

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE AGRONOMIA**



**Determinación de la Incidencia y Severidad del Ergot de  
Sorgo (*Sphacelia sorghi*) en el Ejido de La Tepuza,  
Municipio de Numaran, Michoacán.**

**Por:**

**MACLOVIO RAMIREZ OROZCO**

**TESIS**

**Presentada como Requisito Parcial para  
Obtener el título de:**

**INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.**

**Mayo del 2001**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISION DE AGRONOMIA  
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA**

**Determinación de la Incidencia y Severidad del ergot de sorgo (*Sphacelia sorghi*) en el Ejido de La Tepuza, Municipio de Numaran Michoacán.**

**POR:**

**MACLOVIO RAMIREZ OROZCO**

**TESIS**

**QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO  
AGRONOMO PARASITOLOGO.**

**APROBADA**

**EL PRESIDENTE DEL JURADO**

---

**M.C. ABIEL SÁNCHEZ ARIZPE**

---

**M.C. ELIZABETH GALINDO C.**

---

**M.C. JOSE LUIS HERRERA A.**

**EL COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMIA**

---

**M.C. REYNALDO ALONSO VELASCO**

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO. MAYO DEL 2001**

## DEDICATORIAS

### **A DIOS:**

Por darme vida, salud y sabiduría para poder llegar a terminar mi carrera profesional.

### **CON INMENSO AMOR Y RESPETO A MIS PADRES:**

Irene Orozco Reyes

Valentín Ramírez Naranjo

Por haber depositado en mi su confianza y cariño, por que gracias a su apoyo, enormes sacrificios y consejos, supieron guiarme por el camino mas adecuado para llegar a ser una persona de bien en la vida.

A ustedes les dedico está tesis.

### **A MIS HERMANOS:**

Nayeli

Humberto Valentín

Elizabeth

Octavio

Por su gran apoyo en todo momento, y por limitarse a muchas cosas que deseaban, para que yo terminara la carrera.

### **A MIS SOBRINOS:**

Viridiana Yaquelin

Luis Carlos

A quien les deseo lo mejor en la vida.

### **A MI CUÑADO:**

Crocopio Piceno Zaragoza por darme su apoyo desinteresadamente.

**A Patricia Coss Cornejo**, por su maravillosa amistad, por convivir tiempos muy hermosos y por brindarme tú apoyo incondicional en todo momento.

## AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”** que permitió forjarme dentro de sus aulas y culminar con mi carrera.

Ami asesor principal el **M.C. Abiel Sánchez Arizpe** doy el mas sincero agradecimiento por su valiosa colaboración, asesoría, amistad y disposición que me brindo en todo momento para la realización de este trabajo

A la **M.C. Elizabeth Galindo Cepeda** por su asesoría y tiempo disponible para la revisión, así como por sus acertadas sugerencias para la terminación del presente trabajo.

Al **M.C. José Luis Herrera Ayala** por su colaboración y sugerencias para hacer de mejor calidad este trabajo.

A la **Familia Salazar Rodríguez** por brindarme su hogar, por su apoyo incondicional y cariño mostrado durante mi estancia en Saltillo, Coah.

A mis compañeros de la **Generación XC de Parasitología**, en especial a la sección de los matados con los cuales conviví buenos y malos momentos dentro y fuera de la universidad.

**A mis amigos (as):** José Antonio (Piñas), Nelson, Gustavo, Tito, Elena, Juanita, Vanesa gracias por su gran cariño y amistad.

**A mis compañeros de casa:** Enrique, J. Manuel, Gregorio, Andrés, Navarro por la convivencia agradable y amena.

A todas aquellas personas que de alguna u otra forma contribuyeren en mi formación.

## INDICE DE CONTENIDO

|  | <b>Página</b> |
|--|---------------|
| <b>INDICE DE CUADROS.....</b>                | vi            |
| <b>INDICE DE FIGURAS.....</b>                | vii           |
| <b>INTRODUCCIÓN.....</b>                     | 1             |
| <b>REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>           | 4             |
| Antecedentes.....                            | 4             |
| Origen.....                                  | 4             |
| Distribución Mundial.....                    | 4             |
| Distribución Nacional.....                   | 5             |
| Daños.....                                   | 6             |
| Clasificación Taxonómica del Hongo .....     | 7             |
| Etiología de <i>Claviceps africana</i> ..... | 8             |
| Morfología de <i>Sphacelia sorghi</i> .....  | 9             |
| Ciclo de la Enfermedad.....                  | 10            |
| Diseminación.....                            | 12            |
| Epidemiología.....                           | 12            |
| Síntomas de la Enfermedad .....              | 13            |
| Aspectos Epidemiológicos.....                | 13            |
| <b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>             | 15            |
| <b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>           | 17            |
| <b>CONCLUSIONES.....</b>                     | 32            |
| <b>BIBLIOGRAFIA.....</b>                     | 33            |

**INDICE DE CUADROS**

|  | <b>Pagina</b> |
|--|---------------|
| Cuadro 1. Incidencia del ergo de sorgo y su relación con los diferentes parámetros en estudio, en el ejido de La Tepuza, Mpio.de Numaran, Mich.....  | 17            |
| Cuadro 2. Incidencia y severidad del ergot por lote e híbridos de sorgo, en el ejido de la Tepuza, Mpio. de Numaran, Mich.....   | 22            |
| Cuadro 3. Fechas de siembra de los lotes de variedades de sorgo y propietarios en el ejido de La Tepuza Mpio, de Numaran, Mich.  | 23            |
| Cuadro 4. Análisis de varianza para panojas principales en el ejido de La Tepuza Mpio, de Numaran, Mich.....   | 25            |
| Cuadro 5. Análisis de varianza para panojas de hijuelos en el ejido de La Tepuza Mpio, de Numaran, Mich.....   | 28            |
| Cuadro 6. Relación de las variedades de sorgo, su fonología e incidencia con temperatura y precipitación proporcionados por la carta de climas spp. Del sistema coopen modificado por Enriqueta Garcia ..... | 31            |

**INDICE DE FIGURAS**

|   | Pagina |
|---|--------|
| Figura 1. Incidencia de ergot, rendimiento de sorgo de la variedad Ambar, sembradas en el mes de mayo en distintas fechas de siembra en el ejido de La Tepuza Mpio, de Numaran, Mich..... | 18     |
| Figura 2. Incidencia de ergot, y rendimiento de sorgo de la variedad Marfil, sembradas en el mes de mayo a junio en el ejido de La Tepuza Mpio, de Numaran, Mich.....                     | 20     |
| Figura 3. Incidencia de ergot, y rendimiento de sorgo de las variedades D-65 Y Pioneer 8133 sembradas en mayo junio, en el ejido de La Tepuza Mpio, de Numaran Mich.....                  | 21     |
| Figura 4. Panojas principales de las cuatro variedades de sorgo relacionadas con la severidad en clases.....  | 27     |
| Figura 5. Panojas para hijuelos de las cuatro variedades de sorgo relacionadas con la severidad en clases.....  | 30     |

## INTRODUCCION

El sorgo (*Shorghum bicolor* L. Moench) es considerado en África y Asia como un cultivo de subsistencia básica en la alimentación humana. Mientras que en la mayoría de los países occidentales no es considerado como alimento básico en la alimentación humana, sino más bien un cereal importante en la alimentación animal.

En México se considera como un cultivo de reciente introducción, ocupando en el presente año 1,027,182 ha sembradas en el ciclo otoño–invierno, y 1,160,830 ha en el ciclo primavera–verano. Ocupando el segundo lugar en producción y el tercer lugar en superficie cultivada a nivel nacional, siendo Tamaulipas, Guanajuato, Michoacán, Jalisco y Sinaloa los principales estados que se dedican a la siembra de sorgo; siendo Tamaulipas el mas importante representando el 16% de la superficie sembrada y aportando 36% de la producción nacional

La región del bajío (Edo. de Guanajuato) se le considera como el área de mayor importancia, debido a que presenta las mejores condiciones para la adaptación (clima, suelo, temperatura) estudios realizados muestran que el rendimiento obtenido sobrepasa el promedio mundial por unidad de superficie, el cual es de 10 Ton/ ha.

