

COMPORTAMIENTO DEL ACHAPARRAMIENTO DEL MAÍZ (*Spiroplasma kunkelii*) EN ÚRSULO GALVÁN, VERACRUZ, MÉXICO.

CÉSAR JULIÁN HERNÁNDEZ PARDO

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS

EN PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA



Universidad Autónoma Agraria

“Antonio Narro”

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Agosto de 2008

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIRECCION DE POSTGRADO**

COMPORTAMIENTO DEL ACHAPARRAMIENTO DEL MAÍZ (*Spiroplasma kunkelii*) EN ÚRSULO GALVAN, VERACRUZ, MÉXICO.

TESIS

POR:

CÉSAR JULIÁN HERNÁNDEZ PARDO

Elaborada bajo la supervisión del comité Particular de Asesoría y aprobada como requisito parcial, para optar al grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PARASITOLIGÍA AGRÍCOLA

COMITÉ PARTICULAR

Asesor principal:

M.C. Abiel Sánchez Arizpe

Asesor:

M.C. Arnoldo Oyervides García

Asesor:

M.C. Antonio Cárdenas Elizondo

Asesor:

M.C. Emilio Padrón Corral

Dr. Jerónimo Landeros Flores
Director de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Agosto 2008.

AGRADECIMIENTOS

A la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”** y los maestros del departamento de **PARASITOLOGIA AGRICOLA**, por haberme dado la formación necesaria para poder ahora desarrollarme como Maestro en Ciencias en Parasitología Agrícola y defender con orgullo el nombre nuestra “Alma Mater” en el aspecto laboral y académico.

En forma especial al M.C Arnoldo Oyervides García, por su propuesta y participación en la dirección del proyecto de tesis, por el asesoramiento y el tiempo necesario que me brindo para la revisión del trabajo, y sobre todo por la amistad que me brindo a lo largo del tiempo.

Al M.C Abiel Sánchez Arizpe por las sugerencias, el apoyo incondicional para que el trabajo de investigación saliera adelante a pesar de las trabas que se presentaron, por su orientación y revisión de esta investigación.

Al M.C. Antonio Cárdenas Elizondo por el apoyo incondicional en la elaboración de mi trabajo de tesis.

Al MC. Emilio Padrón Corral, por la ayuda desinteresada que demostró para la realización y razonamiento de los análisis estadísticos

Al Dr. Alberto Flores Olivas y al MC. Faustino Lara Victoriano por haberme apoyado en la elaboración del trabajo de investigación, realizando la detección del patógeno, en el laboratorio de Parasitología Molecular Agrícola, del Departamento de Parasitología Agrícola.

Al Consejo Nacional De Ciencia y Tecnología (CONACYT) por brindarme la ayuda económica necesaria para realizar mis estudios de postgrado y por el apoyo al proyecto de investigación: *Híbridos de Alto Rendimiento con Resistencia al Achaparramiento y al gusano Cogollero*, del cual se desprende el material genético utilizado en esta investigación (VAN 543R).

Al Ing. Williams Muños Benavides y a Armando Utrera Perdomo, por haberme apoyado en el establecimiento del trabajo de investigación.

Al C. B. T. a. No. 17 de Úrsulo Galván, Veracruz, por haber facilitado la elaboración del trabajo de investigación en sus instalaciones.

Al I. T. A. No 18 de Úrsulo Galván, Veracruz, por haber apoyado en la toma de datos de temperatura, humedad relativa y precipitación.

DEDICATORIA

A mis padres:

Feliciano Hernández Villa †

Leticia Pardo Herberth

Por haberme dado la vida, el amor de padres y amigos, que se necesita en las buenas y en las malas, por comprender el motivo por el que estuve lejos de casa tanto tiempo, desvelos, sacrificios y confianza incondicional que hicieron posible que llegara al final de mis estudios de maestría.

A mis hermanos: Isis Patricia, Carlos Adrián y Daniel Alfredo, por haberme apoyado en mi trabajo de investigación y por el apoyo incondicional que me brindaron a lo largo de mi maestría.

A mis abuelos Veda Villa †, Julián Hernández † y Reina Herberth, mis tías Fabiola, Ma. Ángeles, Edith y mis primos a los que aprecio mucho.

A mis amigos que me apoyaron en todo momento, en las buenas y las malas, a lo largo de mi carrera, entre ellos se encuentran Michel, Rudy, Roberto Moctezuma, Ramón Trejo, Alonso Rogel, Julio Arredondo, Luis Andrey y compañeros.

Además a Claudia Nallely por apoyarme en todo momento y estar a mi lado cuando más lo necesitaba, por demostrarme el cariño que tiene para conmigo.

COMPENDIO

Comportamiento del Achaparramiento del Maíz (*Spiroplasma kunkelii*) en Úrsulo Galván, Veracruz.

POR:

CESAR JULIAN HERNANDEZ PARDO

MAESTRÍA EN

PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. AGOSTO DE 2008.

M.C. Abiel Sánchez Arizpe. Asesor

Palabras clave: Achaparramiento del maíz, *Spiroplasma kunkelii*, *Dalbulus maidis*, Fluctuación poblacional y parámetros meteorológicos.

La importancia del cultivo del maíz radica en ser considerado como cultivo básico, en América y África, en México la producción de dicho cultivo se ve afectada por diversos factores (bióticos y abióticos) mermando en rendimiento y calidad la cosecha del cultivo, la enfermedad del achaparramiento del maíz (*Spiroplasma kunkelii*) se encuentra entre uno de los principales factores bióticos causantes de la reducción del rendimiento en el cultivo, ya que en casos extremos la enfermedad puede llegar a reducir la producción de este importante grano hasta en un 100%.

El presente trabajo se realizó con la finalidad de determinar la presencia del agente causal del achaparramiento del maíz (*Spiroplasma kunkelii*), determinar la incidencia y severidad de la enfermedad del achaparramiento, determinar la fluctuación poblacional del vector *Dalbulus maidis* de Julio del 2006 a Junio del 2007, determinar cuál de los cuatro genocultivares utilizados presenta mayor resistencia al achaparramiento, determinar el potencial de producción de los cuatro cultivares y determinar las relaciones existentes entre las variables antes mencionadas con la temperatura, humedades relativa y precipitación de la localidad. Realizando siembras mensuales de Julio del 2006 a Junio del 2007 con cuatro genocultivares (testigo comercial uno, testigo comercial dos, VAN 543 y VAN 543R) con diez repeticiones. Las variables experimentales fueron: incidencia y severidad del achaparramiento del maíz (*S. kunkelii*), fluctuación poblacional del vector *Dalbulus maidis* y rendimiento, se midieron los parámetros meteorológicos de temperaturas, humedades relativas y precipitaciones de la localidad.

Para la detección del patógeno por PCR se realizó la extracción de ADN en plantas con síntomas asociados a la enfermedad y el vector *Dalbulus maidis*, usando el Buffer de lisis. Posteriormente se realizó la PCR con los primers específicos CSSF2/CSSR6, los resultados de la PCR se analizaron por electroforesis en geles de agarosa al 1%, teñidos con bromuro de etidio y la visualización de las bandas esperadas (500 Kbps) se realizó mediante el uso de un transluminador UV. Para determinar la Incidencia de la enfermedad se uso la

fórmula de Hernández y Oyervides (2005), la severidad se realizó con la escala de Grogan y Rosenkranz (1968), en ambos casos se realizaron muestreos a los 60, 75 y 90 días después de la siembra, contando planta por planta. Para determinar la fluctuación poblacional del vector *Dalbulus maidis*, se realizaron muestreo dos veces por semana (de Julio 2006 – Junio 2007) usando bandejas amarillas dispuestas dentro del cultivo, los insectos colectados se preservaron en alcohol al 70°, para ser identificado el vector *Dalbulus maidis* bajo las claves de Barnes (1954) y contar el número de individuos, con los datos obtenidos se realizó la estimación a # individuos/hectárea. Para la toma de datos de temperatura, humedad y precipitación, se utilizó la estación automatizada del ITA No. 18, ya que era la estación más cercana la parcela (a 0.95 km), dicha estación fue puesta en marcha por el INIFAP en Junio del 2006.

Para incidencia se analizó estadísticamente bajo un análisis combinado $A * B * C$, donde A son los Muestreos, B son las Fechas de siembra y C son los Genocultivares.

Para severidad se analizó bajo un análisis no paramétrico llamado Friedman, analizando individualmente el efecto muestreos, fechas de siembra y genocultivares.

Para rendimiento se analizó bajo un análisis combinado $A * B$, donde: A son las fechas de siembra y B los genocultivares

El estudio de correlación entre las incidencia, severidad, fluctuación poblacional del vector, rendimiento, temperatura (máxima y mínima), humedad relativa y precipitación, se llevo a cabo en el programa estadístico SAS 9.0.

Obteniendo lo siguiente: Se identificó satisfactoriamente el agente causal del achaparramiento del maíz (*Spiroplasma kunkelii*) bajo la prueba de PCR, en planta con síntomas asociados al achaparramiento y el vector *Dalbulus maidis*.

Para la variable incidencia se observaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) en las fuentes de variación: muestreos, fechas de siembra, genocultivares, la interacción fechas por muestreo y fechas por genocultivares. Al realizar la prueba de medias Tukey ($P \leq 0.01$) se observó para la fuente de variación muestreos, que se puede realizar el muestreo a la enfermedad a los en cualquiera de los tres muestreos sin afectar drásticamente la realidad de los datos. Para la fechas de siembra se observaron la menor incidencia en los meses de Diciembre, Noviembre y Octubre del 2006 se con valores de 3.0302, 6.4583 y 9.4697% respectivamente, y la mayor incidencia se observó en las siembras de Abril, Junio y Mayo del 2007 con 75.7956, 68.8636 y 67.5285%, para genocultivares se observó que el VAN 543R (de la UAAAN) mostro menor incidencia al achaparramiento con un 23.0427%, y el testigo comercial uno fue el de mayor incidencia con 43.6225%. Para la interacción muestreos a través de fechas de siembra nos dice, que en las siembras de Octubre y Noviembre se deben de tomar las lecturas hasta los 90 días después de la siembra para obtener los datos fidedignos sobre la incidencia de la enfermedad del achaparramiento, y en el resto de las fechas de siembra se pueden tomar las lecturas en cualquiera de las fechas de muestreos. Para la interacción genocultivares a través de las fechas de siembra dice que los cuatro genocultivares interactuaron con la enfermedad a través de las fechas siembra,

pero cada uno en diferente magnitud, siendo el testigo comercial uno y testigo comercial dos los que menos interactuaron con la enfermedad, siendo los que mayor incidencia reportaron a través de las fechas de siembra, y los genocultivares VAN 543 y VAN 543R interactuaron en mayor magnitud con la incidencia, siendo estos los que presentaron la menor incidencia a través de las fechas de siembra (ambos genocultivares fueron generadas por el IMM, de la UAAAN).

Para severidad se observaron diferencias significativas ($P \leq 0.01$) bajo Friedman, en efecto muestreos, fechas de siembra y genocultivares.

Obteniendo para muestreos que la mayor severidad se dio a los 90 días después de la siembra, siendo este el muestreo óptimo para la variable severidad, para el efecto fechas de siembra se observó que las fechas de siembra de mayor severidad fueron las siembras de Marzo, Abril, Mayo y Junio con valores de 2.338, 2.955, 2.591 y 2.756, y las de menor severidad fueron las siembras de Diciembre, Noviembre y Octubre con valores de 0.115, 0.235 y 0.244. Para genocultivares se observó que el genocultivar Testigo comercial uno fue quien reportó la mayor severidad con un valor de 1.670 a través del año, y el genocultivar VAN 543R fue el que se manifestó en cuarto lugar, como el genocultivar de menor severidad con un valor de 0.782 a través del año.

Se observó claramente la fluctuación poblacional del vector *Dalbulus maidis*, de Julio del 2006 a Junio 2007, donde la mayor población del vector se dio en los meses de Marzo, Abril, Mayo y Junio con 1894, 2021, 2067 y 1854 individuos por hectárea, y se observó una baja en la población del vector en los

meses de Agosto, Septiembre, Octubre y Noviembre con 969, 854, 904 y 833 individuos por hectárea.

Para rendimiento se obtuvieron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) para fechas de siembra, genocultivares, y la interacción fechas por genocultivares. Al realizar la prueba de medias Tukey ($P \leq 0.01$) se observó para la fuente de variación fechas de siembra, el mayor rendimiento se obtuvo en las siembras de Junio del 2006 y Enero, Marzo del 2007 con un 4.1724, 4.5971 y 4.5792 ton/ha, y el menor rendimiento en las siembras de Octubre, Abril, Mayo y Junio con 2.6415, 2.8527, 2.6149 y 2.2222 ton/ha. Para genocultivares se observó a el genocultivar testigo comercial uno el de mayor rendimientos con 3.518 Ton/ha, seguido del genocultivar VAN 543R (UAAAN) con 3.455 Ton/ha, el genocultivar Testigo comercial dos con 3.315 Ton/ha, y el genocultivar VAN 543 (UAAAN) con 3.2420 Ton/ha. Para la interacción genocultivares a través de fechas de siembra se observó que los genocultivares uno y cuatro (el Testigo comercial uno y el VAN 543R respectivamente), fueron los que interactuaron menos con las fechas de siembra, ya que como se muestra en el cuadro 4.8, se comportaron como los genocultivares de mayor rendimiento a través de las fechas de siembra, en comparación del genocultivar dos y tres (el testigo comercial 2 y el VAN 543) quienes interactuaron mas, obteniendo menores rendimientos.

Para el estudio de correlación se observó relación positiva de Incidencia vs severidad, fluctuación poblacional del vector vs incidencia y severidad, y

existió relación negativa de precipitación vs fluctuación poblacional del vector, incidencia y severidad, y de rendimiento vs incidencia y severidad.

Concluyendo con esto:

Que se identificó satisfactoriamente la presencia del patógeno en planta con síntomas asociados al achaparramiento del maíz causada por CSS (*S. kunkelii*) y el vector *Dalbulus maidis* por PCR.

La incidencia y severidad de la enfermedad del achaparramiento del maíz ocasionada por *S. kunkelii* se presentó a través del año.

Se determinó una clara fluctuación de la poblacional del insecto vector *Dalbulus maidis* de a través del tiempo.

El genocultivar VAN 543R se mostró como el de menor incidencia.

El genocultivar testigo comercial uno obtuvo el mayor rendimiento, seguido del VAN 543R, el Testigo comercial dos y el VAN 543.

Existió relación positiva de Incidencia vs severidad, fluctuación poblacional del vector vs incidencia y severidad, y existió relación negativa de precipitación vs fluctuación poblacional del vector, incidencia y severidad, y de rendimiento vs incidencia y severidad.

ABSTRAC

Behavior of Corn Stunt Spiroplasma (*Spiroplasma kunkelii*) in Ursulo Galvan,
Veracruz.

BY:

CESAR JULIAN HERNANDEZ PARDO

MASTER SCIENCE IN

PARASITOLOGIA AGRICOLA

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. AGOSTO OF 2008.

M.C. ABIEL SANCHEZ ARIZPE. ADVISOR

Words key: Corn stunt spiroplasma, *Dalbulus maidis*, Population fluctuation and meteorological parameters.

The importance of the culture of maize takes by is considered as basic culture, in America and Africa, in Mexico our production is affected by diverse factors (bióticos and abióticos) reducing in yield and quality of harvest, the disease of the corn stunt (*Spiroplasma kunkelii*) is one of the principal biotics factors causer of the reduction of the yield, since in extreme cases the disease can reduce the production of this grain in 100 %.

This work was realized with the purpose of determining the presence of the causative agent of CSS (*Spiroplasma kunkelii*), determinate the incidence

and severity of the disease, and determine the population fluctuation of the vector *Dalbulus maidis* June 2006 to June 2007, determine which of the four genocultivares used has more resistance to CSS, determine the production potential of the four cultivars and determine the relationships between the variables mentioned above with temperature, precipitation and relative humidity of the locality. Performing plantings month of July 2006 to June 2007 with four genocultivares (commercial witness one, commercial witness two, VAN 543 and VAN 543R) with ten repetitions. The experimental variables were: incidence and severity of CSS (*S. kunkelii*), population fluctuation of vector *Dalbulus maidis* and yield, was measured the meteorological parameters temperature, relative humidity and rainfall in the locality.

For the detection of the pathogen was used the technique of PCR, previously conducted DNA extraction plant with symptoms associated with the disease and vector *Dalbulus maidis*, using Buffer lysis. Subsequently PCR was performed with primers specific CSSF2/CSSR6, the PCR products were analyzed by electrophoresis through a 1% agarose gel, stained by ethidium bromide and the visualization of the bands expected (500 Kbps) was realized using a UV transilluminator. To determine the incidence of the disease was using the formula and Oyervides Hernandez (2005), for the severity was used the scale of Grogan and Rosenkranz (1968), plant for plant, in both cases; samples were taken at 60, 75 and 90 days after sowing. To determine the fluctuating population of the vector *Dalbulus maidis* were conducted sampling twice a week (July 2006 - June 2007) was using yellow trays arranged in the

crop, insects collected were preserved in alcohol at 70 °, for identification and counting vector *Dalbulus maidis* under the keys Barnes (1954) and count the individual numbers, with the data was performed the estimate # individuals / hectare. For data capture temperature, humidity and precipitation, was used the station automated of ITA. 18, as it was the nearest station plot (0.95 km), the station was established by the INIFAP in June 2006.

For incidence was analyzed in a pooled analysis A * B * C, where A are sampling, B are the sowing dates and C are the Genocultivares.

For severity was analyzed by an analysis non-parametric of Friedman, analyzing the effect individually sampling, sowing dates and genocultivares.

For yield was analyzed in a pooled analysis A * B, where: A is the sowing dates and the B genocultivares

The study of correlation between the incidence, severity, fluctuating population of the vector, yield, temperature (maximum and minimum), relative humidity and precipitation, was carried out in the statistical program SAS 9.0.

Getting the next: identification successfully the causative agent of CSS under PCR testing, in plant with symptoms associated with CSS and the vector *Dalbulus maidis*.

For the variable incidence were observed highly significant differences ($P \leq 0.01$) in the sources of variation: sampling, sowing dates, genocultivares, interaction sample dates and dates for genocultivares. In conducting the test mean Tukey ($P \leq 0.01$) was observed for the source of variation sampling, which

can be done sampling to the disease in any of the three samples without drastically affecting the reality of data. In sowing dates, the lowest incidence were the months of December, November and October of 2006 with values of 3.0302, 6.4583 and 9.4697% respectively, and the highest incidence was observed in plantings of April, June and May 2007 with 75.7956, 68.8636 and 67.5285%, in genocultivares was observed that the VAN 543R (the UAAAN) showed the lowest incidence CSS with a 23.0427, and witness a trade posted the highest incidence with 43.6225%. in interaction sampling across planting dates tells us, in the sowings October and November are due to take readings until 90 days after sowing to obtain reliable data on the incidence of CSS, and the rest of the dates of sowing readings can be taken in any of the dates of samplings. in interaction genocultivares across the dates of sowing said that the four genocultivares interacted with the disease across planting dates, but each different in magnitude, the commercial witness one and commercial witness two, interacted minus with the disease, having always as highest incidence across planting dates, and the genocultivares VAN 543 and VAN 543R greater magnitude interacted with the occurrence, these being those who had the lowest incidence across planting dates (both created by the IMM, the UAAAN).

For severity were significant differences ($P \leq 0.05$) under Friedman, in effect sample, sowing dates and genocultivar. having the greatest severity, in the samplings to 90 days after sowing, is the optimal sampling for the variable severity, for the effect sowing dates, will note that the sowing date more severely were the month March, April, May and June with values of 2338, 2955, 2591

and 2756, and those of lesser severity were the sown of December, November and October with values 0115, 0235 and 0244. for genocultivares was observed that the commercial witness one and genocultivar witness two were who reported the greatest severity with a value of 1,670 throughout the year, and genocultivar VAN 543R which was manifested itself in fourth place, as he genocultivar of lesser severity with a value of 0,782 throughout the year.

Was observed clearly fluctuating population vector *Dalbulus maidis*, of July 2006 to June 2007, the largest population of the vector occurred in the months of March, April, May and June with 1894, 2021, 2067 and 1854 individuals per hectare, and was a decline in the population vector in the months of August, September, October and November with 969, 854, 904 and 833 individuals per hectare.

For yield was existed highly significant differences ($P \leq 0.01$) for sowing dates, genocultivares, and interaction by genocultivares dates. in conducting the test mean Tukey ($P \leq 0.01$) was observed for the source of variation sowing dates, the highest return was in the sowings June 2006 and January, March 2007 with a 4.1724, 4.5971 and 4.5792 ton / has, and the lowest yield in October, April, May and June with 2.6415, 2.8527, 2.6149 and 2.2222 tons / ha. in genocultivares was observed to genocultivar commercial witness one with higher yields of 3.518 tons/ha, followed by genocultivar VAN 543R (UAAAN) with 3.455 tons/ha, the commercial genocultivar Witness two 3.315 ton/ha, and genocultivar VAN 543 (UAAAN) with 3.2420 tons/ha. In interaction of genocultivares across sowing dates was observed that genocultivares one four

(commercial Witness one and VAN 543R, respectively), were those who interacted with less planting dates, Behaved like genocultivares of greater yield through the planting dates, compared genocultivar of two three (the commercial witness 2 and the VAN 543) who interacted more, getting lower yields.

To study the correlation was observed positive relationship of incidence VS severity, fluctuating population vector vs. incidence and severity, and negative relationship existed precipitation vs. fluctuation of the vector population, incidence and severity, and YIELD vs. incidence and severity.

Concluding that this: was successfully identified the presence of the pathogen in plants with symptoms associated with CSS (*S. kunkelii*) and the vector *Dalbulus maidis* by PCR.

The incidence and severity of disease caused by CSS (*S. kunkelii*) was present over time.

Was determinate a clearly fluctuating population vector *Dalbulus maidis* over time.

The genocultivar VAN 543R was presented as the genocultivar of minor incidence.

The genocultivar commercial witness one obtained the highest, followed of the genocultivar VAN 543R, the commercial witness two and VAN 543.

There was positive relationship of incidents vs. severity, fluctuating population vector vs. incidence and severity, and negative relationship existed precipitation vs. fluctuation of the vector population, incidence and severity, and performance vs. incidence and severity

ÍNDICE DE CONTENIDO

COMPENDIO.....	vi
ABSTRAC.....	xiii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xxi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xxiv
ÍNDICE DE GRÁFICAS.....	xxv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
III. MATERIAL Y MÉTODOS.....	24
Ubicación del sitio experimental	24
Material genético utilizado.....	25
Establecimiento del experimento.....	26
Metodología para la obtención de resultados.....	27
Detección del patógeno.....	27
Determinación de incidencia.....	29
Determinación de severidad.....	29
Determinación de la fluctuación poblacional del vector <i>Dalbulus</i> <i>maidis</i>	30
Parámetros meteorológicos.....	32
Análisis estadístico.....	33
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37

Detección molecular del patógeno.....	37
Incidencia.....	39
Severidad.....	55
Fluctuación poblacional del vector <i>Dalbulus maidis</i>	59
Rendimiento.....	62
Correlación multiple.....	74
V. CONCLUSIONES.....	76
VI. LITERATURA CITADA.....	77
VII. RESUMEN.....	85
VII. ANEXOS.....	88

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	CONTENIDO	Pág.
4.1	Análisis de varianza combinado para incidencia, basado en el factorial A x B x C, de Julio del 2006 a Junio del 2007, en la localidad de Villa Úrsulo Galván, Veracruz.....	39
4.2	Tabla de grupos obtenidos en Tukey ($P \leq 0.01$) para la interacción fechas de siembra por muestreos para la variable incidencia.....	49
4.3	Tabla de grupos obtenidos en Tukey ($P \leq 0.01$) para la interacción fechas de siembra por genocultivar para la variable incidencia.....	53
4.4	Severidad presente en los muestreos, estadístico de prueba bajo la prueba no paramétrica de Friedman y su significancia en base a la prueba de ji-cuadrada.....	55
4.5	Severidad presente en las fechas de siembra, estadístico de prueba bajo la prueba no paramétrica de Friedman y su significancia en base a la prueba de ji-cuadrada.....	56
4.6	Severidad presente en los genocultivares, estadístico de prueba bajo la prueba no paramétrica de Friedman y su significancia en base a la prueba de ji-cuadrada.....	57
4.7	Análisis de varianza combinado para rendimiento, bajo el factorial A*B, de Julio del 2006 a Junio 2007, en la localidad de Úrsulo Galván, Veracruz.....	63
4.8	Tabla de grupos obtenidos para rendimiento bajo la prueba de Tukey ($P \leq 0.01$) genocultivares para fechas de siembra en cada genocultivar.....	72
4.9	Resultados obtenidos al realizar la correlación múltiple para las variables incidencia, severidad y rendimiento y los	

	parámetros meteorológicos (temperatura mínima y máxima, humedad relativa y precipitación) medidos mensualmente de Julio del 2006 a Junio de 2007.....	75
7.1	Tabla de incidencia presente en el muestreo a los 60 días después de la siembra.....	90
7.2	Tabla de incidencia presente en el muestreo a los 75 días después de la siembra.....	91
7.3	Tabla de incidencia presente en el muestreo a los 90 días después de la siembra.....	92
7.4	Tabla de severidad presente en el muestreo a los 60 días después de la siembra.....	94
7.5	Tabla de severidad presente en el muestreo a los 75 días después de la siembra.....	95
7.6	Tabla de severidad presente en el muestreo a los 90 días después de la siembra.....	97
7.7	Tabla de rendimientos (en Ton/ha) obtenidos mensualmente de Julio 2006 a Junio 2007.....	98
7.8	Análisis de varianza combinado para incidencia, A (Muestreos), B(Fechas), C (Genocultivares) y sus interacciones, con datos transformados al Arcoseno.....	100
7.9	Prueba de Tukey ($P \leq 0.01$) para la incidencia presente en muestreos usando las medias generales con datos sin transformar.....	100
7.10	Prueba de Tukey ($P \leq 0.01$) para la incidencia presente en genocultivares usando las medias generales con datos sin transformar.....	100

7.11	Prueba de Tukey ($P \leq 0.01$) para la incidencia presente en fechas de siembra usando las medias generales con datos sin transformar.....	101
7.12	Tabla de medias de incidencia para muestreos a través de fechas de siembra.....	101
7.13	Tabla de medias de incidencia para genocultivares en cada fecha de siembra.....	102
7.14	Análisis de varianza combinado para rendimiento con los factores A (Fechas de siembra), B(Genocultivares) y su interacción.....	102
7.15	Prueba de Tukey ($P \leq 0.01$) para rendimiento en los genocultivares usando las medias generales.....	102
7.16	Prueba de Tukey ($P \leq 0.01$) para rendimiento en las fechas de siembra usando las medias generales.....	103
7.17	Tabla de medias de rendimiento para genocultivares en cada fechas de siembra.....	103
7.18	Tabla de medias mensuales para la población del vector <i>D. maidis</i> , temperatura máxima, temperatura mínima, humedad relativa y precipitación de Julio de 2006 a Junio de 2008.....	104

ÍNDICE DE FIGURAS

NÚM	NOMBRE	Pág.
2.1	Estructura del achaparramiento del maíz (<i>Spiroplasma kunkelii</i> D. & L.).....	7
2.2	Síntomas del achaparramiento del maíz (<i>S. kunkelii</i> D. & L.).....	9
2.3	<i>Dalbulus maidis</i>	11
2.4	Procedimiento de la teca del PCR.....	18
2.5	Estación meteorológica automatizada.....	23
3.1	Campo experimental de la “Antonio Narro” en las inmediaciones del C. B. T. a. No. 17 de Úrsulo Galván, Veracruz.....	25
3.2	Arreglo en campo de las charolas para la cuantificar <i>Dalbulus maidis</i>	31
3.3	Ubicación de la estación meteorológica del INIFAP en el ITA No.18.....	32
4.1	Detección positiva del patógeno <i>S. kunkelii</i> en plantas con síntomas asociados a la enfermedad y en el vector <i>Dalbulus maidis</i>	38

ÍNDICE DE GRÁFICAS

NÚM	NOMBRE	Pág.
4.1	Incidencia presente por cada muestreo usando la media general de muestreos.....	42
4.2	Incidencia presente por cada fecha de siembra usando la media general de fechas de siembra.....	44
4.3	Incidencia presente por cada genocultivar usando la media general para genocultivares.	45
4.4	Incidencia presente en muestreos a través de fechas de siembra.....	49
4.5	Incidencia presente en Genocultivares a través de Fechas de Siembra.....	54
4.6	Crecimiento poblacional tipo <i>J</i>	60
4.7	Crecimiento poblacional tipo <i>S</i>	60
4.8	Fluctuación poblacional de <i>Dalbulus maidis</i> y precipitaciones de Julio de 2006 a Junio de 2007.....	61
4.9	Rendimientos e incidencias obtenidas por cada fecha de siembra	

	usando la media general para fechas de siembra.....	64
4.10	Rendimientos y precipitaciones obtenidas por cada fecha de siembra usando la media general para fechas de siembra.....	66
4.11	Rendimiento obtenido por cada genocultivar usando sus medias generales.....	68
4.12	Rendimiento presente en Genocultivares a través de Fechas de Siembra.....	73

INTRODUCCIÓN

Alrededor del mundo existe un gran número de plantas cultivadas, algunas son consideradas como cultivos básicos (por su importancia para el consumo humano y animal). Entre estos se encuentra el cultivo del maíz, del cual son producidas anualmente 711.8 millones de toneladas del grano, siendo los principales países productores Estados Unidos, China, Unión Europea, Brasil y México. México aporta el 3% de la producción mundial. La producción de este grano constituye la principal actividad del sector rural reflejándose no solo en términos de uso del suelo, sino también en el suministro de alimentos a la población rural y urbana del país (FAO 2006, SAGARPA 2007).

