

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMIA

ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL

TRABAJO DE DIPLOMA

**INFLUENCIA DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA
Y PRESENCIA DE MALEZAS EN LA INCIDENCIA
DEL ACHAPARRAMIENTO DEL MAIZ (*Zea mays* L.)**

Diplomante: Mariaydalina López Bermúdez

Asesor: M. Sc. Frank Turley

Managua, Nicaragua, 1990.

DEDICATORIA

A mis hijos:

Mario Miguel

Michelle Nathalie

Elsie Raquelle

Mariaydalina López Bermúdez

AGRADECIMIENTO

MI sincero agradecimiento a las personas que me
brindaron todo el apoyo, haciendo posible la realización de
este trabajo.

A mi asesor Frank Turley, por su ayuda y sugerencias
en la dirección de este trabajo además de su sincera amistad.

A Falquni Guharay, por sus observaciones y comentarios
en los análisis estadísticos.

AL CENTRO NACIONAL DE PROTECCION VEGETAL, que contribuyó
al feliz término del presente trabajo, a la compañera Mireya
Monterrey por su colaboración en la presentación de
este trabajo.

Mariaydalina López Bermúdez.

CONTENIDO

CONTENIDO.....	i
INDICE DE CUADROS.....	ii
INDICE DE FIGURAS.....	iii
RESUMEN.....	iv
I INTRODUCCION.....	1
II MATERIALES Y METODOS.....	7
2.1 Ubicación del ensayo; diseño; variables analizadas.....	7
2.2 Manejo Agronómico.....	11
III RESULTADOS Y DISCUSION.....	14
IV CONCLUSIONES.....	31
V RECOMENDACIONES.....	32
VI BIBLIOGRAFIA.....	33

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PAGINA
1	Número de <i>Dalbulus maidis</i> por planta en los diferentes tratamientos estudiados.....	18
2	Porcentaje de plantas con achaparramiento (Y) en relación al número de <i>Dalbulus maidis</i> (X).....	19
3	Porcentaje de plantas con follaje rojizo (Y) (micoplasma) en relación al número de <i>Dalbulus maidis</i> (X).....	20
4	Relación entre el porcentaje de plantas con follaje rojizo y clorosis (Y) (micoplasma - spiroplasma) y el número de <i>Dalbulus maidis</i> (X) en los diferentes tratamientos.....	21
5	Porcentaje de plantas con rayado fino (Y) y la presencia de <i>Dalbulus maidis</i> (X) por planta en los diferentes tratamientos.....	22

INDICE DE CUADROS

CUADRO		PAGINA
1	Promedios de la velocidad del viento, humedad relativa, temperatura y precipitación.....	13
2	Porcentaje de plantas sanas, rayado fino, micoplasma, spiroplasma y micoplasma - spiroplasma, en los diferentes tratamientos.....	15
3	Evaluación de los factores: Maleza, variedad, densidad - plantas sanas, rayado fino, micoplasma, spiroplasma y micoplasma - spiroplasma.....	23
4	Porcentaje de plantas sanas y rendimiento en kg/ha en los diferentes tratamientos estudiados.....	25

6	Relación entre el porcentaje de plantas con achaparramiento (X) y el rendimiento en kg/ha (Y).....	26
7	Número de mazorcas por parcela útil (Y) y porcentaje de plantas con achaparramiento (X).....	27

RESUMEN

En el presente trabajo se investigó el efecto de los factores maleza, variedad y densidad y su interacción sobre la incidencia del achaparramiento y la dinámica poblacional del insecto vector *Dalbulus maidis* (D & W), en el cultivo del maíz. El estudio fue establecido durante la época seca, Noviembre de 1987 en el Centro Nacional de Granos Básicos, San Cristóbal, Managua, Región III. El efecto de los tres factores se evaluó con análisis de varianza (ANDEVA) y separación de medias (Tukey 0.05), a través de la correlación se estudió la asociación que hay entre la enfermedad y la población del insecto. Los síntomas presentados por las plantas en el campo se iniciaron con franjas cloróticas en la base de las hojas jóvenes seguidos por decoloraciones rojizas en el extremo de las hojas viejas, además de estos síntomas se observaron plantas de entrenudos cortos, con mazorcas pequeñas y deformes. El grado de incidencia de la enfermedad en el campo, se vio favorecido por lluvias escasas durante el ciclo del cultivo, con una precipitación promedio mensual de 66.22 mm, el riego programado se interrumpió durante el período de establecimiento del cultivo. El tratamiento que contempló malezas hasta los 28 días después de la siembra, variedad tolerante y densidad alta ($M_{28}V_t P_a$), demostró tener influencia sobre el control del achaparramiento, ya que presentó un menor porcentaje de la enfermedad, siendo este de 26%, contra el tratamiento en que se controló maleza y se sembró variedad susceptible, densidad baja ($M_0V_s P_a$) obteniéndose el 74% de incidencia. Finalmente se determinó que el tratamiento afectado más severamente por esta enfermedad antes de la floración llegó a obtener un promedio de poco más de 500 kg/ha.

I . INTRODUCCION

El cultivo del maíz (*Zea mays* L.), es uno de los cultivos de mayor importancia en Centroamérica, provee el sustento básico a un alto porcentaje de su población.

La producción y productividad del maíz se ven limitadas por una serie de factores entre los que se encuentra las enfermedades. Por ser un producto de subsistencia para la región Centroamericana, cultivado principalmente por medianos y pequeños productores, cualquier factor que limite su productividad afecta a un sector importante de la población. Esto acentúa la importancia del estudio de factores limitantes como lo son las plagas y enfermedades, con el fin de evitar pérdidas en la producción del cultivo.

Las enfermedades y plagas del maíz son comunes, pero las enfermedades lo afectan en menor proporción, sin embargo la enfermedad conocida como "achaparramiento del maíz" se ha ubicado entre las de mayor importancia, siendo ésta un factor limitante para la producción de maíz en Estados Unidos, México, América del Sur y América Central, (Davis et al, 1984; Gadea y Power, 1984; Tapia y Saenz, 1972).

En Nicaragua el achaparramiento fue observado por primera vez en 1956, (Urbina, 1984; Tapia y Sáenz, 1986), localizado en el Departamento de Managua. Esta enfermedad por su carácter endémico reviste una importancia difícil de evaluar.

En los últimos años se ha incrementado considerablemente en algunas regiones del país, a tal grado que las pérdidas causadas a nivel comercial es de alto porcentaje, la magnitud de los daños puede fluctuar entre el 60 y 100 por ciento (Power y Gadea, 1982; Tapia y Sáenz, 1972), siendo mayores los daños en las plantaciones sembradas en época de menor precipitación las que se incrementan en las costas del Pacífico, (Urbina, 1986).

El nombre de "achaparramiento del maíz" (corn stunt), lo utilizó por primera vez Kunkel (1946), para referirse a una nueva enfermedad encontrada en campos de maíz en el valle de Río Grande de Texas. En base al criterio de ese tiempo se consideró que un virus era el agente causal de la enfermedad, demostrándose posteriormente que la causa era un complejo de patógenos (Bascopé, 1981; Davis, 1979; Nault et al, 1979), entre los cuales se encuentran el virus rayado fino del maíz (VRFM), el spiroplasma (CSC) y el micoplasma (MBSM), (Tsai, 1979; DOY et al, 1967; Kunkel, 1946).