El sorgo es de gran importancia debido a que tiene muchos usos, que va desde el grano para alimento de humanos, aves, bovinos y porcinos, además de la industrialización y fabricación de alimentos balanceados, así como uso de forraje y manufactura de escobas.

La comunidad de la Tepuza Mpio. de Numaran Michoacán cuenta con una superficie de 1275 hectáreas, que pertenecen a 255 ejidatarios, y donde el 99 por ciento de la superficie se dedica a las actividades agrícolas, tanto de riego como temporal, y los principales cultivos a los que se dedican son: el sorgo, trigo, y en menor grado maíz destinado principalmente para autoconsumo del agricultor.

El cultivo de sorgo ocupa el primer lugar en la comunidad de la Tepuza, seguido de trigo y en tercer lugar el maíz, con una producción promedio de 8-13 Ton/ ha, además ser una fuente de importancia económica por la extensión dedicada a este cultivo y por la mano de obra que genera para los habitantes de la comunidad.

El ergot del sorgo fue notificado por primera vez en 1915 en el estado de Madras al este de la India, es causado por el hongo *Claviceps africana* y *Claviceps sorghi* en las partes de África Meridional (Frederickson et al, en 1991). El estado asexual de ambas especies de *Claviceps* es *Sphacelia sorghi*.

El ergot es una seria enfermedad que afecta la producción de semilla de sorgo, afectando los ovarios, al cambiar la polinización normal, fertilización y producción de semilla para siembra, los ovarios son colonizados por hifas del hongo que se desarrolla en el interior portando esporas en una masa fungosa (*Sphacelia*), y donde las pérdidas en producción de semilla han sido devastadoras debido al daño directo, la disminución de la calidad, y la rápida dispersión que ha tenido *C. africana* en los campos. La disminución en la producción de semilla infectada puede llegar a ser desde 1000 Kg/ha hasta 2000 ó 3000 Kg/ha en líneas sanas (Frederickson et al; 1993).

Por lo mencionado anteriormente es necesario cuantificar la incidencia y severidad del ergot (*Claviceps africana*) en el Ejido de la comunidad de la Tepuza. Sembrado con diferentes variedades de sorgo y distintas fechas de siembra, así como la disminución en la calidad y rendimiento del grano.

El objetivo planteado en este trabajo es determinar la incidencia y severidad de ergot del sorgo, en cuatro variedades de sorgo para grano, Ambar, D-65, Marfil, y Pioneer 8133 en el Ejido de la Tepuza Michoacán.

## REVISIÓN DE LIERATURA

### Antecedentes

El ergot de sorgo, causado por el hongo *Claviceps africana* es una enfermedad nueva en el hemisferio occidental y potencialmente, un reto mayor en la producción de semilla. La enfermedad, ya era conocida en África y Asia, desde hace algunos años, fue observada en Brasil en (1995 y 1996). Extendiéndose a lo largo del Centro y Sudamérica durante 1997, la enfermedad fue detectada; también en ese año, la enfermedad fue detectada por primera vez en Puerto Rico y la República Dominicana a la vez cerca de San Fernando, Tamaulipas, México (Bandyopadhyay et al; 1991).

### Origen

El ergot del sorgo fue notificado por primera vez en el estado de Madras de la India y en las partes de África Meridional en 1915. La enfermedad no se había reportado en el continente Americano, en México recientemente se realizo una verificación de Origen por parte del Gobierno en semillas de sorgo que proviene de Brasil; (Bandyopadhyay et al;1996).

### Distribución Mundial

El ergot se reporto a nivel mundial en: Botswana, Etiopía, Ghana, Kenia, Mozambique, Nigeria, Ruanda, Senegal, Sudáfrica;, Sudan, Swazilandia,

Tanzania, Uganda, Zambia y Simbabwe, en el continente Africano. También en la India, Japón, Myanmar, Las Filipinas, Sri Lanka, Tailandia y República Arabe del Yemen en Asia (Patil et al 1976; Sundaram, 1978; Dogget, 1988; Frederickson y Mantle, 1988; Bandyopadhyay, 1992).

Esta enfermedad fue observada por primera vez en la India en 1917, donde se hizo endémica y se mantuvo restringida en África. En cuanto a su distribución se conoce que hizo su aparición en forma epidémica durante 1995-1996 en Brasil, Argentina, Colombia y Centroamérica y finalmente se ha reportado en USA en 1997, en los estados como Nebraska, Kansas y Texas, donde tiene una importancia especial por ser este último estado el que produce cerca del noventa por ciento de semilla de ese país, en México hizo su aparición en ese mismo año en sorgo para grano (Bandyopadhyay, 1992).

### **Distribución Nacional**

El ergot del sorgo se detectó por primera vez en la zona de San Fernando, Tamaulipas, posteriormente se extendió a las diferentes zonas de la república que son; Coahuila, Colima, Chiapas, Chihuahua, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa y Sonora (Toledo, 1998).

## Daños

La enfermedad del ergot fue reconocida como amenaza potencial para la producción de semilla en Africa en la edad de los 60' s, desde entonces las perdidas en producción ha sido devastadoras debido al daño directo que causa, la disminución de la calidad de la semilla, y la rápida dispersión que ha tenido. La producción de materiales de semilla infectada es de 1000 Kg/ha, comparado con la producción obtenida de líneas sanas que llega a ser de 2000 a 3000 Kg/ha (Frederickson et al; 1993).

El primer reporte de ergot en Botswana arrojó que la incidencia de plantas infectadas varió de 25 a 90 por ciento (Molofe; 1975). Cuando se presentan condiciones favorables para el patógeno en la etapa de anthesis de la planta la dispersión es muy rápida y el daño es severo. *Claviceps africana* ataca flores individuales en la panícula, causando o impidiendo el desarrollo del grano. En casos severos puede ocurrir la perdida total del cultivo. Los exudados pueden manchar los granos y favorecer el desarrollo de los saprófitos reduciendo la calidad del producto final. Además, el ergot es una seria limitante en la producción de semilla híbrida. Si la enfermedad se presenta en áreas que dependen totalmente de esta, el efecto podría ser devastador (Bandyopadhyay, 1992 y Mughogho, 1991).

## Clasificación Taxonómica Del Hongo

La clasificación taxonómica de *Claviceps africana* (estado sexual) según Alexopoulos y Mims 1979.

Reino.....Mycetae

División..... Amastygomycota

Subdivisión.....Ascomycotina

Clase.....Ascomycetes

Subclase.....Hymenoascomycetes

Orden.....Clavicipitales

Familia.....Clavicipitaceae

Género.....*Claviceps*

Especie.....*africana*

Clasificación Taxonómica de *Sphacelia sorghi* (estado asexual) según Mughogho, 1991

Reino..... Mycetae

División..... Amastygomycota

Subdivisión.....Deuteromycotina

Clase.....Deuteromycetes

Subclase.....Hiphomycetidae

Orden.....Moniliales

Familia.....Tuberculiaceae

Género.....*Sphacelia*

Especie.....*sorghi*

## **Etiología De *Claviceps africana***

La morfología de los esclerocios es variable, dependiendo del genotipo, del ambiente y factores nutricionales. Algunos presentan, un tanto la morfología, semejante al grano de sorgo, siendo generalmente esféricos u ovales, pero con un mayor volumen, y una pequeña capa esclerocelular que mide cerca de 4-6 X 2-3 mm; parenquimatoso, blanca, la medula unida por una corteza delgada roja castaño, aparentemente esta cubierta moteada de rojo por la fructificación de la esclerocelular adherida. Cuando son seccionadas presentan internamente, lóculos conteniendo macroconidias. Al germinar los esclerocios dos o tres estromas típicos del género *Claviceps* (Mughogho, 1986).

