solamente en el factor variedad existió diferencia estadísticamente significativa respecto al rendimiento (Cuadro 4).

### IV. Sobre la población de D. maidis, la incidencia de la enfermedad y el rendimiento.

De todos los tratamientos estudiados, el promedio más bajo de D. maidis por planta, el mayor porcentaje de plantas sanas y el mayor rendimiento fué encontrado en el tratamiento número siete que incluyó alta densidad de plantas, variedad tolerante y presencia de malezas hasta los 28 DDS.

Se encontró una correlación significativa entre el número de D. maidis por planta y el porcentaje de plantas con la enfermedad del achaparramiento, así mismo entre lo último con el rendimiento, encontrándose que a pesar de la poca diferencia de

D. maidis por planta el efecto sobre la incidencia de la enfermedad y el rendimiento fué notable. (Figura 3 y 4).

Otra correlación significativa fue encontrada entre el número de D. maidis por planta y el rendimiento. (Figura 5)

Durante el desarrollo del experimento fueron observados algunas limitantes que pudieron tener algún efecto en los resultados, es importante mencionar que para los tratamientos que incluyeron las malezas hasta los 28 DDS la cobertura de estas fue satisfactoria a partir de la tercer semana después de la siembra siendo predominantes especies del género Portulaca y Amaranthus . Se debe mencionar que dificultades técnicas limitaron la adecuada aplicación de riego al cultivo, así mismo fué observado un cambio en el comportamiento del viento mientras se desarrollaba el ensayo.

Datos climatológicos son presentados en el cuadro 5.

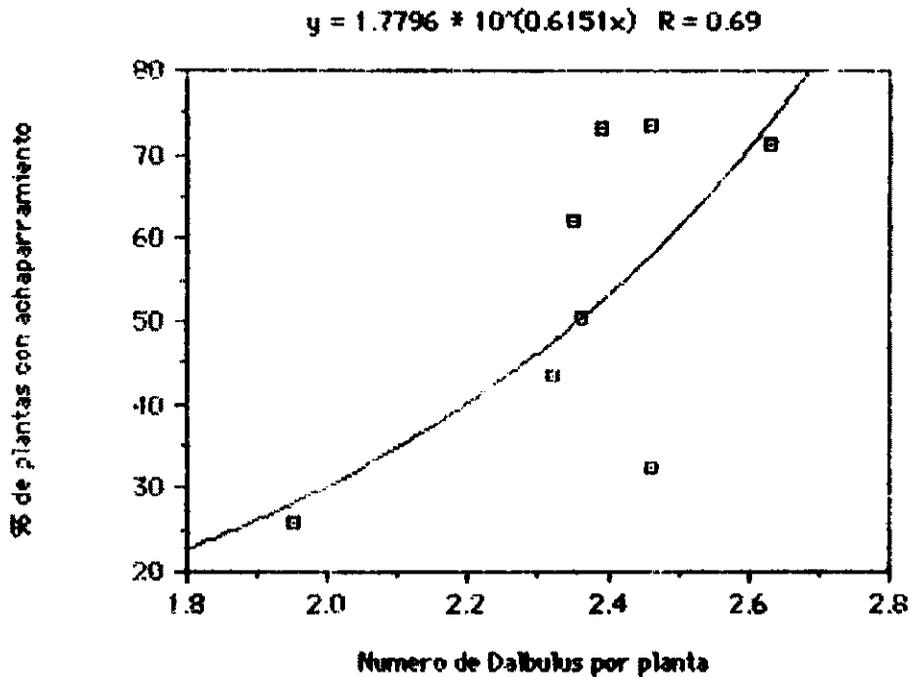


FIGURA 3: Relación entre el número de D. maidis por planta (promedio durante el ciclo) (X) y el % de plantas con achaparramiento en las diferentes parcelas (r). San Cristobal, Nicaragua 1987-88.

La ecuación logarítmica se expresa en la forma  $y = 1.7796 * 10^{0.6151x}$  y muestra un efecto significativo del número de D. maidis por planta sobre la incidencia del achaparramiento. Datos actuales son presentados por el símbolo  $\square$  y la ecuación en forma de curva.