En México se produce de forma bianual, en Primavera – Verano 15.1672 millones de toneladas y en Otoño – Invierno 6.1868 millones de toneladas, entre los principales estados productores de este grano destacan los estados de Chiapas, Guerrero, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Puebla, Sinaloa y Veracruz (este último con 1.0677 millones de toneladas anuales). Veracruz tiene producciones promedio de 2.564 Ton/ha, de las cuales el 59.7% de la producción es usado para el consumo humano, el 23.2 % para el sector

pecuario, el 1.1% para semilla, el 2.4% para la industria cerealera, entre otros (SAGARPA, 2007).

La producción de este cultivo en la región sur de México, se ve afectada por el uso inadecuado de las técnicas de producción, los factores físicos: como la presencia errática de los temporales, ya que las siembras se realizan bajo temporal, y los factores biológicos: como lo son la presencia de plagas y enfermedades, causadas por los organismos presentes en el ambiente como: hongos, virus, procariontes, plantas parásitas y nematodos, los que en forma individual o conjunta (como normalmente se presentan en campo) pueden llegar a reducir el rendimiento y calidad de la cosecha.

Entre las enfermedades más importantes se encuentra la provocada por el achaparramiento del maíz (*Spiroplasma kunkelii*), debido a que reduce la producción de grano a nivel mundial en un 9.4 % (Lee & Davis, 1989), dicha enfermedad está presente en el continente Americano y Africano, sin haberse mencionado su magnitud (Davis et al. 1981, De León et al. 1984). El achaparramiento del maíz se presenta en forma endémica, llegando a alcanzar en los casos más severos daños del 70 al 100 % en las siembras afectadas, siendo las pérdidas más grandes en áreas donde se retrasan las siembras por inicio irregular de las lluvias y en donde se encuentra el zacate Johnson

(*Sorghum halepense*), el cual es un reservorio natural para el patógeno y el insecto vector el (Henríquez y Jeffers 1997).

Dicha enfermedad es transmitida por el vector llamado comúnmente chicharrita o salta hojas del maíz (*Dalbulus maidis*) perteneciente al Orden Hemiptera, Familia Cicadellidae, el cual aloja al espiroplasma en las glándulas salivales, que al picar las hojas de la planta para alimentarse, transmite el patógeno a la planta causando con esto que se presenten los síntomas mas tarde, dependiendo de las temperaturas, en general el tiempo para el desarrollo de síntomas es alrededor de los treinta días (Markham et al, 1983).

OBJETIVOS

- ⇒ Determinar la presencia del patógeno en planta con síntomas asociados a la enfermedad del achaparramiento del maíz (*S. kunkelii*) y el vector *Dalbulus maidis* por PCR
- ⇒ Determinar la incidencia y severidad del achaparramiento del maíz de Julio 2006 a Junio 2007.
- ⇒ Determinar la fluctuación poblacional del vector *D. maidis* de Julio 2006 a Junio 2007.
- ⇒ Determinar cuál de los genocultivares presenta menor incidencia al achaparramiento del maíz.

- ⇒ Determinar el potencial de producción de los cuatro genocultivares a través de las fechas de siembra.
- ⇒ Determinar si existe relación entre las variables incidencia, severidad, fluctuación poblacional del vector, temperatura, humedad relativa y precipitación.

HIPÓTESIS

- ⇒ El patógeno estará presente en plantas con síntomas asociados al achaparramiento y en el insecto vector.
- ⇒ Se presentará la incidencia y la severidad de la enfermedad del achaparramiento del maíz durante el año.
- ⇒ El genocultivar VAN 453 R presentará menor incidencia que los demás genocultivares.
- ⇒ La población del vector *D. maidis* varía a través del tiempo.
- ⇒ Al menos uno de los cuatro genocultivares presentará un mejor rendimiento que los demás.
- ⇒ Existirá relación entre las variables incidencia contra severidad, fluctuación poblacional del vector contra incidencia y severidad de la enfermedad, y la precipitación contra el vector, incidencia y severidad.

REVISIÓN DE LITERATURA

El achaparramiento del maíz

El achaparramiento del maíz es una de las enfermedades que más afecta a este cultivo, siendo factor limitante para la producción de grano en zonas con clima tropical y subtropical del continente americano, ha sido reportada en el sureste de Estados Unidos (Florida, California, Louisiana, Mississippi, Texas), Nicaragua, el Salvador, Venezuela, Colombia, Honduras, Perú, Bolivia, Brasil, Paraguay, Argentina y México (Davis et al. 1981, De León et al. 1984, Lee & Davis, 1989). Esta se presenta en forma endémica, llegando a alcanzar en los casos más severos del 70 al 100 % de pérdidas en las siembras afectadas, aumentando las perdidas en áreas donde se retrasan las siembras por inicio irregular de las lluvias (Henríquez y Jeffers 1997).

La enfermedad del achaparramiento del maíz también es llamada Corn Stunt Spiroplasma (CSS), la cual fue observada por primera vez en Río Grande, Texas, EUA, por Alstatt (1945), quien envió muestras de plantas infectadas con esta "enfermedad de Río Grande" a Kunkell quién llamó a la enfermedad achaparramiento, considerando al agente causal como un virus y estableciendo que el vector era *Dalbulus maidis*, posteriormente Stoner (1964), aseveró que

efectivamente el agente causal era un virus. Posteriormente Davis et al (1973), observaron un microorganismo helicoidal y móvil asociado con la enfermedad del achaparramiento, al que denominaron espiroplasma.

Esta enfermedad ha venido tomando importancia en México ya que se localiza principalmente en los principales estados productores de maíz como lo son los estados de Sonora, Sinaloa, Guanajuato, Querétaro, Yucatán, Veracruz, Tamaulipas, y Chiapas, entre otros (De León *et al.*, 1984).

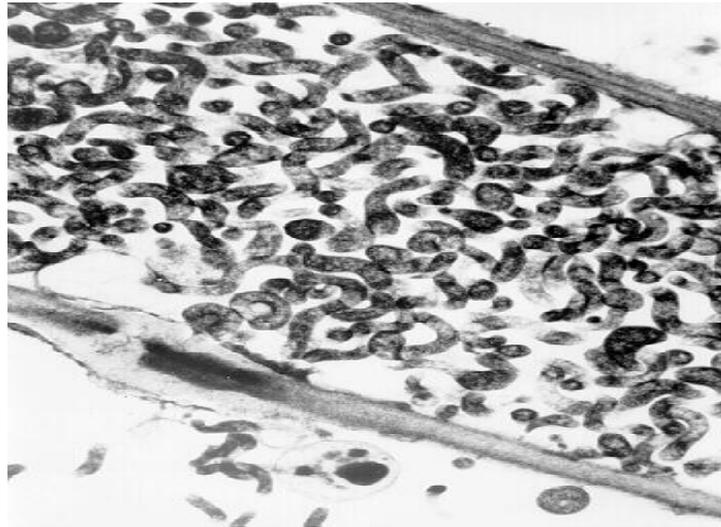
Clasificación taxonómica

El espiroplasma es una bacteria perteneciente a la Clase Mollicutes, Orden Spiroplasmatales, Familia Spiroplasmataceae, Genero *Spiroplasma* y Especie *kunkelii* (Bergey`s, 1994).

Características

El espiroplasma es de morfología filamentosa helicoidal que mide 0.2-0.25 x 3-15 micras, tiene movimientos contráctiles a menudo con cuerpos esféricos unidos de 0.4-0.6 micras de diámetro; no posee pared celular y se encuentra frecuente en el floema de las plantas, las células helicoidales exhiben flexión y movilidad rotacional, con movimientos de traslación en medios viscosos (Bradbury, 1991).

En la planta, el patógeno se encuentra limitado al floema, translocándose a sitios activos de crecimiento. El CSS es altamente resistente a la penicilina, pero es sensible a pruebas de anticuerpos in vitro. El tratamiento de plantas inoculadas con el antibiótico tetraciclina causó disminución de síntomas e interfirió con la transmisión del insecto vector (Granados et al, 1968).



Davis et al, 1973

Figura 2.1 Estructura del achaparramiento del maíz (*Spiroplasma kunkelii* D. & L.)

Epidemiología

Para que exista la presencia de la enfermedad, es necesario que exista también la chicharrita, el vector necesita temperaturas altas de 18 a 31 °C y humedades relativas bajas, está presente en áreas tropicales y subtropicales, y en altitudes que van de 0 a 750 msnm (Giménez y Laguna, 2002; Davis, 1973).

Ciclo de la enfermedad

Este organismo pasa a través de un complejo ciclo biológico, el cual involucra la ingestión del patógeno por el insecto vector, pasando desde las células del floema de la planta enferma, el pasaje y la multiplicación en el canal alimenticio, epitelio, membrana basal y hemocele, hasta las glándulas salivales del insecto, desde donde es inoculado nuevamente a una planta sana cuando éste se alimenta (Markham et al, 1983).

Hospederos

La gama de hospederos individuos del genero *Zea* como; *Z. mays*, *Z. mays mexicana*, *Z. mays parviglumis*, *Z. diploperennis* y *Z. perennis* (Bradbury, 1991; Nault, 1980).

También fue experimentalmente transmitido a dos dicotiledóneas, *Vinca rosea* y *Vicia faba*, por chicharritas previamente infectadas con el microorganismo cultivado *in vitro* (Markham et al., 1977).

Síntomas de la enfermedad

En plantas infestadas manifiestan bandas anchas amarillas en la base de las hojas más jóvenes, que se pueden tomar coloraciones púrpura rojizas hacia las puntas. Las plantas muestran enanismo o achaparramiento, debido a un acortamiento y raquitismo de los entre nudos. Las yemas axilares desarrollan mazorcas vanas y una ramificación excesiva de las raíces (Reyes 1990).



Imagen de archivo del IMM

Figura 2.2 Síntomas del achaparramiento del maíz (*S. kunkelii* D. & L.)

Daño

En general, la sintomatología es más severa cuando el cultivo es infectado tempranamente por el patógeno (a los treinta días después de la siembra), en ataques severos las plantas mueren prematuramente, no se llegan a producir mazorcas o la semilla es escasa, mermando con esto el rendimiento y calidad de la cosecha, pudiendo llegar a la pérdida completa del cultivo (Henríquez y Jeffers 1997).

Forma de transmisión

Kunkel (1946), demostró que el patógeno no es transmitido por semilla, ni mecánicamente y describió al cicadellido *D. maidis* como su principal vector, además menciona la estrecha relación existente hospedero – vector.

Barnes (1954) y Reyes (1990), mencionan que en México existen diversos vectores para el achaparramiento como: *Dalbulus maidis*, *Dalbulus elimatus*, *Graminella nigrifrons*, entre otras especies menos importantes, mencionaron que existe hasta un 25 % de incidencia de los vectores en el país.

El principal vector de forma natural de la enfermedad del achaparramiento es *Dalbulus maidis*, ya que puede llegar a tener una efectividad en la transmisión del patógeno de hasta el 100 %, éste solo emplea como hospederos naturales al maíz y teocintles (Barnes, 1954; Markham et al, 1983).

Henríquez y Jeffers 1997, mencionan al zacate Johnson (*Sorghum halepense*) como un reservorio natural para el patógeno y el insecto vector.

Se ha demostrado que *Graminella nigrifrons* y *Stirellus bicolor* también tienen la capacidad de transmitir la enfermedad del achaparramiento (Alvizatos and Markham, 1986; Madden and Nault, 1983).



Imagen de archivo del IMM
Figura 2.3 *Dalbulus maidis*.

Ubicación taxonómica.

Borror et al. (1989) menciona la siguiente clasificación:

Phylum: Arthropoda, Clase: Insecta, Orden: Hemiptera, Familia: Cicadellidae, Genero: *Dalbulus*, Especie: *maidis*

Debido que el efecto de los insecticidas sobre esta plaga no es muy evidente y el elevado costo de los insecticidas, hacen que la aplicación de los insecticidas sea un lujo para muchos productores (Barnes, 1954).

Descripción biológica: Los huevecillos, son depositados preferentemente sobre la vena central de las hojas, pero puede ser posible encontrar huevecillos en la superficie foliar y a veces en el tallo. Los huevecillos son puestos uno a uno en hileras de hasta 24 unidades, con un número promedio de huevecillos por hembra por ciclo de vida es de 400 - 500, se desconoce el periodo de oviposición, este podría ser un trabajo que sería necesario establecer, ya que

del periodo de oviposición (en conjunto con el numero de huevecillos) dependerá el número de individuos que se presentaran en campo. La forma de los huevecillos son ovalados-alargados y pueden verse a través de los tejidos de las hojas cuando esté por terminar el periodo de incubación, la cual dura de 7 a 10 días. El insecto pasa por 5 instares ninfales en el transcurso de 11 a 16 días, con bastante movilidad, estos se alimentan exclusivamente de la savia de las hojas, usando el estilete de sus partes bucales chupadoras. Las chicharras adultas son pequeñas, de aproximadamente 3 mm de longitud, de color amarillo paja, con una la longevidad adulta promedio de 12.2 y 12.1 días, para hembras y machos respectivamente. En los adultos se observan dos manchas negras redondas sobre el vértice de la cabeza, las alas traseras son translúcidas, estos se localizan por lo general en las hojas del cogollo, pueden vivir alrededor de 55 días en promedio (Barnes, 1954; Davis, R. 1966).

La población de chicharritas se incrementa a principios de primavera y cuando existan sequías prolongadas en verano, posteriormente desciende la cantidad del vector al iniciar la temporada de lluvias. Los adultos son muy sedentarios. Los movimientos y dispersión de los adultos se deben a cambios en las temperaturas o a disturbios mecánicos. Las hembras son más móviles que los machos, las hembras requieren mayor cantidad de nutrientes por la producción de huevecillos (Nault and Bradfute, 1979; Barnes, 1954).

Prácticas de manejo de la enfermedad

Control cultural: En el caso de las regiones que tienen sus siembras bajo temporal con clima tropical es recomendable no sembrar anticipadamente, sino hasta que las lluvias se establezcan, ya que después de la primera lluvia sigue un periodo prolongado de sequía, la cual tiende a incrementar las poblaciones del insecto. En zonas donde se esté presentando incidencias muy altas es conveniente evitar siembras escalonadas y evitar sembrar dos ciclos por año, para disminuir fuentes de inoculo (SARH, 1992).

Control natural; con frecuencia las poblaciones del vector pueden ser disminuidas por enemigos naturales como son la chinche ojona (*Geocoria sp*) y chinche pajiza (*Nabis sp*), además el Himenóptero *Gonatopus bartletti*, es un fuerte candidato para ser un agente de control biológico, debido a su tasa de parasitismo en condiciones naturales (alrededor del 45%) y a su amplia distribución geográfica en México (Moya et al., 2004).

Control químico: los productos químicos más utilizados en el país para controlar la población del vector son el Diazinon, Malathion, Carbofuran y Parathion, es recomendado realizar las aplicaciones cuando al muestrear 100 plantas, exista de un 20 – 25 % de plantas infestadas (Moya et al., 2004).

Manejo integrado de plagas y enfermedades: este se define como el método de control de plagas y enfermedades mediante la utilización de todos los tipos de control de una enfermedad, tanto preventivo como curativo, para

hacer uso de este manejo es necesario saber cuáles son los reservorios naturales del patógeno, para reducir el inóculo inicial por medio de la quema o la incorporación de cultivo al suelo para su descomposición e incorporación como materia orgánica, también es favorable el uso de la rotación de cultivos, determinar cuáles son las formas de transmisión de la enfermedad (si es por salpique, por semilla, por vectores, por roce, entre otros), si se transmite por vectores, es necesario el realizar aplicaciones de productos químicos de manera racional y la utilización de productos biológicos como lo son los extractos vegetales, el uso de organismos de control biológico, se necesita determinar las fechas de siembra en las que se presenta mayor incidencia de la enfermedad, para tratar de no realizar las siembras en esas fechas, además del uso de variedades resistentes a plagas y enfermedades, mediante el uso de híbridos o variedades sintéticas:

Un híbrido es la derivación de un cruzamiento también es llamado generación F1, esta puede ser por cruzamiento entre cualquier tipo de poblaciones (deben ser líneas puras) y su aprovechamiento puede ser inmediato (híbridos de una cruce simple, cruces de tres líneas o las cruces dobles), la hibridación está basada principalmente en el aprovechamiento de efectos génicos no aditivos, estos suelen poseer características excelentes, como altos rendimiento en condiciones favorables, resistencia a enfermedades e insectos, inclusive fuertes sistemas de raíces y tallos (Márquez, 1998).

El termino variedad sintética o sintético proviene del hecho convencional de participar números mayores de cuatro líneas de hecho se está sintetizando una nueva variedad, esta se logra llevando a la generación F_2 , para posteriormente hacer las cruzas por polinización libre, favoreciendo a que exista una reducción mínima de su rendimiento, obteniendo todas las características de una variedad criolla o natural. En este tipo de variedades se encuentran grandes ventajas como: el evitar comprar semilla año con año, debido a que de la cosecha obtenida se puede hacer selección de las mejores mazorcas para ser usada como semilla en el siguiente ciclo, generalmente las variedades sintéticas toleran mejor las inclemencias ambientales debido a su amplia variabilidad genética y su adaptabilidad. Además debido a la presencia de una reserva valiosa de genes apreciables, son utilizadas con gran frecuencia como poblaciones para la extracción de nuevas líneas puras (Márquez, 1998).

Cuantificación de la enfermedad

Incidencia

Cantidad de individuos enfermos en una población expresada en porcentaje, determinando cuantos individuos de cada 100 están enfermos.

Es la frecuencia con la que aparecen casos nuevos de una enfermedad en una población durante un periodo determinado.

Esta referida a la proporción o porcentaje de plantas enfermas. También se da para el caso de partes de las plantas como ramas, hojas, frutos, flores. Por ejemplo, una incidencia de 45% en plantas, significa que el 45% de plantas tienen síntomas de la enfermedad, una incidencia del 35% de frutos, significa que el 35% de frutos presentan síntomas de la enfermedad, etc.

Severidad

Porción de tejido enfermo y/o los grados de daño que causa el patógeno en la planta, este puede ser medido en por ciento del total (%) o como una escala. Esta es una medida visual y subjetiva, que puede estar sujeta a variaciones y errores de agudeza visual del evaluador.

Se encuentran diversos métodos para medir la severidad de una enfermedad en las plantas como lo son los usados por:

El CIMMYT (1991) el cual utiliza una escala para poder determinar la severidad de una enfermedad en campo la cual va de 1 a 9, donde 1 es el grado menos severo hasta llegar al grado 9 donde es el grado más severo .

El PSCT (Perfil Sanitario de Cultivares de Trigo) (2003) reporta la utilización de un método basado en cinco niveles (1-5) para determinar la inmunidad, resistencia y susceptibilidad de las plantas, como se muestra:

Grogan y Rosenkranz (1968) usan una escala para la evaluación del achaparramiento del maíz, realizada en cada planta individualmente, contando

las plantas susceptibles y resistentes; además se contó el total de plantas dentro de la parcela útil cuando el cultivo estaba en la etapa de llenado de grano, observándose diferentes grados de achaparramiento.

Métodos de aislamiento y diagnóstico del achaparramiento del maíz.

Usando el medio C-3G o C-3GH (añadiendo HEPES buffer) que contiene suero de caballo gamma globulin-free puede ser usado para el aislamiento y crecimiento de *S. kunkelii* (Liao and Chen, 1977).

El patógeno puede ser detectado por ELISA, usando el patógeno aislado de la planta (Gordon et al., 1985).

Se puede detectar por la técnica molecular PCR usando los primers específicos CSSF2/CSSR6 (Barros et. al. 2001).

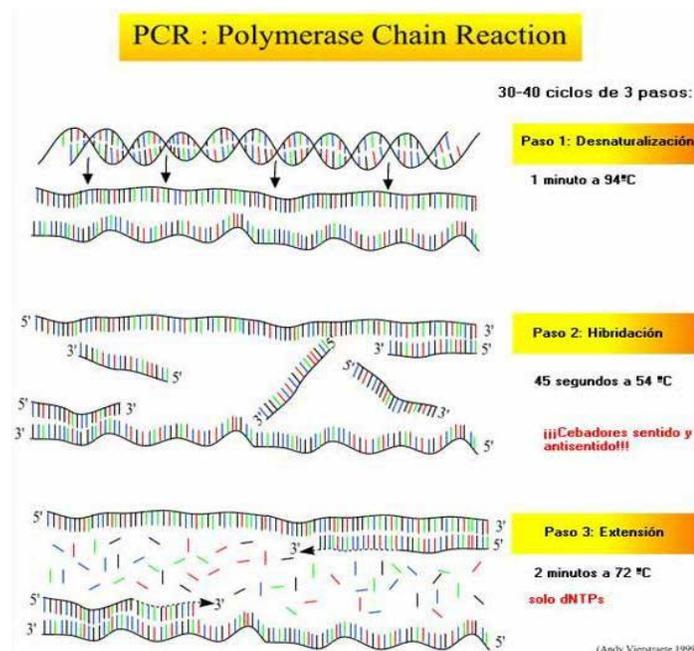
Técnica de detección por PCR.

Bobadilla et al. (1996) mencionan que esta es una técnica molecular que tiene la finalidad de detectar el patógeno mediante la amplificación del ADN extraído de la muestra, la identificación resulta mucho más sencilla y con una muy alta probabilidad de detección. El principio de la técnica es basado en tres etapas:

1ª Desnaturalización del ADN doble cadena; esta consta de la separación del ADN en dos hebras, por medio de altas temperaturas 93-97°C, y la renaturalización al disminuir la temperatura.

2ª Hibridación; los cebadores se unen a las zonas 3' complementarias que flanquean el fragmento que queremos amplificar. Se realiza gracias a la bajada de la temperatura (50-65°C).

3ª Extensión del cebador por actuación de la DNA polimerasa, aquí se produce la síntesis de una cadena sencilla (produciéndose un fragmento de doble cadena por la complementariedad) en la dirección 5' -> 3' de la cadena de ADN mediante la enzima DNA polimerasa, la cual incorpora los deoxinucleótidos fosfato presentes en el medio siguiendo la cadena molde.



(Vierstraete, 1993)

Figura 2.4 Procedimiento de la técnica del PCR

La detección del producto de la PCR se realiza normalmente mediante un corrido electroforético. Dependiendo del tamaño de la amplificación y de la resolución que se desee se usan diferentes geles (agarosa, poliacrilamida) a distintas concentraciones. La posterior visualización se puede realizar con bromuro de etidio (lámpara de luz UV), tinción de plata, fluorescencia y radiactividad.