El achaparramiento fue reconocido y estudiado por más de tres décadas (Tsai, 1979), esta enfermedad es transmitida por el insecto vector *Dalbulus maidis* (D & W), el cual introduce el organismo causal en la savia de la planta, (Ballesteros y Broome, 1985; Nault, 1980), es la especie más conocida, encontrándose desde el Sur de Estados Unidos hasta el Uruguay, (Power, 1984; Power y Gadea, 1984; Gámez, 1980). En Nicaragua se encuentra con mayor frecuencia en la zona del Pacífico, mientras la zona Norte posee poblaciones de mediana intensidad y en la zona Central existe en menores cantidades, (LLano, 1982; Power y Gadea, 1982).

Esta enfermedad fue descrita por primera vez en México por Niederhauser (1949), confirmando un año después (1950), la presencia del "achaparramiento del maíz" en la Mesa Central de México.

Para 1955 Maramorosch estableció la diferencia que existe entre el síndrome de los "achaparramiento del maíz" descritos, y sugiere el establecimiento de dos razas de achaparramiento, llamándole "Río Grande" al causante del spiroplasma (CSS) y "Mesa Central" al agente causal del micoplasma (MBSM).

El saltahojas del maíz *Dalbulus maidis* igual que otras especies de *Dalbulus*, probablemente tiene una larga historia evolutiva con respecto al maíz (*Zea mays* L.), (Madden et al, 1980), este género fue ubicado por Delong en 1950, unos años después que fue identificado como un vector patógeno del achaparramiento del maíz. Durante el tiempo de su descripción no se conoció nada acerca de su biología o ecología de estos saltahojas, incluyendo la identidad de sus plantas hospederas, o, su status como patógeno vector del achaparramiento del maíz, (Nault, 1980).

La importancia de este saltahojas radica en su habilidad de transmitir los patógenos que causan el achaparramiento del maíz, y no en el daño que este pueda causar al alimentarse directamente de la planta. El achaparramiento es una de las enfermedades más complejas, ya que son varios los organismos involucrados, el maíz (*Zea mays* L.); el vector *Dalbulus maidis* (D & W) y tres patógenos microbiológicos: el micoplasma (MBSM), el cual logró identificar plenamente Bascope (1972), en plantas con síntomas

achaparramiento; el spiroplasma (CSS), identificado por Davis (1972) y el rayado fino (VRFM), el que fue reconocido por Gamez (1969), como un virus, (Urbina, 1986; Nault, 1984).

El spiroplasma y el micoplasma estan clasificados dentro de la clase Mollicutes, (Power y Gadea, 1982), siendo esta el origen de dos enfermedades sistémicas, el corn stunt spiroplasma (CSS), causada por la raza "Río Grande", cuya distribución va desde el Sur de Norteamérica hasta Argentina, (Davis et al, 1981; Whitcom et al, 1981).

Los síntomas producidos por el spiroplasma incluye plantas de entrenudos cortos; manchas cloróticas; franjas cloróticas en las hojas jóvenes y rojizo en los extremos de las hojas viejas; hojas dispuestas en rosetas; mazorcas múltiples, largas, delgadas, con ausencia de granos, si los hay, son de tamaño reducido; entrenudos cortos; sistema radicular poco desarrollado; formación de penachos en el extremo de las mazorcas; esterilidad masculina; producción de poco polén, (Madden et al, 1983).

El maize bushy stunt micoplasma (MBSM), el agente causal es la raza "Río Grande" and "Louisiana", enfermedad conocida como micoplasma, (Madden et al, 1979), esta reportada en el Sur Estados Unidos, México, Perú y Colombia, probablemente tenga la misma distribución geográfica que el spiroplasma.

El micoplasma causa achaparramiento más severo y rojizo en el extremo de las hojas viejas igual que el spiroplasma, pero no produce franjas

cloróticas en la base de las hojas nuevas, (Nault, 1989), también puede causar una proliferación de brotes basales, (Madden et al, 1983, Granados et al, 1968).

En Nicaragua hay dos tipos de achaparramiento la raza Mesa Central (micoplasma) y la raza Río Grande (spiroplasma), quienes prevalecen en las zonas bajas y calientes y en las zonas altas y templadas respectivamente.

Ambos patógenos fueron reconocidos y estudiados hace menos de una década, (Maramorosch, 1981), los cuales tienen diversos hospederos con amplia distribución geográfica, (Davis, 1979), ésta enfermedad puede ser influenciada por el medio ambiente, desarrollo y multiplicación del insecto, (Ford, et al 1981; Tsai, 1979).

La densidad de siembra de un cultivo puede afectar el número de insectos plagas que están presentes. Hay muchos estudios que han indicado que los alrededores de una planta hospedera afectan la colonización por insectos. Por ejemplo, varios estudios han demostrado que las plantas circundadas por malezas o sembradas en una densidad alta son menos atractivas a los áfidos, (Smith, 1969-1976). Otras investigaciones han indicado una reducción en la abundancia de áfidos y la incidencia de enfermedades transmitidas por ellos cuando varios cultivos son sembrados en densidades altas.

La mecánica de esta enfermedad, cuyo vector principal es el satahojas *Dalbulus maidis*, involucra una serie de factores, cuyas magnitudes e interrelaciones determinan su patogenicidad en un momento dado, razón por -

la cual se hace necesario el estudio por separado de cada factor, evaluando en el presente trabajo la densidad de siembra, la presencia de malezas y variedades en la incidencia del achaparramiento del maíz.

En el presente trabajo de investigación se pretende aportar una información más amplia, que permita obtener un mejor conocimiento de la epidemiología del achaparramiento y su relación con la población del insecto vector *Dalbulus maidis* y su incidencia en el cultivo del maíz, para lo cual se plantean los siguientes objetivos:

1. Realizar una evaluación de la densidad poblacional de la planta hospedera, el maíz (*Zea mays* L.) y la presencia de malezas en la incidencia del achaparramiento.
2. Evaluar la interacción de los factores maleza, variedad y densidad en la incidencia de la enfermedad y su relación con la dinámica poblacional de *Dalbulus maidis* (D & W).

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

2.1 Ubicación del ensayo; diseño, variables analizadas.

El presente estudio se realizó en el Centro Nacional de Granos Básicos, San Cristóbal, ubicado a la altura del km 14 Carretera Panamericana Norte, Departamento de Managua. Esta localizado entre las coordenadas 12° 05' - 12° 02' Latitud Norte y 86° 09' Longitud Oeste, con una precipitación pluvial anual de 1118.4 mm, correspondiendo el 92 por ciento de ésta a la época lluviosa (Mayo-Octubre) y 71.6 por ciento a la época seca.

La localidad de San Cristóbal se encuentra a 56 msnm, con una humedad relativa de 81.6 por ciento en época lluviosa y 71.6 por ciento en época seca. La temperatura promedio anual es de 29.9° C, con un máximo en el mes de Abril de 28.8 C y con un mínimo en el mes de Diciembre de 25.5° C; la velocidad del viento alcanza un promedio de 10.5 km/h. La radiación solar es de 2465 horas. Los suelos son de textura franco y franco arenoso y el ph de 6.6 a 7.2.

La temperatura promedio durante el período de estudio fue de 27° C, con una precipitación promedio mensual acumulada durante el período de muestreo de 66.22 mm, la velocidad del viento fue de 5 km/h. El promedio de la humedad relativa fue de 70%, (Programa Nacional de Agrometeorología, DGTA).

En una superficie de una hectárea aproximadamente alrededor de la

El diseño que se utilizó fue un bloque completo al azar (BCA), en un arreglo trifactorial, con cuatro (4) repeticiones y ocho (8) tratamientos.

Factores.

A. Maleza.

M₀ : Control de malezas en todo el ciclo agrícola.

M₂₈ : Control de malezas 28 días después de la siembra (DDS).

