

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



Identificación, Incidencia y Severidad de la Roya del Maíz (*Puccinia sorghi* Schwein).

Por:

ANA LAURA AGUILAR HERNÁNDEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Saltillo, Coahuila, México

Mayo de 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Identificación, Incidencia y Severidad de la Roya del Maíz (*Puccinia sorghi*
Schwein).

Por:

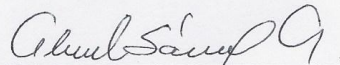
ANA LAURA AGUILAR HERNÁNDEZ

TESIS

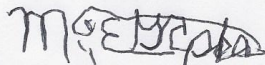
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Aprobada



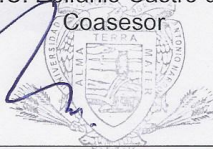
M.C. Abiel Sánchez Arizpe
Asesor Principal



Dra. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda
Coasesor



M.C. Epifanio Castro del Ángel
Coasesor



Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Mayo de 2015

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Agradezco a dios por haberme dado la dicha de nacer, por darme inteligencia y paciencia durante toda mi carrera profesional, por darme salud y protegerme durante todo mi camino y darme fortaleza para superar obstáculos que se atraviesan en la vida.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Por abrirme las puertas y darme la oportunidad de culminar mi carrera profesional, por la enseñanza y apoyo.

Al M.C. Abiel Sánchez Arizpe

Por aceptar ser asesor principal en esta investigación, por compartir sus conocimientos, consejos y apoyo constante para seguir adelante.

A la Dra. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda

Por el apoyo para hacer posible esta investigación. Por su amistad y disponibilidad en todo momento.

Al M.C. Epifanio Castro Del Ángel

Por todo el apoyo brindado, disponibilidad de tiempo y revisión del presente trabajo.

A la M.C. Yanis Licet Muñoz González

Por su apoyo, orientación y consejos, por su amistad.

DEDICATORIA

A mis Padres

Celia Hernández Aguilar y Armando Aguilar López a quienes me han dado todo su apoyo y amor, por su trabajo y sacrificio durante todos estos años, a quienes la ilusión de su vida ha sido convertirme en mujer de provecho, gracias a ustedes he logrado culminar mi carrera profesional, por educarme como mujer de bien, gracias por todo.

A mis Hermanos

Ubando, Héctor, Octavio, Tenchy, Guille Nely y Lucero por sus consejos y siempre por estar ahí cuando más los he necesitado, Gracias por los momentos que hemos compartido de mucha alegría, que con su apoyo he logrado salir adelante y su ejemplo son motivos para superarme cada día.

A mis Tíos

Bernarda y Ernesto por apoyarme en todos los momentos, por los consejos que me dan siempre de seguir adelante, el cariño que me tienen gracias.

A mis Amigos

Rusver, Víctor, Luis Rojas, José Luis, Lizmark, Obed, Ervin, Fausto, Dulce, Rubi, Ever, Rudi, Noh Noh, Yasmin, Por brindarme su amistad incondicional, por los consejos, por compartir alegrías y tristezas, por estar ahí cuando más los he necesitado gracias por todo, Les deseo lo mejor de todo corazón y que sigan luchando por su sueños, siempre los recordare.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	I
DEDICATORIA	II
INDICE DE FIGURAS	V
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
OBJETIVOS.....	4
JUSTIFICACIÓN.....	4
HIPÓTESIS.....	4
REVISIÓN DE LITERATURA	5
Importancia de la Roya.....	5
Royas del Maíz.....	6
<i>Puccinia sorghi</i>	8
Sintomatología y Biología.....	10
Enfermedad Endémica.....	10
Síntomas y Signos.....	11
Daños Económicos.....	11
Etiología.....	13
Condiciones favorables.....	14
Principales Enfermedades.....	15
Manejo de la Enfermedad	17
Clasificación Taxonómica (<i>Puccinia sorghi</i>).....	17
Control.....	18
Cultural.....	18
Control Químico.....	19
Control Biológico.....	19
<i>Sphaerellopsis filum</i>	20
Clasificación Taxonómica (<i>Sphaerellopsis filum</i>).....	21
MATERIALES Y MÉTODOS	22
Ubicación del Experimento.....	22