Los peritecios miden 86 - 135 X 226  $\mu\text{m}$ , formándose en el interior un estroma capitado, las ascas miden 140 X 0.8 – 1.2  $\mu\text{m}$ , son filiformes y hialinas (Mughogho, 1986, Frederickson et al; 1991).

La dihidroergocina es el mayor alcaloide en esclerocios del ergot del sorgo y la secreción azucarada, pero también son producidos otros alcaloides (Mantle, 1986, citado por Bandyopadhyay, 1992).

Mantle 1986 en pruebas de alimentación en ratas concluyo que los esclerocios del ergot de sorgo son poco tóxicos (Bandyopadhyay, 1992).

### **Morfología de *Sphacelia sorghi***

La forma imperfecta es más frecuente en la naturaleza y esta asociada a un líquido azucarado liberado de las flores infectadas, el micelio en el interior del ovario produce conidios sobre conidioforos. También han sido descritos tres tipos de esporas en *Sphacelia sorghi* que son: macroconidios, microconidios, y conidios secundarios. Los macroconidios miden de 9 – 17 X 5 – 8  $\mu\text{m}$ , hialinos oblongas u ovals, con una ligera constricción en medio, con vacuolas distintas en las extremidades. Las microconidias son hialinas, esféricas y miden 2 – 3  $\mu\text{m}$  de diámetro (Contreras, 1998).

Conidios secundarios, los tubos germinativos a partir de las macroconidias sobresalen a la superficie, naciendo como conidioforos y producen los conidios secundarios o en sus extremos. Estas esporas son transportadas y removidas por el viento, mecanismos de transporte anemofilo, que aumenta el potencial de diseminación rápida del patógeno (Bandyopadhyay et al; 1992).

Anahosur y Patil, (1982), citado por Bandyopahyay, (1992), concluyeron que el rango de temperaturas mínima es de 19 – 21  $^{\circ}\text{C}$ , mientras que Mughogho, 1991 indica que la óptima es de 20 – 25  $^{\circ}\text{C}$  durante la antesis. La dispersión de la enfermedad es rápida cuando existe temperaturas de  $19 \pm 1$   $^{\circ}\text{C}$ , una alta humedad relativa, además, bajo estas condiciones el daño es más severo

(Sundaram,1978) la germinación de la mayoría de los macroconidios ocurre a 24 – 30 °C (Frederickson et al; 1993).

### **Ciclo de la Enfermedad**

La infección puede iniciarse tanto por ascasporas provenientes de esclerocios germinados y dispersados por el viento, por conidias liberadas de la ligamaza producida en las flores, son vulnerables a la infección desde el momento de emergencia de la panícula hasta la fertilización del ovario (Frederickson et al; 1989 Mughogho,1991). Las esporas germinan sobre el estigma produciendo tubos germinativos que penetran a la papila estigmática, la ruta para infectar al ovario es algo similar a que sigue el polen durante la fertilización (Frederickson y Mantle, 1988); Sin embargo, Bandyopadhyay,1992, menciona que ocasionalmente puede germinar y penetrar el estilo y la pared del ovario.

Este mismo autor menciona que las hifas infectivas se adhieren al tejido vascular en la base del ovario envolviendo al óvulo. Al mismo tiempo el micelio crece a lo largo de la epidermis superior de la pared del ovario y la penetra, siendo el tejido el último en ser colonizado. De esta manera el ovario es sustituido por el estroma, en el cual al interior existen loculos los cuales se producen conidias sobre conidioforos cortos, aunque también se pueden producir en la superficie del estroma. Los conidios son liberados a la ligamaza que exuda de las espigas infectadas Mughogho, (1991) define a la ligamaza

como una suspensión concentrada de conidios en un líquido azucarado, lo cual contamina los granos y provee un sustrato para el desarrollo de hongos sáprofitos. En la superficie de la ligamaza ocurre una germinación de macroconidias que producen conidias secundarias (Frederickson et al; 1991).

La dispersión secundaria de la enfermedad en campo ocurre por medio de los conidios de la ligamaza, los cuales son diseminados de flor a flor por insectos, viento, lluvia y contacto entre flores (Wall y Ross, 1975; Doggett, 1988; Frederickson et al; 1989, y Mughogho, 1991).

En condiciones húmedas un hongo sáprofito del género *Cerebella* cubre la ligamaza impidiendo la producción de esclerocios sin embargo, bajo condiciones secas se forman esclerocios bien diferenciados y la ligamaza se seca formando una costra blanca y dura (Doggett, 1988 y Bandyopadhyay, 1992). Cuando la ligamaza se seca, los conidios mantienen su capacidad infectiva durante siete meses, permaneciendo sobre panículas caídas en el campo (Mantle, 1968 y Doggett, 1988). Los esclerocios son estructuras de resistencia en los cuales se producen ascosporas o conidios durante la siguiente temporada, así mismo los esclerocios mezclados con semillas son los responsables de la diseminación de la enfermedad de un lugar a otro. Las esporas sexuales pueden infectar hospederos colaterales o al sorgo (Mughongho, 1991 y Bandyopadhyay, 1992).

## Diseminación

El ergot del sorgo se disemina por los conidios liberados por la ligamaza, por las ascosporas a partir de los esclerocios en los estromas y por los esclerocios. Los conidios se dispersan por contacto entre flores, por el viento, salpique de lluvia y por insectos atraídos por la ligamaza. Las ascosporas son llevadas por el viento y sirven como inóculo primario, sin embargo, parece que no llegan muy lejos; posiblemente por que son descargadas a nivel del suelo y la mayoría de ellas quedan en la vegetación cercana al sitio de descargue. Los esclerocios mezclados con la semilla son los responsables de la dispersión de la enfermedad de un área a otra (Contreras, 1998).

## Epidemiología

La reacción del ergot de sorgo causado por *C. africana* depende del frío y las condiciones de húmeda (Mc Laren, 1992). Las condiciones ambientales favorables para la infección y desarrollo de la enfermedad deben coincidir con la antesis (Sundaram, 1978 y Bandyopadhyay, 1992).

Para la infección se requiere una alta humedad relativa (cerca del 100 por ciento) durante 12-13 hrs (Doggett, 1988; Frutell y Webster 1966) reportan que el óptimo para la infección fue de 100 por ciento de húmeda relativa, durante 24 hrs, en la antesis, sin embargo, Anhousur y Patil 1982, citado por Bandyopodhyay, 1992 reportan que el óptimo es de 67-84 por ciento de

humedad relativa durante un periodo de 10 días después de la emergencia de la panícula.

### **Sintomatología**

El síntoma inicial es una masa esfacelial blanca que forza a las glumas a separarse, al siguiente día se observan exudados incoloros y no viscosos (ligamaza) que se vuelven más opacos a medida que las conidias son liberados de las fructificaciones esfaceliales. Posteriormente la superficie de la ligamaza se torna blanquecina, a pesar de que este ultimo es el síntoma principal de la enfermedad no es el único patógeno que provoca, se presenta también en *C. cynodontis* en Africa y en *C. paspali* en Estados Unidos (Frederickson et al; 1991).

El ergot sólo ataca ovarios sin fertilizar, un poco a todos los ovarios, dentro de una panícula son infectados individualmente. Aquí dos signos principales de la enfermedad en el campo primero es un rocío de mielecilla fluyendo de las flores infectadas. La mielecilla es viscosa, dulce, conteniendo fluidos pegajosos de las conidias. El segundo signo del ergot es la presencia de esfacelia fungoso o esclerocio entre las glumas de las flores infectadas (Bandyopadhyay et al; 1996)

### **Aspectos Epidemiológicos (Toledo, 1998)**

- 1) El periodo critico de infección inicia con la apertura de flores, antesis y hasta la fertilización.