B. Variedad.

V_s : Variedad susceptible al achaparramiento (NB-3).

V_t : Variedad tolerante al achaparramiento (SR-8576).

C. Densidad poblacional.

P_a : Densidad poblacional alta (85,400 pts/ha : 80cmx14cm).

P_b : Densidad poblacional baja (42,700 pts/ha : 80cmx28cm).

Descripción de tratamientos.

Los niveles de los factores se arreglados de la forma siguiente:

Trat1.....	M ₀ V _s P _a
Trat2.....	M ₀ V _s P _b
Trat3.....	M ₀ V _t P _a
Trat4.....	M ₀ V _t P _b
Trat5.....	M ₂₈ V _s P _a
Trat6.....	M ₂₈ V _s P _b
Trat7.....	M ₂₈ V _t P _a
Trat8.....	M ₂₈ V _t P _b

Cada parcela constó de diez (10) surcos, de los cuales se tomaron cinco (5) surcos centrales para realizar recuentos de sintomatología.

Las variables se dispusieron de tal manera que cada combinación aparece una vez por bloque, en un total de 4 repeticiones.

Población del insecto vector en el campo.

A los 7, 10, 17, 24, 31, 38 y 45 días después de la siembra se realizaron recuentos visuales de las cinco milésimas de *Dalbulus maidis*.

Se establecieron cinco estaciones por parcela, cada estación constó de cinco plantas, sumando un total de 25 plantas por parcela y 200 plantas por bloques.

Medida de la enfermedad.

A los 73 días después de la siembra se realizó el muestreo de la enfermedad mediante el uso de una hoja de recuento que se detallan a continuación:

1. Número de plantas sanas.
2. Número de plantas con clorosis (spiroplasma).
3. Número de plantas con rojo (micoplasma).
4. Número de plantas con rayado fino.
5. Número de plantas con rojo + clorosis.

Para realizar estos recuentos, se tomaron cinco surcos centrales por parcela; de cada surco 20 plantas, sumando 100 plantas por parcela; 800 plantas por bloque y un total de 3200 plantas en todo el ensayo; este modelo ha sido empleado en investigaciones anteriores (Turley, 1986-1989), el criterio que se tomó para efectuar este recuento fue el siguiente:

Micoplasma : Decoloraciones rojizas en el follaje.

Spiroplasma: Decoloraciones cloróticas en franjas en las hojas jóvenes en la lígula de estas y en los penachos de hojas que forman las mazorcas.

Rayado fino: Manchas cloróticas pequeñas y conspicuas que se desarrollan desde la base y a lo largo de las venas de las hojas jóvenes en un característico rayado de puntos.

Cosecha. La cosecha se realizó a los 120 días, tomando cinco surcos centrales de cada parcela, sumando una longitud de cinco metros lineales de plantas a cosechar, recogiendo la siguiente información:

Número de plantas en 25 metros lineales.

Número de plantas cosechadas.

Número de mazorcas normales y afectadas.

Posteriormente se determinó en el laboratorio el peso de las mazorcas, peso de los granos, humedad del grano y rendimiento.

El efecto de los factores se midió con análisis de varianza (ANDEVA), seguido por la separación de medias (Prueba Tukey).

Se efectuó un análisis de correlación para obtener los modelos que explican el progreso de la epidemia con el incremento de los insectos en los diferentes tratamientos.

2.2 Manejo agronómico.

La siembra se realizó el 23 de Noviembre de 1987, época considerada como de mayor incidencia del achaparramiento por ser un período seco. El área sembrada fue de 2800 m², con cuatro repeticiones cada repetición consto de 640 m². Se usó la variedad SR-8576 considerada como tolerante al achaparramiento y la variedad NB-3 como susceptible. Todas las prácticas culturales se llevaron a cabo.

La siembra fue a mano, porque la distancia de siembra (densidad) y arreglo de los tratamientos no permitieron la siembra mecanizada.

La fertilización se hizo al momento de la siembra, completo 10-30-10, 194 kg/ha. Inmediatamente después de la siembra se realizó una aplicación de herbicidas preemergentes pendimetalin + atrazina, a razón de 1.5 l + 3 kg/h respectivamente, a todos los tratamientos sin maleza (M₀).

Al momento de la siembra hubo deficiencia de humedad en suelo, no lográndose la germinación total de la semilla, por lo que hubo necesidad de realizar resiembra en diferentes tratamientos.

Se realizaron dos aplicaciones de *Bacillus thuringiensis* (0.5 kg/ha) insecticida biológico, para controlar *Spodoptera frugiperda*, a los 18 y 23 días después de la siembra (DDS) con una dosis de 0.5 kg/ha.

A los 28 DDS se realizó control de maleza a los tratamientos que contemplaron maleza hasta los 28 días después de la siembra (M28) de forma mecanizada.

Las condiciones climáticas que prevalecieron durante el estudio en esta zona se encuentran en el Cuadro 1.

CUADRO 1. Promedios de velocidad del viento, humedad relativa, temperatura y precipitación. Centro Nacional de Granos Básicos, San Cristóbal. Managua, Nicaragua. 1987-1988.

MES 1/.	VELOCIDAD m/s	HUMEDAD %	TEMPERATURA °C	PRECIPITACION mm
SEPTIEMBRE	1.0	82	27.4	228.0
OCTUBRE	0.9	79	27.2	129.0
NOVIEMBRE	1.5	74	27.3	5.3
DICIEMBRE	2.5	66	26.7	30.0
ENERO	1.4	68	26.7	2.0
FEBRERO	1.2	63	27.4	3.2
MARZO	1.2	58	26.8	0.0

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

III. RESULTADOS Y DISCUSION

El objetivo del presente trabajo consistió en analizar la interacción de los factores maleza, variedad y densidad sobre la incidencia de la enfermedad del achaparramiento y la dinámica del insecto vector *Dalbulus maidis* (D & W), consistiendo el estudio en la evaluación de ocho tratamientos.

Incidencia de la enfermedad por efecto de micoplasma (MDSM).

Los resultados del análisis realizado a los diferentes tratamientos Cuadro 2, mostraron la presencia de micoplasma, obteniéndose una diferencia estadísticamente significativa entre éstos, (Tukey 0.05%). En general los tratamientos con menor incidencia de micoplasma y variedad resistente y dentro de éstos los que tenían presencia de maleza hasta los 28 días después de la siembra. La combinación de los factores densidad alta (85,400 plantas/ha), variedad tolerante (SR-8576) y maleza (28 DDS), ($M_{22}V_{2}P_{2}$), presentaron la mas baja incidencia con 16.75 por ciento, y las parcelas más afectadas fueron aquéllas que contemplaron control de maleza al momento de la siembra, variedad susceptible y población baja ($M_{0}V_{1}P_{1}$) con el 40.5 por ciento.

Incidencia de la enfermedad por efecto de spiroplasma (CSB).

En spiroplasma no hubo diferencia estadística a nivel del tratamiento, Cuadro 2, pero se pudo observar que los tratamientos que incluyeron variedad tolerante y maleza hasta los 28 DDS presentaron un menor porcentaje de plantas afectadas obteniéndose valores de 2.5 y 3.25 %.

CUADRO 2. Porcentaje de plantas sanas, rayado fino (VRFM), micoplasma (MBSM), spiroplasma (CSS), micoplasma-spiroplasma (MBSM-CSS). Centro Nacional de Granos Básicos, San Cristóbal.