Condiciones ambientales

La influencia de las condiciones ambientales en el desarrollo de una epidemia, ya sea en una o varias de las fases del ciclo de vida del patógeno, al realizarse la interacción entre ellas en el crecimiento de la planta hospedera es de suma importancia para su desarrollo. Rotem (1978) enfatizó la influencia del clima y el tiempo en la aparición de las epidemias e ilustró la extrema importancia de entender los efectos de las variaciones del medio ambiente en el desarrollo de las epidemias. Tradicionalmente, el clima es definido como un resumen estadístico de la atmosfera (medioambiental) y sus condiciones (temperatura, precipitación, etc.) típicas de que tiene una localidad, y tiempo es definido como la atmosfera actual (medioambiental) condiciones que están prevaleciendo o que tiene en un lugar y tiempo (Campbell et al., 1990).

Macroclima es el clima o condiciones ambientales que ocurre en un rango de 50 – 1000 km y las características globales, también se le llama a él que se puede encontrar en un área geográfica en particular, además de la

influencia en el hospedero o dentro de un área geográfica, un *Mesoclima* está delimitado de 100 m a 100 km con características específicas del paisaje u orográfico, el microclima tiene un rango de 1mm a 300m pero usualmente está referido a la situación meteorológica y la planta, con referencia a la epidemiología de las enfermedades de las plantas (Friesland and Schrodter, 1987).

La información del microclima puede ser usada en la epidemiología de enfermedades de las plantas está basada principalmente en la medición de la temperatura, humedad y viento (Rosenberg, et al. 1983).

Variables meteorológicas y sus mediciones.

Las variables meteorológicas de interés en la epidemiología de las enfermedades de las plantas incluyen la temperatura, humedad, radiación, y el viento, cada uno de estas deben ser cuantificados, y se debe analizar la influencia de forma individual y su interacción en el desarrollo de la enfermedad. Porque los patosistemas son el resultado de una compleja interacción biología – ambiente, varios grados de compensación puede ocurrir en los componentes biológicos en respuesta a los factores ambientales específicos (Rotem, 1978).

Temperatura.

Esta es la variable ambiental más frecuentemente correlacionada con respuestas biológicas y es evaluada casi universalmente en estudios de epidemias de enfermedades de las plantas (Campbell et al., 1990).

La temperatura es medida usando algún tipo de termómetro, un termómetro es un tipo de transductor que convierte la temperatura en un unidad fácilmente medible (Celsius °C, Fahrenheit °F o Kelvin K). Los termómetros frecuentemente usados en estudios epidemiológicos pueden ser agrupados en líquidos, metálicos y eléctricos; *líquidos en vidrio*, usualmente de alcohol o mercurio, ya que están basados en la capacidad de expansión que tienen estos materiales, estos son previamente calibrados, de *deformación* (la cual consta de una placa bimetálica que por acción de la variación de la temperatura del aire genera una dilatación / contracción en las placas), y *eléctricos*, consiste en un alambre de platino cuya resistencia cambia cuando cambia la temperatura, con una precisión de (0.1 °C), necesita una fuente de poder (Fritschen and Gay, 1979).

Humedad

La humedad atmosférica y del suelo puede tener efectos severos en patógenos de plantas, vectores, y plantas hospederas, por consiguiente en las epidemias de la enfermedad de las plantas. El ciclo de vida de la mayoría de los

patógenos de plantas, tienen una o más fases que son afectadas por la condición, forma, y energía del agua en el medio ambiente (Campbell et al., 1990).

La humedad relativa es la relación entre la masa de vapor de agua que tiene una determinada masa de aire y la que tendría si estuviese saturada en la misma temperatura. Esta relación se expresa en porcentaje. Cuanto más alta sea la temperatura del aire más vapor de agua puede haber, el resultado se expresa en porcentaje, es decir, la humedad absoluta dividida entre la humedad absoluta máxima y multiplicada por 100. El instrumento más utilizado en los laboratorios para medir humedades relativas es el psicómetro o termómetro con bulbos mojado y seco. Con la ayuda de una tabla que acompaña al instrumento se puede obtener la humedad relativa en función de las lecturas en los termómetros mojado y seco (Rosenberg, et al. 1983).

Precipitación

La precipitación es una variable medioambiental con muchos atributos de potencial importancia para el estudio de las enfermedades de las plantas. Entre estos se encuentran características de espacio y tiempo (tiempo del evento, frecuencia de eventos de lluvias por un periodo de tiempo y su duración), intensidad (numero, tamaño y velocidad de lluvia, cantidad de lluvia por periodo de tiempo, por ejemplo 10mm/Hr), características del salpique, efectos térmicos, y nivel de acides (Campbell et al., 1990).

Los instrumentos más frecuentemente utilizados para su medición es el pluviómetro. El resultado final se expresa en l/m^3 o en l/mm , que es lo mismo. (Cuando el agua es sólida se espera, hasta que se funda y se convierta en líquida). Este tipo de instrumentos deben ser instalados en locales apropiados donde no se produzcan interferencias de edificaciones, árboles, o elementos orográficos como rocas elevadas (Campbell et al., 1990).

Estación meteorológica automática

Hoy día existen estaciones meteorológicas que permiten medir diversas variables al mismo tiempo, estas son llamadas estaciones meteorológicas automáticas, dichas variables son; temperatura media, máxima y mínima para cada periodo de tiempo, temperatura sensible, grados día, humedad relativa, punto de rocío, precipitación y su intensidad, dirección y velocidad del viento, evapotranspiración, entre otras de suma importancia para realizar estudios sobre el comportamiento de las enfermedades, dicha información es capaz de ser almacenada por varios días o ser enviadas en forma digital a una estación madre que permite obtener los valores de estas variables con una periodicidad máxima de descarga y almacenaje de hasta un registro por minuto.



Figura 2.5 Estación meteorológica automatizada

MATERIAL Y MÉTODOS.

Ubicación del sitio experimental

Los experimentos se establecieron en el municipio de Úrsulo Galván, en el Edo. De Veracruz, de Julio de 2006 a Julio del 2007. En terrenos facilitados a la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” por el CBTA N° 17.

Las características de ubicación y climatológicas de esta localidad son 19° 24' 10.47" de latitud norte, 96° 21' 29.22" longitud este, con 9 msnm. Presenta una temperatura media anual de 25.8 °C y una precipitación media anual de 1017.7 mm, con lluvias abundantes en verano y principios de otoño, estas características clasifica al área como un clima tropical húmedo.

La Localidad de Úrsulo Galván está situada en la zona central costera del estado, limitada con los municipios de Actopan, Puente Nacional, José Cardel, La Antigua y con el Golfo de México, ocupa una extensión de 149.70 kilómetros cuadrados. La zona donde se realizaron los experimentos cuenta con un suelo de tipo feozem y vertisol; el primero consta de una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y nutrientes; el segundo presenta grietas anchas, profundas en la época de sequía; son suelos duros, arcillosos, con tonalidades gris a rojizas.

La vegetación que presenta la localidad es de tipo bosque alto o mediano tropical perennifolio. Entre los cultivos importantes de la región, se encuentra el maíz, frijol, chile, caña de azúcar, papaya y el mango.



Figura 3.1 Campo experimental de la “Antonio Narro” en las inmediaciones del C. B. T. a. No. 17 de Úrsulo Galván, Veracruz.

Material génico utilizado

El material génico utilizado en esta investigación constó de cuatro variedades de maíz de las cuales se dará una breve descripción:

⇒ Testigo Comercial 1: la cual es un híbrido triple, adaptado a condiciones de trópico húmedo, de amplio uso en la zona y que presenta daño por achaparramiento.

- ⇒ Testigo Comercial 2: la cual es una variedad sintética, adaptada a condiciones de trópico húmedo, de amplio uso en la zona y presenta daño por achaparramiento.
- ⇒ VAN-543: la cual es una variedad sintética, originada por UAAAN, adaptado a condiciones de trópico húmedo, este material es de amplio uso en la zona y presenta poco daño por achaparramiento.
- ⇒ VAN-543 R: la cual es una variedad sintética, originada por la UAAAN, adaptado a condiciones de trópico húmedo, este material es de amplio uso en la zona y presenta resistencia al achaparramiento.

Establecimiento del experimento

El experimento se estableció bajo un diseño de bloques al azar de cuatro tratamientos con diez repeticiones. Los genocultivares (Testigo Comercial uno y dos, VAN – 543 y VAN – 543R) fueron arreglados de la siguiente manera; cada tratamiento constó de 4 surcos, cada repetición fue de cinco metros de largo (cada repetición constó de 22 plantas, ya que la distancia entre plantas fue de 22 centímetros), arreglados aleatoriamente, dando un total de cincuenta metros de largo, con una distancia de 0.90 metros de distancia entre surco, con un total de 900 m² por cada fecha de siembra, como el experimento se realizó de Julio del 2006 a Junio del 2007 (doce fechas de siembra) se tuvo un área total de 10800 m². La siembra del experimento se llevó a cabo en forma manual,

depositando dos semillas por golpe, para posteriormente aclarar a una planta y así asegurar el número óptimo de plantas.

La infestación del patógeno *S. kunkelii* con el vector *D. maidis* se dio de manera natural, ya que estos en años anteriores fueron proporcionados por viveros del Departamento de Fitopatología del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) estación experimental de Poza Rica, Ver., y se han estado manteniendo de forma natural para llevar a cabo el Programa de Mejoramiento Genético en el Trópico Húmedo, con la línea de Resistencia Genética a Enfermedades el cual tiene 12 años de antigüedad en campo. La fórmula usada para fertilizar fue (N-P-K) 130-100-20, usando urea y triple 17 como fertilizante, distribuida en dos partes. La fertilización se realizó a mano, aplicando al momento de la siembra el 50 por ciento de nitrógeno, todo el fósforo y potasio (65 - 100 - 20).

El desarrollo del cultivo fue bajo condiciones de temporal y riego (solamente en temporada de sequia). No se llevó a cabo el control de plagas y enfermedades al cultivo.

Metodología para la obtención de resultados

Detección del Patógeno

Para determinar la presencia del agente causal del achaparramiento (*S. kunkelii*) fue necesario realizar pruebas de detección en plantas con síntomas asociados al achaparramiento del maíz y el insecto vector *Dalbulus maidis*, para

esto se realizó la prueba de detección a nivel molecular llamada Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR), mediante el uso de primers específicos para este patógeno CSSF2 (5'-GGCAAAAG ATGTAACAAAAGT-3') y CSSR6 (5'-GT TACTTCAACAGTAGTTGCG-3') (Barros et. al. 2001).

Previo a esto fue necesario obtener el ADN de las muestras (planta con síntomas asociados al achaparramiento del maíz y el insecto vector), esto fue con una técnica rápida de extracción utilizando Buffer de lisis (Anexo 7.9), esta técnica fue modificada previamente en el Laboratorio de Parasitología Molecular Agrícola del Departamento.

Posteriormente a las extracciones de ADN se realizarán la prueba de PCR, estos serán cargados bajo un volumen final de 50 μ l, la cual contuvo lo siguiente: 45- μ l PCR SuperMix (Invitrogen Cat. No. 10572-014) (Anexo 7.8), esté contiene una mezcla de Mg^{++} , dNTPs, y *Taq* DNA Polimerasa recombinante a concentraciones suficientes para amplificar durante el PCR, 1.25- μ l de cada primer (CSSF2 y CSSR6) y 2.5- μ l de la muestra de ADN, para posteriormente se cargó al termociclador automatizado (Perkin Elmer DNA Thermal Cycler 480, Branchburg, NJ), y se programo a 35 ciclos con los siguientes parámetros: cada ciclo 1 min (2 minutos para el primer ciclo) a 94°C

para la extensión, para el alineamiento 2 minutos a 60°C, y para la primera extensión por 3 min (10 min en el ciclo final) a 72 ° C.

Los productos de PCR se analizaron a través de electroforesis en geles de agarosa al 1%, teñidos con bromuro de etidio, para ser visualizados las bandas de ADN amplificadas se usará un transluminador UV, estos procedimientos se realizaron en el Laboratorio de Parasitología Molecular Agrícola, del Departamento de Parasitología Agrícola, de la U. A. A. N.

Determinación de incidencia

Para determinar la Incidencia de la enfermedad se usó la fórmula propuesta por Hernández y Oyervides (2005), en la cual se contará el número de plantas totales y el número de plantas sanas, a el número de plantas totales se resta el número de plantas sanas entre el total por cien, dando la incidencia de la enfermedad en porciento:

$$\text{Índice} = \frac{\text{Plantas Totales} - \text{Plantas. Sanas}}{\text{Plantas totales}} \times 100$$

Determinación de severidad

Para determinar la severidad de la enfermedad se necesitó utilizar la escala de Grogan y Rosenkranz (1968), en donde se realiza un conteo individual en plantas de acuerdo al grado de daño en ésta y se contó el total de

plantas dentro de la parcela útil. Las mediciones se realizan a los 60, 75 y 90 días de siembra de acuerdo a las fechas de siembra de cada repetición. Dicha escala consta de lo siguiente:

0. Sin síntomas.
1. Síntoma visible en las hojas en $\frac{1}{4}$ de la planta. Achaparramiento no evidente.
2. Síntomas en las hojas en la mitad de la planta. Acompañado de achaparramiento moderado.
3. Síntomas en las hojas en $\frac{3}{4}$ de la planta. Acompañado de severo achaparramiento.
4. Más de $\frac{3}{4}$ de la planta con síntomas en las hojas y severo achaparramiento.

Determinación de la fluctuación poblacional del vector *D. maidis*

Para determinar la fluctuación poblacional del vector *D. maidis*, transmisor de la enfermedad achaparramiento del maíz (*S. kunkelii*) de Junio 2006 – Mayo 2007, se realizaron dos muestreos semanales en el sitio experimental, estableciendo seis bandejas de color amarilla (siendo reportado este color como atrayente a los insectos) alrededor del cultivo, dentro de las cuales se colocó una solución de agua jabonosa, para romper la tensión superficial del agua y que el insecto se precipitara al fondo de la bandeja. El tiempo de permanencia de la bandeja en el cultivo fue de 24 horas en cada muestreo.

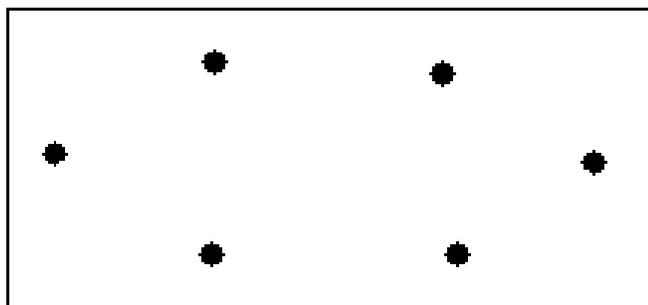


Figura 3.2 Arreglo en campo de las charolas para la cuantificar *Dalbulus maidis*

El cálculo del número de los individuos estimados, se hizo de la siguiente manera:

1^{er} paso: calcular el número de individuos por día, bajo la fórmula:

$$\# \text{ INDIVIDUOS/DIA} = \# \text{ de individuos colectados} / \text{en número de días de colecta.}$$

En el experimento el número de días de colecta fue ocho días.

2^{do} paso: calcular el número de individuos por cada mes de colecta, bajo la fórmula:

$$\# \text{ INDIVIDUOS/MES} = \# \text{ de individuos por día} * \text{el número de días de cada mes.}$$

El número de días de cada mes varía según el mes de colecta.

3^{er} paso: calcular el número de individuos por metro cuadrado, bajo la fórmula:

$$\# \text{ INDIVIDUOS/M}^2 = \# \text{ individuos por mes} / \text{superficie donde se colocaron las charolas}$$

Para este trabajo de investigación fue de 1800.

4^{to} paso: calcular el número de individuos por hectárea, bajo la fórmula:

$$\# \text{ INDIVIDUOS/Ha} = \# \text{ individuos por M}^2 * 10000$$

$$1 \text{ Ha} = 10000 \text{ m}^2$$

Los individuos colectados por de Julio de 2006 a Junio de 2007, se preservaron el alcohol al 70°, en frascos de 250 ml, para la posterior identificación y conteo del vector *Dalbulus maidis*, utilizadas las claves de Barnes (1954).

Parámetros meteorológicos

Además de la toma de datos antes mencionada en el experimento se tomaron diariamente de Julio 2006 a Junio 2007 los parámetros meteorológicos que a continuación se mencionan; temperatura (máximas y mínimas), humedad relativa y precipitación del sitio experimental de Junio 2006 – Mayo 2007, esto se llevó a cabo por medio de la estación meteorológica automatizada, ubicada en el I. T. A. No. 18 de Úrsulo Galván, Veracruz, la cual está a 0.9 kilómetros de la parcela experimental como se muestra en la siguiente figura, dicha estación es parte de la Red Nacional de Estaciones Meteorológicas del INIFAP Veracruz.



Figura 3.3 Ubicación de la estación meteorológica del INIFAP en el ITA No.18

Análisis Estadístico

En el experimento los tratamientos se arreglaron de tal manera que se obtuviera un diseño individual de bloques al azar por cada fecha de siembra, el cual constó de conjuntos de unidades experimentales dispuestas aleatoriamente el mismo número de veces en campo de tal manera que la variabilidad existente es minimizada dentro de los bloques y maximizada entre los mismos. Los grados de libertad para el error experimental son incrementados, la variabilidad del bloque se minimiza a partir del bloque experimental. Así cuando mayor sea la variabilidad entre bloques más confiable será el proyecto.

El modelo para rendimiento e incidencia por fecha de siembra es el siguiente:

Donde:
$$Y_{ij} = \mu + \sigma_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Y_{ij} = variable aleatoria observada correspondiente al i – ésimo tratamiento y la j -ésima repetición.

μ = media general.

σ_i = efecto de tratamientos ($i = 5$).

β_j = efecto de la repeticiones ($j = 10$).

EE_{ij} = error experimental (i, j).

Como en las primeras tres fechas de siembra existió problemas con el número de plantas por unidad experimental, fue necesario el realizar los análisis de covarianza para la variable de respuesta rendimiento, donde Y es el

rendimiento obtenido en el experimento y X son el número de plantas, se realizaron los ajustes pertinentes a las fechas de siembra que resultaran con diferencia significativa en la covariable (número de plantas).

Para la variable de respuesta incidencia se observó de igual manera en forma conjunta un experimento factorial de tres niveles A B C, donde el factor A son los muestreos, ya que para esta variable se realizaron tres muestreos a los 60, 75 y 90 días después de la siembra, el factor B son las fechas de siembra y el factor C son las variedades, con 10 repeticiones, y se estudió el efecto de A B y C de forma individual, para saber si existe diferencia entre fechas de siembra, entre variedades y entre muestreos, y las interacciones existentes A*B, A*C, B*C, y A*B*C.

El modelo en el que está basado el experimento factorial A B C, donde A son los muestreos, B son las fechas de siembra y C son las variedades, añadiendo las interacciones es el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + \beta_l + \sigma_i + \alpha_j + \gamma_k + \sigma_i \alpha_j + \sigma_i \gamma_k + \alpha_j \gamma_k + \sigma_i \alpha_j \gamma_k + \varepsilon_{ijkl}$$

Donde;

μ = media general.

β_l = efecto de la repeticiones ($l = 10$).

σ_i = efecto de muestreos ($i = 3$).

α_j = efecto de las fechas ($j = 12$).

γ_k = efecto de genocultivares ($k = 4$).

$\sigma_i * \alpha_j$ = interacción muestreos por fechas.

$\sigma_i * \gamma_k$ = interacción muestreos por variedades.

$\alpha_j * \gamma_k$ = interacción fechas por variedades.

$\sigma * \alpha * \gamma$ = interacción muestreos por fechas por variedad.

ϵ_{ijkl} = error de experimental (i, j, k, l).

Para la variable de respuesta SEVERIDAD, como está basada en estudios No Parametricos, se baso en la prueba no paramétrica de *Friedman* (es el equivalente a la prueba ANVA para dos factores en la versión no paramétrica), para los efectos simples de muestreos, fechas de siembra y genocultivares, cada uno en diez repeticiones.

Al estudiar la variable de respuesta rendimiento se observó que al ser estudiada en forma conjunta, es decir, al estudiarse las cuatro variedades en sus 12 fechas de siembra, con sus 10 repeticiones cada variedad, se ajustó a un diseño factorial A B, donde el factor A son las fechas de siembra (12) y el factor B son las variedades (4), estudiándose el efecto de A y B, y su interacción A*B. Posteriormente se hicieron pruebas de medias con Tukey al 1%, para determinar la mejor y peor fecha de siembra y variedad,

posteriormente se determinó la mejor y peor fecha de siembra dentro de cada variedad y la mejor variedad dentro de cada fecha de siembra.

El modelo en el que está basado el experimento factorial A * B, donde A son las fechas de siembra, B son las variedades, y su interacción entre estos es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \sigma_i + \alpha_j + \sigma_i \alpha_j + \varepsilon_{ijk}$$

Donde;

μ = media general

β_k = efecto de la repeticiones ($k = 10$)

σ_i = efecto de fechas de siembra ($i = 12$)

α_j = efecto de las genocultivares ($j = 4$)

$\sigma_i * \alpha_j$ = interacción fechas por genocultivares

ε_{ijk} = error experimental (i, j, k)

A los datos obtenidos de las variables Incidencia del achaparramiento, fluctuación poblacional del vector, severidad del achaparramiento, rendimiento y temperatura (máxima y mínima), Humedad relativa, Precipitación, se realizó un estudio de correlación entre estos para determinar las relaciones existentes entre estas variables.

Para este trabajo se utilizaron tres programas estadísticos Minitab 13, programa estadístico de UANL y el programa S.A.S. versión 9.0, para obtener los Análisis de Varianza correspondientes, realizar la prueba de medias Tukey, y la correlación entre las variables.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

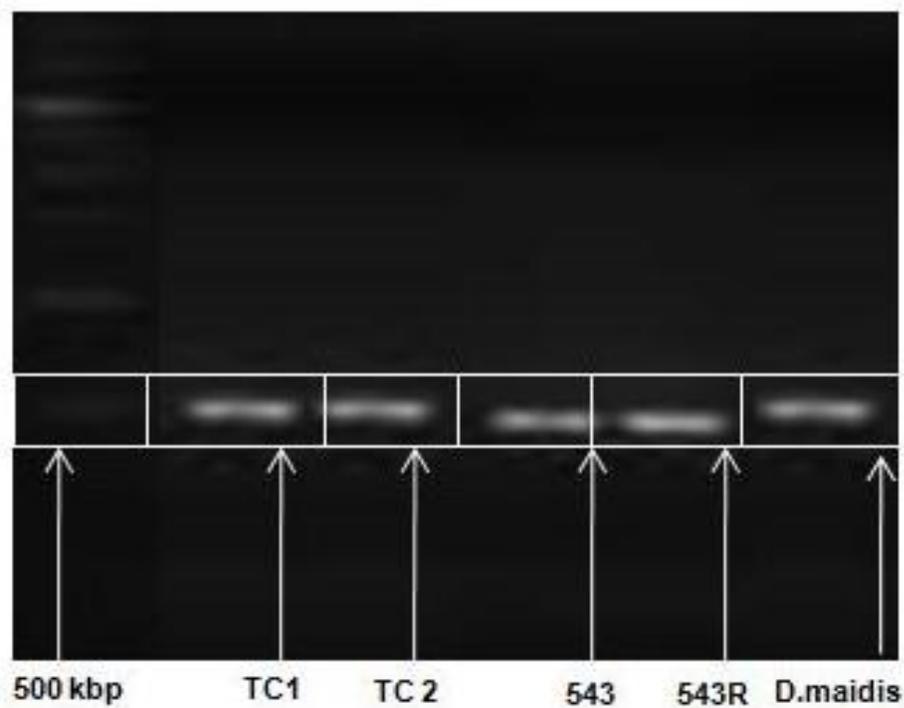
Detección molecular del patógeno

Se detectó satisfactoriamente la presencia del agente causal del achaparramiento del maíz CSS, en Úrsulo Galván, Veracruz, por medio de la técnica de PCR con el uso de los primers específicos CSSF2 y CSSR6 del ADN, previamente extraído, tanto de tejido enfermo de la planta como el insecto vector, mediante una técnica rápida de extracción, llamada Buffer de lisis, en el Laboratorio de Parasitología Molecular, del Departamento de Parasitología Agrícola, de la UAAAN (Ver imagen 4.1).

Coincidentemente De León et. al., (1984), reportó la presencia de la enfermedad del achaparramiento del maíz en el estado de Veracruz, posteriormente Bajet (1989) reportó la presencia de la enfermedad del achaparramiento causada CSS bajo pruebas serológicas de ELISA, realizada a plantas con síntomas asociados a la enfermedad provenientes de Poza Rica, Veracruz, dicha localidad se encuentra aproximadamente a 200 kilómetros de Úrsulo Galván, como podemos observar la enfermedad ha sido diseminando en el estado de Veracruz en el transcurso del tiempo, la importancia de la diseminación de la enfermedad del CSS, esta se da porque la localidad de

Úrsulo Galván, pertenece a una de las regiones más importantes en la producción del cultivo del maíz en el estado, siendo de suma importancia la detección del CSS para detener la diseminación de la enfermedad antes de que sea afectado el rendimiento del cultivo.

Figura 4.1 Detección positiva del patógeno *S. kunkelii* en plantas con síntomas asociados a la enfermedad y en el vector *Dalbulus maidis*.



Incidencia

A continuación se presentan los resultados para la variable de respuesta incidencia del achaparramiento del maíz (*S. kunkelii*), en el cuadro 4.1.

Cuadro 4.1 Análisis de varianza combinado para incidencia, basado en el factorial A x B x C, de Julio del 2006 a Junio del 2007, en la localidad de Villa Úrsulo Galván, Veracruz.