- 2) Las infecciones iniciales en sorgo posiblemente se establecen por ascosporas, conidias, conidios secundarios, conidios de hospederos alternantes, sorgos no domesticados y reglas de cosecha.
- 3) Temperaturas de 19 a 19.5 °C tiempo húmedo y nublado durante ese periodo favorecen la diseminación de la enfermedad. Arriba de 28 °C la severidad decrece considerablemente.
- 4) La lluvia no es necesaria para la aparición del ergot cuando la humedad es mayor del 85 por ciento.
- 5) La exposición de plantas a menos de 12 °C por 23 a 27 días antes de florear, las hace más susceptibles al ataque debido a una drástica reducción en la producción de polen.
- 6) A 28-35 °C y humedad relativa menor de 90 por ciento durante 22 hrs del día producen estromas a partir de esclerocios.
- 7) Temperaturas de 14-28 °C combinados con humedad relativa de arriba de 90 por ciento durante 12-16 hrs del día conducen a la producción de conidias y esfacelias.
- 8) El agente epidemiológico principal es conidiación secundaria.
- 9) El hongo saprófito *Cerrebella* sp; suprime el desarrollo de esclerocios en temperaturas lluviosas.
- 10) La diseminación por el viento de conidias secundarias es el mejor modo de diseminación local y grandes distancias de la enfermedad. Además de implementos agrícolas, ropa y zapatos.
- 11) No se ha demostrado que insectos diseminen la enfermedad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el ejido de la comunidad de la Tepuza Mpio, de Numaran Michoacán en campo durante el ciclo de sorgo primavera verano del 2000. El trabajo se desarrolló en parcelas de 5 hectáreas de superficie, siendo estas un punto de muestreo, con un total de once puntos de muestreo en dicho ejido.

Las variedades de sorgo a estudiar fueron Ambar, D-65, Marfil, y Pioneer 8133, en diferentes fechas de siembra que van desde el 8 de Mayo al 12 de Junio.

Parámetros de estudio:

- a) Incidencia : la incidencia se obtuvo mediante la suma de plantas infectadas por 100 sobre el total de plantas observadas.

$$\text{Incidencia} = \frac{\text{No de plantas Infectadas} \times 100}{\text{Total de plantas observadas}}$$

- b) Severidad: para este parámetro se utilizó una escala arbitraria de 1 a 6 donde:

|   |
|---|
| 1 (Clase) = Planta sana                   |
| 2 (Clase) = 1-20 % de daño en la panoja   |
| 3 (Clase) = 21-40 % de daño en la panoja  |
| 4 (Clase) = 41-60 % de daño en la panoja  |
| 5 (Clase) = 61-80 % de daño en la panoja  |
| 6 (Clase) = 81-100 % de daño en la panoja |

Muestreos: en cada parcela el muestreo fue al azar tomando un promedio de 150 puntos de muestras, cada punto constó de un metro cuadrado, donde se evaluó la panoja. Las evaluaciones de cada punto fueron para panoja principal, e hijuelos.

Análisis estadístico:

El análisis efectuado fue mediante un diseño completamente al azar con un arreglo factorial de 4X6 con el modelo siguiente.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + E_{ijk}$$

$$i = 1, 2, 3, 4$$

$$j = 1, 2, 3, 4, 5, 6$$

$$k = 1, 2$$

El trabajo se desarrollo mediante la observación directa en campo.

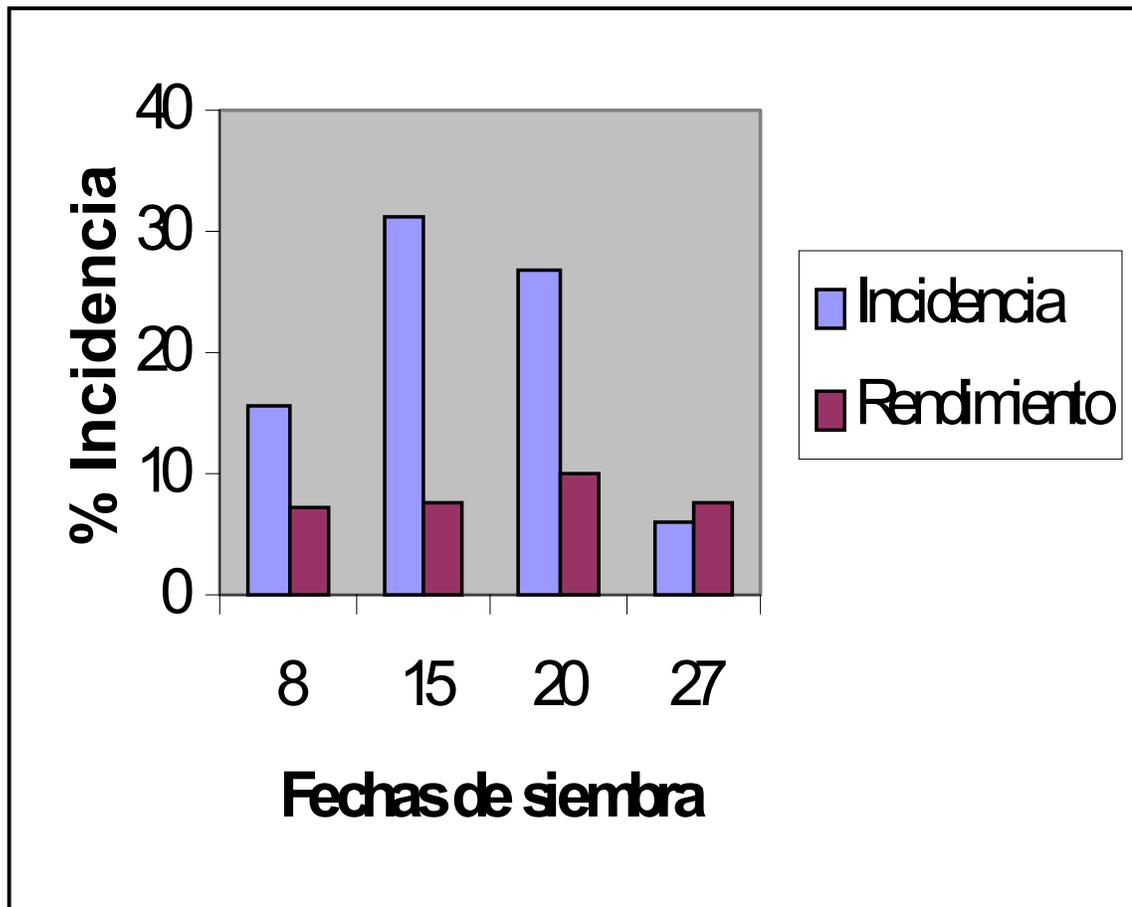
## RESULTADOS Y DISCUSION

Basándose en la observación del cuadro No. 1 que muestra la incidencia de la infección de la enfermedad de ergot del sorgo *Sphacelia sorghi* muestra los siguientes resultados.