SINTOMAS %					
TRATAMIENTOS 1/.	SANAS	VRFM	MBSM	CSS	MBSM-CSS
1. MoVsPa	26.5 a	7.2 a	39.7 a	10.7 a	12.2 a
2. MoVsPb	26.7 a	6.5 a	40.5 c	8.2 a	9.0 a
6. M28VsPb	28.7 ab	7.7 a	35.0 abc	15.5 a	9.2 a
5. M28VsPa	38.0 abc	7.5 a	35.2 bc	14.5 a	2.5 a
3. M0VtPa	49.7 bcd	6.2 a	27.7 abc	7.2 a	7.2 a
4. M0VtPb	56.5 bcd	5.0 a	24.5 abc	7.0 a	6.7 a
8. M28VtPb	67.7 cd	6.0 a	18.7 ab	2.5 a	3.2 a
7. M28VtPa	74.0 d	4.2 a	16.7 a	3.2 a	1.2 a

1/. Mo : Sin maleza.
M28 : Con maleza hasta 28DDS.
Vs : Variedad susceptible.

Vt: Variedad tolerante.
Pb: Población baja.
Pa: Población alta.

La alta incidencia del micoplasma se puede atribuir a lo favorable de la altura de la zona (56 msnm) y la temperatura (27.07 C), mientras el spiroplasma se desarrolla con mayor incidencia en las zonas altas y templadas, (Broome, 1985; Wolanski and Maramorosch, 1979; Bascopé, 1977), medio que le es favorable para su desarrollo y por lo tanto tiene una mejor expresión de los síntomas, razones por las cuales en las evaluaciones se obtuvo un alto porcentaje de micoplasma y una baja incidencia de spiroplasma.

Incidencia de virus rayado fino del maíz (VRFM).

Los análisis realizados a rayado fino son similares a los de spiroplasma, sin diferencia estadística entre tratamiento Cuadro 2, el tratamiento que presentó el menor porcentaje de incidencia (4.25 por ciento) fue aquel que contempló maleza (28 DDS) y variedad tolerante, densidad alta (85,400 pts/ha) (SR-8576), siendo relativamente bajo si lo comparamos con el tratamiento opuesto que tuvo mayor afectación (7.75 por ciento).

Incidencia de la enfermedad por efecto de micoplasma-spiroplasma

(MBSM - CBS).

Todos los tratamientos resultaron afectados por la interacción de estos dos síntomas, rojo mas clorosis (micoplasma + spiroplasma) sin mostrar diferencia estadística entre ellos, Cuadro 2; sin embargo los datos obtenidos sugieren que hubo tendencia a un mayor porcentaje de incidencia de la enfermedad (12.2%), en parcelas con control de malezas (M_{C}) y variedad susceptible (NB-3), que en parcelas con malezas (M_{M}) y variedad tolerante (SR-8576), en donde se obtuvo 1.25%.

Porcentaje de plantas sanas.

En este trabajo también se evaluó el porcentaje de plantas sanas Cuadro 2. Los análisis resultaron con diferencia estadística entre tratamientos, obteniendo el mayor porcentaje (74%) en los tratamientos que incluyeron maleza (28DDS) y variedad tolerante (SR-8576).

Incidencia de la enfermedad y la presencia de *Dalbulus maidis*.

Los recuentos del insecto Fig.1, indicaron que el número de *D. maidis* por planta durante el ciclo fue menor en tratamiento 7, (M2gVtPa). La actividad del insecto fue variable durante el período de crecimiento del maíz, a los 21 días ésta fue alta, observándose mayor número de insectos por planta, y posteriormente baja a medida que la planta se acerca a la floración, período en que pierde el cogollo siendo este el mejor hábitat para *Dalbulus maidis*.

La correlación entre la enfermedad y el número de insectos por planta fue significativa. En las figuras 2, 3, 4 y 5 se puede apreciar el resultado del análisis realizado al porcentaje de plantas con achaparramiento; plantas con coloración roja (micoplasma); plantas con rojo+clorosis (micoplasma+espiroplasma) y plantas con rayado fino respectivamente.

Densidad, maleza, variedad - enfermedad.

Los factores maleza y variedad Cuadro 3, mostraron menor incidencia en el porcentaje de plantas con achaparramiento que el factor densidad.

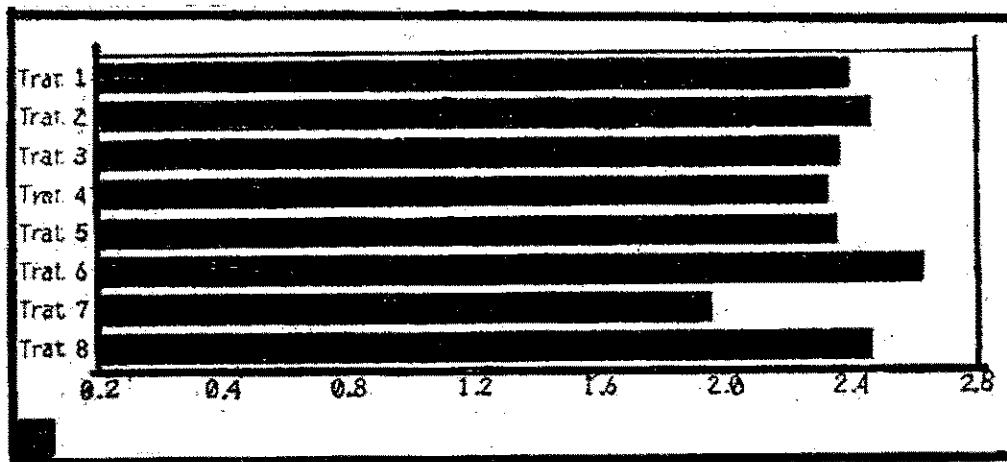


FIG.1. Número de *Dalbulus maidis* por planta en los diferentes tratamientos.

Centro Nacional de Granos Básicos, San Cristóbal.
Managua, Nicaragua. 1988.

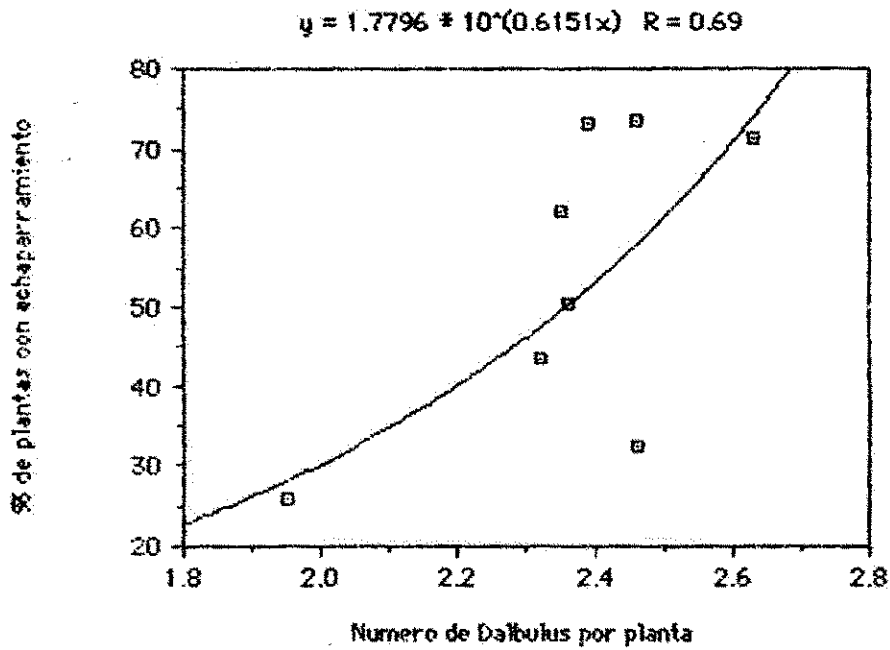


FIG.2. Porcentaje de plantas con achaparramiento (X), en relación al número de *Dalbulus maidis* (Y).