Toma de Datos.....	22
Determinación de la Severidad de la Roya del Maíz.....	22
Etapas del Laboratorio.....	24
Identificación del Hongo.....	25
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
CONCLUSIONES.....	32
BIBLIOGRAFIA.....	33
APENDICE.....	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras.	Pág.
1. Síntomas de <i>Puccinia sorghi</i> Dpto. Parasitología, UAAAN 2014.....	10
2. pústulas de <i>Puccinia sorghi</i> Dpto. Parasitología, UAAAN 2014.....	12
3. A. Teliosporas de <i>Puccinia sorghi</i> observados a 40x. B. Uredosporas observados a 40x Dpto. Parasitología, UAAAN 2015.....	13
4. Parcela de maíz con síntomas de roya (<i>Puccinia sorghi</i>) Dpto. Parasitología, UAAAN 2014.....	14
5. Muestreo y colecta de muestras del cultivo de maíz con síntomas de <i>Puccinia sorghi</i> Dpto. Parasitología, UAAAN 2014.....	23
6. Observación de las pústulas de la roya <i>Puccinia sorghi</i> Dpto. Parasitología, UAAAN 2015.....	24
7. Escala de medición, para las esporas de <i>Puccinia sorghi</i> Dpto. Parasitología, UAAAN 2015.....	25
8. Observación, medición de longitud y diámetro de Teliosporas de <i>Puccinia sorghi</i> Dpto. Parasitología, UAAAN 2015.....	27
9. Observación y medición de Uredosporas de <i>Puccinia sorghi</i> Dpto. Parasitología, UAAAN 2015.....	27
10. Observación y medición de Picnidio Dpto. Parasitología, UAAAN 2015.....	29
11. Observación y medición de conidios Dpto. Parasitología, UAAAN 2015	29
12. Medias de severidad de la roya del maíz <i>Puccinia sorghi</i> Dpto. Parasitología, UAAAN 2015.....	30

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	pág.
1. Escala de evaluación de la roya <i>Puccinia sorghi</i>	22
2. Formato de evaluación de incidencia y severidad de la roya del maíz.....	23
3. Formato de medición de uredosporas y teliosporas.....	25
4. Datos de campo de la roya común del maíz (<i>Puccinia sorghi</i>).....	36
5. Medición de longitud y diámetro de uredosporas de la roya común del maíz <i>Puccinia sorghi</i>	39
6. Medición de longitud y diámetro de teliosporas de la roya común del maíz <i>Puccinia sorghi</i>	40
7. Medición de picnidio.....	41
8. Medición de picnidio.....	41

RESUMEN

El uso del control biológico es una de las herramientas utilizadas en la agricultura orgánica para contrarrestar el daño por microorganismos así como bacterias, hongos, virus, que causan enfermedades en plantas. Los hongos son pequeños organismos productores de esporas generalmente microscópicos ya que más de 8,000 especies de hongos producen enfermedades en las plantas. En el caso del maíz es atacado por la roya común *Puccinia sorghi* y es una enfermedad que ataca a todo el mundo por las condiciones favorables.

El objetivo de esta investigación fue identificar y determinar incidencia y severidad de la roya del maíz *Puccinia sorghi*, se realizó colecta de muestras para la identificación del agente causal *Puccinia sorghi*, y así determinar las características morfológicas de la enfermedad, dicha evaluación se realizó en estado de floración del cultivo de maíz, consistió en elegir cuatro líneas de la parcela evaluando 16 plantas por cada línea, con un total de 64 plantas. Tomando en cuenta una incidencia del 100% y una severidad con escala del 0-4 y para los resultados se utilizó el programa estadístico el zas.

Palabras claves: control biológico, *Sphaerellopsis filum*, *Puccinia sorghi*, maíz, *Zea mays*.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del maíz ocupa el 57% de la superficie destinada a los granos básicos y oleaginosas, a él se dedican más de 2.5 millones de agricultores, que aportan más de la mitad de los 18 millones de toneladas producidas. El consumo nacional oscila entre 16 y 20 millones de toneladas, de las cuales se importa alrededor de un 20%. Un 72% de las unidades productivas lo cultivan, proporcionando ocupación a 35-40% de la fuerza de trabajo agrícola y a un 66% de la dedicada a los granos. Genera una tercera parte del valor producido en la agricultura y ocupa más de la mitad de la superficie cosechada. Es un cultivo básicamente de zonas temporaleras, las cuales aportaron en 1997 el 65% de la producción y el 85% de la superficie total dedicada al maíz (Fristcher, 1999).

Es también un cultivo básicamente de pequeños productores el 92% se localizan en predios menores de 5 hectáreas, en donde el autoconsumo es una proporción importante (35% de estos minifundios). En la última década el 69% del maíz comercializado se originó en predios entre 2 y 10 hectáreas.

Durante 1989-1993 el producto tuvo un breve ciclo de prosperidad, ya que la producción creció a un porcentaje cercano al 80%, incrementándose de casi 11 millones de toneladas a 18.2 millones, alcanzando en ese momento la autosuficiencia. Para Fristcher, “este auge se debió en su mayor parte a la decisión gubernamental de mantener en un principio al maíz alejado de las políticas de liberalización”, mientras que para los demás granos las fronteras fueron abiertas. El maíz continuó bajo el régimen de protección hasta 1994 y siguió contando con

precios de garantía, los cuales al incrementarse fueron superiores al internacional entre un 60% y 80% (Fristcher, 1999).