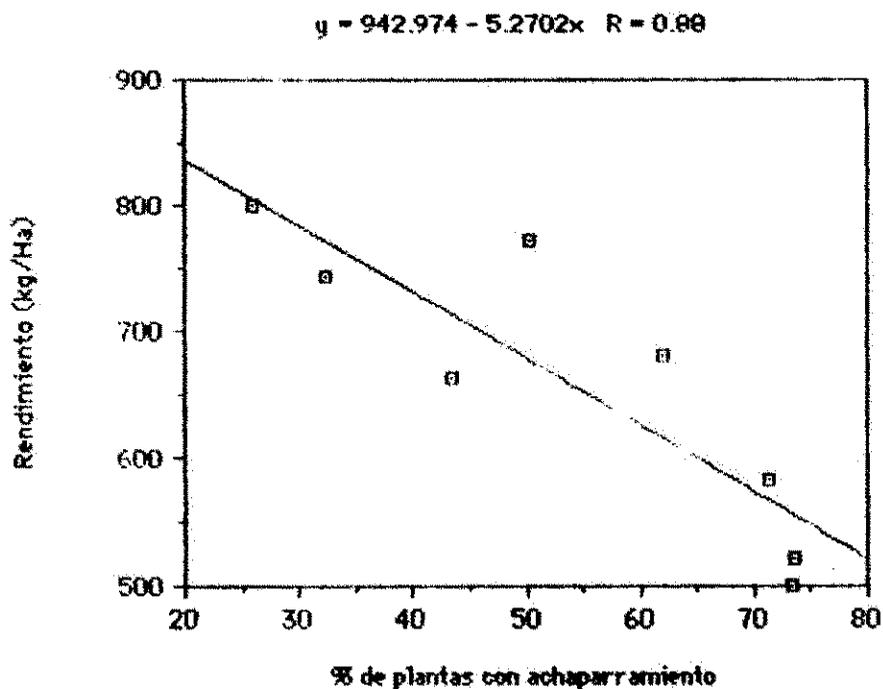


FIGURA 4: Relación entre el porcentaje de plantas con achaparramiento (X) con el rendimiento (kg/Ha) (Y) en diferentes parcelas. San Cristobal, Nicaragua. 1987-88.

La relación lineal se expresa en forma  $y = 942.9 - 5.2702X$  y muestra un efecto significativo de la incidencia del achaparramiento sobre el rendimiento.

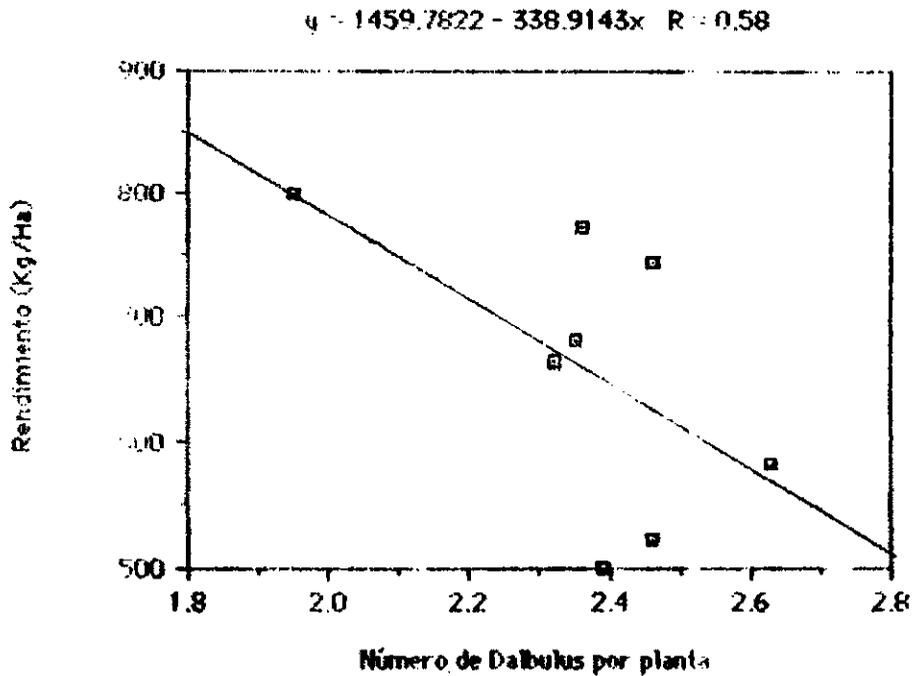


FIGURA 5: Relación entre el número de D. maidis por planta (X) con el rendimiento (kg/Ha) (Y) en diferentes parcelas. San Cristobal, Nicaragua 1987-88.

La relación lineal se expresa en forma

$y = 1459.7822 - 338.9143X$  y muestra un efecto significativo de D. maidis por planta sobre el rendimiento.