Centro Nacional de Granos Básicos, San Cristóbal.
Managua, Nicaragua. 1988.

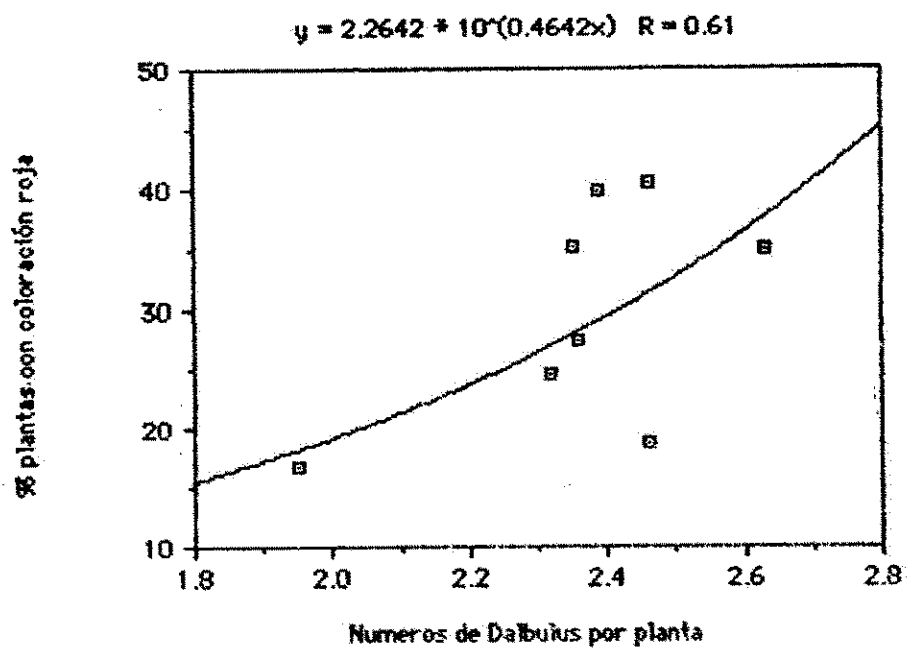


FIG. 3. Porcentaje de plantas con follaje rojizo (micoplasma), (Y), en relación al número de *Dalbulus maidis* (X).

Centro Nacional de Granos Básicos, San Cristóbal.

Managua, Nicaragua. 1988.

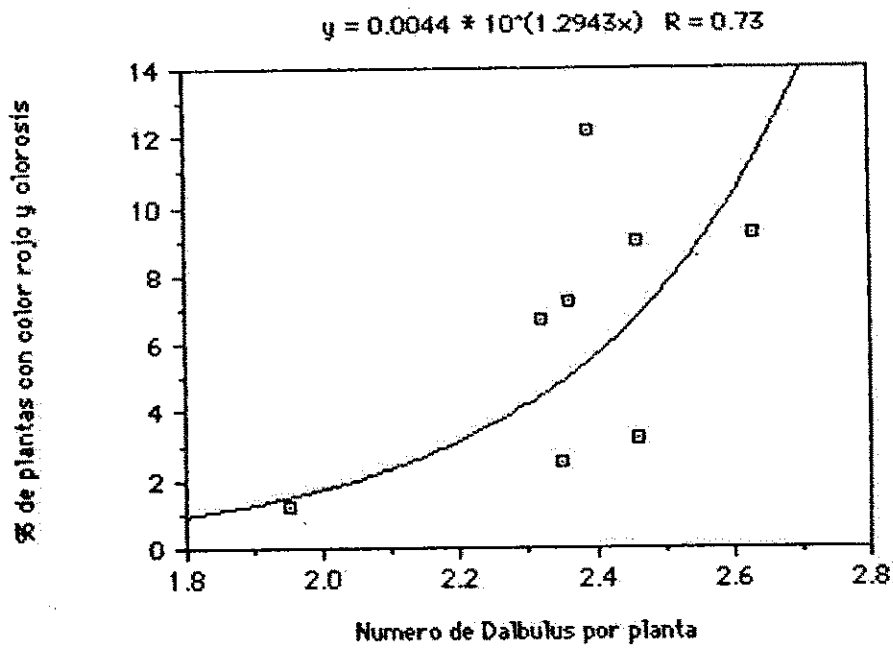


FIG. 4. Relación entre el porcentaje de plantas con follaje rojizo-clorótico (MBSM-CSS) (Y), y el número de *D. maidis* (X), en los diferentes tratamientos.

Centro Nacional de Granos Básicos, San Cristóbal.
Managua, Nicaragua. 1988.

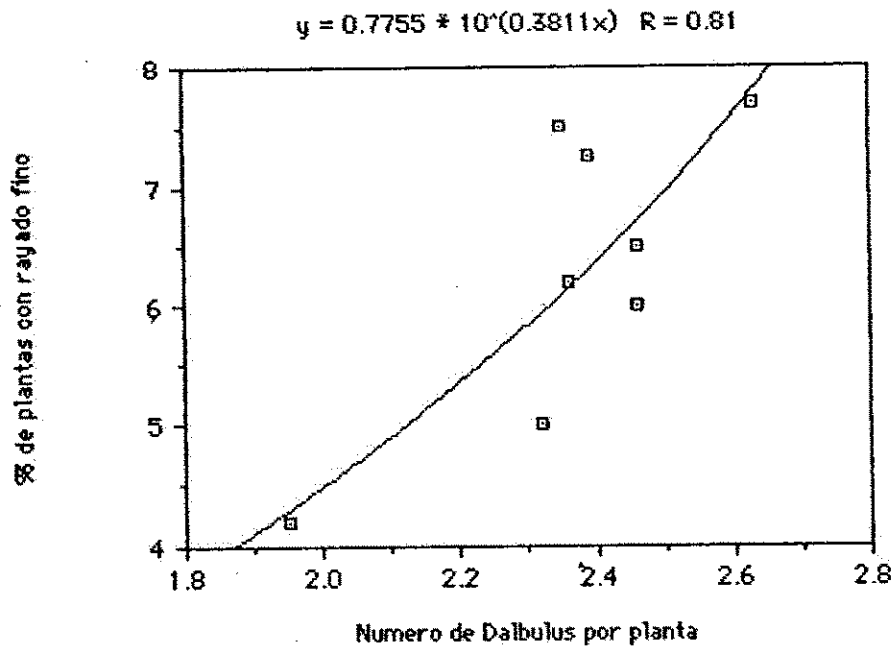


FIG. 5. Porcentaje de plantas con rayado fino (VRFM), (Y), y el número de *D. maidis* (X) por planta en los diferentes tratamientos.

Centro Nacional de Granos Básicos, San Cristóbal.
Managua, Nicaragua. 1988.

CUADRO 3. Evaluación de los factores: Maleza, Variedad, Densidad - Plantas sanas; rayado fino (VRFM); micoplasma (MBSM); spiroplasma (CSS); micoplasma-spiroplasma (MBSM-CSS). San Cristóbal. Managua, Nicaragua. 1988.