FUENTES DE VARIACION	GL	CM
Repeticiones	9	0.0180601 **
Muestreos (A)	2	0.0927583 **
Fechas de siembra (B)	11	14.3942591 **
Genocultivares (C)	3	7.823968 **
Fechas de siembra por Muestreos (A x B)	22	0.0215432 **
Genocultivares por Muestreos (A x C)	6	0.002263 NS
Fechas de siembra por Genocultivares (B x C)	33	1.264868 **
Fechas de siembra por Genocultivares por Muestreos (A x B x C)	66	0.0008813 NS
Error experimental	1287	0.0051
R ² = 0.97		
CV = 6.115616 %		
Media General = 34.5710		

Nota

** = Niveles de significancia al 0.05 y 0.01 respectivamente.

NS = No significativo

Al analizar los resultados obtenidos se observa que para las fuentes de variación; muestreos, fechas de siembra, genocultivares y las interacciones fechas de siembra por muestreo, fechas de siembra por genocultivares, se obtuvieron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$). Lo cual indica que para la fuente de variación muestreos (realizados a los 60, 75 y 90 días después de la siembra) se obtuvieron diversos porcentajes de incidencia de un muestreo a otro muestreo, es decir, existió al menos un muestreo con mayor incidencia que los demás.

Para la variable fechas de siembra (siembras realizadas mensualmente de Julio del 2006 a Junio del 2007) se obtuvieron diversos porcentajes de incidencia de una fecha de siembra a otra fecha de siembra, es decir, existió al menos una fecha de siembra con mayor incidencia que los demás.

Para la variable genocultivares (Testigo comercial uno, Testigo comercial dos, VAN 543 y VAN 543 R), se obtuvieron diversos porcentajes de incidencia entre genocultivares, es decir, existió al menos un genocultivar con mayor incidencia que los demás.

Para la interacción fechas de siembra por muestreos, indica que los muestreos realizados (a los 60, 75 o 90 días después de siembra) al analizarlos individualmente a través de las fecha de siembra, al menos en una fecha de siembra no obtuvieron siempre la mayor incidencia en el tercer muestro en comparación con los demás muestreos, es decir, al ser comparado uno de los muestreos a través de las fechas de siembras, éste no estuvo siempre en el primer lugar con mayor incidencia, sino estuvo en segundo o en el tercero lugar.

Para la interacción fechas de siembra por genocultivares indica que los genocultivares (Testigo comercial uno, Testigo comercial dos, VAN 543 o VAN 543R) al analizarlos individualmente a través de las fecha de siembra, al menos en una fecha de siembra no siempre tuvo la mayor incidencia al achaparramiento, es decir, al ser comparado uno de los genocultivares a través

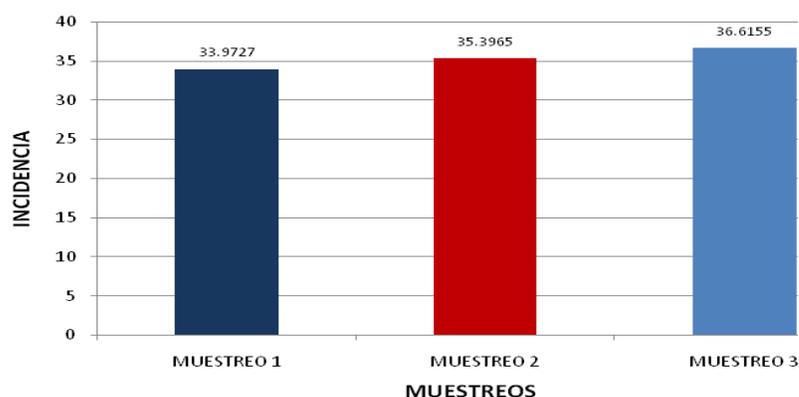
de las fechas de siembras, este no estuvo siempre en primer lugar con la mayor incidencia, sino que en algunas fechas de siembra estuvo en segundo, tercer o cuarto lugar de incidencia, mostrando menor incidencia que los demás genocultivares.

Para ratificar lo dicho anteriormente se realizaron pruebas de medias para cada fuente de variación con diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), usando la prueba de medias de Tukey ($P \leq 0.01$), obteniendo lo siguiente:

- Para muestreos, indicó que en el primer muestreo, está presente la menor incidencia de la enfermedad con 33.973%, seguido del segundo y tercero muestreo con 35.397 y 36.616% respectivamente, esto indica que efectivamente existe una variación de un muestreo a otro, al ser comparados el primer con el tercer muestreo, se puede observar que existe una variación mínima (no más del 3%), basándose en esto se puede llegar a tomar la decisión de hacer el muestreo de la enfermedad del achaparramiento en cualquiera de los tres muestreos (a los 60, 75 o 90 días después de la siembra), favoreciendo con esto la toma de datos en grandes cantidades e inclusive si el evaluador por alguna situación no pudiese hacer el muestreo a los 60 días, puede tener un rango amplio para realizar la evaluación, alrededor de 20 ó 30 días, sin afectar significativamente el proceso de selección de genocultivares (Ver gráfica

4.1). Estudios de este tipo no se han reportado hasta el momento, por lo cual es de suma importancia los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, para poder usar una fecha de muestreo óptima para evaluar la incidencia de la enfermedad en campo.

Grafica 4.1 Incidencia presente por cada muestreo usando la media general de muestreos



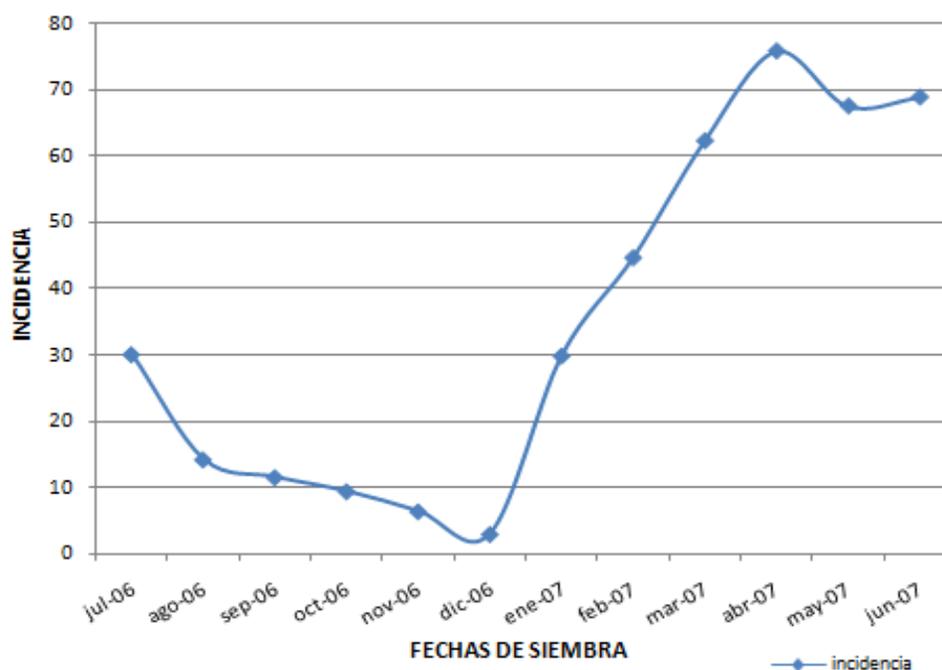
- Para la fuente de variación fechas de siembra, se encontró que en los meses de Diciembre, Noviembre y Octubre del 2006, se presenta la menor incidencia de la enfermedad con valores de 3.0302, 6.4583 y 9.4697% respectivamente, sido el motivo de este resultado el que haya existido una reducción en la población del vector, posiblemente debido a la abundante precipitación que se presentó en los meses anteriores a estas fechas de siembra como lo es Septiembre, ya que la temporada de lluvias comprende de Julio a Octubre, y como reportó Ramírez (1975), la precipitación es un factor importante en la reducción de las poblaciones del vector. Otro factor en la reducción del vector, pudo ser la presencia de organismos depredadores del vector como la chinche ojona (*Geocoria sp*), la chinche pajiza (*Nabis*

sp), el Himenóptero *Gonatopus bartletti*, ya que dichos organismos se han reportado anteriormente como organismos de control biológico (Moya et al., 2004).

Las fechas de siembra con mayor incidencia al achaparramiento del maíz por el CSS, se presentaron en los meses de Abril, Junio y Mayo del 2007 con valores de 75.7956, 68.8636 y 67.5285% respectivamente, siendo el motivo de estos resultados, el que en estos meses es cuando se presenta a plenitud la temporada de sequia por consecuencia disminuye la precipitación y las temperaturas ambientales se incrementan, favoreciendo el incremento de la población del vector *D. maidis*, obteniendo las mayores incidencias de la enfermedad presente en campo (Ver grafica 4.2).

Coincidiendo con lo reportado por Márquez (1960) y Ramírez (1975), quienes obtuvieron diferencias altamente significativas en las fechas de siembra usadas en sus estudios (de Abril a Octubre), siendo las fechas de siembra tardías (en el mes de Julio) donde se observó con mayor incidencia de la enfermedad, haciendo énfasis que las diferencias existentes entre las fechas de siembra, se debía a las diferentes cantidades de chicharritas presentes en el campo, en cada una de las fechas de siembras.

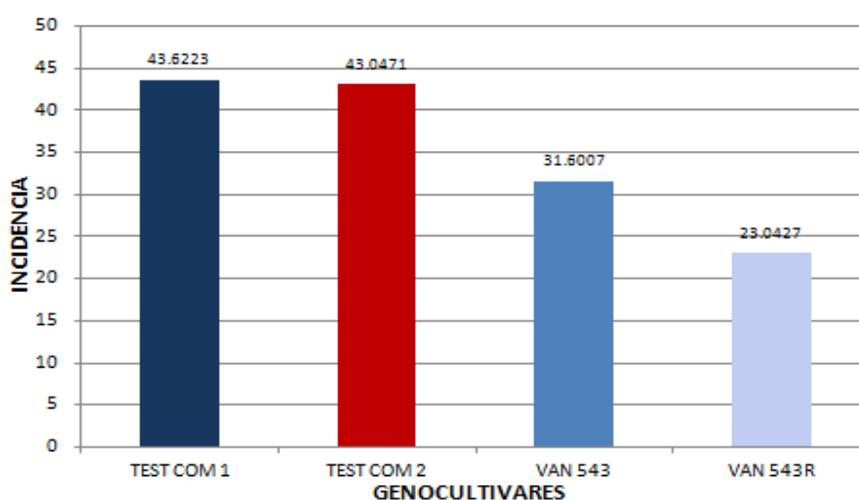
De acuerdo a los argumentos mencionados anteriormente, el incremento de la incidencia (de Enero a Junio del 2007) puede detenerse en años posteriores, mediante el uso del manejo integrado del patógeno y del vector.



Grafica 4.2 Incidencia presente por cada fecha de siembra de Julio del 2006 a Junio del 2007.

- Para la fuente de variación genocultivares, al usar las medias anuales de Julio del 2006 a Junio del 2007, se encontró que el genocultivar VAN 543R (de la UAAAN), mostró un 23.0427 %, seguido del VAN 543 con un valor de 31.6007%, el Testigo comercial dos con un valor de 43.0471% y por último como el de mayor incidencia el genocultivar Testigo comercial uno con un valor de 45.6225%, indicando con esto que el genocultivar 543 R presento hasta un 50% menor incidencia en comparación con el genocultivar testigo comercial uno, aseverando

con esto que el genocultivar VAN 543 R, contiene algún tipo de resistencia (ya sea resistencia horizontal o vertical) a la enfermedad del achaparramiento (Ver grafica 4.3). Coincidiendo con lo reportado por Márquez (1960), quien obtuvo diferencias altamente significativas entre variedades en sus cuatro fechas de siembra, confirmando la amplia variación existente en lo que se refiere a resistencia al achaparramiento en los diferentes materiales utilizados.



Grafica 4.3 Incidencia presente por cada genocultivar usado la media anual de Julio del 2006 a Junio del 2007.

Al ser analizados los efectos principales obtenidos por este trabajo de investigación y al confrontarlos con los resultados obtenidos investigaciones anteriores, podemos sugerir que para controlar la enfermedad del achaparramiento del maíz, es necesario utilizar el manejo integrado dirigido a la enfermedad y al vector, esto sería mediante el uso de los diversos métodos de control como lo son:

El control biológico: usando variedades resistentes a la enfermedad controlando hasta un 50% la enfermedad, usando organismos depredadores del vector como el hongo *Metarhizium anisopliae* (cepa M362) ó el Himenoptero *Gonatopus bartletti*, pudiendo controlar hasta un 50% el vector.

El control químico: usándolo de manera racional los productos químicos como Diazinon, Malathion, Carbofuran y Parathion se puede llegar a reducir hasta en un 50% la población del vector, dando seguridad al sistema de producción maíz, ya que no se usaran de manera indiscriminada los productos químicos, sino de manera racional.

El control genético: usando semilla mejorada.

El control cultural: como sembrar en fechas, donde se encuentra en menor cantidad la enfermedad, rotación de cultivos, etc.

Con lo anterior se daría una opción al productor, reduciendo los costos de producción y la contaminación ambiental, incrementando la seguridad de cosecha, proporcionándole certeza al productor.

- Para la interacción muestreos a través de fechas de siembra, se obtuvo lo siguiente; al realizar la comparación de medias bajo la prueba de Tukey ($P \leq 0.01$) para el primer muestreo (a los 60 días) (ver grafica 4.4), se presento con menor incidencia al

achaparramiento en tres de doce fechas de siembra, situándose en el grupo B en el mes de Julio, situándose en el grupo C en el mes de Octubre y situándose en el grupo B en el mes de Noviembre, en las nueve fechas de siembra restantes (Agosto, Septiembre, Noviembre, y de Diciembre del 2006 a Junio del 2007) se presento con la mayor incidencia en el grupo A, junto con los muestreos a los 75 y 90 días después de la siembra (bajo la prueba de Tukey $P \leq 0.01$) (cuadro 4.2), indicando con esto que el muestreo a los 60 días después de la siembra interactuó con las fechas de siembra realizadas en el experimento.

Para el muestreo a los 75 días después de la siembra, se observo que en dos de doce fechas de siembra estuvo en segundo lugar de incidencia, siendo estas las siembras efectuadas en el mes de Octubre situándose en el grupo B y el mes de Noviembre se observo en el grupo AB, y en las diez fechas restantes se comporto como el de mayor incidencia con el grupo A, al igual que los muestreos a los 60 y 90 días después de la siembra, siendo estas las siembras de Julio, Agosto, Septiembre, y de Diciembre del 2006 a Junio del 2007 (cuadro 4.2), indicando con esto que el muestreo a los 75 días después de la siembra interactuó con las fechas de siembra realizadas en el experimento.

Para el muestreo a los 90 días después de la siembra, se presento como el de mayor incidencia en las doce fechas de siembra en el grupo A, diciendo con esto que en el muestro a los 90 días después de la siembra no existió interacción con las fechas de siembra, mostrándose siempre como el muestreo de mayor incidencia.

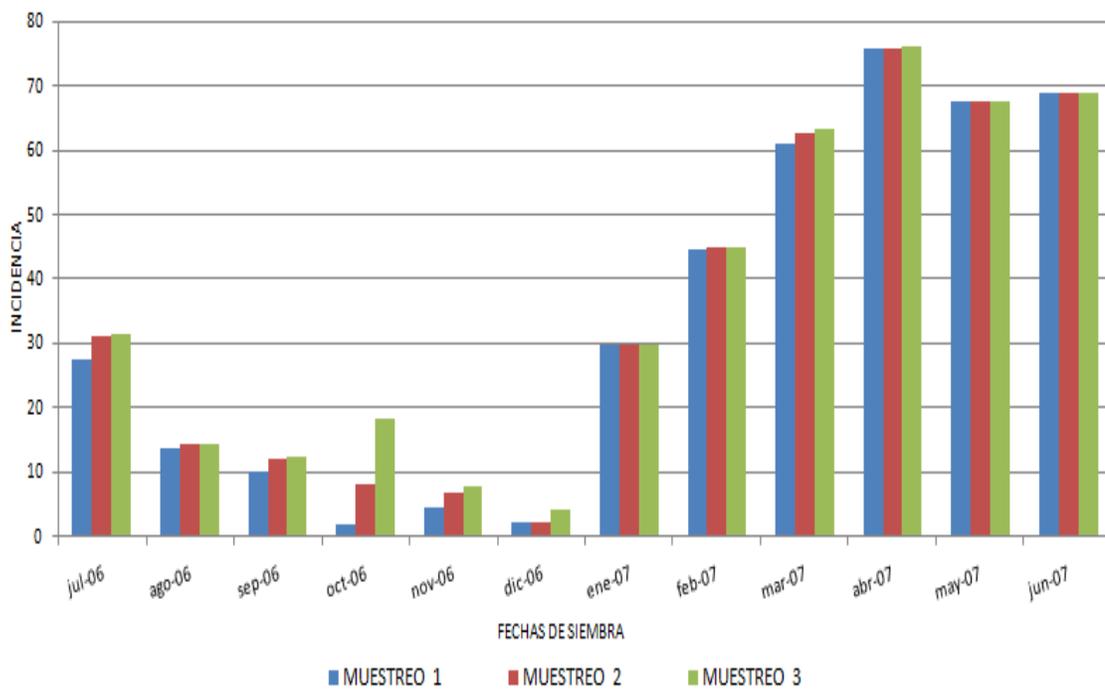
Al analizar los resultados de la interacción fechas de siembra por muestreos se encuentran que; en las siembras de Octubre y Noviembre se deben de tomar las lecturas hasta los 90 días después de la siembra para obtener los datos fidedignos sobre la incidencia de la enfermedad del achaparramiento, en el resto de las fechas de siembra se pueden tomar las evaluaciones en cualquiera de las fechas de muestreos, sin que se alteren los datos de incidencia, tal y como se presento en la interpretación del efecto principal de muestreos ya anteriormente discutido.

Información como esta en la literatura citada en este trabajo de investigación no se encontró, por lo cual son de suma importancia los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, para poder determinar la fecha de muestreo optima para determinar la incidencia de la enfermedad en campo en cada una de las fechas de siembra.

Cuadro 4.2 Tabla de grupos obtenidos en Tukey ($P \leq 0.01$) para la interacción fechas de siembra por muestreos para la variable incidencia.

Fechas de siembra	Muestreos		
	60 días	75 días	90 días
F1	B	A	A
F2	A	A	A
F3	A	A	A
F4	C	B	A
F5	B	AB	A
F6	A	A	A
F7	A	A	A
F8	A	A	A
F9	A	A	A
F10	A	A	A
F11	A	A	A
F12	A	A	A

F1.....F12: JULIO 2006.....JUNIO 2007



Grafica 4.4 Incidencia presente en muestreos a través de fechas de siembra

- Para la interacción genocultivares a través de fechas de siembra, se observó que el genocultivar uno (Testigo comercial uno) perteneció al primer grupo de incidencia en el grupo A, en siete de doce fechas de siembra, siendo estas las siembras de Octubre, Noviembre, Diciembre, Febrero, Abril, Mayo y Junio, este genocultivar se mostro en segundo lugar de incidencia en el grupo B en cuatro de doce fechas de siembra, siendo estas las siembra de Julio, Septiembre, Enero y Marzo, y se observó en tercer lugar de incidencia en el grupo C, el mes de Agosto. Indicando con esto, que el genocultivar testigo comercial uno, interactuó con la incidencia de la enfermedad a través del año (ver grafica 4.5).

El genocultivar dos (Testigo comercial dos) perteneció al primer grupo de incidencia en el grupo A, en siete de doce fechas de siembra, siendo estas las siembra de Julio, Agosto, Septiembre, Noviembre, Enero, Febrero y Marzo, este genocultivar se mostro en segundo lugar de incidencia en cinco de doce fechas de siembra, manifestándose en la siembra de Diciembre en el grupo AB y en las siembras de Febrero, Abril, Mayo y Junio en el grupo B, indicando con esto que él genocultivar testigo comercial dos interactuó con la incidencia de la enfermedad a través del año.

El genocultivar tres (VAN 543, UAAAN) perteneció al primer grupo de incidencia en el grupo A, en tres de doce fechas de siembra, siendo

estas las siembras de Septiembre, Octubre y Noviembre, este genocultivar se manifestó en segundo lugar de incidencia, manifestándose en el grupo B en las siembras de Julio y Febrero, y en el grupo AB en la siembra de Diciembre, se ubicó en tercer lugar de incidencia en cinco de doce fechas de siembra en el grupo C, siendo las siembras de Enero, Marzo, Abril, Mayo y Junio, por último se manifestó en el cuarto lugar de incidencia en la siembra de Agosto en el grupo D, indicando que genocultivar VAN 543 interactuó con la incidencia de la enfermedad a través del año.

El genocultivar cuatro (VAN 543R, UAAAN) perteneció al primer grupo de incidencia en el grupo A, en tres de doce fechas de siembra, siendo estas las siembras de Septiembre, Octubre y Noviembre, enfatizando que en las siembras de Octubre y Noviembre no existió diferencia estadísticas entre genocultivares, este genocultivar se manifestó en segundo lugar de incidencia en el grupo B en las siembras de Agosto y Diciembre. El genocultivar VAN 543R se manifestó en tercer lugar de incidencia en el grupo C en las siembras de Septiembre y Febrero, destacando que en estas siembras existieron estadísticamente solo tres grupos (ver cuadro 4.3), por último el genocultivar VAN 543 R se manifestó en cuarto lugar de incidencia como el genocultivar de menor incidencia en el grupo D, en cinco de doce fechas de siembra, siendo estas las siembras de

Enero, Marzo, Abril, Mayo y Junio, enfatizando que en estas fechas de siembra fueron donde se presentó la mayor incidencia de la enfermedad, indicando que el genocultivar VAN 543 R interactuó con la incidencia de la enfermedad a través del año.

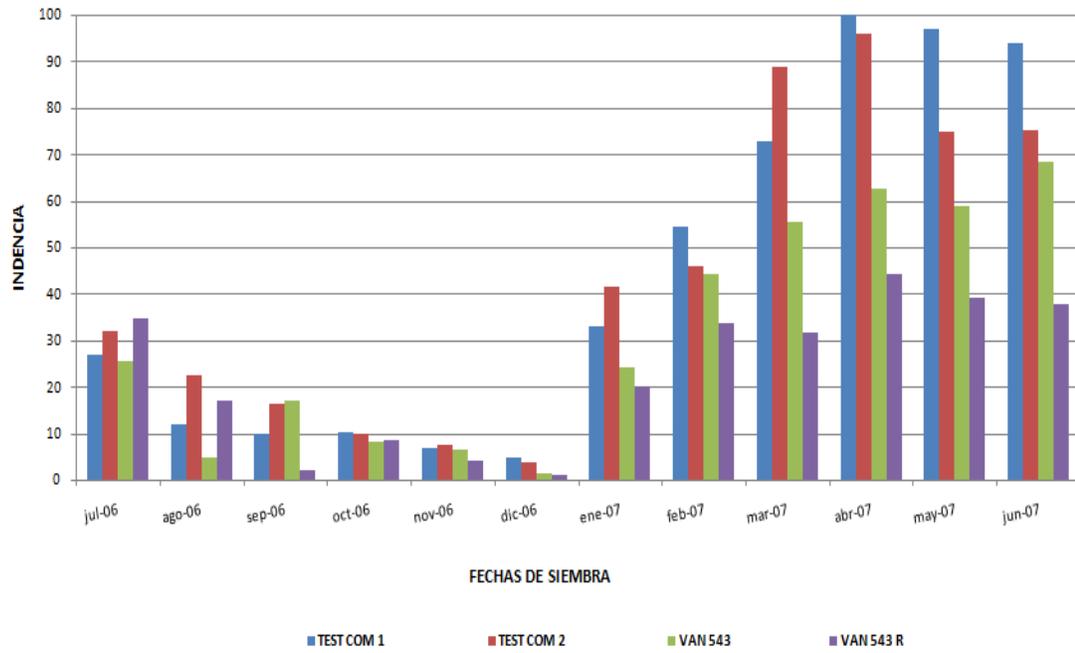
Como podemos observar (cuadro 4.3) los genocultivares testigo comercial uno y testigo comercial dos, fueron los genocultivares que interaccionaron menos con la incidencia presente a través de las fechas de siembra. Coincidentemente estos genocultivares son los se comportaron en primer lugar como los genocultivares de mayor incidencia a través del año, excepto en las siembras de Octubre, Noviembre y Diciembre, siendo estas siembras donde la incidencia fue tan baja que al realizar la prueba de Tukey ($P \leq 0.01$), no se detectaron diferencias entre los genocultivares en las tres fechas de siembra antes mencionadas.

Además se observa (cuadro 4.3) que los genocultivares VAN 543 y VAN 543R, fueron los que más interaccionaron a través de las fechas de siembra, el genocultivar VAN 543 R se manifestó en el grupo de menor incidencia en cinco fechas de siembra, en las siembras de Enero, Marzo, Abril, Mayo y Junio, el genocultivar VAN 543 se manifestó en el grupo de menor incidencia en la siembra de Agosto. Coincidentemente estas siembras fueron las que se manifestaron como las siembras de mayor incidencia al achaparramiento por CSS, siendo las siembras de Marzo, Abril, Mayo y Junio. Aun y cuando los genocultivares VAN 543 y VAN 543 R, son los que presentan una mayor

interacción, a su vez son los genocultivares que presentan el menor daño causado por el achaparramiento por CSS en la mayor parte del año, dicho comportamiento pudo ser conferido por la presencia de algún tipo de resistencia presente en estas poblaciones, además podemos decir que los genocultivares testigo comercial uno y testigo comercial dos no presentan resistencia al achaparramiento, debido a que se manifiestan como los genocultivares de mayor incidencia a través del año. El análisis anterior permite señalar que existe coincidencia con lo reportado por Márquez (1960), quien obtuvo diferencias altamente significativas en la interacción fechas de siembra por variedades, sin reportar que variedad obtuvo la mayor y menor incidencia.

Cuadro 4.3 Tabla de grupos obtenidos en Tukey ($P \leq 0.01$) para la interacción fechas de siembra por genocultivar para la variable incidencia.