La industria consume en su mayor parte maíz amarillo importado. El consumo de esta variedad es de 12.6 millones de toneladas, de las cuales 10 millones son para el sector pecuario, es decir, para alimentos balanceados; 2.2 millones para la industria del almidón y sus derivados y 400 mil para la industria de botanas y cereales. Sólo el 1% de esta demanda se produce en el país. Por ello, la Cámara Nacional de Maíz Industrializado recomienda estimular su producción antes del año 2009, año en que vence la protección del maíz dentro del TLCAN, si bien las cuotas pactadas en el tratado se rebasan sistemáticamente (Pérez, 2001).

OBJETIVO

Identificar y determinar la incidencia y severidad de la roya del maíz (*Puccinia sorghi*).

Identificación del hongo que parasita la roya del maíz *Puccinia sorghi*

JUSTIFICACIÓN

Al realizar esta investigación nos dimos cuenta que nos puede afectar nuestro cultivo con un porcentaje alto y así ocasionar la muerte de todo el cultivo.

HIPÓTESIS

Esperamos una incidencia arriba del 80% y una severidad medianamente alta de la roya del maíz (*Puccinia sorghi*).

REVISIÓN DE LITERATURA

Importancia de la Roya

La roya común del maíz (*Puccinia sorghi*) es una de las enfermedades más importantes del cultivo de maíz. Esta enfermedad es endémica en la zona maicera Argentina y en áreas productoras de México (González *et al.*, 2006).

Los daños registrados en el mundo oscilan entre un 10 al 30 %. Durante las últimas campañas se ha observado un importante crecimiento de la roya sobre varios campos de maíz. Los primeros síntomas en manifestarse son puntos cloróticos en la superficie de la hoja. Rápidamente se desarrollan, en cultivares susceptibles, en pústulas grandes pulverulentas, presentando el interior de coloración pardo-canela. Estas pústulas (uredias) se manifiestan en cualquier tejido verde de la planta. Se encuentran con frecuencia sobre las dos superficies de la hoja. Luego las pústulas se vuelven negras, cuando los uredosporas son substituidos por las teliosporas, las cuales continúan su erupción rompiendo la epidermis, a medida que la planta madura. Este patógeno disminuye el área foliar, afectando el rendimiento a través de la reducción en el número y/o el peso de granos. Si bien puede aparecer desde el comienzo del ciclo del cultivo, esta roya es más notable hacia floración (Díaz *et al.*, 2007).

Royas del Maíz

Hay tres tipos de royas de importancia económica que atacan al maíz: la roya común, la roya del sur y la roya tropical. La roya común prevalece en ambientes frescos y tierras altas y la roya del sur es una enfermedad de tierras bajas y ambiente cálido. Estas royas tienen, a veces, una distribución estacional: la roya común aparece al inicio de la estación del maíz y la roya del sur aparece, por lo general, al final de la estación cuando decrecen las lluvias y están cerca de su fin. La roya tropical es más irregular en su distribución. Las variedades locales de maíz donde las royas son endémicas han desarrollado un buen nivel de tolerancia a la enfermedad y, por el contrario, los germoplasmas exóticos o introducidos son atacados más severamente por las mismas (Saxena y Hooker, 1974).

La roya común es causada por el hongo *Puccinia sorghi* que está ampliamente distribuido; ataca el maíz y el teosinte pero no es frecuente sobre el sorgo y su huésped alternativo es el *Oxalis*. La roya común es más conspicua en las variedades susceptibles de maíz, en el momento de la floración masculina cuando es posible ver pequeñas pústulas pulverulentas de color marrón en ambos lados de las hojas. Las pústulas toman un color marrón oscuro a medida que la planta madura y las bajas temperaturas y la alta humedad favorecen su desarrollo y difusión. Se han identificado varias razas fisiológicas de *Puccinia sorghi* y se han separado por su reacción a diferentes líneas de maíz. Se ha identificado resistencia a razas específicas de este patógeno la cual es controlada individualmente por cinco diferentes genes ubicados en tres cromosomas (Saxena y Hooker, 1974).

Tales formas de resistencia se manifiestan por un desarrollo limitado de las pústulas. También hay formas de resistencia general que dan lugar a una reducción en el número de pústulas y en la necrosis de las hojas. Los genes responsables de la resistencia general son pocos y altamente heredables (Kim y Brewbaker, 1977).

Puede ser desarrollado germoplasma con resistencia poligénica y estable a la roya común; el uso del germoplasma resistente y el control del *Oxalis* pueden efectivamente eliminar el problema de la roya común.