PORCENTAJE DE PLANTAS					
	SANAS	VRFM	MBSM	CSS	MBSM-CSS
MALEZA					
MO 1/	39.8 a *	6.2 a	33.1 a	8.3 a	8.8 a
M28	52.1 b	6.3 a	26.4 b	8.9 a	4.0 b
Vs	30.0 a	7.1 a	37.6 a	12.2 a	8.2 a
VARIEDAD					
Vt	62.0 b	5.3 b	21.9 b	5.0 b	4.6 b
Pa	47.1 a	6.3 a	29.8 a	8.9 a	5.8 a
DENSIDAD					
Pb	44.8 a	6.2 a	29.6 a	8.3 a a	7.0 a

1/. MO : Sin maleza.
M28: Maleza hasta 28 DDS.
Vs : Variedad susceptible.

Vt: Variedad tolerante.
Pa: Población alta.
Pb: Población baja.

* Las cifras acompañadas con la misma letra, no son estadísticamente significativas (Tukey, 0.05).

Los dos tratamientos del factor densidad, alta (85,400 pts/ha) y baja (42,700 pts/ha) Cuadro 3, no presentaron diferencias.

El factor maleza Cuadro 3, dentro del cual están los tratamientos control de maleza 28 DDS (M_{2g}) y control de malezas durante todo el ciclo agrícola (M₀), presentó diferencia estadística en el porcentaje de plantas sanas (52.1%) contra (39.8%), en micoplasma (26.4%) contra (33.1%) y en la combinación de micoplasma + spiroplasma (4%) contra (8.8%).

El factor variedad, Cuadro 3, se evaluó la variedad NB-3 considerada como susceptible al achaparramiento y SR-8576 como tolerante, se obtuvo diferencia estadística en el porcentaje de plantas sanas, micoplasma, spiroplasma, rayado fino y en la combinación de micoplasma + spiroplasma.

Rendimiento.

El rendimiento, Cuadro 4, Figura 6, fue grandemente afectado por la incidencia de la enfermedad, con 25% de plantas afectadas se obtuvo 800 kg/ha, correspondiendo este al tratamiento 7 (densidad alta (85,400 pts/ha), variedad tolerante (SR-8576) y maleza 28 DDS (M_{2g}V_tP_a)), sin embargo no se presentó diferencia estadística entre tratamiento.

El número de mazorcas por parcela útil alcanzó su máximo (105), con un 20 por ciento de plantas afectadas Fig. 7, la que baja gradualmente a 75 mazorcas por parcela útil con un 75 por ciento de afectación.

CUADRO 4. Porcentaje de plantas sanas y rendimiento en kg/ha en lo diferentes tratamientos estudiados. Centro Nacional de Granos Básicos, San Cristóbal, Managua, Nicaragua. 1988.

TRATAMIENTOS	PORCENTAJE DE PLANTAS SANAS	RENDIMIENTO kg/ha
1	26.5 a *	501.9 a
2	26.7 a	521.0 a
6	28.7 ab	582.9 a
5	38.0 abc	681.1 a
3	49.7 abcd	772.3 a
4	56.5 bcd	664.1 a
8	67.7 cd	743.5 a
7	74.0 d	801.5 a

* Las cifras acompañadas con diferentes letras, son estadísticamente significativas (Tukey, 0.05).

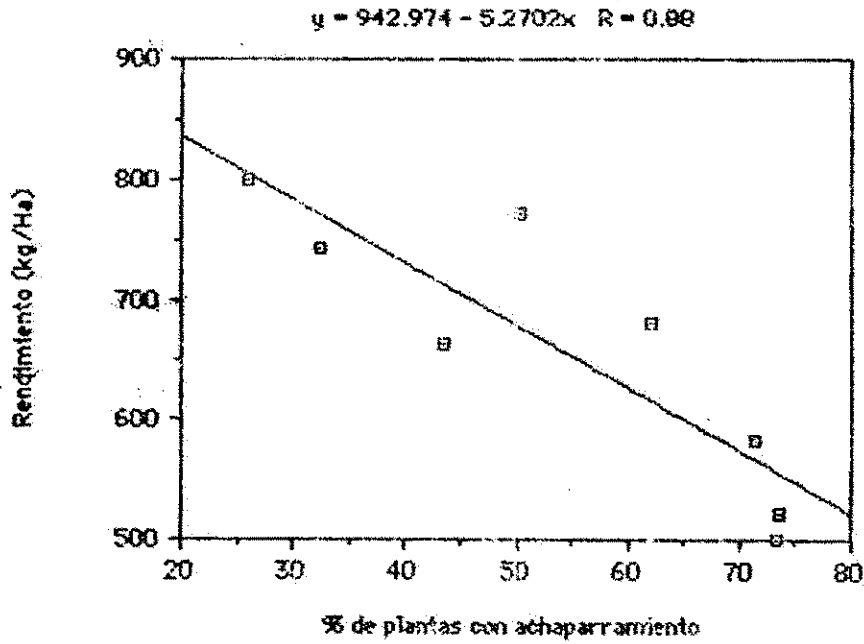


FIG. 6. Relación entre el porcentaje de plantas con achaparramiento (X) y el rendimiento en kg/ha (Y).

Centro Nacional de Granos Básicos, San Cristóbal.
Managua, Nicaragua. 1988.

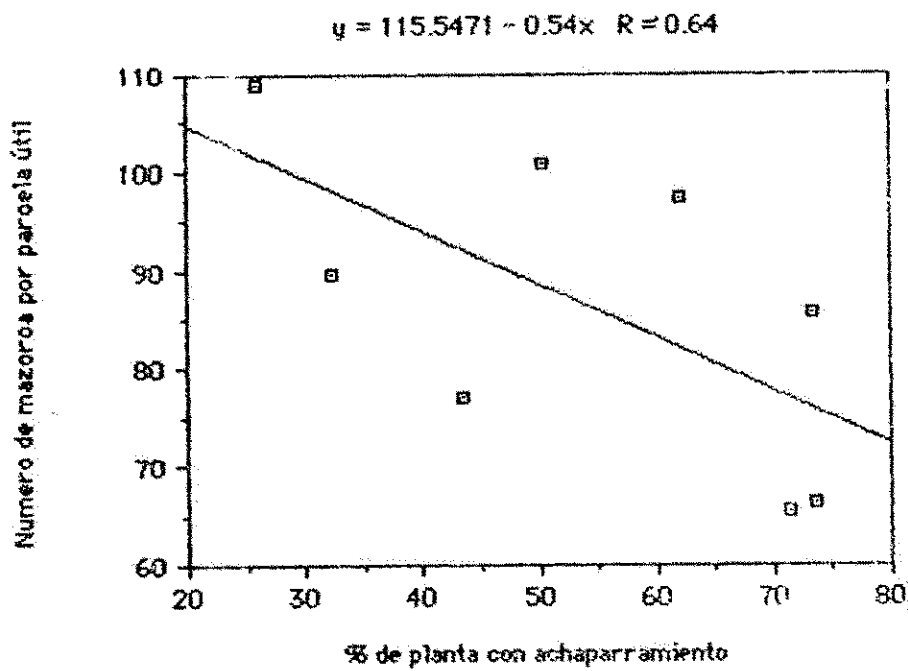


FIG. 7. Número de mazorcas por parcela útil (Y) y porcentaje de plantas con achaparramiento (X).

Centro Nacional de Granos Básicos, San Cristóbal.
Managua, Nicaragua. 1988.

La presencia de malezas en el cultivo del maíz demostró tener un efecto positivo para controlar en gran medida la incidencia del achaparramiento. Hubo un menor porcentaje de plantas afectadas en su follaje con coloración rojiza (micoplasma), en las parcelas con maleza (M28) y variedad tolerante (SR-8576) que en aquellas sin malezas (M0) y con variedad susceptible (NB-3), estos análisis están basados recuentos en visuales realizados a los 73 DDS.