CUADRO 5. Datos climatológicos registrados en diferentes meses en el campo experimental San Cristobal, Managua, Nicaragua 1987, 1988.

MES	Velocidad media del viento.	Humedad relativa	Temperatura media mensual.	Precipitación total
Septiembre	1.0 m/s	82 %	27.4°C	228 mm
Octubre	0.9 m/s	79 %	27.2°C	129 mm
Noviembre	1.5 m/s	74 %	27.3°C	5.3 mm
Diciembre	2.5 m/s	66 %	26.7°C	30 mm
Enero	1.4 m/s	68 %	26.7°C	2.0 mm
Febrero	1.2 m/s	63 %	27.4°C	3.2 mm
Marzo	1.1 m/s	58 %	26.8°C	0 mm

Septiembre, Octubre, Noviembre, y Diciembre corresponden a 1987.  
Enero, Febrero y Marzo corresponden a 1988.

## D I S C U S I O N

Los resultados obtenidos en el presente estudio no demostraron que el D. maidis tuviera un comportamiento poblacional estadísticamente significativo ante la presencia de una alta y baja densidad de plantas cuando este factor fue analizado independiente, no encontrando el impacto de este factor sobre la densidad poblacional de D. maidis como fué reportado por Power y Gadea (1983) y lo encontrado por Perrin y Phillips (1978), Horn (1981), A'Brook (1968), (1973), Blencowe y Finley (1951) quienes trabajando con otro tipo de insectos encontraron las mejores poblaciones en sistemas de alta densidad de plantas respecto a baja densidad.

Respecto a los resultados del presente experimento y lo reportado por Power y Gadea (1983) en relación al impacto de la alta densidad de plantas sobre la población de D. maidis es importante mencionar que:

- En el presente experimento la germinación no fué homogénea siendo necesario efectuar resiembra en la mayor parte de las parcelas, lo que significó que los niveles de densidad de plantas inicialmente fueron afectados, además aunque en otros experimentos no se menciona el comportamiento del viento en el presente estudio pudo te-

ner efecto sobre la población de D. maidis.

- La evidencia encontrada por Power y Gadea (1983) fué más notoria en densidad de 80,000 plantas por manzana, densidad que no fué incluida en el presente estudio.

En el experimento el promedio de D. maidis por planta fue similar entre los tratamientos y la incidencia de la enfermedad fue reducida para los tratamientos que incluyeron la variedad resistente, no pudiendose confirmar lo encontrado por Power (1983) y por Way y Heathcote (1966), Heathcote (1970) y Farrell (1976) quienes encontraron una menor incidencia de enfermedad en sistemas de mayor densidad poblacional como generalidad.

Los resultados también indicaron que el nivel poblacional de D. maidis presentó un comportamiento indiferente sobre plantas con suelo cubierto y suelo desnudo, lo cual no coincide con lo reportado por Power (1983) quien sugirió una mayor atracción del D. maidis por el suelo desnudo, tampoco se coincide con lo observado por Smith (1969), (1976), Horn (1981), Altieri et al (1977) y Cardona et al (1981) quienes trabajando con otros insectos encontraron respuestas concretas sobre la cobertura de suelo.

Respecto a los resultados del presente estudio y lo sugerido por Power (1983) en relación al impacto de la cobertura es importante mencionar que

- La cobertura de suelo en los tratamientos que incluyeron presencia de malezas hasta los 28 DDS no fué ideal sino a partir de la tercer semana después de la siembra.
- A pesar que no se observó un impacto de la presencia de malezas sobre el nivel poblacional de D. maidis en los tratamientos estudiados, la incidencia de la enfermedad se vió reducida con diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos de suelo cubierto y suelo desnudo lo cual nos indica el efecto positivo de la cobertura sobre un mayor porcentaje de plantas sanas, lo cual podría tener importante expresión en el rendimiento.

El comportamiento de D. maidis fue indiferente en su preferencia las variedades utilizadas coincidiendo con lo reportado por Obando et al (1986), no obstante el porcentaje de plantas sanas y el rendimiento resultó con diferencia estadísticamente significativa entre la variedad tolerante y la susceptible lo que refuerza las características de superioridad de la variedad tolerante.