Fechas de siembra	Genocultivares			
	TC 1	TC 2	VAN 543	VAN 543R
F1	B	A	B	A
F2	C	A	D	B
F3	B	A	A	C
F4	A	A	A	A
F5	A	A	A	A
F6	A	AB	AB	B
F7	B	A	C	D
F8	A	B	B	C
F9	B	A	C	D
F10	A	B	C	D
F11	A	B	C	D
F12	A	B	C	D
NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01				
TUKEY = 3.7067				
VALORES DE TABLAS (0.05), (0.01) = 3.63, 4.40				
F1.....F12: JULIO 2006.....JUNIO 2007				



Grafica 4.5 Incidencia presente en Genocultivares a través de Fechas de Siembra

Severidad

Para la variable de respuesta severidad, al analizarse bajo la prueba no paramétrica de Friedman, se observó que; para el efecto muestreos, existieron diferencias significativas ($P \leq 0.01$), es decir, al menos un muestreo se comporto como el mayor nivel de severidad (ver cuadro 4.4).

Cuadro 4.4 Severidad presente en los muestreos, estadístico de prueba bajo la prueba no paramétrica de Friedman y su significancia en base a la prueba de ji-cuadrada.

Muestreos	60 días	75 días	90 días
Media general	0.4298	0.9693	1.2781

ESTADISTICO DE PRUEBA: 23.0417 *

Ji-CUADRADA(0.05) = 5.9915

Ji-CUADRADA(0.01) = 9.2103

Al discutir estos resultados se puede observar que la severidad se presentó paulatinamente de menor a mayor severidad, por ejemplo, en el muestreo a los 60 días después de la siembra al evaluar las plantas presentaron un grado de daño con valor de 1, dichas plantas al ser evaluadas en el muestreo a los 75 días después de la siembra subió al nivel 2 ó 3, posteriormente al realizar el muestreo a los 90 días después de la siembra las plantas presentaron un grado de daño de nivel 4, estos resultados están basados en la escala de Grogan y Rosenkranz (1968).

Asumiendo con estos resultados que, para saber la severidad total presente en campo, es necesario realizar el muestreo específicamente a los 90 días después de la siembra, ya que si realizamos el muestro para determinar severidad a los 60 ó 75 después de la siembra, los resultados obtenidos serán enmascarados y no se sabría con exactitud si se presenta en verdad algún

genocultivar resistente o medianamente resistente a la enfermedad. Coincidiendo con lo reportado por López (2007) (documento pendiente de publicar), quien obtuvo en su primer evaluación (a los 84 días después de la siembra) una severidad menor a la existente en la segunda evaluación (a los 98 días después de la siembra).

Basándose en los resultados antes mencionados, se presentaran a continuación los resultados obtenidos para el muestreo a los 90 días después de la siembra, para el efecto de fechas de siembra y genocultivares.

En el efecto fechas de siembra (de Julio del 2006 a Junio del 2007) se observaron diferencias significativas ($P \leq 0.01$) (Ver cuadros 4.5), es decir, al menos una fechas de siembra se comporto como el de mayor severidad.

Cuadro 4.5 Severidad presente en las fechas de siembra, estadístico de prueba bajo la prueba no paramétrica de Friedman y su significancia en base a la prueba de ji-cuadrada.

FECHAS DE SIEMBRA	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12
MEDIA GENERAL	1.06	0.551	0.450	0.244	0.235	0.115	0.904	1.138	2.338	2.955	2.591	2.756

F1.....F12: JULIO 2006.....JUNIO 2007

ESTADISTICO DE PRUEBA: 41.5385*

JI-CUADRADA(0.05) = 19.6751

JI-CUADRADA(0.01) = 24.7250

Al discutir los resultados obtenidos podemos decir que las fechas de siembra que mostraron la mayor severidad fueron las siembras de Marzo, Abril, Mayo y Junio con un promedio de 2.338, 2.955, 2.591 y 2.756 respectivamente, y las fechas de siembra con la menor severidad fueron las siembra de Diciembre, Noviembre y Octubre, con un promedio de 0.115, 0.235 y 0.244

respectivamente. Coincidentemente dichas fechas de siembra fueron las que se comportaron como las siembras de mayor y menor incidencia, destacando una posible correlación existente entre las variables incidencia y severidad. Información como esta, en la literatura citada, no se encontró, por lo cual son de suma importancia los resultados obtenidos en la presente investigación, para poder determinar qué fecha de siembra presenta la menor severidad del achaparramiento del maíz.

En el efecto genocultivares (Testigo comercial uno, testigo comercial dos, VAN 543 y VAN 543 R) se observaron diferencias significativas ($P \leq 0.01$) (Ver cuadros 4.6), es decir, al menos un genocultivar se comportó como el de mayor severidad en el transcurso del año.

Cuadro 4.6 Severidad presente en los genocultivares, estadístico de prueba bajo la prueba no paramétrica de Friedman y su significancia en base a la prueba de ji-cuadrada.

GENOCULTIVARES	TESTIGO COMERCIAL 1	TESTIGO COMERCIAL 2	VAN 543	VAN 543R
MEDIA GENERAL	1.670	1.564	1.096	0.782

ESTADISTICO DE PRUEBA: 31.900 *

JI-CUADRADA(0.05) = 7.8147

JI-CUADRADA(0.01) = 11.3449

Al discutir los resultados obtenidos podemos decir que el genocultivar Testigo comercial uno fue quien reportó la mayor severidad con un promedio de 1.670 a través del año, seguido del testigo comercial dos con promedio de 1.564, en tercer lugar se manifestó el genocultivar VAN 543 con un promedio de 1.096 y por último el genocultivar VAN 543R fue el que se manifestó en cuarto lugar, como él genocultivar de menor severidad con un promedio de 0.782 a través del

año. Coincidentemente los resultados obtenidos para el efecto de genocultivares en la variable incidencia fueron obtenidos para la variable severidad, es decir, el genocultivar testigo comercial uno, el cual fue él que adquirió los valores más altos tanto en incidencia con valores de 45.6525%, como en severidad con un nivel de 1.670, y el genocultivar VAN 543 R él cual fue quien adquirió los valores más bajos tanto en incidencia con valores de 23.0427%, como en severidad con un nivel promedio de 0.782.

Confirmando con esto, que el testigo comercial uno contiene menor resistencia al achaparramiento, en comparación del genocultivar VAN 543R, estos resultados son por la presencia de genes susceptibles en el testigo comercial uno y a su vez confirmando que en el genocultivar VAN 543 R existe resistencia al achaparramiento, ya que este genocultivar presento menos severidad a través del año, aseverando que la selección c para formar el VAN 543R se realizó adecuadamente y que los genes seleccionados eran en verdad resistentes a la enfermedad del achaparramiento.

Coincidiendo con lo reportado por López (2004) (documento pendiente de publicar), quien menciona de la existencia de diversos niveles de infección (severidad) y que los niveles de infección son debidos al grado de resistencia que tengan los materiales.

Fluctuación poblacional del vector *Dalbulus maidis*.

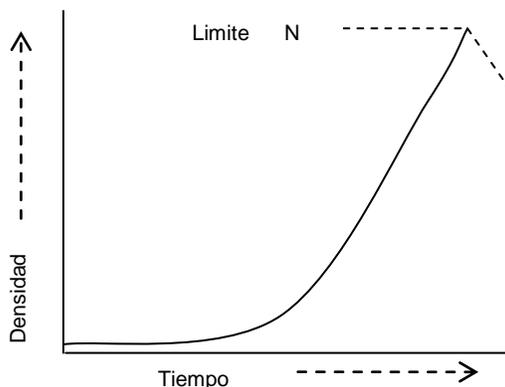
Los resultados que se mostrarán a continuación fueron previamente estimados para su correcta interpretación, bajo la fórmula escrita en el apartado III (Materiales y métodos). Obteniendo lo siguiente:

Se observó claramente la fluctuación poblacional del vector *Dalbulus maidis*, de Julio del 2006 a Junio 2007, donde la mayor cantidad del vector se dio en los meses de Marzo, Abril, Mayo y Junio con 1894, 2021, 2067 y 1854 individuos por hectárea, y se observó una baja en la cantidad del vector en los meses de Agosto, Septiembre, Octubre y Noviembre con 969, 854, 904 y 833 individuos por hectárea (Ver grafica 4.8).

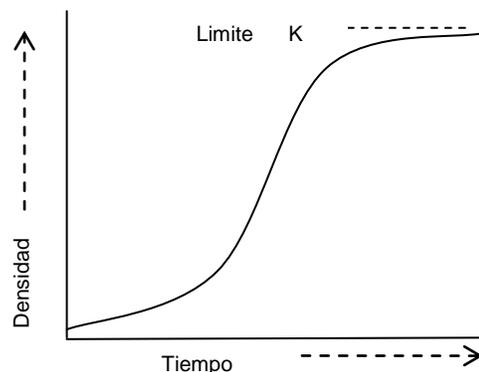
Estos resultados pudieron ser influenciados por la temporada de lluvias y la temporada de sequia, ya que como lo reportó Ramírez (1975) existe una reducción en las poblaciones de vector *Dalbulus maidis*, en las estaciones de Verano a Otoño, siendo atribuido a la temporada de lluvia presente de mayo a Octubre, y el incremento de las poblaciones del vector siendo atribuida a la temporada de sequia presente de Noviembre a Mayo.

Cabe mencionar que el comportamiento de la fluctuación poblacional del vector *Dalbulus maidis* se dio de manera sigmoidea, en el periodo que

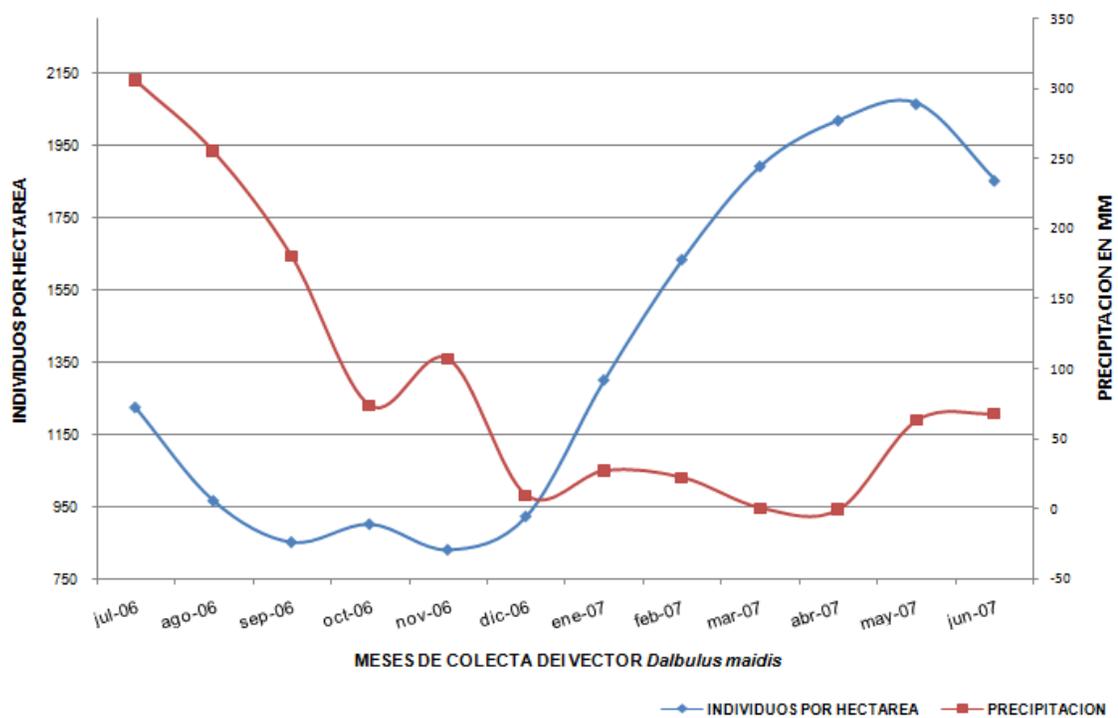
comprende de Septiembre del 2006 a Mayo del 2007 (grafica 4.12). Dicho comportamiento se puede corroborar con lo mencionado por Odum (1982), quien asevera que las poblaciones tienen modos característicos de crecimiento, que se designan como formas de crecimiento de las poblaciones, que para fines de comparación, podemos designar en dos tipos básicos: la *forma de crecimiento en J* y la *forma de crecimiento en S o sigmoide*, pudiendo estas combinarse o modificarse, o ambas, de diversas maneras, dependiendo del organismo y el ambiente. En el crecimiento tipo *J*, la densidad aumenta rápidamente, a manera de exponencial o del interés compuesto, deteniéndose abruptamente debido a la repentina resistencia ambiental (grafica 4.6), en el crecimiento *sigmoide*, la población aumenta primero lentamente (fase de establecimiento), posteriormente existe un incremento más acelerado (acercándose a una fase logarítmica), la cual tiende a decrecer gradualmente debido al aumento de la resistencia ambiental, hasta que alcanza un nivel más o menos equilibrado (grafica 4.7).



Grafica 4.6 Crecimiento poblacional tipo *J*



Grafica 4.7 Crecimiento poblacional tipo *S*



Grafica 4.8 Fluctuación poblacional de *Dalbulus maidis* y precipitaciones de Julio de 2006 a Junio de 2007.

Rendimiento

Al analizar los resultados obtenidos para rendimiento (cuadro 4.7) se observa que, para las fuentes de variación; fechas de siembra, genocultivares y la interacción fechas de siembra por genocultivares, existieron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$). Lo cual indica que para la fuente de variación fechas de siembra (realizadas de Julio del 2006 a Julio del 2007 mensualmente), existió al menos una fecha de siembra con mayor rendimiento que las demás.

Para la variable genocultivares (Testigo comercial uno, Testigo comercial dos, VAN 543 y VAN 543R), se obtuvieron diversos rendimientos entre genocultivares, es decir, existió al menos un genocultivar con mayor rendimiento que los demás genocultivares.

Para la interacción fechas de siembra por genocultivares indica que los genocultivares (Testigo comercial uno, Testigo comercial dos, VAN 543 y VAN 543R), al analizarlos individualmente a través de las fecha de siembra, al menos en una fecha de siembra no siempre tuvo el mayor rendimiento, es decir, al ser comparado uno de los genocultivares a través de las fechas de siembras este no estuvo siempre en primer lugar como el genocultivar de mayor rendimiento, sino que en algunas fechas de siembra estuvo en el segundo, tercer o cuarto lugar en rendimiento.

Cuadro 4.7 Análisis de varianza combinado para rendimiento, bajo el factorial A*B, de Julio del 2006 a Junio 2007, en la localidad de Úrsulo Galván, Veracruz.

FUENTES DE VARIACION	GL	CM
Repeticiones	9	0.2624 ^{NS}
Fechas	11	26.0333 ^{**}
Genocultivares	3	2.0103 ^{**}
Fechas x Genocultivares	33	3.5107 ^{**}
Error experimental	423	0.0051
R ² = 0.7043		
CV = 18.89 %		
Media General = 3.3796		

Nota

* * = Niveles de significancia al 0.05 y 0.01 respectivamente.

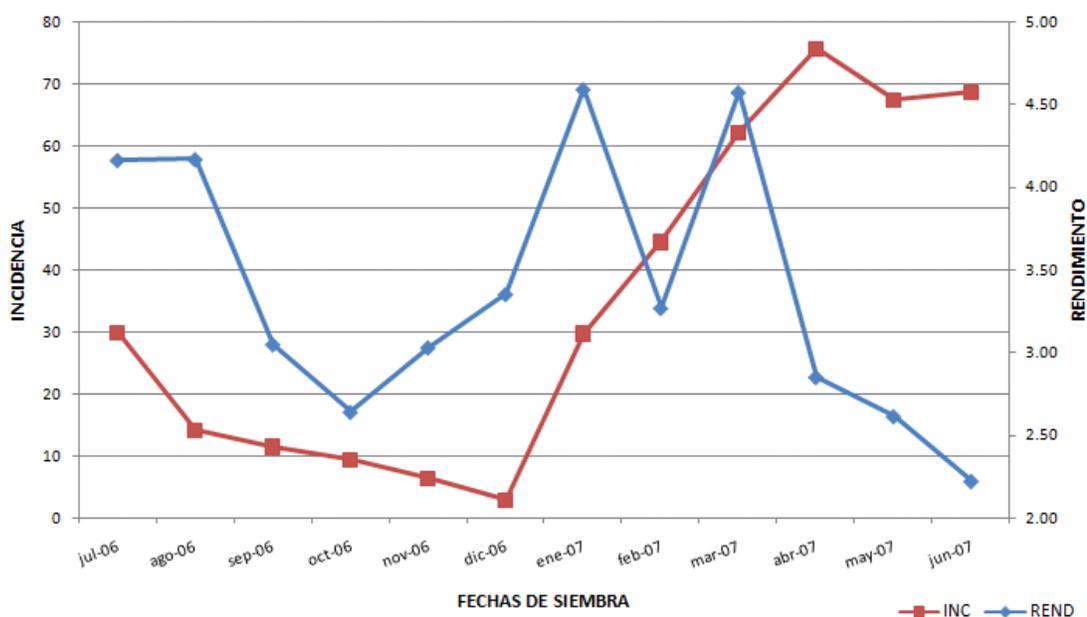
NS = No significativo

Para ratificar lo dicho anteriormente se realizaron pruebas de medias para cada fuente de variación con diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), usando la prueba de medias Tukey ($P \leq 0.01$), obteniendo lo siguiente:

- Para fechas de siembra, se indica que en las siembras de Julio y Agosto del 2006, y en los meses de Enero y Marzo del 2007, presentaron el mayor rendimiento en campo con valores de 4.1676, 4.1724, 4.5792 y 4.5971 Ton/ha, respectivamente. Por otro lado, las fechas de siembra con menor rendimiento fueron los meses de Octubre de 2006, y en Abril, Mayo y Junio de 2007 con valores de 2.6415, 2.8527, 2.6149 y 2.2222 Ton /ha respectivamente,

Al analizar la gráfica 4.9 podemos observar que existieron fechas de siembra donde el incremento de la incidencia, explica por sí solo la disminución del rendimiento. Por ejemplo, en las fechas de siembra donde existe la mayor

incidencia, el rendimiento disminuyó drásticamente, como pasó en las siembras de Febrero, Abril, Mayo y Junio. Por otro lado, en las siembras de Julio, Octubre, Noviembre, y Diciembre de 2006, donde la incidencia fue baja, los rendimientos se incrementaron (ver grafica 4.9).



Grafica 4.9 Rendimientos e incidencias obtenidas por cada fecha de siembra usando la media general para fechas de siembra.

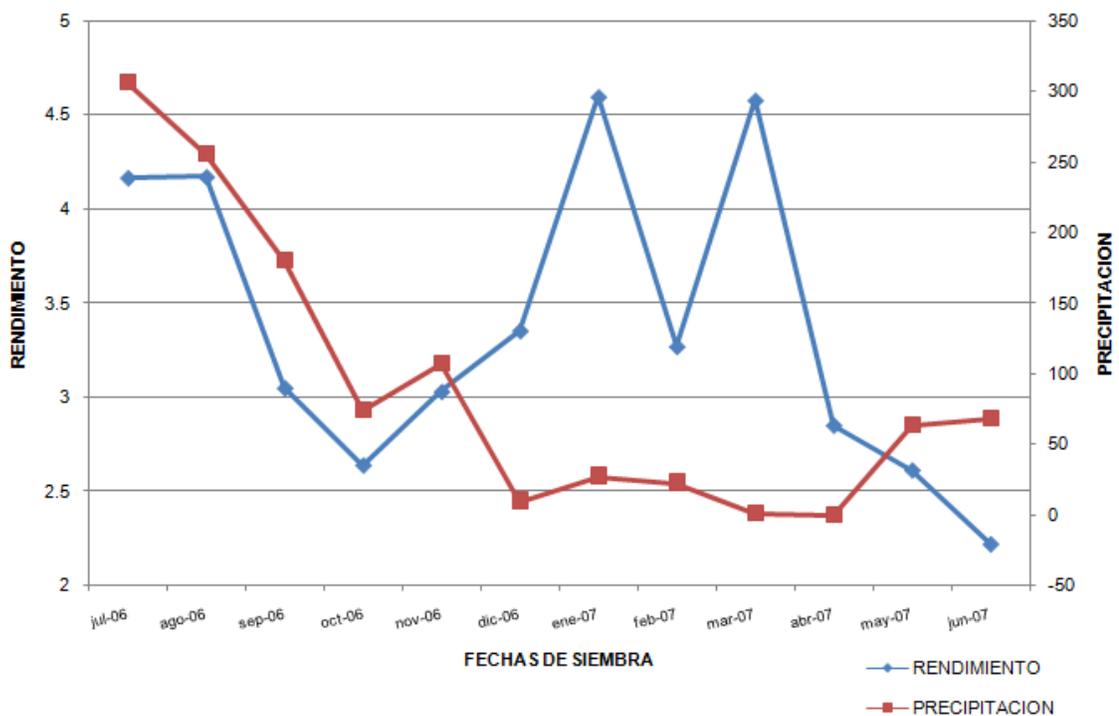
Además existieron fechas de siembra donde la incidencia no actuó como factor principal en la reducción del rendimiento, si no que posiblemente actuaron otros factores, ya que como lo mencionaron Baldovinos (1954) y Begon et. al., (1997), la existencia diversos factores que afectan el rendimiento de los cultivos como: los nutrientes, densidad de siembra, clima (temperatura, precipitación, humedad), plagas, enfermedades, etc., y en cada uno de estos factores existen niveles óptimos donde coexisten con la planta sin afectar el rendimiento, pero si en algún momento, alguno de los factores llegara estar por

arriba o por debajo del nivel óptimo, sería el causante de la reducción del rendimiento. El cultivo del maíz tiene los siguientes requerimientos hídricos, en cada etapa fenológica en la siembra $126 \text{ m}^3 / \text{ha}$., en la etapa de nacencia se $126 \text{ m}^3 / \text{ha}$, la etapa de desarrollo primario $156 \text{ m}^3 / \text{ha}$, para la etapa de crecimiento $1140 \text{ m}^3 / \text{ha}$, en la etapa de floración $555 \text{ m}^3 / \text{ha}$, en la etapa de polinización $1260 \text{ m}^3 / \text{ha}$, en la etapa de fecundación son necesarios $600 \text{ m}^3 / \text{ha}$ y para el llenado de grano, de $2298 \text{ m}^3 / \text{ha}$ (Gobierno del estado de Veracruz, 2004).

De acuerdo con lo reportado con la CONAGUA del estado de Veracruz (2006) donde se realizó la investigación tiene una lamina media bruta de 199.7 cm , aclarando que en temporada de lluvias son cerrados los canales de riego (de Junio a Octubre) y los cultivos son plenamente de temporal. Basándose en estos antecedentes y recordando que el cultivo durante el periodo de otoño – invierno, se realizó bajo condiciones de temporal y en el periodo de Primavera – Verano, estuvo bajo riego.

Si se observa la gráfica 4.10, podemos decir que el aumento o la disminución del rendimiento, en algunas fechas de siembra, pudo ser el resultado de la influencia de las condiciones ambientales (principalmente precipitación), ya que el efecto del factor incidencia, no explica los cambios en rendimiento, por ejemplo, en los meses de Julio y Agosto como existieron los requerimientos hídricos necesarios para el desarrollo del cultivo, los rendimientos obtenidos fueron altos, y en los meses de Septiembre y Octubre,

donde la precipitación y temperatura se vieron disminuidas, los rendimientos disminuyeron.



Grafica 4.10 Rendimiento obtenido por cada fecha de siembra usando la media general para fechas de siembra y la precipitación obtenida en el experimento.

Las fechas de siembra recomendadas por la SAGARPA (2004), para el cultivo del maíz en la temporada de Primavera – Verano, son del inicio del temporal al 30 de Junio, y en la temporada de Otoño – Invierno, son del primero de Diciembre al 31 de Enero, recordando que el experimento fue sembrado mensualmente de Julio del 2006 a Junio del 2007.

Además cabe destacar que el mes de Enero, el cual es una de las fechas de siembra con mayor rendimiento, se encuentra dentro de las fechas de

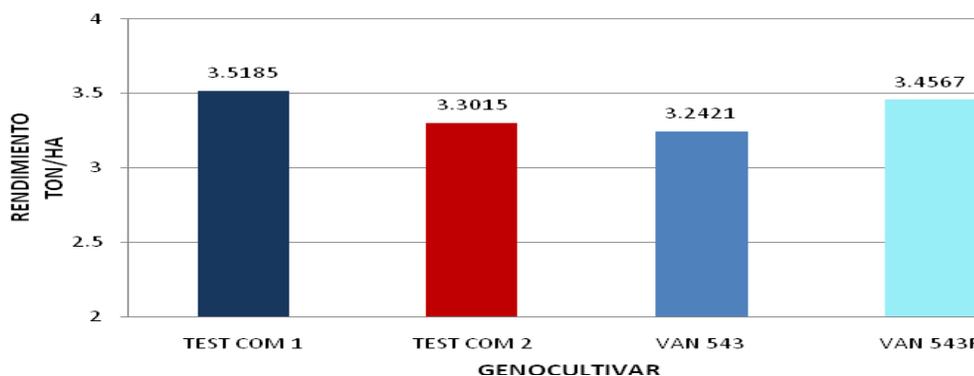
siembras recomendadas para el ciclo Otoño – Invierno, ya que de acuerdo a la SAGARPA (2004) las siembras del cultivo de maíz para el ciclo Otoño – Invierno se deben realizar del 1^{ro} de Diciembre al 31 de Enero.

Coincidiendo con lo reportado por López (1974) quien menciona que la enfermedad del achaparramiento del maíz fue un factor importante en la reducción del rendimiento, aunado a la presencia de plagas de almacén en el campo y la presencia de pudriciones en las mazorcas. No coincidiendo con lo reportado con Morales (1956) quien señala que las fechas de siembra de la temporada Primavera – Verano, son las fechas de siembra más apropiadas para la siembra del cultivo.

- Para la fuente de variación genocultivares, se obtuvieron 3 grupos (A, AB y B), colocando en el grupo A al genocultivar testigo comercial uno con rendimientos de 3.518 Ton/ha, el grupo AB lo conformaron el genocultivar VAN 543R, creado por el Instituto Mexicano del Maíz, de la “Antonio Narro” con un rendimiento de 3.455 Ton/ha, y el genocultivar Testigo comercial dos con rendimientos de 3.315 Ton/ha, y por último en el grupo B lo conformo el genocultivar VAN 543, creado por el Instituto Mexicano del Maíz, de la “Antonio Narro”, con un rendimiento de 3.2420 Ton/ha (ver grafica 4.10).