La interacción de los factores maleza y variedad resultó con diferencia estadísticamente significativa en los diferentes tratamientos, lo cual se considera positivo para controlar en cierto grado los altos porcentajes en pérdidas que causa el achaparramiento, los que oscilan entre el 60 y 100 por ciento, (Urbina, 1982; Power y Gadea, 1982).

* **Dinámica poblacional y epidemiología.**

El progreso de la enfermedad fue lento en los primeros días, luego se incrementó rápidamente hasta los 70 días aproximadamente en que tendió a estabilizarse; momento en el que se logró distinguir de manera visual los diferentes síntomas característicos del achaparramiento, lo que supone que hubo un desarrollo paralelo entre la enfermedad y la población del insecto; ya que estos al inicio son bajos, incrementándose en las últimas semanas. Estas relaciones definen en cierta manera el comportamiento del insecto.

Las características de la enfermedad estuvieron relativamente definidas. Según los recuentos y observaciones visuales, se encontraban en forma agrupada, lo que influyó probablemente en el número de insectos presentes en el cultivo, porque la población, como se indicó anteriormente, aumentó a los 21 días después de la siembra, y hubo una relación directamente proporcional al porcentaje de plantas con síntomas de achaparramiento. Según Alivisatos (1984), no todos los insectos son portadores del patógeno, pero los resultados que se obtuvieron indican una buena correlación entre la población del insecto y el achaparramiento. Esto refleja la complejidad de la enfermedad, (Davis, 1973; Davis et al, 1972), donde se involucra una serie de factores, cuyas magnitudes e interrelaciones determinan su patogenicidad en un momento dado, (Saavedra, 1982; LLano, 1982; Gámez, 1980), lo que dificulta el manejo y control de la misma.

Según estudios realizados por Saavedra (1982) la edad del cultivo y el número de insectos son determinantes para que la enfermedad se desarrolle, siendo los primeros 45 días del cultivo los más susceptibles para que la planta la adquiriera, esto sucede cuando el ambiente es favorable para la adquisición del patógeno por el insecto y, posteriormente la transmisión de este a la planta.

Power y Gadea (1983), apuntan que la época de siembra es un factor determinante para el desarrollo de la enfermedad. Este factor probablemente contribuyó a la mejor expresión de los síntomas, los cuales fueron muy bien definidos, ya que la época de siembra favorece el desarrollo de la enfermedad.

El área donde se estableció el ensayo estuvo circundada por cultivos de maíz de diferentes edades, lo que favoreció una población considerable de insectos a edad temprana del cultivo (21 DDS), y como consecuencia una alta incidencia del achaparramiento. Esto a su vez se ve reflejado en el bajo rendimiento que se tuvo a nivel de ensayo, aunque se considera, que hubo influencia de otros factores ajenos a nuestro control, como la falta de humedad en los primeros días del establecimiento del cultivo, (maíz de riego), por lo que no se puede determinar en que medida fue afectado el rendimiento por la enfermedad.

Es importante señalar que los resultados obtenidos en este trabajo, en parte son considerados como preliminares, los cuales se deben tomar como base para futuros estudios.

IV. CONCLUSIONES

En base a los objetivos planteados, y de acuerdo a los resultados y análisis del presente trabajo se concluye lo siguiente:

1. El porcentaje más bajo de síntomas de micoplasma-spiroplasma se obtuvo con el tratamiento que contempló control de malezas 28 días después de la siembra, variedad tolerante (SR-8576) y población alta (85,400 pts/ha), (M28V P a).
2. La incidencia del achaparramiento estuvo estrechamente relacionada al nivel poblacional de *Dalbulus maidis* (D & W).
3. Los factores maleza y variedad tuvieron mayor influencia en el porcentaje de plantas con achaparramiento que el factor densidad.
4. En el rendimiento no se obtuvo diferencia significativa, pero se observó una tendencia de mayor rendimiento en el tratamiento control de malezas a los 28 días después de la siembra, variedad tolerante (SR-8576), y población alta (85,400 pts/ha), (M28V P a).

V. RECOMENDACIONES

Con la realización de este trabajo, se han creado otras inquietudes, las cuales se deben considerar para futuras investigaciones, ya que los resultados que de éste se obtuvieron servirán como base para los estudios que se realicen en el cultivo del maíz, para el manejo cultural de *Dalbulus maidis*, (D & W) y el control del achaparramiento, para lo cual se quiere realizar trabajos de investigación que cubran los siguientes objetivos:

Determinar:

1. El período óptimo de adquisición y transmisión del patógeno.
2. La relación entre el nivel poblacional de *Dalbulus maidis*, el porcentaje de achaparramiento y el rendimiento bajo condiciones bien controladas.
3. El efecto que pueda ejercer el clima en el comportamiento del insecto y la incidencia del achaparramiento.
4. La fiabilidad de la sintomatología como base del diagnóstico en el campo haciendo uso de la prueba ELISA.
5. La frecuencia de insectos portadores de los patógenos que causan el achaparramiento (micoplasma - spiroplasma) y el efecto de la temperatura en su transmisibilidad.

VI. BIBLIOGRAFIA

- ALIVISATOS ,A. S. 1984. Corn Stunt Spiroplasma in Dicotyledones. Plants Phytopth. Z.110:148 - 155.
- BASCOPE, B. Y J. GALINDO. 1981. Naturaleza Micosplasmático de la Raza "Mesa Central del Achaparramiento del maíz". Fitopatol. Colegio de Post - graduados. Chapingo, México. Vol.16:28 - 33.
- BASCOPE, B. 1977. Agente Causal de la llamada Raza "Mesa Central" del achaparramiento del maíz. Tesis para optar al grado de Maestro en Ciencias. Especialista en Fitopatología. Esc. Nac. de Agricultura, Colegio de Post - graduados. Chapingo, México.
- BALLESTERO, F, Y J. BROOME. 1985. El achaparramiento del maíz. Diagnostico y Transmisión. SAVE - DGB - DGA - MIDINRA.
- BROOME, J. C. 1985. Diagnostico de la enfermedad achaparramiento del maíz y cultivo in vitro del patógeno causal, el Spiroplasma (CBS). Grupo NWAG y M. Kahndewoo. Protección de Cultivos, DGA - MIDINRA.
- DAVIS, M. J., J. H. TSAI et al. 1984. Isolation of the corn stunt spiroplasma from maize in Florida. Plant Disease. 68:600 - 604.

DAVIS, R. E., T. H. CHEN and J. F. WOLFLEY. 1981. Corn stunt spiroplasma in virus and virus - liked disease of maize in the United States. Eds. D. T. Gordon J. K. Knoke y G. Scott. Southern Cooperative. Series Bulletin 247, June 1981. 40 - 50 p.

DAVIS, R. E. 1979. Spiroplasmas: Newly Recognized Arthropod - Borne Pathogens. U. S. Department of Agricultural Research, Plant Protection Institute.

DAVIS, R. E., J. F. WOLFLEY, et al. 1972. Helical filaments Produced by a mycoplasma like organism associated with corn stunt disease. Sci. 176. 4034:521 - 523.

DAVIS, R. E., J. F. WOLFLEY. 1973. Spiroplasmas: Motile, helical microorganism associated with corn stunt disease. Phytopath. 63:403 - 408.

DOY, Y. M. TERANAKA, et al. 1967. Mycoplasma or P.L.T Group -liked microorganisms found in the phloem elements of plants infected with mulberry dwarf, potatoes witch's broom, aster yellows, or paulownia witch's boom. Ann. Phytopathol. Soc. Japan. 33:259 - 266.