Los mayores picos poblacionales del vector fueron observados a los 21 DDS y el comportamiento poblacional fué diferente a lo encontrado por Saenz (1971) quien encontró para los meses de noviembre a mayo las mayores poblaciones del vector. Estos resultados parecen lógicos según los grupos máximos poblaciona-

les reportados por Obando et al (1986) quienes reportaron que las siembras a mediados de octubre presentan los mayores niveles de población del vector la cual desciende en la medida que nos acercamos al mes de enero, donde se inicia el período de poblaciones bajas. Experimento preliminar establecido en el mes de octubre presentó altos niveles de población del vector por planta lo cual reafirma lo encontrado por Obando et al (1986) y no respalda la tesis que el comportamiento poblacional del vector sea muy errático según lo reportado por Power (1982).

Los resultados indicaron que cuando los factores en estudio densidad de plantas, variedad y malezas fueron considerados en interacción no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos en lo referido al comportamiento poblacional del vector, a la incidencia de la enfermedad y el rendimiento. Sin embargo, pudo observarse que el tratamiento de alta densidad de plantas, variedad tolerante y presencia de malezas hasta los 28 DDS resultó superior al resto de tratamientos, aún cuando la diferencia no resultó estadísticamente significativa.

Aún cuando los rendimientos fueron bajos es importante señalar el impacto positivo que sobre el rendimiento mismo y al porcentaje de plantas sanas demostraron la variedad tolerante como podía ser esperado y la presencia de malezas hasta los 28

DDS, este último un factor que a pesar de las limitaciones agronómicas resultó promisorio en la reducción de la incidencia de la enfermedad del achaparramiento en el cultivo del maíz.

## C O N C L U S I O N E S

1. No existió efecto estadísticamente significativo de los factores densidad de plantas, variedad y malezas sobre el nivel poblacional de D. maidis cuando los factores fueron considerados individualmente.
2. No existió efecto estadísticamente significativo de los factores densidad de plantas, variedad y malezas sobre el nivel poblacional de D. maidis cuando los factores en estudio fueron considerados en interacción.
3. Los tratamientos que incluyeron variedad tolerante y presencia de malezas hasta los 28 DDS mostraron el mayor porcentaje de plantas sanas.
4. Aun cuando en la interacción de los factores no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, la interacción de alta densidad de plantas variedad tolerante y presencia de malezas hasta los 28 DDS presentó el promedio más bajo de D. maidis por planta, el mejor rendimiento de grano por área y el mayor porcentaje de plantas sanas.

## R E C O M E N D A C I O N E S

1. Diseñar nuevos experimentos similares al presente asegurando lo siguiente:
  - Establecerlo en época de mayor presencia poblacional de vector.
  - Asegurar el uso de variedades tolerantes
  - Asegurar la cobertura ideal desde la fase de germinación del cultivo.
  
2. Diseñar experimentos de laboratorio para determinar el comportamiento de D. maidis frente a contrastes que pueda ofrecer la superficie del suelo y la densidad de plantas.
  
3. Iniciar estudios tendientes a reconocer la ecología del vector D. maidis.

## B I B L I O G R A F I A

1. A'BROOK, A. 1973. The effect of plant spacing on the numbers of aphids trapped over cocksfoot and Kale crops. *Annals of Applied Biology* 74: 279-285
2. A'BROOK, A. 1968. The effect of plant spacing on the numbers of aphids trapped over the groundnut crop. *Annals of Applied Biology* 61: 289-294
3. ALTIERI, M. A., A. VAN SCHOONHOVEN., y J. DOLL. 1977. The ecological papel of weeds in insect pest management systems: a review illustrated by bean. (Phaseolus vulgaris) cropping systems. *PANS* 23: 195-205
4. ANCALMO, O. 1962. La labor desarrollada en San Salvador en relación con el vector del achaparramiento del maíz. PCCMB: 83-83, San José, Costa Rica.
5. ANDERSON, P. 1987. Listado preliminar de las principales enfermedades transmitidas por vectores en Nicaragua, (mimeg.) Escuela de Sanidad Vegetal, ISCA. Managua
6. BLENCOWE, J. W. y T. W. TINSLEY. 1951. The influence of density of plant populations on the incidence of yellows in sugarbeet crops. *Annals of Applied Biology* 38: 395-401

7. CARDONA, C.A., VAN SCHOONHOVEN., L. GAMEZ., F. GARCIA. y F. GARZON. 1981. Effect of artificial mulches on Empoasca Kraemeri Ross and more populations and dry bean yields. Environmental Entomology 10: 705-707
8. FARDELL, J.A. 1976. Effects of ground nut sowing date and plant spacing on rosette virus disease in Malawi. Bolletin of ntomological eseach 66: 159-171
9. GAMEZ, R., E.W. KITEJIMA y M.T. LIN . 1979. he geogrephi- cal distribution of maize rayado fino virus. Plant isease Reporter 63: 830-33
10. HEATHCOTE, G.O. 1970. Effect of plant spacing and time of sowing of sugar beet on aphid infestation and spread of virus yellows. Plant pathology 19: 32-39
11. HORN, D.J. 1981. Effect of weedy background on coloniza- tion of collards by green peach aphid, Myzus persicae and its major predator. Envirommental ntomology 10: 285-289
12. kunkel. L.O. 1948. Studies on new corn virus disease. Archiv Gesante irusforschung and IV heft 11: 24-46