Como se mencionó en el apartado III (Materiales y métodos), el testigo comercial uno es un híbrido de alto rendimiento, por lo tanto este tiene un mayor potencial de producción en comparación de los genocultivares testigo comercial dos, VAN 543 y VAN 543R, los cuales son variedades sintéticas, siendo este el motivo por el cual el testigo comercial uno fue el que obtuvo los mayores rendimientos. Coincidiendo con lo reportado por Piña (1980), López (1974) y Morales (1956) quienes señalaron diferencias en rendimiento entre los materiales genéticos utilizados en sus estudios, siendo los híbridos los que obtuvieron los mayores rendimientos en comparación con las variedades sintéticas.

Al ser comparados los rendimientos obtenidos por el genocultivar testigo comercial uno con valores de 3.518 Ton/Ha y el genocultivar VAN 543R con un rendimiento de 3.455 Ton/ha, se tiene que este genocultivar es sumamente prometedor, ya que aun siendo una variedad sintética su rendimiento no difiere en más de 63 Kilogramos.



Grafica 4.11 Rendimiento obtenido por cada genocultivar usando sus medias generales.

- Para la interacción genocultivares a través de fechas de siembra, se observo que el genocultivar testigo comercial uno se comporto en primer lugar como el de mayor rendimiento en nueve de doce fechas de siembra, siendo estas las siembras de Julio, Agosto Septiembre, Noviembre, Diciembre, Enero, Febrero, Marzo y Junio, compartiendo el grupo A con los demás genocultivares en seis fechas de siembra, este genocultivar se manifestó en segundo lugar en cuatro de doce fechas de siembra en el grupo B, siendo estas las siembras de Julio, Septiembre, Enero y Marzo, y por último este genocultivar estuvo en tercer lugar de rendimiento en el grupo C en la siembra de Agosto, indicando con esto que el rendimiento presente en el genocultivar testigo comercial uno interactuó con las fecha de siembra, ya que no siempre estuvo con el primer lugar de rendimiento, sino que su rendimiento bajó manifestándose en segundo o en tercer lugar (ver Cuadro 4.8 y Grafica 4.12).

Para el genocultivar Testigo comercial dos se observo que en siete de doce fechas de siembra se presento como el de mayor rendimiento en el grupo A, en las siembras de Julio, Agosto, Septiembre, Noviembre, Febrero, Marzo y Abril, este genocultivar se ubico en segundo lugar de rendimiento en cuatro fechas de siembra, siendo estas las siembras de Diciembre y Enero con el grupo B, y en las siembras de Mayo y Junio con el grupo AB, por último se manifestó

en tercer lugar en rendimiento en la siembra de Octubre con el grupo B, indicando con esto que el rendimiento obtenido con el genocultivar testigo comercial dos interactuó con las fecha de siembra, ya que no siempre estuvo con el primer lugar de incidencia, si no que su rendimiento bajo manifestándose en segundo o en tercer lugar(ver Cuadro 4.8 y Grafica 4.12).

Para el genocultivar VAN 543 (de la UAAAN) se observo que en siete de doce fechas se presentó como el de mayor rendimiento en el grupo A, en las siembras de Agosto, Septiembre, Noviembre, Febrero, Marzo, Abril y Mayo, se manifestó en segundo lugar en cuatro fechas de siembra en el grupo B, siendo estas las siembras de Julio, Diciembre, Enero y Junio, y por último este genocultivar se manifestó en tercer lugar en rendimiento con el grupo AB en la siembra de Octubre, indicando con esto que el rendimiento obtenido por el genocultivar tres interactuó con las fecha de siembra, ya que no siempre estuvo con el primer lugar, sino que su rendimiento se vio disminuido en algunas fechas de siembra (ver Cuadro 4.8 y Grafica 4.12).

Para el genocultivar VAN 543R (UAAAN) se observo que en nueve de doce fechas se presentó en primer lugar como el de mayor rendimiento en el grupo A, en las siembras de Julio, Agosto, Septiembre, Octubre, Noviembre, Febrero, Marzo y Abril, destacando

que en cinco fechas de siembra no existió diferencia entre genocultivares (los cuatro genocultivares estadísticamente tuvieron el mismo rendimiento), este genocultivar se presentó en segundo lugar en tres fechas de siembra, manifestándose en las siembras de Diciembre y Enero con el grupo B, y en la siembra de Junio con el grupo AB (ver Cuadro 4.8 y Gráfica 4.12).

Como podemos observar los genocultivares uno y cuatro (el Testigo comercial uno y el VAN 543R respectivamente), fueron los que interactuaron menos con las fechas de siembra, ya que como se muestra en el cuadro 4.8, se comportaron como los genocultivares de mayor rendimiento a través de las fechas de siembra, en comparación del genocultivar dos y tres (el testigo comercial 2 y el VAN 543) quienes interactuaron más. Destacando que el testigo comercial uno, el testigo comercial dos y el VAN 543, tuvieron una disminución en rendimiento drásticamente cuando la incidencia de enfermedad era mayor del 40% y el genocultivar VAN 543 R, aun cuando la incidencia era mayor del 35%, el rendimiento obtenido por este genocultivar no disminuía drásticamente. Obteniendo con esto que el genocultivar adecuado para las siembras en Úrsulo Galván, Veracruz, es el genocultivar VAN 543R, ya que este se manifestó como un genocultivar de alto rendimiento, aun y cuando estuviese presente la enfermedad con incidencias altas, siendo los no adecuados para sembrar en esta localidad el Testigo comercial uno y dos, para

las fechas de alta incidencia, ya que con el ataque de la enfermedad del achaparramiento provocaba disminución en el rendimiento.

Coincidiendo con lo reportado por Morales (1956) y López (1974) quienes en sus estudio mencionan que la interacción variedades por fechas de siembra, resultado altamente significativo, indicando que una buena variedad difiere en su comportamiento según la época en que sea sembrada y menciona que la enfermedad conocida como el achaparramiento del maíz fue un factor importante en la reducción del rendimiento.

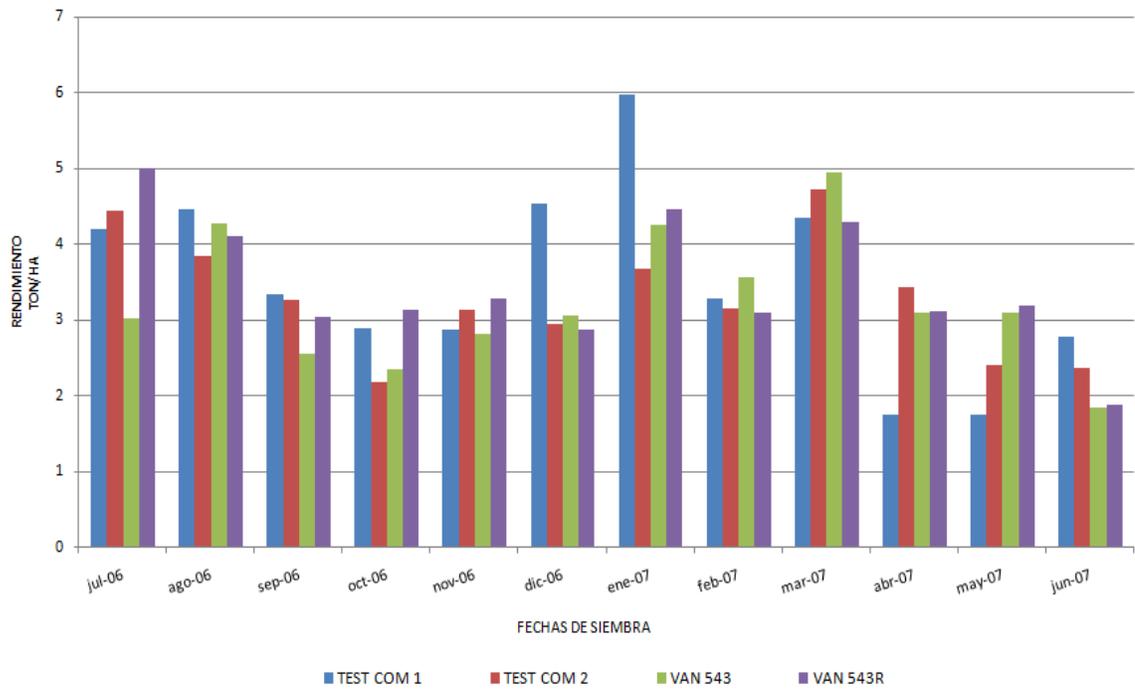
Cuadro 4.8 Tabla de grupos obtenidos para rendimiento bajo la prueba de Tukey ($P \leq 0.01$) genocultivares para fechas de siembra en cada genocultivar.

Fechas de Siembra	Genocultivares			
	TC 1	TC 2	VAN 543	VAN 543R
F1	A	A	B	A
F2	A	A	A	A
F3	A	A	A	A
F4	AB	B	AB	A
F5	A	A	A	A
F6	A	B	B	B
F7	A	B	B	B
F8	A	A	A	A
F9	A	A	A	A
F10	B	A	A	A
F11	B	AB	A	A
F12	A	AB	B	AB
NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01				
TUKEY = 0.8877				
VALORES DE TABLAS (0.05), (0.01) = 3.63, 4.40				

TC 1: TESTIGO COMARCIAL 1

TC 2: TESTIGO COMERCIAL 2

F1.....F12: De JULIO 2006..... JUNIO 2007



Grafica 4.12 Rendimiento presente en Genocultivares a través de Fechas de Siembra.

Correlación múltiple

Al analizar los resultados obtenidos en la correlación (cuadro 4.9) se observó la existencia de relaciones positivas y negativas. Siendo la relación positiva entre las variables incidencia y severidad de la enfermedad, es decir, a mayor incidencia mayor severidad.

Entre las variables de fluctuación poblacional de *Dalbulus maidis* vs incidencia y severidad de la enfermedad, es decir, a mayor población del vector, mayor incidencia y mayor severidad de la enfermedad. Esto es coincidente a lo reportado por Ramírez (1975) quien reportó una relación directa de la incidencia de la enfermedad con la población del vector.

Entre la variable rendimiento se observa correlación negativa con las variables incidencia, severidad y precipitación presentes en el cultivo, es decir, la baja del rendimiento está influenciado por el aumento tanto de la incidencia, como de la severidad y de la baja precipitación presentada en la región, a resultados similares llegaron Baldovinos (1954) y Begon et al.(1997) quienes mencionaron de la existencia de diversos factores que afectan el rendimiento de los cultivos, y que no siempre la reducción o aumento de rendimiento, puede ser debido a un solo factor, y mencionaron que al no alcanzar nivel óptimo de cada uno de estos, puede ser el o los responsables de dicha pérdida del rendimiento.

La relación negativa se observó entre la precipitación vs la fluctuación poblacional del vector, la incidencia y la severidad de la enfermedad, es decir, a mayor precipitación menor cantidad del vector, así como menor incidencia y menor severidad de la enfermedad. Este resultado contradice lo dicho por Ramírez (1975) quien reportó que no tiene influencia directa la precipitación sobre la incidencia de la enfermedad, además de lo antes mencionado en el trabajo de investigación reportó que si existe influencia de la precipitación sobre la población del vector.

No se encontró relación alguna entre los parámetros meteorológicos temperaturas máximas y mínimas con las variables incidencia, severidad, fluctuación poblacional del vector. Corroborando lo dicho por Ramírez (1975) quien reportó que las temperaturas presentes en el experimento no influyen en las poblaciones del vector, ni la incidencia de la enfermedad.

Cuadro 4.9 Resultados obtenidos al realizar la correlación múltiple para las variables incidencia, severidad y rendimiento y los parámetros meteorológicos (temperatura mínima y máxima, humedad relativa y precipitación) medidos mensualmente de Julio del 2006 a Junio de 2007

	INC	SEV	VEC	REND	PREC	TMAX	TMIN
SEV	0.986 **						
VEC	0.986 **	0.959 **					
REND	-0.178 *	-0.218 *	-0.146 ^{NS}				
PREC	-0.397 *	-0.355 *	-0.469 *	0.217 *			
TMAX	0.096 ^{NS}	0.197 ^{NS}	-0.017 ^{NS}	-0.249 ^{NS}	0.694 *		
TMIN	-0.059 ^{NS}	0.024 ^{NS}	-0.159 ^{NS}	-0.262 ^{NS}	0.771 **	0.958 **	
HR	0.106 ^{NS}	0.061 ^{NS}	0.141 ^{NS}	-0.088 ^{NS}	-0.011 ^{NS}	-0.045 ^{NS}	0.091 ^{NS}

NOTA

Valores observados= Correlación de Pearson

*, ** = significancia 0.05 y 0.01 respectivamente

NS = NO SIGNIFICANCIA

V. CONCLUSIONES

- ⇒ Se identificó satisfactoriamente la presencia del patógeno, en planta con síntomas asociados al achaparramiento del maíz causada por CSS (*S. kunkelii*) y el vector *Dalbulus maidis* por PCR.
- ⇒ La incidencia y severidad de la enfermedad del achaparramiento del maíz ocasionada por *S. kunkelii* se presentó a través del año.
- ⇒ Se determinó una clara fluctuación, de la poblacional del insecto vector *Dalbulus maidis* de Julio 2006 a Junio 2007.
- ⇒ El genocultivar VAN 543R se presentó como el genocultivar de menor incidencia.
- ⇒ El genocultivar testigo comercial uno obtuvo el mayor rendimiento, seguido del VAN 543R, Testigo comercial dos y VAN 543.
- ⇒ Existió relación positiva de Incidencia vs severidad. Así como en la fluctuación poblacional del vector vs incidencia y severidad. Y existió relación negativa de precipitación vs fluctuación poblacional del vector, incidencia y severidad. Y también relación negativa de rendimiento vs incidencia y severidad.

VI. LITERATURA CITADA

- Alvizatos AS, Markham PG, 1986. Multiplication of corn stunt spiroplasma in *Dalbulus maidis* and transmission in vitro, following injection. *Annals of Applied Biology*, 108(3):545-554.
- Alstatt, G. E. 1945. A new corn disease in the Rio Grande Valley. *Plant Disease Reporter*. 29:533-534.
- Baldovinos P. G. 1954. El desarrollo fisiológico y el rendimiento de cosechas. Fondo de publicaciones de la Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo , México.
- Barnes, D. 1954. Biología ecología y distribución de chicharritas, *Dalbulus maidis* (Ball) y *Dalbulus elimatus*. SAG, México. 112 p.
- Barros, T. S. L., Davis, R. E., Resende, R. O., and Dally, E. L. 2001. Design of a polymerase chain reaction for specific detection of corn stunt spiroplasma. *Plant Dis*. 85:475-480.
- Bajet, N. B., and Renfro, B. L. 1989. Occurrence of corn stunt Spiroplasma at different elevations in Mexico. *Plant Disease*. 73 : 926 – 930.
- Bradbury JF, 1991. Spiroplasma kunkelii. IMI Descriptions of Fungi and Bacteria, No. 1047. Wallingford, UK: CAB International.

- Begon M, Harper J. L, Townsend C. R. 1997. Ecología. Individuos, poblaciones y comunidades. Ediciones Omega. Barcelona. 886 pp.
- Bergey's, Manual of Determinative Bacteriology 1994 Volume 9, 1994 (Editors: Krieg, N. R., and Holt, J. G. Volume 1 (1989) Williams & Wilkins, Baltimore / London.
- Bobadilla N.A. & Gamba G. (1996). Biología molecular en medicina. V. Reacción en cadena de la polimerasa. Rev Invest Clin, 48, 401-6.
- Borror, D., C. Triplehorn and N. Johnson. 1989. An introduction to the study of insects. 6th Ed. Saunders College Publishing, Philadelphia. 875 pp.
- CIMMYT, 1991, <http://www.ipgri.cgiar.org/publications/pdf/104.pdf>
- Cambell, C. L and Mandden L. V. 1990. Introduction to plant disease Epidemiology. Editorial John Wiley and Son, INC. 532 P
- Davis, R. 1966. Biology of the leafhopper *Dalbulus maidis* at selected temperatures. J. Econ. Entomol. 59:766.
- Davis, R. E. and J. F. Worley. 1973. Spiroplasma: Motile microorganism with corn stunt disease. Phytopathology 63:403-408.
- Davis, R. E. 1973. Occurrence of Spiroplasma in corn stunt infected plants in Mexico. Plant Dis. Rep. 57(4):333-337.
- Davis, R. E., Chen, T.-A., and Worley, J. F. 1981. Corn stunt spiroplasma. Pages 40-50 in: Virus and Viruslike Diseases of Maize in the United States. D.

T. Gordon, J. K. Knoke, and G. E. Scott, eds. South. Coop. Ser. Bull. 247.

De León, C. H., Pineda, I. y Rodríguez, R. 1984. Resistencia Genética: Una alternativa contra el achaparramiento en maíz. In: XXX Reunión Anual del PCCMCA. Managua, Nicaragua.

Fritschen, L. J., and L. W. Gay. 1979. Environmental Instrumentation. Springer, Berlin, 216 pp.

Friesland, H., and H. Schrodter. 1987. The analysis of weather factors in epidemiology. Experimental Techniques in Plant Disease Epidemiology (J. Kranz and J. Rotem, eds). Springer, Berlin, pp 115 – 134.

Food and Agriculture Organization of the United Nations; Departamento Economico y Social; Perspectivas Alimenticias, Analisis del Mercado Mundial; Julio 2006.

Gordon DT, Nault LR, Gordon NH, Heady SE, 1985. Serological detection of corn stunt spiroplasma and maize rayado fino virus in field collected *Dalbulus* spp. from Mexico. Plant Dis. 69: 108-111.

Granados, R. R., Maramorosch, K., and Shikata, E. 1968. *Mycoplasma*: Suspected etiologic agent of corn stunt. National Academy of Sciences. USA proc. 60:841-844.

- Grogan, C. O. and E. E. Rosenkranz. 1968. Genetics of host reaction to corn stunt virus. *Crop Sci.* 8:251-254.
- Giménez, P. M. P. y Laguna, I. G. 2002. Difusión del corn stunt Spiroplasma del maíz (*Spiroplasma kunkelii*) y del vector (*Dalbulus maidis*) en la república de Argentina. *Revista de la facultad de Agronomía, La Plata, UNLP.* 105 p.
- Hernández, P. C. J y Oyervides, G. A. 2005. Métodos de selección para identificar líneas resistentes y susceptibles al achaparramiento del maíz (*Spiroplasma kunkelii*). Banco de tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Henríquez, P., and Jeffers, D. 1997. El achaparramiento del maíz. Patógenos, síntomas y diagnósticos. Síntesis de resultados experimentales del PRM, 1993-1995. CIMMYT-PRM. Guatemala. Vol. 5:283-290
- Ibarra, A. G., G. Moya, R. A. Berlanga, P. 2005. Efecto de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* sobre la chicharrita del maíz (*Dalbulus maidis*) (Delong y Wolcott, 1923) (Hemiptera: Cicadellidae). *Folia Entomol. Mex.*,44(1): 1-6.
- Kunkel, L. O. 1946. Leafhopper transmission of Corn Stunt. *Proceedings of National Academy of Sciences.* Reimpreso Vol 32, 9: 246 – 246.

- Lee IM, Davis RE, 1989. Defects of helicity and motility in the corn stunt spiroplasma, *Spiroplasma kunkelii*. Canadian Journal of Microbiology, 35(12):1087-1091.
- Liao CH, Chen TA, 1977. Culture of corn stunt spiroplasma in a simple medium. Phytopathology, 67(6):802-807.
- López, A. I. y Castro, G. M. 1974. Estudio de fechas de siembra en tres Variedades de maíz en Muna, Yucatan. 1972 - 1973. . Tesis Profesional. Banco de tesis. Escuela Superior de Agricultura "Antonio Narro". Buenavista Coahuila.
- López, B. A., Oyervidez, G. A., Mendoza, E. M., y López, B. S. R. Evaluacion de líneas S₃ de maíz para resistencia al achaparramiento causado por *Spiroplasma kunkelii* en el estado de Veracruz, México. Documento pendiente de publicar.
- Madden LV, Nault LR, 1983. Differential pathogenicity of corn stunting mollicutes to leafhopper vectors in *Dalbulus* and *Baldulus* species. Phytopathology, 73(12):1608-1614.
- Marquez, S. F. 1992. Genotecnia Vegetal: Métodos Teoría Resultados. Tomo II. A, G, T Editor, S. A. México, DF. 665 p.
- Marquez, S. F. 1960. Estudio del achaparramiento del maíz en Veracruz y su relación con el Vector y la fecha de siembra. Tesis Licenciatura. Banco de tesis. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo Mexico.

- Markham PG, Townsend R, Plaskitt K, Saglio P, 1977. Transmission of corn stunt to dicotyledonous plants. *Plant Disease Reporter*, 61(5):342-345.
- Markham, P.G., and Alvizatos, A.S. 1983. The transmission of corn stunt Spiroplasma by natural and experimental vector. In: *Proceedings International Maize Virus Disease Colloquium and Workshop*. D.T.Gordon, J.K. Knoke and R.M. Ritter (eds), Wooster, Ohio. Pp. 56-6
- Morales, E. A. 1956. Fechas de siembra y variedades de maíz híbrido recomendadas para el Valle de Tacambaro, Michoacan, comparadas con algunas regiones del Bajío y del Altiplano de Jalisco. Tesis Profesional. Banco de tesis. Escuela Superior de Agricultura "Antonio Narro". Buenavista Coahuila.
- Moya, R. G., J. Kathirithamby And K. J. Larsen. 2004. Dry season parasitoids of adult corn leafhoppers (Hemiptera: Cicadellidae) on irrigated maize in Mexico. *The Canadian Entomologist*, 139: 119-127.
- Nault LR, 1980. Maize bushy stunt and corn stunt: a comparison of disease symptoms, pathogen host ranges, and vectors. *Phytopathology*, 70(7):659-662.
- Nault LR, Gordon DT, Gingery RE, Bradfute OE, Castillo LJ, 1979. Identification of maize viruses and mollicutes and their potential insect vectors from Peru. *Phytopathology*, 69:824-828.
- Odum, E. P. *Ecología*. 1982. Editorial interamericana. Mexico, D. F. 639 pp.

- Piña, A. I. 1980. Efecto de la fecha de siembra en 6 variedades de trigo harinero en la region de N.L. Tesis. Banco de tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- PSCT, 2003. <http://www.inta.gov.ar/region/bn/ph/info/documentos/artic122.htm>.
- Ramírez, CH. J. L. 1975. *Dalbulus guevari* (DeL.) nuevo vector del achaparramiento del maíz en México. Incidencia de la enfermedad y su relación con el vector *Dalbulus maidis* (DeL. & W) en Muna, Yucatán, México.
- Reyes, C. P. 1990. El maiz y su cultivo. Ed. AGT , S. A. Pp 378- 412.
- Rosenberg, N. J., B. L. Blad, and S. B. Verna. 1983. Microclimate: the biological environment. Wiley, New York, 495 p.
- Rotem, J. 1978. Climate and weather influence on epidemics. Plant Disease, Vol. 2: How Disease Develops in Populations (J. G. Horsfall and A. E. Dimond, eds.). Academic. New York, pp 317-436
- Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). Dirección General de Sanidad Vegetal. 1992. Guía Fitosanitaria para el Cultivo del Maíz. PAG IRR / 30cms.ISBN 960-800-396-4
- Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) 2007. Situación actual y perspectivas del maíz en México. Servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquería. Pp 13 -58.

Stoner, W. N. 1964. Corn Stund-Disease In the United States Through 1963.

Dis. Rep. 48 (8) : 640-644

Vierstraete A. 1993. Principle of the PCR, <http://users.ugent.be/~avierstr/principles/pcr.html>.

VI. RESUMEN

La importancia del cultivo del maíz radica en ser considerado como cultivo básico, en las regiones de América y África, en México la producción de dicho cultivo es afectada por diversos factores (siembras bajo temporal, las condiciones climáticas del lugar, las plagas y las enfermedades) mermando en rendimiento y calidad de la cosecha del cultivo, siendo insuficiente para satisfacer la demanda y rentabilidad nacional, teniendo que importar grano hacia México, bajo estos motivos se realizó el presente trabajo de investigación, con la finalidad de determinar la presencia del agente causal del achaparramiento del maíz (*Spiroplasma kunkelii*), determinar la incidencia y severidad de la enfermedad del achaparramiento, determinar la fluctuación poblacional del vector *Dalbulus maidis* de Julio del 2006 a Junio del 2007, determinar cuál que genocultivar presenta mayor resistencia al achaparramiento, determinar el potencial de producción de cuatro cultivares y determinar las relaciones existentes entre las variables antes mencionadas con la temperatura, humedades relativa y precipitación de la localidad.

El presente trabajo de investigación fue establecido en Villa Úrsulo Galván, perteneciente al estado de Veracruz, de Julio del 2006 a Junio del 2007, realizando siembras mensuales con cuatro genocultivares con diez

repeticiones. La presencia del patógeno se determinó por pruebas de PCR con los primers específicos CSSF2/CSSR6, para determinar la incidencia de la enfermedad fue usada la fórmula de Hernández y Oyervides (2005), para determinar la severidad se usó la escala de Grogan y Rosenkranz (1968), para ambos casos se realizaron muestreos a los 60, 75 y 90 días después de la siembra, contando planta por planta. Para determinar la fluctuación poblacional del vector *Dalbulus maidis*, se realizaron dos muestreos por semana (de Julio 2006 – Junio 2007) usando bandejas amarillas dispuestas dentro del cultivo, los insectos colectados se preservaron en alcohol al 70°, para ser identificado el vector *Dalbulus maidis* bajo las claves de Barnes (1954), posteriormente se realizó la estimación a # individuos/hectárea. Para la toma de datos de temperatura, humedad y precipitación, se utilizó la estación automatizada del ITA No. 18, ya que era la estación más cercana a la parcela (a 0.95 km), dicha estación fue puesta en marcha por el INIFAP en Junio del 2006.