Cuadro 1. Incidencia del ergot del sorgo y su relación con los diferentes parámetros en estudio, en el ejido de la Tepuza, Mpio, de Numaran Mich.

| <b>Numero de lote</b> | <b>Fecha de siembra<br/>En el 2000</b> | <b>% de Incidencia</b> | <b>Rendimiento<br/>Ton/ha</b> |
|-----------------------|--|------------------------|-------------------------------|
| 1.- Ambar             | 15 Mayo                                | 31.2                   | 7.6                           |
| 2.- Marfil            | 28 Mayo                                | 30.94                  | 6.0                           |
| 3.- Ambar             | 20 Mayo                                | 26.76                  | 10.0                          |
| 4.- Pioneer 8133      | 10-12 Mayo                             | 1.46                   | 9.44                          |
| 5.- Marfil            | 2 Junio                                | 2.1                    | 8.4                           |
| 6.- D- 65             | 12 Junio                               | 7.0                    | 9.0                           |
| 7.- Ambar             | 27 Mayo                                | 5.93                   | 7.78                          |
| 8.- Marfil            | 18 Mayo                                | 17.52                  | 9.8                           |
| 9.- Marfil            | 17 Mayo                                | 7.24                   | 9.4                           |
| 10.-Ambar             | 8 Mayo                                 | 15.5                   | 7.4                           |
| 11.-Marfil            | 20 Mayo                                | 28.79                  | 5.4                           |

**Figura 1.** Incidencia de ergot, y rendimiento de sorgo de la variedad Ambar, sembradas en el mes de mayo en distintas fechas de siembra en el ejido de La Tepuza Mpio, de Numaran Mich.

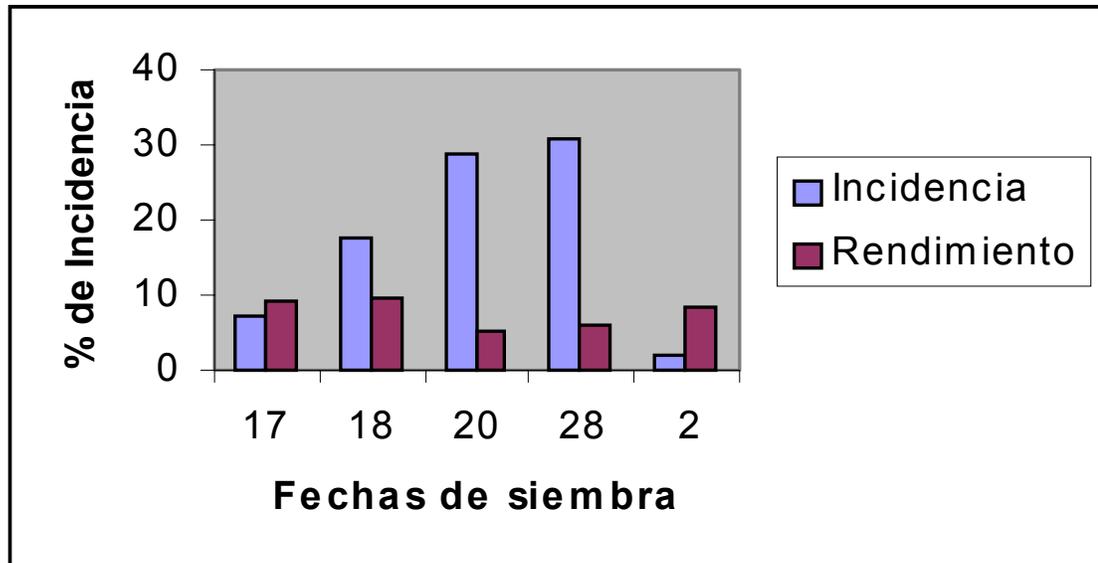


Como se muestra en la Figura 1. Se observa la relación que hay entre el rendimiento de grano y la incidencia del ergot para la variedad Ambaren distintas fechas de siembra siguiente.

- ❖ 8 de mayo la incidencia tuvo poco impacto sobre el rendimiento.
- ❖ 15 de mayo la incidencia presento el doble que la fecha anterior y su rendimiento es similar.
- ❖ 20 de Mayo la incidencia bajo y su rendimiento para esta fecha fue mayor que las dos fechas de siembra anterior, por lo que no hay impacto de ergot.
- ❖ Por ultimo el 27de Mayo la incidencia fue muy baja y su rendimiento es similar a la de las fechas de 8 y 15 de mayo donde el impacto de la infección de ergot es bajo en relación con el rendimiento.

En general se puede decir que la incidencia de ergot para la variedad Ambar, tiene un impacto muy bajo sobre el rendimiento de sorgo, por lo que las fechas de siembra, la época de floración de la variedad y las condiciones ambientales y climáticas que se presentaron al momento de la infección, no fueron las óptimas para que el patógeno causara un mayor daño en el rendimiento.

**Figura 2.** Incidencia de ergot, y rendimiento de sorgo de la variedad Marfil, sembradas de mayo a junio, en el ejido de La Tepuza Mpio, de Numaran Mich.

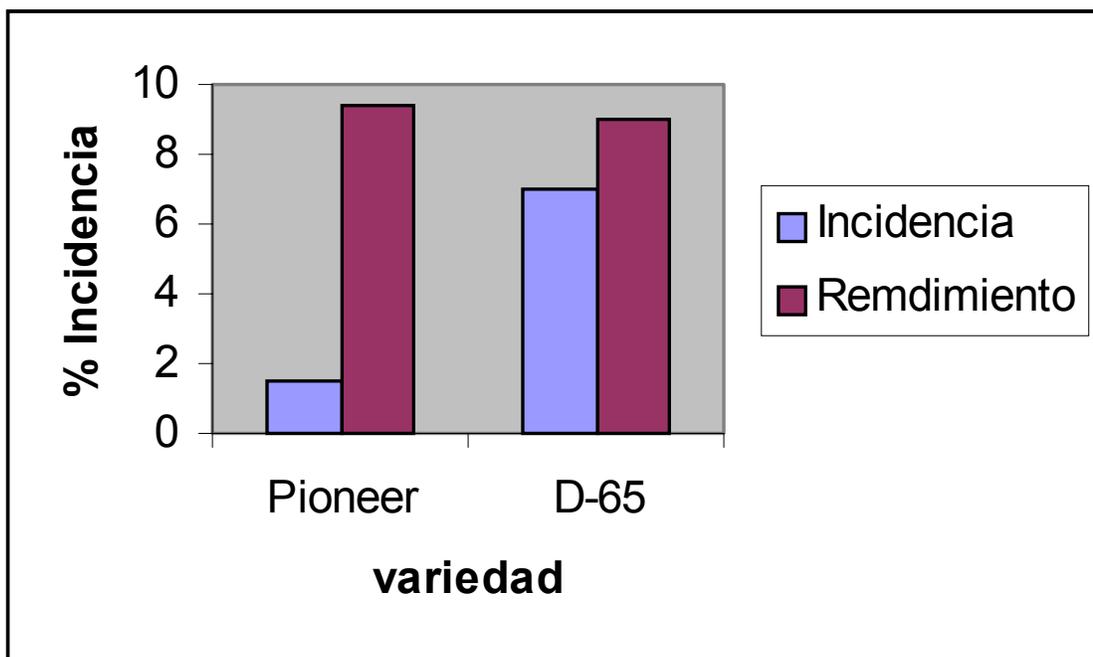


En la Figura 2. Nos muestra la incidencia del ergot relacionada con el rendimiento para la variedad Marfil en fechas de siembra diferentes tenemos que:

- ❖ 17 de mayo la incidencia es baja y tiene poco impacto sobre el rendimiento.
- ❖ 18 de mayo la incidencia aumenta un poco mas del doble de la fecha anterior pero no tiene impacto sobre el rendimiento debido a que este es poco mayor que la fecha anterior.
- ❖ 20 y 28 de mayo nos muestran que la incidencia es alta en las dos fechas señaladas y tienen impacto que se ve muy marcado en relación con el rendimiento donde a mayor incidencia menor rendimiento.
- ❖ 2 de junio la incidencia es mínima y por lo tanto no tiene impacto sobre el rendimiento.

Por lo mencionado anteriormente podemos decir que para la variedad marfil, si tiene impacto la incidencia de ergot sobre el rendimiento, en el cual dos de las cinco fechas de siembra el patógeno causante de la enfermedad se desarrollo con mayor incidencia obteniendo menor rendimiento.