- FARREL, J. A. K. 1976. Effects of ground nut sowing date and plant spacing, on rosette virus disease in Malawi. *Bulletin Entomological Research*. 66:159 - 171.
- FORD, R. E. and MILBRATH. 1981. Environmental factor influencing disease Development. Corn stunt spiroplasma by viruses and spiroplasma. pages 88 - 91, eds virus and viruslike disease of maize in The USA.
- GADEA, A. Y A. POWER. 1984. Evaluación de la Dinámica Poblacional de *Dalbulus maidis*, la incidencia del achaparramiento y el daño causado por *Spodoptera frugiperda* en seis siembras mensuales de maíz. SAVE - DGA - MIDINRA.
- GAMEZ, R. 1980. Rayado fino virus disease of maize in the American Tropics. *Tropical Pest Management*. 26(1):26 - 33.
- GAMEZ, R., E. W. KYTEJIMA and M. T. LIN. 1979. The Geographical distribution of maize rayado fino virus. *Plant Disease Report*. 63:830 - 835.
- GRANDOS, R., K. MARAMOROSCH and E. SHICA. 1968. Mycoplasma suspected etiologic agent of corn stunt. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*. 60:841 - 844.

- HEATHCOTE, G. D. 1970. Effect of plant and aphid infestation and spread of virus yellows. *Plant Pathology*. 19:32-39.
- HORN, D. J. 1981. Effect of weedy background on colonization of collard by green peach aphid, *Myzus persicae*, and its major predators. *Environmental Entomology*. 10:285 - 289.
- KUNKEL, L. D. 1946. Incubation period of corn stunt virus in the leafhopper *Dalbulus maidis*, (De L. & W). *Amer. J. Bot.* 33:830 - 931.
- LLANO, A. 1982. Manual del maiz. Ediciones SINAFORP, Managua, Nicaragua.
- MADDEN, L. V and L. R. NAULT. 1983. Differential pathogenicity of corn stunting mollicutes to leafhopper vectors in *Dalbulus* and *Balbulus sp.* *Phithopathol.* 73:1608 - 1614.
- MADDEN, L. V., L. R. NAULT, et al. 1980. Effect of maize stunting mollicutes on survival and fecundity of *Dalbulus* leafhopper vector. Departments of Pant and Entomology. The Ohio State, University Agricultural Research and Development Center, Wooster, Ohio. 44691, USA. 105:531 - 441.

- MARAMOROSCH, K. 1981. Spiroplasma: Agents of animal and plant. Disease. Bio. Science, vol. 31 A 5, 374 - 380.
- MARAMOROSCH, K. 1955. The occurrence of two distinct types of corn stunt in Mexico. Plant Disease. Reporter 39:896 - 898.
- NAULT, L. R. 1980. Maize bushy stunt and corn stunt: A comparison of disease symptoms, pathogen host ranges and vector. Phytopat. 70: 659 - 662.
- NAULT, L. R. and J. K. KNOKE. 1981. Maize vectors. Page 77-84 in virus and viruslike disease of maize in the United States. D. T. Gordon, J. K. Knoke and G. E. Scott. Eds South Coop. Ser. Bull. 247. June 1981. 218 p.
- NAULT, L. R. and D. E. BRADFUTE. 1979. Corn stunt: Involvement of a complex of leafhopper vectors and plant disease agents. K. Maramorosch and K. Z. Harris, eds Academic Press. New York 654.p.
- NAULT, L. R. 1984. Dalbulus leafhopper vectors of maize pathogens. Department of Entomology. The Ohio State University. Ohio Agricultural Research and Development Center Wooster, Ohio 44691. USA 61 - 63.

NIEDERHAUSER, J. S. and J. R. CERVANTES. 1950. Transmission of corn stunt in Mexico by a new insect vector, *Dalbulus eliminatus*. Phitopathol. 40:20 - 21.

PERRIN, R. M. and M. L. PHILLIPS. 1978. Some effects of mixed cropping on the population dynamics of insects pest. Ent. Exp. Appl. 24:385 - 393.

POWER, A. 1984. Control cultural de *Dalbulus maidis*, vector del achaparramiento del maíz. Grupo NWAG y Dirección de Sanidad Vegetal, DGA - MIDINRA, Managua.

POWER, A. Y A. GADEA. 1984. Comportamiento de poblaciones de chicharritas del maíz *Dalbulus maidis*, (D & W), en variedades con resistencia al achaparramiento. University of Washington, Seattle, WA, Department of Zoology, USA, Dirección de Sanidad Vegetal, DGA - MIDINRA.

POWER, A. 1984. Evaluación de la incidencia del achaparramiento del vector *Dalbulus maidis* (De L. W) con respecto a la densidad de siembra y fertilización nitrogenada. Sección de Control Integrado. Investigación y Diagnóstico. SAVE - DGA - MIDINRA - DINRA.

- POWER, A. Y A. GADEA. 1972. Las chicharritas *Dalbulus maidis* (Del. & W) en maiz. SAVE - DGA - MIDINRA.
- POWER, A. Y A. GADEA. 1983. El efecto de densidad de siembra, fertilizante, insecticida y la presencia de otras especies de plantas en el cultivo del maiz sobre el nivel poblacional de *Dalbulus maidis* y la incidencia del achaparramiento. SAVE - DGA - MIDINRA.
- SAAVEDRA, F. V. 1982. Epidemiología del virus del rayado fino en plantaciones de maiz en Alajuela, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Departamento de Producción Vegetal. Turrialba, Costa Rica.
- SMITH, J. G. 1969. Some effects of crop background on populations of aphids and their natural enemies in brussels sprouts. Annual of Applied Biology. 63:326 - 329.
- SMITH, J.G. 1976. Influence of crop background on aphids and other phytophathogens insects of brussels sprouts. Annuals of Applied Biology. 83:1 - 13.
- TURLEY, F. 1988. Biología y control de la chicharrita del maiz *Dalbulus maidis* vector del achaparramiento del maiz. Proyecto Protección de Cultivos, Nicaragua. MIDINRA-CEGB/qtz.

- TAPIA, H. Y M. SAENZ. 1972. Información básica para el control del achaparramiento del maíz en Nicaragua. Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería (ENAG). Managua, Nicaragua. Proyecto Protección de Cultivos, Nicaragua. Centro Experimental de Granos Básicos. MIDINRA-CEGB/GTZ.
- TSAI, J. H. 1979. Vector transmission of mycoplasma agents of plant disease. The mycoplasma, vol.3:265 - 299.
- URBINA, R. 1982. Evaluación de variedades experimentales de maíz resistente al achaparramiento en tres épocas de siembra en dos localidades de Nicaragua. XXVIII Reunión Anual de PCCMCA, San José, Costa Rica.
- URBINA, R. 1986. Aptitud combinatoria de heterosis de líneas de maíz (*Zea mays*) seleccionadas para resistencia al achaparramiento. XXXII Reunión Anual del PCCMCA. San Salvador. Programa Nacional del maíz. Dirección de Granos Básicos. MIDINRA, Managua, Nicaragua.
- WAY, M. J. and G. D. HEATHCOTE. 1966. Interactions of crop density of field beans, abundance of *Aphis fabae* Scop., virus incidence and aphid control by chemicals. Annuals of Applied Biology. 57:409 - 423.

- WHITCOMB, R. F. 1981. The Biology on Spiroplasma. Annuals Review of Entomology. 26:397 - 425.
- WOLANSKI, B. S. and K. MARAMOROSCH. 1979. Rayado fino virus and corn stunt Spiroplasma: Phloem restriction and transmission by *Dalbulus maidis* and *Dalbulus eliminatus*. *Phitop. Bras.* 447 - 54.