Concluyendo lo siguiente:

Se identificó satisfactoriamente la presencia del patógeno en planta con síntomas asociados al achaparramiento del maíz causada por CSS (*S. kunkelii*) y el vector *Dalbulus maidis* por PCR.

La incidencia y severidad de la enfermedad del achaparramiento del maíz ocasionada por *S. kunkelii* se presentó a través del año.

Se determino una clara fluctuación de la poblacional del insecto vector *Dalbulus maidis* de a través del tiempo.

El genocultivar VAN 543R se mostró como el de menor incidencia.

El genocultivar testigo comercial uno obtuvo el mayor rendimiento, seguido del VAN 543R, el Testigo comercial dos y el VAN 543.

Existió relación positiva de Incidencia vs severidad, fluctuación poblacional del vector vs incidencia y severidad, y existió relación negativa de precipitación vs fluctuación poblacional del vector, incidencia y severidad, y de rendimiento vs incidencia y severidad.

VIII. ANEXOS

Anexo 7.1 SuperMix (Invitrogen Cat. No. 10572-014)



PCR SuperMix

Cat. No. 10572-014
Cat. No. 10572-063

Size: 100 reactions
Size: 5000 reactions
Store at -20°C (in a non-frost-free freezer)

Description

PCR SuperMix provides qualified reagents for the amplification of nucleic acid templates by the polymerase chain reaction (PCR). PCR SuperMix contains Mg⁺⁺, dNTPs, and recombinant *Taq* DNA Polymerase at concentrations sufficient to allow amplification during PCR. PCR SuperMix is supplied at 1.1X concentration to allow approximately 10% of the final reaction volume to be used for the addition of primer and template solutions. Reagents sufficient for 100 and 5000 amplification reactions of 50 µl each are provided.

PCR SuperMix may be stored at either -20°C or 4°C. Storage at 4°C avoids the necessity of thawing the mix before assembling the PCR. No detectable reduction of PCR performance or enzyme activity is observed after storage of PCR SuperMix for 8 months at 4°C. Repeated freeze-thaw cycles do not reduce performance or activity.

Component	100-rxn size	5000-rxn size
PCR SuperMix	4 × 1.125 ml	4 × 56.25 ml

Components

22 mM Tris-HCl (pH 8.4), 55 mM KCl, 1.65 mM MgCl₂, 220 µM dGTP, 220 µM dATP, 220 µM dTTP, 220 µM dCTP, 22 U recombinant *Taq* DNA Polymerase/ml, stabilizers.

Protocol

The following protocol is suggested as a starting point and guideline when using PCR SuperMix. We recommend assembling reactions on ice from pre-chilled components. This protocol is for a reaction size of approximately 50 µl. The reaction size may be adjusted as desired.

Note: For multiple reactions with common components, prepare a master mix of the components common to all reactions to reduce pipetting errors.

1. Set up reaction tubes/ plates on ice.
2. Add the following components in any order to each reaction vessel.
 - 45-µl PCR SuperMix
 - Primers (200 nM final concentration per primer is recommended)*
 - Template DNA solution*

*Total volume of primer and template solution can be 0.5-20 µl.

3. Mix contents and cover with mineral or silicone oil, if necessary.
4. Cap reaction vessels and load in thermal cycler at 80°C.
5. Run cycling program.

Anexo 7.2 Protocolo de extracción de ADN con buffer de lisis

Buffer de lisis.

Tris HCl pH 8	100 mµ
EDTA pH 8	50 mµ
NaCl	50 mµ
SDS	2 %

Protocolo de extracción

1. Pasar 0.2 gr de la muestra.
2. Moler la muestra en un mortero previamente esterilizado, agregando nitrógeno líquido directamente a la muestra hasta pulverizar la muestra y depositarlo en un tubo eppendorf de 1.5 ml.
3. Agregar 1ml de Buffer de lisis (Tris HCl, EDTA, NaCl, SDS).
4. Agitar en el vortex hasta por 15 segundos, para mezclar perfectamente.
5. Agregar 500 µl de Fenolcloromorfo 24:1 y volver a agitar en el vortex.
6. Centrifugar a 12000 rpm por 15 min.
7. Recuperar la fase acuosa y adicionar el mismo volumen de isopropanol frío para precipitar el ADN.
8. Colocar por 15 min a -20 °C.
9. Centrifugar a 12000 rpm por 10 min.
10. Desechar el sobrenadante y secar la pastilla a temperatura ambiente.
11. Resuspender la pastilla en 50 µl de agua desionizada esteril.

Cuadro 7.1 Tabla de incidencia presente en el muestreo a los 60 días después de la siembra

	Fechas	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10
TC 1	F1	17.46	21.43	36.17	21.95	17.65	19.30	29.79	20.31	16.67	37.50
	F2	11.67	12.99	14.75	6.06	11.43	18.06	9.09	5.97	11.27	17.28
	F3	4.84	8.77	0.00	4.69	6.06	4.23	10.61	8.20	5.56	11.86
	F4	3.41	2.27	1.14	2.27	2.27	2.27	0.00	3.41	2.27	2.27
	F5	1.14	2.27	4.55	6.82	11.36	5.68	6.82	3.41	3.41	0.00
	F6	5.68	2.27	0.00	7.95	5.68	4.55	4.55	3.41	5.68	3.41
	F7	32.95	34.09	34.09	34.09	34.09	31.82	31.82	32.95	32.95	31.82
	F8	54.55	53.41	54.55	54.55	54.55	53.41	54.55	54.55	54.55	52.27
	F9	59.09	45.45	63.64	81.82	86.36	68.18	77.27	77.27	68.18	68.18
	F10	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	F11	94.32	90.91	94.32	96.59	98.86	96.59	100.0	100.0	98.86	100.0
	F12	90.91	93.18	90.91	90.91	94.32	96.59	94.32	97.73	95.45	94.32
TC 2	F1	30.16	36.76	23.68	21.43	27.54	21.43	23.81	30.00	33.33	35.38
	F2	17.19	17.33	23.26	24.68	15.38	13.56	25.00	20.27	22.37	34.62
	F3	18.31	13.16	12.70	10.00	16.92	19.18	23.88	14.93	20.63	12.16
	F4	1.14	2.27	2.27	1.14	2.27	2.27	1.14	3.41	0.00	3.41
	F5	4.55	6.82	6.82	9.09	3.41	6.82	7.95	4.55	9.09	7.95
	F6	1.14	2.27	2.27	4.55	2.27	4.55	4.55	3.41	3.41	4.55
	F7	39.77	40.91	40.91	42.05	42.05	42.05	42.05	44.32	42.05	42.05
	F8	45.45	46.59	46.59	45.45	45.45	45.45	46.59	45.45	45.45	46.59
	F9	77.27	68.18	81.82	90.91	90.91	86.36	81.82	100.0	100.0	100.0
	F10	95.45	95.45	95.45	100.00	95.45	95.45	95.45	95.45	95.45	95.45
	F11	79.55	75.00	77.27	78.41	75.00	71.59	70.45	70.45	75.00	76.14
	F12	79.55	75.00	78.41	76.14	72.73	72.73	75.00	73.86	73.86	73.86
VAN 543	F1	24.44	14.29	29.79	19.05	19.44	31.58	21.15	31.43	22.22	19.57
	F2	4.55	8.77	6.90	3.57	7.69	6.56	3.64	0.00	2.22	5.66
	F3	17.31	12.31	21.57	24.14	21.21	12.50	15.38	8.33	18.33	8.62
	F4	1.14	2.27	2.27	1.14	4.55	0.00	3.41	1.14	1.14	4.55
	F5	3.41	1.14	4.55	4.55	4.55	7.95	5.68	5.68	7.95	5.68
	F6	0.00	1.14	0.00	1.14	2.27	1.14	2.27	2.27	1.14	1.14
	F7	25.00	27.27	25.00	25.00	22.73	23.86	21.59	21.59	23.86	27.27
	F8	45.45	44.32	44.32	45.45	45.45	46.59	46.59	34.09	45.45	40.91
	F9	77.27	72.73	68.18	59.09	50.00	54.55	54.55	31.82	45.45	36.36
	F10	63.64	59.09	68.18	59.09	63.64	63.64	68.18	59.09	54.55	63.64
	F11	55.68	60.23	59.09	61.36	57.95	57.95	60.23	59.09	59.09	57.95
	F12	65.91	68.18	65.91	69.32	71.59	70.45	67.05	68.18	68.18	69.32
	F1	33.85	37.74	34.21	28.21	28.30	32.73	32.14	30.77	37.25	54.00

VAN 543R	F2	9.52	26.53	13.51	11.11	16.95	12.24	18.75	22.22	16.13	22.03
	F3	0.00	2.35	0.00	1.22	5.95	0.00	0.00	4.05	1.28	3.23
	F4	2.27	1.14	1.14	2.27	3.41	2.27	1.14	1.14	2.27	1.14
	F5	2.27	1.14	4.55	1.14	1.14	4.55	0.00	1.14	0.00	3.41
	F6	1.14	0.00	0.00	1.14	1.14	0.00	2.27	0.00	1.14	2.27
	F7	19.32	19.32	19.32	21.59	19.32	20.45	20.45	21.59	21.59	17.05
	F8	37.50	34.09	27.27	31.82	36.36	34.09	32.95	36.36	35.23	32.95
	F9	22.73	22.73	18.18	36.36	36.36	40.91	22.73	27.27	40.91	45.45
	F10	45.45	45.45	45.45	45.45	40.91	45.45	45.45	45.45	40.91	45.45
	F11	40.91	42.05	42.05	36.36	38.64	39.77	39.77	37.50	36.36	39.77
	F12	36.36	37.50	38.64	37.50	39.77	38.64	35.23	38.64	39.77	36.36

TC 1: TESTIGO COMARCIAL 1

F4: OCTUBRE 2006

F10: ABRIL 2007

TC 2: TESTIGO COMARCIAL 2

F5: NOVIEMBRE 2006

F11: MAYO 2007

F6: DICIEMBRE 2006

F12: JUNIO 2007

F1: JULIO 2006

F7: ENERO 2007

R1.....10: REPETICIONES 1...10

F2: AGOSTO 2006

F8: FEBRERO 2007

F3: SEPTIEMBRE 2006

F9: MARZO 2007

Cuadro 7.2 Tabla de incidencia presente en el muestreo a los 75 días después de la siembra

	Fechas	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10
TC 1	F1	25.40	25.00	40.43	21.95	23.53	24.56	38.30	31.25	20.37	37.50
	F2	13.33	14.29	16.39	6.06	11.43	18.06	9.09	5.97	11.27	17.28
	F3	6.45	17.54	5.26	17.19	12.12	7.04	15.15	9.84	7.41	16.95
	F4	6.82	5.68	9.09	6.82	9.09	4.55	9.09	6.82	6.82	12.50
	F5	2.27	6.82	10.23	10.23	14.77	11.36	7.95	5.68	6.82	7.95
	F6	5.68	2.27	0.00	7.95	5.68	4.55	4.55	3.41	5.68	3.41
	F7	32.95	34.09	34.09	34.09	34.09	31.82	31.82	34.09	32.95	31.82
	F8	56.82	53.41	54.55	54.55	54.55	53.41	54.55	54.55	54.55	55.68
	F9	71.59	52.27	68.18	81.82	89.77	68.18	77.27	79.55	75.00	71.59
	F10	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	F11	94.32	90.91	94.32	96.59	98.86	96.59	100.0	100.0	98.86	100.0
	F12	90.91	93.18	90.91	92.05	94.32	96.59	94.32	97.73	95.45	94.32
TC 2	F1	31.75	41.18	26.32	25.71	36.23	25.71	33.33	34.29	44.93	41.54
	F2	17.19	18.67	26.74	29.87	15.38	18.64	26.39	20.27	22.37	35.90
	F3	18.31	14.47	14.29	10.00	16.92	19.18	23.88	14.93	22.22	16.22
	F4	11.36	11.36	13.64	11.36	10.23	12.50	10.23	12.50	5.68	7.95
	F5	5.68	10.23	7.95	9.09	10.23	9.09	7.95	4.55	10.23	9.09
	F6	1.14	2.27	2.27	4.55	2.27	4.55	4.55	3.41	3.41	4.55
	F7	39.77	40.91	40.91	42.05	42.05	42.05	42.05	44.32	42.05	42.05
	F8	46.59	46.59	46.59	45.45	45.45	45.45	46.59	46.59	45.45	46.59
	F9	79.55	72.73	84.09	90.91	90.91	87.50	85.23	100.0	100.0	100.0

	F10	95.45	95.45	95.45	100.00	95.45	95.45	95.45	95.45	95.45	95.45
	F11	79.55	75.00	77.27	78.41	75.00	71.59	70.45	70.45	75.00	76.14
	F12	79.55	76.14	78.41	76.14	72.73	72.73	75.00	73.86	73.86	73.86
VAN 543	F1	26.67	25.00	29.79	23.81	19.44	31.58	25.00	31.43	28.89	23.91
	F2	4.55	8.77	6.90	3.57	7.69	6.56	5.45	0.00	2.22	5.66
	F3	19.23	13.85	23.53	25.86	24.24	14.58	19.23	8.33	20.00	8.62
	F4	5.68	6.82	7.95	3.41	7.95	2.27	5.68	7.95	6.82	7.95
	F5	5.68	1.14	4.55	9.09	6.82	10.23	7.95	9.09	11.36	7.95
	F6	0.00	1.14	0.00	1.14	2.27	1.14	2.27	2.27	1.14	1.14
	F7	25.00	27.27	25.00	25.00	22.73	23.86	21.59	21.59	23.86	27.27
	F8	45.45	44.32	44.32	45.45	45.45	46.59	46.59	34.09	45.45	46.59
	F9	79.55	72.73	68.18	61.36	50.00	56.82	54.55	31.82	45.45	38.64
	F10	63.64	59.09	68.18	59.09	63.64	63.64	68.18	59.09	54.55	63.64
	F11	55.68	60.23	59.09	61.36	57.95	57.95	60.23	59.09	59.09	57.95
	F12	65.91	68.18	65.91	69.32	71.59	70.45	67.05	68.18	68.18	69.32
VAN 543R	F1	33.85	37.74	34.21	28.21	28.30	32.73	32.14	30.77	37.25	54.00
	F2	11.11	26.53	13.51	11.11	16.95	12.24	20.83	24.07	16.13	22.03
	F3	0.00	5.88	0.00	1.22	7.14	2.41	0.00	4.05	1.28	4.84
	F4	7.95	9.09	6.82	10.23	7.95	7.95	4.55	5.68	10.23	9.09
	F5	3.41	3.41	4.55	2.27	2.27	4.55	5.68	2.27	2.27	3.41
	F6	1.14	0.00	0.00	1.14	1.14	0.00	2.27	0.00	1.14	2.27
	F7	19.32	19.32	19.32	21.59	19.32	20.45	20.45	21.59	21.59	20.45
	F8	37.50	34.09	27.27	31.82	36.36	34.09	32.95	36.36	35.23	32.95
	F9	28.41	22.73	18.18	36.36	36.36	40.91	22.73	27.27	40.91	45.45
	F10	45.45	45.45	45.45	45.45	40.91	45.45	45.45	45.45	40.91	45.45
	F11	40.91	42.05	42.05	36.36	38.64	39.77	39.77	37.50	36.36	39.77
	F12	36.36	37.50	38.64	37.50	39.77	38.64	35.23	39.77	39.77	36.36

TC 1: TESTIGO COMARCIAL 1

TC 2: TESTIGO COMARCIAL 2

F1: JULIO 2006

F2: AGOSTO 2006

F3: SEPTIEMBRE 2006

F4: OCTUBRE 2006

F5: NOVIEMBRE 2006

F6: DICIEMBRE 2006

F7: ENERO 2007

F8: FEBRERO 2007

F9: MARZO 2007

F10: ABRIL 2007

F11: MAYO 2007

F12: JUNIO 2007

R1....10: REPETICIONES 1...10

Cuadro 7.3 Tabla de incidencia presente en el muestreo a los 90 días después de la siembra

Fechas	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10
F1	25.40	26.79	40.43	21.95	23.53	24.56	38.30	31.25	20.37	37.50
F2	13.33	14.29	16.39	6.06	11.43	18.06	9.09	5.97	11.27	17.28
F3	8.06	17.54	5.26	20.31	13.64	7.04	15.15	9.84	7.41	16.95
F4	25.00	17.05	26.14	18.18	18.18	12.50	27.27	20.45	28.41	18.18
F5	2.27	6.82	10.23	10.23	14.77	11.36	7.95	5.68	6.82	7.95

TC 1	F6	6.82	4.55	3.41	10.23	7.95	7.95	7.95	4.55	6.82	6.82
	F7	32.95	34.09	34.09	34.09	34.09	31.82	31.82	34.09	32.95	31.82
	F8	56.82	53.41	54.55	54.55	54.55	53.41	54.55	54.55	54.55	55.68
	F9	73.86	56.82	71.59	81.82	89.77	70.45	77.27	79.55	78.41	76.14
	F10	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.0
	F11	94.32	90.91	94.32	96.59	98.86	96.59	100.0	100.0	98.86	100.0
	F12	90.91	93.18	90.91	92.05	94.32	96.59	94.32	97.73	95.45	94.32
TC 2	F1	31.75	44.12	26.32	25.71	37.68	25.71	33.33	34.29	44.93	41.54
	F2	17.19	18.67	26.74	29.87	15.38	18.64	26.39	20.27	22.37	37.18
	F3	18.31	14.47	14.29	10.00	16.92	19.18	23.88	14.93	22.22	16.22
	F4	15.91	21.59	21.59	20.45	20.45	17.05	18.18	18.18	12.50	17.05
	F5	5.68	10.23	7.95	9.09	10.23	9.09	7.95	4.55	10.23	9.09
	F6	4.55	2.27	4.55	5.68	4.55	5.68	7.95	6.82	4.55	6.82
	F7	39.77	40.91	40.91	42.05	42.05	42.05	42.05	44.32	42.05	42.05
	F8	46.59	46.59	46.59	45.45	45.45	45.45	46.59	46.59	45.45	46.59
	F9	79.55	77.27	86.36	90.91	90.91	87.50	86.36	100.0	100.0	100.0
	F10	95.45	95.45	95.45	100.0	95.45	95.45	95.45	95.45	95.45	95.45
	F11	79.55	75.00	77.27	78.41	75.00	71.59	70.45	70.45	75.00	76.14
	F12	79.55	76.14	78.41	76.14	72.73	72.73	75.00	73.86	73.86	73.86
VAN 543	F1	26.67	25.00	29.79	26.19	19.44	34.21	32.69	31.43	28.89	23.91
	F2	4.55	8.77	6.90	3.57	7.69	6.56	5.45	0.00	2.22	5.66
	F3	21.15	13.85	23.53	25.86	24.24	14.58	19.23	8.33	20.00	8.62
	F4	13.64	19.32	26.14	12.50	14.77	12.50	10.23	20.45	22.73	20.45
	F5	5.68	1.14	4.55	9.09	6.82	10.23	7.95	9.09	11.36	7.95
	F6	1.14	2.27	1.14	2.27	4.55	2.27	4.55	3.41	1.14	1.14
	F7	25.00	27.27	25.00	25.00	22.73	23.86	21.59	21.59	23.86	27.27
	F8	45.45	44.32	45.45	45.45	45.45	46.59	46.59	34.09	45.45	46.59
	F9	79.55	72.73	68.18	61.36	50.00	56.82	54.55	31.82	45.45	38.64
	F10	63.64	59.09	68.18	59.09	63.64	63.64	68.18	59.09	68.18	63.64
	F11	55.68	60.23	59.09	61.36	57.95	57.95	60.23	59.09	59.09	57.95
	F12	65.91	68.18	65.91	69.32	71.59	70.45	67.05	68.18	68.18	69.32
VAN 543R	F1	33.85	37.74	34.21	28.21	28.30	32.73	32.14	30.77	37.25	54.00
	F2	11.11	26.53	13.51	11.11	16.95	12.24	20.83	24.07	16.13	22.03
	F3	0.00	5.88	0.00	1.22	7.14	2.41	0.00	4.05	1.28	4.84
	F4	14.77	20.45	20.45	19.32	13.64	10.23	19.32	11.36	15.91	17.05
	F5	5.68	1.14	4.55	9.09	6.82	10.23	7.95	9.09	11.36	7.95
	F6	3.41	0.00	2.27	2.27	1.14	1.14	3.41	2.27	4.55	3.41
	F7	19.32	19.32	19.32	21.59	19.32	20.45	20.45	21.59	21.59	20.45
	F8	37.50	34.09	27.27	31.82	36.36	34.09	32.95	36.36	35.23	32.95
	F9	28.41	22.73	18.18	36.36	36.36	40.91	22.73	27.27	40.91	45.45

F10	45.45	45.45	45.45	45.45	40.91	45.45	45.45	45.45	40.91	45.45
F11	40.91	42.05	42.05	36.36	38.64	39.77	39.77	37.50	36.36	39.77
F12	36.36	37.50	38.64	37.50	39.77	38.64	35.23	39.77	39.77	36.36

TC 1: TESTIGO COMARCIAL 1

TC 2: TESTIGO COMARCIAL 2

F1: JULIO 2006

F2: AGOSTO 2006

F3: SEPTIEMBRE 2006

F4: OCTUBRE 2006

F5: NOVIEMBRE 2006

F6: DICIEMBRE 2006

F7: ENERO 2007

F8: FEBRERO 2007

F9: MARZO 2007

F10: ABRIL 2007

F11: MAYO 2007

F12: JUNIO 2007

R1....10: REPETICIONES 1...10

Cuadro 7.4 Tabla de severidad presente en el muestreo a los 60 días después de la siembra

	Fechas	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10
TC 1	F1	0.190	0.250	0.396	0.268	0.176	0.211	0.298	0.203	0.167	0.375
	F2	0.133	0.143	0.177	0.061	0.157	0.181	0.117	0.075	0.127	0.185
	F3	0.145	0.333	0.000	0.141	0.197	0.127	0.364	0.262	0.167	0.373
	F4	0.034	0.023	0.011	0.023	0.023	0.023	0.000	0.034	0.023	0.023
	F5	0.011	0.023	0.045	0.068	0.182	0.057	0.069	0.034	0.034	0.000
	F6	0.182	0.091	0.000	0.318	0.227	0.182	0.182	0.136	0.227	0.102
	F7	0.875	0.920	0.886	0.920	0.886	0.830	0.795	0.773	0.807	0.795
	F8	1.227	1.148	1.227	1.125	1.159	1.205	1.227	1.159	1.125	1.068
	F9	0.636	0.455	0.636	0.818	0.864	0.682	0.773	0.773	0.682	0.682
	F10	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	F11	0.909	0.932	0.909	0.909	0.943	0.966	0.943	0.977	0.955	0.943
	F12	3.636	3.727	3.636	3.682	3.773	3.864	3.773	3.909	3.818	3.773
TC 2	F1	0.302	0.382	0.247	0.214	0.275	0.214	0.242	0.329	0.362	0.354
	F2	0.203	0.197	0.244	0.299	0.200	0.167	0.292	0.243	0.237	0.436
	F3	0.648	0.408	0.381	0.333	0.523	0.616	0.731	0.507	0.635	0.419
	F4	0.011	0.023	0.023	0.011	0.023	0.023	0.011	0.045	0.000	0.034
	F5	0.045	0.068	0.068	0.091	0.034	0.102	0.080	0.091	0.091	0.148
	F6	0.011	0.091	0.057	0.148	0.057	0.080	0.114	0.068	0.136	0.114
	F7	0.943	0.955	0.955	1.000	0.966	0.966	0.966	1.057	0.966	0.966
	F8	1.170	1.045	0.943	0.932	0.966	0.977	1.045	0.932	1.000	0.977
	F9	0.773	0.682	0.818	0.909	0.909	0.864	0.818	1.000	1.000	1.000
	F10	0.955	0.955	0.955	1.000	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955
	F11	0.795	0.750	0.773	0.784	0.739	0.716	0.705	0.705	0.750	0.761
	F12	0.750	0.761	0.784	0.761	0.727	0.739	0.750	0.750	0.750	0.739
	F1	0.244	0.143	0.298	0.214	0.194	0.316	0.212	0.314	0.222	0.196
	F2	0.061	0.123	0.121	0.054	0.108	0.082	0.036	0.000	0.022	0.096
	F3	0.673	0.431	0.843	0.828	0.727	0.417	0.642	0.267	0.517	0.241
	F4	0.011	0.023	0.023	0.011	0.045	0.000	0.034	0.011	0.011	0.045

VAN 543	F5	0.034	0.011	0.045	0.045	0.045	0.080	0.057	0.057	0.091	0.057
	F6	0.000	0.011	0.000	0.011	0.023	0.011	0.023	0.023	0.011	0.011
	F7	0.591	0.614	0.557	0.523	0.500	0.545	0.489	0.489	0.545	0.580
	F8	0.727	0.682	0.545	0.659	0.693	0.739	0.739	0.443	0.727	0.580
	F9	0.773	0.727	0.682	0.591	0.455	0.545	0.443	0.318	0.455	0.364
	F10	0.636	0.591	0.682	0.591	0.636	0.636	0.682	0.591	0.545	0.636
	F11	0.557	0.602	0.591	0.614	0.568	0.580	0.602	0.591	0.591	0.580
	F12	0.659	0.682	0.659	0.693	0.716	0.705	0.670	0.682	0.682	0.693
VAN 543R	F1	0.338	0.377	0.342	0.282	0.302	0.345	0.321	0.308	0.373	0.540
	F2	0.413	1.061	0.486	0.426	0.644	0.490	0.813	0.944	0.645	0.842
	F3	0.000	0.071	0.000	0.037	0.190	0.000	0.000	0.122	0.026	0.113
	F4	0.023	0.011	0.011	0.023	0.034	0.023	0.011	0.011	0.023	0.011
	F5	0.023	0.011	0.045	0.011	0.011	0.045	0.000	0.011	0.000	0.034
	F6	0.011	0.000	0.000	0.011	0.011	0.000	0.057	0.000	0.011	0.023
	F7	0.398	0.398	0.398	0.420	0.432	0.443	0.511	0.455	0.420	0.341
	F8	0.477	0.409	0.409	0.386	0.466	0.375	0.466	0.398	0.420	0.398
	F9	0.227	0.227	0.182	0.364	0.364	0.386	0.227	0.273	0.409	0.455
	F10	0.455	0.455	0.455	0.455	0.409	0.455	0.455	0.455	0.409	0.455
	F11	0.409	0.420	0.420	0.364	0.386	0.398	0.398	0.364	0.364	0.398
	F12	0.364	0.375	0.386	0.375	0.398	0.386	0.352	0.386	0.398	0.364

TC 1: TESTIGO COMARCIAL 1

TC 2: TESTIGO COMARCIAL 2

F1: JULIO 2006

F2: AGOSTO 2006

F3: SEPTIEMBRE 2006

F4: OCTUBRE 2006

F5: NOVIEMBRE 2006

F6: DICIEMBRE 2006

F7: ENERO 2007

F8: FEBRERO 2007

F9: MARZO 2007

F10: ABRIL 2007

F11: MAYO 2007

F12: JUNIO 2007

R1.....10: REPETICIONES 1...10

Cuadro 7.5 Tabla de severidad presente en el muestreo a los 75 días después de la siembra.