**Figura 3.** Incidencia de ergot, y rendimiento de sorgo de la variedades D-65 y Pioneer 8133, sembradas en mayo –junio, en el ejido de La Tepuza Mpio, de Numaran Mich.



En la Figura 3. Nos muestra que la variedad pioneer 8133 tiene la incidencia baja por lo tanto no tiene impacto sobre el rendimiento comparado con el de la variedad D-65 que su incidencia es mucho mayor y su rendimiento es un poco mas bajo que pioneer 8133, factores ambientales y la fecha de siembra son los responsables de tener estos rendimientos.

Basándose en la observación del Cuadro 2 que muestra la severidad de la infección de la enfermedad de ergot del sorgo *Sphacelia sorghi* muestra los siguientes resultados.

CUADRO 2. Incidencia y Severidad de ergot por lote e híbridos de sorgo, en el ejido de La Tepuza Mpio, de Numaran, Mich.

| Lote y variedad | Clase 1<br>0 daño | Clase 2<br>1 – 20<br>daño | Clase 3<br>20 – 40<br>daño | Clase 4<br>40 – 60<br>daño | Clase 5<br>60 – 80<br>daño | Clase 6<br>80 – 100<br>daño |
|-----------------|-------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 1 Ambar         | 68.8              | 6.4                       | 5.6                        | 2.4                        | 3.2                        | 13.6                        |
| 2 Marfil        | 69.06             | 3.59                      | 5.04                       | 12.23                      | 5.78                       | 4.32                        |
| 3 Ambar         | 73.24             | 5.63                      | 6.34                       | 7.75                       | 3.52                       | 3.52                        |
| 4 Pioneer       | 98.54             | 0                         | 0                          | 0                          | 0.73                       | 0.73                        |
| 5 Marfil        | 97.90             | 1.39                      | 0                          | 0                          | 0.70                       | 0                           |
| 6 D-65          | 93                | 3                         | 2                          | 1                          | 1                          | 0                           |
| 7 Ambar         | 94.07             | 2.54                      | 0.85                       | 0.85                       | 1.69                       | 0                           |
| 8 Marfil        | 82.48             | 0.73                      | 6.57                       | 2.19                       | 3.65                       | 4.38                        |
| 9 Marfil        | 92.76             | 0.66                      | 1.32                       | 0.66                       | 0.66                       | 3.95                        |
| 10 Ambar        | 84.50             | 1.55                      | 2.33                       | 3.88                       | 3.10                       | 4.65                        |
| 11 Marfil       | 71.21             | 4.55                      | 9.09                       | 6.06                       | 3.03                       | 6.03                        |
| Total           | 925.56            | 30.01                     | 39.14                      | 37.11                      | 27                         | 36.8                        |
| Media           | 84.14             | 2.73                      | 3.56                       | 3.37                       | 2.46                       | 3.35                        |

Los resultados obtenidos una vez analizadas las observaciones directas tenemos lo siguiente. El lote No. 4 de la variedad Pioneer 8133, es el que presentó el menor daño al ergot de sorgo con un 98.54 % de plantas sin daño, comparado con las variedades de Marfil del lote No. 5 en segundo lugar con un 97.90 %, el lote No. 7 de la variedad Ambar con un 94.07 % y el lote No. 6 de la variedad D-65 que presentó un 93 % de plantas, con los lotes 1 - 3, 8 -11 de las

variedades ambar y marfil, presentan un porcentaje mayor de infección del hongo.

Además en este cuadro nos muestra que los lotes tienen una media de 84.14 % de la clase C1 = 0 daño comparado con las plantas enfermas de las clases C2 – C6 don el porcentaje de severidad de la enfermedad es muy bajo. Estos resultados obtenidos se cree que se dieron debido a que no se presentaron las condiciones climáticas adecuadas para el desarrollo del hongo, y por escasees y falta de lluvia en el lugar, sé tubo la necesidad de aplicar un riego de auxilio para completar el desarrollo del ciclo del cultivo.

CUADRO 3. Fechas de siembra de los lotes de variedades de sorgo y propietarios en el ejido La Tepuza Mpio, de Numaran Mich.

| <b>LOTE</b>    | <b>FECHA DE SIEMBRA</b> | <b>PROPIETARIO</b> |
|----------------|-------------------------|--------------------|
| 1 Ambar        | 15 de mayo del 2000     | Elias Orozco       |
| 2 Marfil       | 25 de mayo del 2000     | Serafin Garcia     |
| 3 Ambar        | 20 de mayo del 2000     | Ofelia Garcia      |
| 4 Pioneer 8133 | 10-12 de mayo del 2000  | Maurilio Orozco    |
| 5 Marfil       | 2 de junio del 2000     | Pascual Garcia     |
| 6 D-65         | 12 de junio del 2000    | Ruben Naranjo      |
| 7 Ambar        | 27 de mayo del 2000     | Gaspar Reyes       |
| 8 Marfil       | 18 de mayo del 2000     | Javier Ortiz       |
| 9 Marfil       | 17 de mayo del 2000     | Moises Reyes       |
| 10 Ambar       | 8 de mayo del 2000      | Francisco Madrigal |
| 11 Marfil      | 20 de mayo del 2000     | Guadalupe Garcia   |

Los resultados obtenidos una vez analizadas las fechas de siembra en cada uno de los lotes son las siguientes.

Debido a que son distintas fechas de siembra, esto pudo influir mucho para que la incidencia y severidad de ergot fuera un poco mayor en algunas variedades como las del Ambar y Marfil.

Estos datos nos muestran que hay diferencia en cuanto a fechas de siembra en los lotes, por consiguiente el lote 11 de la variedad pioneer 8133 casi no muestra presencia de ergot escapando por completo de la infección, así como el lote 5 de la variedad marfil que también es mínima la infección de además del lote 6 con la variedad D-65 son los que presentan menor severidad de ergot comparados con los lotes restante, debido a que pudo influir mucho los días ha antesis (floración) en las distintas variedades, además de las condiciones climáticas que se presentaron al momento de la infección del ergot.

Otro factor que fue determinante en la infección del hongo fue la húmeda del campo al momento de la floración debido a que por falta de presencia de lluvias se tubo que recurrir a un riego de auxilio para ayudar a la planta a embuche y al llenado de grano.

Cuadro 4. Análisis de varianza para panoja principal en el ejido de La Tepuza Mpio, de Numaran Mich.

| F V         | GL | SC        | CM        | F          | F $\alpha$ |       |
|-------------|----|-----------|-----------|------------|------------|-------|
|             |    |           |           |            | 0.05       | 0.01  |
| Tratamiento | 23 | 48237.00  | 2097.261  | 91.020 **  | 1.996      | 2.692 |
| Variedad    | 3  | 1867.167  | 622.3889  | 27.011 **  | 3.01       | 4.72  |
| Severidad   | 5  | 42302.250 | 8460.4500 | 367.180 ** | 2.72       | 3.90  |
| Var. Sev.   | 15 | 4067.5833 | 271.17222 | 11.769 **  | 2.11       | 2.895 |
| Error Exp.  | 24 | 553.0     | 23.041667 |            |            |       |
| Total       | 47 | 48790.00  |           |            |            |       |

C.V.= 30.0 %

Comparación de medias Prueba de Tukey para variedad

| Tratamiento | Medias      |
|-------------|-------------|
| 2           | 22.750000 A |
| 1           | 21.500000 A |
| 3           | 11.416667 B |
| 4           | 8.333333 B  |

Comparación de medias para la severidad en la prueba de Tukey

| Tratamiento | Medias      |
|-------------|-------------|
| 1           | 82.375000 A |
| 6           | 3.250000 B  |
| 3           | 3.125000 B  |
| 4           | 2.750000 B  |
| 2           | 2.500000 B  |
| 5           | 2.000000 B  |