13. MAYSE, M.A. 1978. Effect of spacing between rows on soybean arthropod populations. *Journal of Applied ecology*: 439-450
14. NAULT, L. . 1980. Maize bushy stunt and corn stunt: a comparison of disease symptoms, host ranges and vectors. *Phytopathology* 70: 659-662
15. OBANDO, R., F. TURLEY., M.P. CORDOBA., I. QUIROZ., F. BALLESTEROS 1987. Ecología y dinámica poblacional de *Dalbulus maidis* y su relación con el achaparramiento del maíz. Centro Nacional de Protección Vegetal. MIDINRA, Managua, Nicaragua.
16. PERRIN, R.M. y M.L. PHILLIPS. 1978. Some affects of mixed cropping on the population dynamics of insect pests. *Entomología Experimentalis & Aplicada* 84: 385-393
17. PITRE, H.N. 19-6. Corn virus disease of recent aceurence in southeastern United States with emphasis on the corn stund virus-vector-plant, interrelationships in in Missisipi. *Proc. N. ent. r ntomol. oc. Amer* 21: 43-47
18. POWER, A. 1983. Control cultural de *Dalbulus maidis* el vector del achaparramiento del maíz. Dirección de Sani

dad Vegetal, D.G.A. - MIDINRA, Managua, Nicaragua.

19. POWER, A. y GADEA, A. 1984. Comportamiento poblacional de la chicharrita del maíz Dalbulus maidis (Del & W) en variedades con resistencia al achaparramiento
20. POWER, A. y A. GADEA. 1983. Efecto de la densidad de siembra, fertilizante, insecticida y la presencia de otras especies de plantas en el cultivo de maíz sobre el nivel poblacional de Dalbulus maidis y la incidencia del achaparramiento. Dirección de Sanidad Vegetal. D.G.A. MIDINRA, Managua, Nicaragua
21. POWER, A. y A. GADEA. 1983. Evaluación de la dinámica poblacional de Dalbulus maidis, la incidencia de la enfermedad del achaparramiento y el daño causado por Spodoptera frugiperda en seis siembras mensuales de maíz. Dirección de Sanidad Vegetal. DGA-MIDINRA: Managura, Nicaragua
22. POWER, A. y A. GADEA. 1982. Las chicharritas Dalbulus maidis (Del & W) en maíz. Dirección de Sanidad Vegetal D.G.A.-MIDINRA, Managua, Nicaragua.
23. RIZO, M. 1983. Plagas en el maíz y su manejo. Páginas 67-79 en: Técnicas para la producción de maíz (H. Ta-

pia. B y J. García. A., eds) Dirección General de Técnicas Agropecuarias

24. SAENZ, L. 1971. El achaparramiento del maíz en Nicaragua y una posible solución: variedades tolerantes. ENAG, Managua, Nicaragua, 69 págs.
25. SALAZAR, A. 1964. El cultivo del maíz en Nicaragua. CEALC. Managua, Nicaragua
26. SARNES, D. 1954. Biología, ecología y distribución de la chicharrita Dalbulus elimatus (Ball) y Dalbulus maidis (Del & W). Folleto técnico No.11, O.E.E. SAG, México D.F.
27. SMITH, J. G. 1976. Influence of crop background on aphids and other polyphagous insects on brussels sprouts. Annals of Applied Biology 83: 1-13
- 28.. SMITH, J.G. 1969. Some effects of crop background on populations of aphids and their natural enemies on brussels sprouts. Annals of Applied Biology: 63: 326-329
29. URBINA, R. 1982. Evaluación de variedades experimentales de maíz resistentes al achaparramiento en tres épocas de siembra en dos localidades de Nicaragua XXVIII

Revisión Anual del PCCMCA, San José, Costa Rica.

- 30 WAY, M.J. y G.D. HEATHCOTE. 1966. Interactions of crop density of field beans, abundance of Aphis fabae Scop. virus incidence and aphid control by chemicals. Annals of Applied Biology 57: 409-423