	Fechas	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10
TC 1	F1	0.476	0.429	0.646	0.341	0.451	0.509	0.702	0.563	0.389	0.708
	F2	0.400	0.468	0.500	0.182	0.371	0.556	0.312	0.194	0.338	0.593
	F3	0.161	0.491	0.053	0.266	0.273	0.155	0.409	0.279	0.185	0.424
	F4	0.205	0.125	0.136	0.136	0.125	0.148	0.091	0.170	0.136	0.193
	F5	0.091	0.239	0.409	0.375	0.557	0.455	0.318	0.227	0.273	0.318
	F6	0.182	0.091	0.000	0.318	0.227	0.182	0.182	0.136	0.227	0.136
	F7	1.080	0.989	0.955	1.057	1.057	0.932	0.898	0.886	0.943	0.864
	F8	1.489	1.318	1.500	1.466	1.364	1.455	1.432	1.466	1.227	1.534
	F9	2.693	1.886	2.682	3.273	3.557	2.682	3.091	3.068	2.932	2.830
	F10	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
	F11	2.511	2.409	2.409	2.466	2.489	2.466	2.534	2.568	2.557	2.534
	F12	2.614	2.500	2.614	2.420	2.614	2.841	2.648	2.682	2.727	2.682

TC 2	F1	0.556	0.765	0.468	0.500	0.768	0.571	0.645	0.614	0.899	0.754
	F2	0.422	0.408	0.721	0.753	0.354	0.424	0.667	0.608	0.526	0.897
	F3	0.648	0.421	0.397	0.333	0.523	0.616	0.731	0.507	0.651	0.459
	F4	0.148	0.182	0.205	0.148	0.170	0.193	0.136	0.261	0.057	0.148
	F5	0.227	0.330	0.318	0.364	0.409	0.364	0.318	0.205	0.409	0.364
	F6	0.045	0.091	0.091	0.182	0.091	0.182	0.182	0.136	0.136	0.182
	F7	1.045	1.091	1.091	1.068	1.136	1.136	1.136	1.193	1.068	1.170
	F8	1.318	1.250	1.182	1.205	1.239	1.182	1.250	1.182	1.341	1.182
	F9	2.182	2.057	2.955	3.000	3.500	2.886	3.057	3.545	3.545	3.432
	F10	2.727	2.818	2.864	2.955	2.818	2.818	2.727	2.864	2.864	2.864
	F11	1.955	1.875	1.864	1.875	1.875	1.670	1.693	1.898	1.909	1.920
	F12	1.773	1.966	1.909	1.955	1.818	1.727	1.807	1.807	1.773	1.693
VAN 543	F1	0.578	0.500	0.596	0.463	0.257	0.528	0.538	0.400	0.444	0.348
	F2	0.121	0.263	0.259	0.125	0.292	0.246	0.218	0.000	0.044	0.231
	F3	0.712	0.462	0.863	0.879	0.758	0.438	0.660	0.267	0.633	0.241
	F4	0.091	0.136	0.148	0.068	0.182	0.023	0.159	0.148	0.102	0.182
	F5	0.205	0.011	0.148	0.261	0.205	0.239	0.250	0.227	0.318	0.148
	F6	0.000	0.045	0.000	0.045	0.091	0.045	0.091	0.091	0.045	0.045
	F7	0.659	0.716	0.557	0.523	0.534	0.545	0.591	0.489	0.580	0.648
	F8	1.034	0.955	0.818	0.932	0.966	0.977	0.977	0.648	0.932	0.875
	F9	2.136	2.500	2.500	2.182	1.545	2.114	1.773	0.909	1.636	1.386
	F10	1.909	1.773	2.045	1.773	1.909	1.818	2.045	1.773	1.636	1.909
	F11	1.375	1.420	1.443	1.432	1.420	1.330	1.455	1.409	1.409	1.398
	F12	1.659	1.636	1.614	1.545	1.670	1.795	1.795	1.807	1.705	1.716
VAN 543R	F1	0.631	0.755	0.658	0.564	0.547	0.655	0.643	0.615	0.725	1.020
	F2	0.302	0.878	0.378	0.296	0.576	0.367	0.646	0.722	0.516	0.649
	F3	0.000	0.106	0.000	0.037	0.226	0.060	0.000	0.122	0.026	0.129
	F4	0.148	0.125	0.102	0.170	0.216	0.148	0.080	0.091	0.170	0.125
	F5	0.034	0.102	0.080	0.091	0.091	0.080	0.125	0.091	0.091	0.034
	F6	0.045	0.000	0.000	0.045	0.045	0.000	0.091	0.000	0.045	0.091
	F7	0.398	0.466	0.432	0.420	0.500	0.511	0.580	0.489	0.523	0.477
	F8	0.648	0.648	0.580	0.625	0.636	0.545	0.705	0.602	0.591	0.568
	F9	1.034	0.909	0.591	1.455	1.455	1.636	0.909	1.091	1.636	1.682
	F10	1.318	1.364	1.364	1.364	1.227	1.364	1.409	1.409	1.273	1.364
	F11	0.955	1.000	1.000	0.943	0.977	0.943	1.011	0.909	0.909	1.045
	F12	0.773	0.920	0.898	0.920	0.977	0.966	0.932	0.943	0.943	0.977

TC 1: TESTTIGO COMARCIAL 1

TC 2: TESTIGO COMERCIAL 2

F1: JULIO 2006

F2: AGOSTO 2006

F3: SEPTIEMBRE 2006

F4: OCTUBRE 2006

F5: NOVIEMBRE 2006

F6: DICIEMBRE 2006

F7: ENERO 2007

F8: FEBRERO 2007

F9: MARZO 2007

F10: ABRIL 2007

F11: MAYO 2007

F12: JUNIO 2007

R1.....10: REPETICIONES 1...10

Cuadro 7.6 Tabla de severidad presente en el muestreo a los 90 días después de la siembra.

	Fechas	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10
TC 1	F1	0.921	1.036	1.375	0.829	0.824	0.912	1.404	1.172	0.704	1.396
	F2	0.483	0.571	0.629	0.242	0.457	0.722	0.364	0.239	0.394	0.679
	F3	0.290	0.632	0.211	0.734	0.530	0.282	0.576	0.377	0.259	0.610
	F4	0.386	0.239	0.295	0.250	0.216	0.227	0.273	0.307	0.352	0.250
	F5	0.091	0.239	0.409	0.375	0.557	0.455	0.318	0.227	0.273	0.318
	F6	0.193	0.114	0.034	0.341	0.250	0.216	0.250	0.148	0.239	0.170
	F7	1.250	1.159	1.091	1.125	1.125	1.102	1.034	1.159	1.045	0.932
	F8	1.659	1.455	1.602	1.568	1.432	1.591	1.568	1.534	1.432	1.739
	F9	2.784	2.068	2.795	3.273	3.568	2.750	3.091	3.136	3.045	2.977
	F10	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
	F11	3.773	3.636	3.773	3.864	3.955	3.864	4.000	4.000	3.955	4.000
	F12	3.636	3.727	3.636	3.682	3.773	3.864	3.773	3.909	3.818	3.773
TC 2	F1	0.857	1.515	0.909	0.886	1.290	0.886	1.081	1.014	1.754	1.338
	F2	0.609	0.763	0.977	1.078	0.492	0.621	0.903	0.811	0.789	1.423
	F3	0.676	0.421	0.460	0.333	0.600	0.658	0.836	0.507	0.810	0.595
	F4	0.193	0.284	0.284	0.239	0.273	0.239	0.216	0.318	0.125	0.239
	F5	0.227	0.330	0.318	0.364	0.409	0.364	0.318	0.205	0.409	0.364
	F6	0.080	0.091	0.114	0.193	0.114	0.193	0.216	0.170	0.148	0.205
	F7	1.114	1.261	1.295	1.239	1.341	1.273	1.273	1.227	1.205	1.273
	F8	1.455	1.352	1.284	1.409	1.341	1.284	1.284	1.318	1.443	1.318
	F9	2.568	2.432	3.216	3.170	3.511	3.045	3.102	3.659	3.648	3.636
	F10	3.636	3.636	3.636	3.818	3.682	3.636	3.682	3.591	3.636	3.636
	F11	3.182	3.000	3.057	3.136	3.000	2.864	2.818	2.818	3.000	3.045
	F12	3.000	3.091	3.136	3.045	2.909	2.955	3.000	3.000	3.000	2.955
VAN 543	F1	1.022	0.982	1.064	0.854	0.457	1.111	0.827	0.743	0.756	0.630
	F2	0.152	0.351	0.276	0.143	0.308	0.262	0.218	0.000	0.089	0.231
	F3	0.846	0.508	0.922	0.931	0.803	0.521	0.736	0.267	0.783	0.310
	F4	0.170	0.261	0.330	0.159	0.250	0.125	0.205	0.273	0.261	0.307
	F5	0.205	0.011	0.148	0.261	0.205	0.239	0.250	0.227	0.318	0.148
	F6	0.011	0.057	0.011	0.057	0.114	0.057	0.114	0.102	0.045	0.045
	F7	0.727	0.784	0.625	0.625	0.602	0.614	0.693	0.557	0.614	0.682
	F8	1.102	1.023	0.932	1.000	1.000	1.011	1.045	0.716	1.000	0.943
	F9	2.648	2.568	2.511	2.205	1.648	2.114	1.773	0.989	1.659	1.386
	F10	2.545	2.364	2.727	2.364	2.545	2.545	2.727	2.364	2.727	2.545
	F11	2.023	2.170	2.091	2.114	2.034	2.045	2.170	2.057	2.091	2.080
	F12	2.648	2.727	2.636	2.773	2.864	2.818	2.682	2.727	2.727	2.773

VAN 543R	F1	1.215	1.340	1.026	1.077	0.981	1.091	1.196	1.000	1.216	1.720
	F2	0.413	1.061	0.486	0.426	0.644	0.490	0.813	0.944	0.645	0.842
	F3	0.000	0.212	0.000	0.049	0.250	0.096	0.000	0.135	0.051	0.194
	F4	0.216	0.239	0.239	0.261	0.273	0.170	0.227	0.148	0.227	0.205
	F5	0.034	0.102	0.080	0.091	0.091	0.080	0.125	0.091	0.091	0.034
	F6	0.068	0.000	0.023	0.057	0.045	0.011	0.102	0.023	0.080	0.102
	F7	0.500	0.534	0.534	0.625	0.636	0.614	0.682	0.693	0.659	0.648
	F8	0.716	0.682	0.648	0.693	0.705	0.614	0.773	0.670	0.591	0.602
	F9	1.034	0.909	0.659	1.455	1.455	1.636	0.909	1.091	1.636	1.750
	F10	1.636	1.636	1.636	1.636	1.500	1.636	1.636	1.682	1.500	1.636
	F11	1.432	1.511	1.443	1.318	1.386	1.420	1.386	1.318	1.318	1.489
	F12	1.455	1.500	1.545	1.500	1.591	1.545	1.409	1.591	1.591	1.455

TC 1: TESTIGO COMARCIAL 1

TC 2: TESTIGO COMARCIAL 2

F1: JULIO 2006

F2: AGOSTO 2006

F3: SEPTIEMBRE 2006

F4: OCTUBRE 2006

F5: NOVIEMBRE 2006

F6: DICIEMBRE 2006

F7: ENERO 2007

F8: FEBRERO 2007

F9: MARZO 2007

F10: ABRIL 2007

F11: MAYO 2007

F12: JUNIO 2007

R1.....10: REPETICIONES 1...10

Cuadro 7.7 Tabla de rendimientos (en Ton/ha) obtenidos mensualmente de Julio 2006 a Junio 2007.

	Fechas	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10
TC 1	F1	4.220	5.787	4.282	4.409	4.125	5.127	1.575	4.048	4.453	4.022
	F2	4.075	4.591	4.190	4.878	5.739	4.821	4.677	3.644	3.874	4.132
	F3	4.300	3.340	3.496	4.223	3.479	4.134	3.107	2.192	2.407	2.754
	F4	1.607	2.124	2.410	2.927	3.587	2.927	3.845	2.812	4.419	2.296
	F5	2.640	2.410	2.296	2.697	3.271	3.271	2.927	3.730	2.525	3.042
	F6	4.591	4.104	4.247	4.764	5.280	4.706	5.108	4.534	3.300	4.706
	F7	6.428	6.485	6.600	7.748	3.788	6.543	6.170	4.419	6.284	5.337
	F8	3.042	2.870	2.812	3.128	3.357	3.271	4.161	3.616	3.415	3.099
	F9	4.477	3.960	4.993	4.190	3.845	4.304	4.505	4.075	4.706	4.477
	F10	2.066	1.349	1.664	1.894	2.066	1.951	1.908	1.550	1.248	1.908
	F11	2.238	2.009	1.550	1.550	2.095	1.636	1.722	1.722	2.066	0.976
	F12	2.870	2.812	2.468	2.353	1.837	2.812	2.812	3.042	3.386	3.343
TC 2	F1	5.597	4.626	5.275	4.360	4.418	5.063	3.460	4.045	3.700	3.847
	F2	3.845	5.653	4.477	2.181	4.362	3.501	3.788	4.764	2.238	3.673
	F3	3.086	3.390	2.734	3.950	3.579	3.600	2.599	3.542	3.067	3.109
	F4	2.009	1.550	1.550	1.808	2.296	1.664	2.238	2.640	3.329	2.812
	F5	3.099	3.271	3.501	3.099	2.812	2.525	2.956	3.214	3.587	3.386
	F6	3.300	2.927	3.042	3.300	2.755	2.669	2.870	3.157	2.583	2.898

	F7	3.444	3.185	3.530	2.812	4.161	3.903	4.390	4.075	3.845	3.444
	F8	2.870	3.157	2.984	2.583	3.329	3.286	2.755	3.386	3.214	4.017
	F9	4.477	5.280	4.477	4.075	4.764	4.591	4.936	4.419	5.108	5.051
	F10	2.382	2.841	3.099	3.702	3.587	3.845	4.104	3.845	3.329	3.616
	F11	2.755	2.353	2.640	2.382	2.640	2.755	2.640	2.410	1.550	2.009
	F12	2.439	2.181	2.009	1.779	2.124	2.066	2.152	2.927	2.812	3.286
VAN 543	F1	3.763	3.287	5.127	3.015	0.783	2.638	4.249	1.431	2.653	3.217
	F2	6.026	2.583	5.108	3.501	3.214	4.505	4.075	5.452	5.452	2.870
	F3	1.739	3.626	2.355	3.032	2.278	2.645	2.973	2.355	1.799	2.792
	F4	2.124	3.157	2.611	2.927	2.927	2.812	1.320	2.066	1.951	1.607
	F5	2.755	2.525	3.386	2.468	2.353	2.238	2.697	3.042	3.185	3.558
	F6	2.984	3.070	3.013	2.726	2.755	3.214	2.984	3.042	3.616	3.271
	F7	3.960	4.390	4.132	4.247	3.444	4.505	4.247	5.079	4.477	4.132
	F8	3.673	3.644	3.845	3.788	3.558	4.132	3.444	3.329	3.099	3.070
	F9	4.993	3.616	4.936	4.964	4.677	4.936	4.764	5.452	5.797	5.395
	F10	2.468	2.353	2.640	2.468	2.855	3.558	3.802	3.587	3.329	3.845
	F11	3.444	3.587	3.673	3.386	3.386	3.673	2.640	2.410	2.066	2.784
	F12	1.492	1.205	1.894	2.124	1.435	1.664	2.124	2.009	2.367	2.124
VAN 543R	F1	5.768	5.602	3.599	5.172	5.517	5.314	6.060	2.281	5.416	5.373
	F2	3.616	3.243	3.931	4.304	2.956	5.051	4.936	4.276	5.051	3.644
	F3	3.516	3.833	2.449	3.402	2.642	3.264	2.142	3.233	2.496	3.371
	F4	1.435	3.157	3.357	2.583	3.157	4.132	3.730	4.132	3.444	2.181
	F5	2.984	3.099	3.271	3.329	3.214	3.128	3.444	3.673	3.501	3.157
	F6	3.300	3.042	3.157	2.884	2.353	2.927	2.583	2.497	2.870	3.070
	F7	3.558	4.247	4.333	4.132	6.543	4.419	4.132	5.911	4.104	3.300
	F8	2.927	2.697	3.042	2.697	2.669	3.444	3.157	3.960	3.214	3.099
	F9	3.444	4.218	4.017	4.419	4.075	4.218	4.247	4.936	4.591	4.764
	F10	3.185	2.410	2.640	2.525	3.157	3.702	3.530	3.673	3.444	2.984
	F11	2.238	3.157	3.386	3.616	3.329	3.329	3.185	3.214	3.185	3.214
	F12	1.837	1.837	1.377	1.263	2.927	2.124	1.923	1.664	2.066	1.923

TC 1: TESTTIGO COMARCIAL 1
TC 2: TESTIGO COMERCIAL 2

F4: OCTUBRE 2006
F5: NOVIEMBRE 2006
F6: DICIEMBRE 2006
F7: ENERO 2007
F8: FEBRERO 2007
F9: MARZO 2007

F10: ABRIL 2007
F11: MAYO 2007
F12: JUNIO 2007
R1.....10: REPETICIONES 1...10

F1: JULIO 2006
F2: AGOSTO 2006
F3: SEPTIEMBRE 2006

Cuadro 7.8 Análisis de varianza combinado para incidencia, A (Muestreos), B(Fechas), C (Genocultivares) y sus interacciones, con datos transformados al Arcoseno.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
R	9	0.1625	0.0181	3.5600	0.0002
A	2	0.1855	0.0928	18.3100	<.0001
B	11	158.3368	14.3943	2840.7700	<.0001
C	3	23.4719	7.8240	1544.0900	<.0001
A*B	22	0.4740	0.0215	4.2500	<.0001
A*C	6	0.0136	0.0023	0.4500	0.8477
B*C	33	41.7406	1.2649	249.6300	<.0001
A*B*C	66	0.0582	0.0009	0.1700	1.0000
Error	1287	6.5213	0.0051		
TOTAL	1439	230.9644			

R ²	CV	Media
0.9718	6.1156%	1.1640

Cuadro 7.9 Prueba de Tukey para la incidencia presente en muestreos usando las medias generales con datos sin transformar.

Alpha		0.01
gl error		1287
CM error		21.2912
Tukey		0.6989
GRUPOS	MEDIA	MUESTREO
A	36.6155	90 días
B	35.3965	75 días
C	33.9727	60 das

Cuadro 7.10 Prueba de Tukey para la incidencia presente en genocultivares usando las medias generales con datos sin transformar.

Alfa		0.01
gl error		1287
CM error		0.8847
Tukey		1.9504
GRUPOS	MEDIA	FECHA
A	43.6223	TC 1
A	43.0471	TC 2
B	31.6007	VAN 543
C	23.0427	VAN 543R

TC 1: Testigo comercial 1

TC 2: Testigo comercial 2

Cuadro 7.11 Prueba de Tukey para la incidencia presente en fechas de siembra usando las medias generales con datos sin transformar.

Alpha		0.01
gl error		1287
CM error		21.2912
Tukey		2.0396
GRUPOS	MEDIA	FECHA SIEMBRA
A	75.7956	ABRIL 2007
B	68.8636	JUNIO 2007
B	67.5285	MAYO 2007
C	62.2822	MARZO 2007
D	44.6686	FEBRERO 2007
E	30.0895	JULIO 2006
E	29.8769	ENERO 2007
F	14.2754	AGOSTO 2006
G	11.6	SEPTIEMBRE 2006
H	9.4697	OCTUBRE 2006
I	6.4583	NOVIEMBRE 2006
J	3.0302	DICIEMBRE 2006

Cuadro 7.12 Tabla de medias de incidencia para muestreos a través de fechas de siembra.

Fechas de siembra	Muestreos		
	60 días	75 días	90 días
Julio 2006	27.5976	31.0994	31.5714
Agosto 2006	13.7694	14.5124	14.5444
Septiembre 2006	10.1118	12.2419	12.4463
Octubre 2006	2.0170	8.1535	18.2387
Noviembre 2006	4.5738	6.9035	7.8978
Diciembre 2006	2.4431	2.4431	4.2045
Enero 2007	29.8011	29.9148	29.9147
Febrero 2007	44.4319	44.7728	44.8011
Marzo 2007	60.9092	62.6136	63.3239
Abril 2007	75.6820	75.6820	76.0228
Mayo 2007	67.5285	67.5285	67.5284
Junio 2007	68.8068	68.8920	68.8920

Cuadro 7.13 Tabla de medias de incidencia para genocultivares en cada fecha de siembra

Fechas de Siembra	Genocultivares			
	TC 1	TC 2	VAN 543	VAN543
Julio 2006	27.2191	32.3296	25.8899	34.9194
Agosto 2006	12.1636	22.5925	5.0765	17.2690
Septiembre 2006	10.0323	16.7567	17.2196	2.3915
Octubre 2006	10.3409	10.3031	8.5606	8.6742
Noviembre 2006	7.1213	7.8409	6.6288	4.2424
Diciembre 2006	5.1136	3.9771	1.6287	1.4015
Enero 2007	33.1440	41.8179	24.3183	20.2273
Febrero 2007	54.4694	46.0609	44.2804	33.8637
Marzo 2007	72.8789	88.9015	55.6060	31.7425
Abril 2007	100.0000	95.9095	62.7272	44.5457
Mayo 2007	97.0455	74.8864	58.8637	39.3182
Junio 2007	93.9394	75.1894	68.4091	37.9167

TC 1: Testigo comercial 1

TC 2: Testigo comercial 2

Cuadro 7.14 Análisis de varianza combinado para rendimiento con los factores A (Fechas de siembra), B(Genocultivares) y su interacción.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REP	9	2.361	0.262	0.640	0.7596
A	11	286.367	26.033	63.880	<.0001
B	3	6.029	2.010	4.930	0.002
A * B	33	115.854	3.511	8.610	<.0001
ERROR	423	172.392	0.407		
TOTAL	479				
	R ²	CV	Media		
	0.704	18.889%	3.380		

Cuadro 7.15 Prueba de Tukey para rendimiento en los genocultivares usando las medias generales.

Alfa		0.01
gl error		423
CM error		0.407
Tukey		0.2564
GRUPOS	MEDIA	FECHA
A	3.51845	TC 1
AB	3.45669	VAN 543R
AB	3.30146	TC 2
B	3.24206	VAN 543

TC 1: Testigo comercial 1

TC 2: Testigo comercial 2

Cuadro 7.16 Prueba de Tukey para rendimiento en las fechas de siembra usando las medias generales.

Alpha		0.01
gl error		423
CM error		0.407
Tukey		0.5336
GRUPOS	MEDIA	FECHA SIEMB
A	4.5971	ENERO
A	4.5792	MARZO
A	4.1724	AGOSTO
A	4.1676	JULIO
B	3.3549	DICIEMBRE
B	3.271	FEBRERO
BC	3.0508	SEPTIEMBRE
BC	3.0317	NOVIEMBRE
BC	2.8527	ABRIL
CD	2.6415	OCTUBRE
CD	2.6149	MAYO
D	2.2222	JUNIO

Cuadro 7.17 Tabla de medias de rendimiento para genocultivares en cada fechas de siembra

Fechas de Siembra	Genocultivares			
	TC 1	TC 2	VAN 543	VAN543
Julio	4.205	4.439	3.016	5.010
Agosto	4.462	3.848	4.279	4.101
Septiembre	3.343	3.266	2.559	3.035
Octubre	2.895	2.190	2.350	3.131
Noviembre	2.881	3.145	2.821	3.280
Diciembre	4.534	2.950	3.068	2.868
Enero	5.980	3.679	4.261	4.468
Febrero	3.277	3.158	3.558	3.091
Marzo	4.353	4.718	4.953	4.293
Abril	1.761	3.435	3.091	3.125
Mayo	1.756	2.413	3.105	3.185
Junio	2.774	2.378	1.844	1.894

TC 1: Testigo comercial 1

TC 2: Testigo comercial 2

Cuadro 7.18 Tabla de medias mensuales para la población del vector *D. maidis*, temperatura máxima, temperatura mínima, humedad relativa y precipitación de Julio de 2006 a Junio de 2008.

MESES	VECTOR D. Maidis	T. MAX (°C)	T. MIN (°C)	H.R. %	PREC (mm)
jul-06	1227	32.7900	24.7300	79.4200	306.1000
ago-06	969	32.4200	24.0500	81.9400	255.4000
sep-06	854	32.8000	23.9500	79.4700	180.5000
oct-06	904	30.7300	23.4200	80.1300	74.0300
nov-06	833	28.7400	21.0800	78.3700	107.4000
dic-06	926	26.9900	19.5900	80.9600	10.0000
ene-07	1303	26.9900	18.8700	76.6600	27.6000
feb-07	1636	26.3000	19.5000	83.4000	22.6000
mar-07	1894	28.7800	20.6000	81.6000	0.9000
abr-07	2021	30.6200	21.1300	78.6300	0.0000
may-07	2067	31.3700	22.7600	79.4900	63.6000
jun-07	1854	32.0500	23.6300	81.5000	68.2000