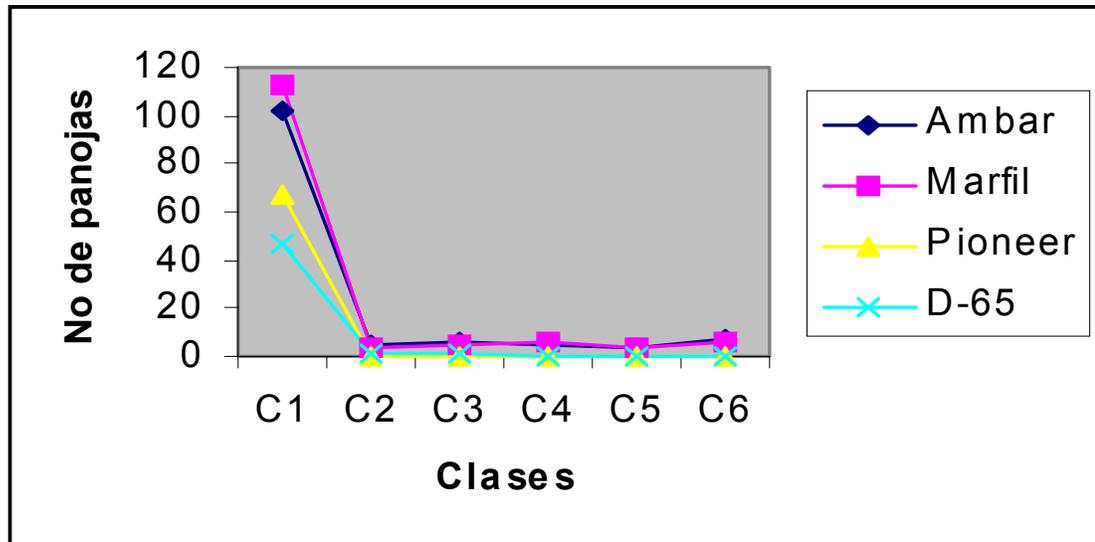
### **Ergot en Panoja Principal**

Una vez analizados los datos estadísticamente en el Cuadro 4, para panojas principales se notan que existe diferencia altamente significativa entre variedades, entre severidad, y entre variedad por severidad.

Además tenemos que al compara las medias por el método de Tukey nos encontramos:

- a) Para el caso de variedad tenemos que la variedad Ambar y Marfil son homogéneas y que Pioneer 8133 y D-65 de igual manera aun que hay heterogeneidad general por lo que Ambar y Marfil son iguales pero diferentes de Pioneer 8133 y D-65 (estos últimos son iguales entre si, hablando estadísticamente).
- b) Para el caso de severidad tenemos que el tratamiento que se refiere a clases C1= 0 daño es superior a los de mas y estadísticamente las clases C2, C3, C4, C5, C6 son iguales por lo que no hay diferencia entre ellos.
- c) Para el caso de la interacción de variedad con respecto a la severidad existe diferencia entre la interacción.

Figura 4. Panojas principales de las cuatro variedades de sorgo relacionadas con la severidad en clases.



La variedad Marfil es aquella que presenta más panojas Figura 4, sanas de ergot, seguida de la variedad Ambar la pioneer 8133 y por último la variedad D-65.

La variedad más resistente en cuanto a las clases C2 = 1-20 daño, C3 = 20 – 40 daño, C4= 40-60 daño, C6= 80 -100 daño es la variedad D-65, seguida de la variedad Pioneer 8133 aunque se puede observar que las variedades Pioneer 8133 y D-65 se comportan de la misma manera en cuanto a resistencia en la clase C5, ambas seguidas de la variedad Ambar y Marfil; aunque para estas dos variedades podemos decir que la variedad Ambar es más resistente para la clase C2 y C3, y para las clases C4, C6 tenemos que es más resistente la variedad Marfil con relación a la variedad Ambar, pero ambas variedades (Ambar y Marfil) se comportan de igual forma para la clase C6= 80 – 100 de daño.

Cuadro 5. Análisis de varianza para panojas de hijuelos en el ejido de La Tepuza Mpio, de Numaran Mich.

| F V         | GL | SC        | CM         | F         | F $\alpha$ |       |
|-------------|----|-----------|------------|-----------|------------|-------|
|             |    |           |            |           | 0.05       | 0.01  |
| Tratamiento | 23 | 37232.0   | 1618.781   | 18.300 ** | 1.996      | 2.692 |
| Variedad    | 3  | 5978.833  | 1992.9444  | 22.530 ** | 3.01       | 4.72  |
| Severidad   | 5  | 2448.000  | 4896.8000  | 55.357 ** | 2.62       | 3.90  |
| Var. Sev.   | 15 | 6769.1667 | 451.277788 | 5.102 **  | 2.11       | 2.895 |
| Error Exp.  | 24 | 2123.000  | 88.458333  |           |            |       |
| Total       | 47 | 39355.00  |            |           |            |       |

C.V = 54.52%

Comparación de medias Prueba de Tukey

| Tratamiento | Medias      |
|-------------|-------------|
| 1           | 28.916667 A |
| 2           | 27.583333 A |
| 4           | 8.833333 B  |
| 3           | 3.666667 B  |

Comparación de medias para la severidad por la prueba de Tukey

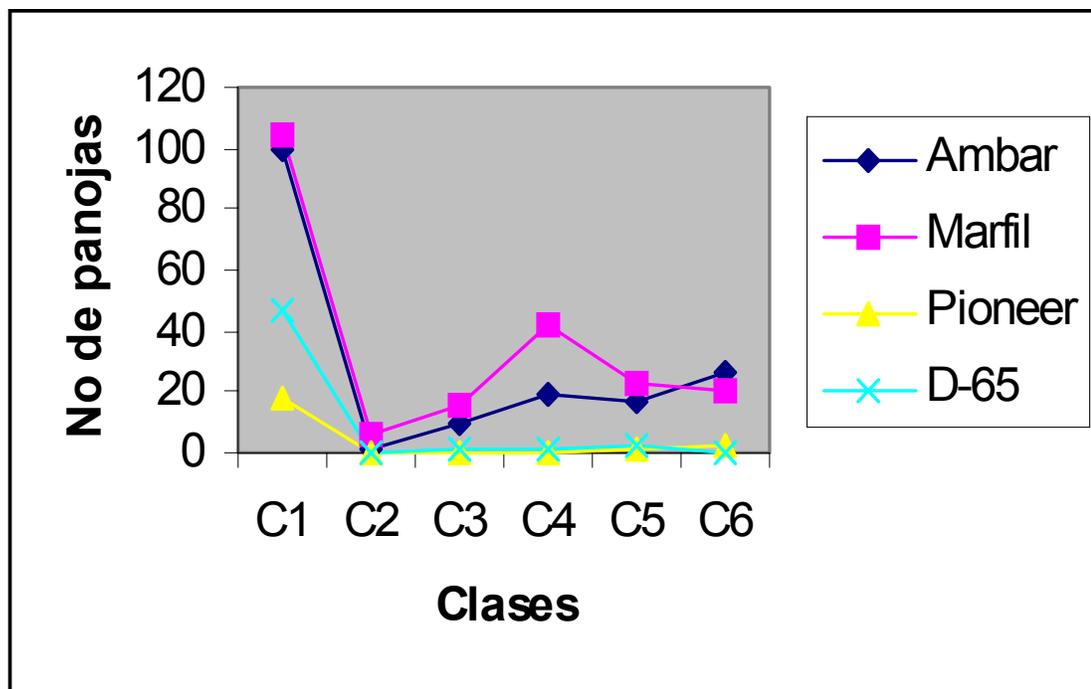
| Tratamiento | Medias     |
|-------------|------------|
| 1           | 67.25000 A |
| 4           | 10.75000 B |
| 6           | 10.25000 B |
| 5           | 8.25000 B  |
| 3           | 5.75000 B  |
| 2           | 1.25000 B  |

### **Ergot en panojas de Hijuelos**

En el caso de hijuelos Cuadro 5, paso lo mismo que para panoja principal, donde existe diferencia altamente significativa entre variedades, entre severidad y entre variedad con severidad.

- a) Para el caso de variedad tenemos que la variedad Ambar y Marfil son homogéneas y que Pioneer 8133 y D-65 de igual manera aun que hay heterogenidad general por lo que Ambar y Marfil son iguales pero diferentes de Pioneer 8133 y D-65 (estos últimos son iguales entre si, hablando estadísticamente).
  
- b) Para el caso de severidad tenemos que el tratamiento que se refiere a clases C1= 0 daño es superior a los de mas y estadísticamente las clases C2, C3, C4, C5, C6 son iguales por lo que no hay diferencia entre ellos.
  
- c) Para el caso entre la interacción entre variedad con respecto ala severidad existe diferencia entre la interacción.

Figura 5 Panojas para hijuelos de las cuatro variedades de sorgo relacionada con la severidad en clases.



La variedad que presenta mayor numero de panojas sanas (Figura 5) es la variedad Marfil seguida de las variedades Ambar, D-65, y Pioneer 8133.

La variedad más resistente en cuanto a la severidad de ergot con respecto a las clases C2, C3, C4, Y C5 es la variedad Pioneer 8133, pero para la clase C6 la variedad más resistente es la D-65. Además después de ellas tenemos que la variedad Ambar sigue siendo resistente para las clases C2, C3 Y C4; superándola la variedad Marfil para la clase C5 y C6.

Cuadro 6. Relación de las variedades de sorgo, su fonología e incidencia con la temperatura y precipitación proporcionados por la carta de climas spp. sistema cooperen modificado por Enriqueta Garcia.

| Variedad            | Fecha de siembra | Días a floración | Posible fecha de infección      | Incidencia | Temperatura                     | Precipitación. (mm) |
|---------------------|------------------|------------------|---------------------------------|------------|---------------------------------|---------------------|
| <b>Ambar</b>        | 15 mayo          | 75 a 85          | 27 de Agt. al 7 de septiem--bre | 31.2       | Mayo 23.3<br>junio 22.5         | 9.3<br>153.4        |
| <b>Marfil</b>       | 28 mayo          | 78 a 88          | 15 al 25 Agosto                 | 30.94      | Julio 20.7<br>Agosto 20.5       | 194.7<br>159.4      |
| <b>Pioneer 8133</b> | 12 mayo          | 72 a 76          | 24 a 29 de julio                | 1.46       | Septiem--bre 20<br>Octubre 18.7 | 132.3<br>45.0       |
| <b>D-65</b>         | 12 junio         |                  |                                 | 7.0        | Noviem--bre 18.7                | 11.9                |

En el cuadro anterior se puede observar las fechas de siembra de las cuatro variedades de sorgo que fueron de mayo a junio junto con sus posibles fechas de infección del ergot, que ocurren en los meses de 24 a 29 julio para la variedad pioneer 8133, del 15 al 25 de agosto para la variedad marfil, 27 al 7de septiembre para la variedad ambar, y las condiciones climáticas de temperatura y precipitación que se presentaron al momento que ocurrió la infección del hongo y tener la incidencia que se presento en cada una.

Podemos decir que las condiciones climáticas que se presentaron al momento de la infección del hongo en la antesis de las cuatro variedades fueron las óptimas para su desarrollo, pero su daño no fue tan severo.

## **CONCLUSIONES**

Las cuatro variedades de sorgo, Ambar, D-65, Marfil y Pioneer 8133, presentaron una infección mínima de ergot, presentando una mayor infección en hijuelos.

Las condiciones ambientales que se presentaron al momento de la anthesis para el desarrollo del ergot fueron las adecuadas, causando un daño mínimo.

La incidencia de la enfermedad del ergot tiene poco impacto sobre el rendimiento de las variedades Ambar, Pioneer 8133 y D-65, teniendo mayor impacto sobre la variedad Marfil.

## BIBLIOGRAFIA

- Alexopoulos, C. J., and Mims, W., Ch.** 1979. Introductory Mycology. Tercera Edición. Editorial New Yorck. Pàg 339-342.
- Contreras, F. J. G.** 1998. Detección, Etiología y Epidemiología del Ergot (*Sphacelia sorghi* Mc Rae) sobre el cultivo el cultivo del sorgo (*Sorghum bicolor* L.). Tesis UAAAN. Pág. 10-11.
- Bandyopadhyay, R; Mughogho, L. K; and Sharma, H. C.** 1991. Source of primary inoculum and Spread of ergot. Page 24-25 in Cereals Program Annual Report 1990. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, Patancheru, India.
- Bandyopadhyay, R.** 1992. Sorghum ergot is sorghum and millets disease: a Secon world revlew (De Millano, W. A. J; Frederickson, R. A. Bengston, G. E; eds) ICRISAT Pp 235-244.
- Bandyopadhyay, R.** 1996. Reportes de ergot en Brasil. División de protección de cosecha, ICRISAT Instituto de Asia.
- Dogget H.** 1998. Sorghum. Secon edition. Logman Scientific an Technical, New York USA.
- Frederickson, D. E. Mantle, W. A. J.** 1988. The path of infection of srghum by *Claviceps sorghi* Physiol. Mol Plant Pathology 33: 221-234.
- Frederickson, D. E. Mantle G. P; De Milliano A. J: W.** 1989. Secondary conidiation of *Sphacelia sorghi* on sorghum, a novel factor in the epidemiology of disease. Mycological Research 93 (4) 497-502.

- Frederickson, D. E. Mantle G. P; De Milliano A. J: W.** 1991. *Claviceps africana* sp. Nov; the distinctive ergot pathogen of sorghum in Africana .Mycological Research 95 (9): 828-831
- Frederickson, D. E. Mantle G. P; De Milliano A. J: W.** 1993 windborne spread of ergot disease (*Claviceps africana*) insorghum A-lines zimbabwe. Plant Pathology 42: 368-377.
- Frutell, M. C; And Webster, O. J:** 1996. Host range and epidemiology of sorghum ergot organism. Plant Dis. Rep. 50: 828-831.
- Mantle, P. G.** 1986. Inhibition of lactatition in mice following with ergot Sclerotina (*Claviceps fusiformis* Loveless) and alkaloides componet. Proc. Royal Soc. London ser. B. 170:423.
- Mc Laren, N. W., 1992.** Quantifyting Resistence of genotypes to the Sugary Disease Phatogen (*Claviceps africana*). Plan Disease 76 (10) 986-988
- Melofe, T. L.** 1975. Ocurrance of ergot on sorghum in Bostswana. Plant disease Reporter (USA) 59 (9): 751-753.
- Mughogho, K. L.** 1991. Ergot. En Frederickson, R. A (de) compendium of sorghum disease. Asp press. USA.
- Patil; B. G; Seshadri, V. S. Hegde, R. K.** 1976. The perfect stage of *Sphacelia sorghi*; Mc Rae. Mysonre y Agric. Sci. 10: 286-289.
- Sundaram N. V.** 1978. Sorghum Ergot. Proceedings of international Workshop on sorghum disease. Hyderabad, India 11-15 December 1987 ICRISAT.
- Tegegne, G., E Bandyopadhyay., T. Mulato and Kebede.** 1994. Screening for ergot Resistence in sorghum. Plant Disease 78 (9) 873-875.
- Toledo, J. J. A.** 1998. Ergot del sorgo. Monografía UAAAN. Pág. 20-22.

**Wall S, J; and Ross M; W.** 1975. Producción y usos de sorgo. Centro Regional de Ayuda técnica. México - Buenos Aires.