La roya del sur es causada por el hongo *Puccinia polysora*; ataca al maíz, al teosinte y al *Tripsacum* y prevalece en ambientes húmedos y cálidos. En un principio fue llamada roya americana porque se encontraba solo en el continente americano; sin embargo, alrededor de 1940 fue introducida en África (Wellman, 1972).

En los diez años siguientes se difundió a todos los ambientes maiceros tropicales de África, Asia y el Pacífico. Los síntomas son similares a los de la roya común descritos anteriormente, si bien las pústulas son menores, de color más suave y densamente distribuidas en ambas caras de la superficie de las hojas; se vuelven de color marrón oscuro a medida que la planta se acerca a la madurez y más adelante las hojas se vuelven cloróticas y se secan. La roya del sur no tiene un huésped alternativo coexistente como ocurre con el *Oxalis* y la roya común. Se han identificado varias razas fisiológicas de esta roya y también se han identificado formas de resistencia a varias razas. Hay 11 genes que tienen influencia sobre la resistencia (Scott, 1984).

Y probablemente también existe resistencia general que puede ser eventualmente usada para el mejoramiento (Smith y White, 1988). Informaron que en China la resistencia a la roya común estaba altamente correlacionada con la resistencia a la roya del sur.

Puccinia sorghi

Esta enfermedad está ampliamente distribuida por todo el mundo, en climas subtropicales y templados y en tierras altas donde hay bastante humedad. La roya común es más conspicua cuando las plantas se acercan a la floración. Se le puede reconocer por las pústulas pequeñas y pulverulentas, tanto en el haz como en el envés de las hojas. Las pústulas son de color café claro en las etapas iniciales de la infección; más adelante la epidermis se rompe y las lesiones se vuelven negras a medida que la planta madura. Las plantas del hospedante alterno *Oxalis* spp. son infectadas frecuentemente con pústulas color anaranjado claro. Esta es simplemente otra fase del mismo hongo.

La roya común del maíz es una enfermedad endémica de la zona maicera núcleo argentina que se presenta anualmente con diferentes niveles de severidad dependiendo del híbrido, de los biotipos del patógeno presentes y de las condiciones ambientales durante el ciclo del cultivo. Los síntomas diagnóstico en cualquier tejido verde de la planta son las pústulas urediosporicas en el haz y envés de las hojas, alargadas, de color herrumbroso oscuro con restos de tejidos epidérmicos, ubicadas en bandas en el centro de las hojas. Los teliosoros con teliosporas oscuras, casi negras se observan al final del ciclo del cultivo (González, 2005a y 2005b).

P. sorghi solo ataca al maíz, aun cuando su nombre específico refiere confusamente a sorgo. Es un parásito absoluto y tiene como hospedante alternativo a diferentes especies del género *Oxalis*. Las ecidiosporas procedentes de *Oxalis* spp., llevadas por el viento son depositadas sobre las hojas de maíz, se inicia el proceso de infección y forman uredinios cuando ocurren temperaturas cálidas (16 °C - 23°C) con una óptima de 17°C y humedad relativa del 100%.

El hongo cumple el ciclo completo en Argentina, generando una notable variabilidad genética, determinándose al menos cuatro razas. Los biotipos presentes en la zona maicera núcleo argentina son diferentes a los encontrados en Estados Unidos, Sudáfrica y Hawái (Carmona *et al.*, 2008).

La reducción promedio del rendimiento con niveles de severidad en hoja del 25-30% alcanzó un 17%, sin embargo con 30% de severidad se determinaron pérdidas del 21%. Las aplicaciones de fungicidas con 5% de severidad de roya permitieron incrementos del 1000 a 2000 kg ha⁻¹, en maíces de 11000 kg ha⁻¹ (Couretot *et al.*, 2008).

Sintomatología y Biología

Los síntomas producidos por *Puccinia sorghi*. Son pústulas de color marrón (herrumbroso oscuro) que aparecen en el envés y haz de las hojas, (Fig. 1). Llegan a romper la epidermis y contienen unos órganos fructíferos llamados teleutosporas.



Figura 1: Síntomas de *Puccinia sorghi* Dpto. Parasitología, UAAAN 2014.

Enfermedad Endémica

Es un hongo heteroico, es decir que para realizar su ciclo completo necesita parasitar a un hospedante alternativo, así se cumplen dos estadios de *Puccinia sorghi* sobre maíz y tres en el hospedante alternativo, que en este caso son plantas del género *Oxalis* spp. En las regiones maiceras del mundo con inviernos benignos, como Argentina, se da el ciclo completo. El ciclo completo del hongo permite la concreción de la fase sexual, lo que aumenta la variabilidad del patógeno y dentro de ella el carácter de virulencia. En zonas con temperaturas muy por debajo de °C no se da el ciclo completo y las uredosporas que producen las infecciones primarias en maíz llegan desde zonas distantes más templadas (Sillón, 2008).

Síntomas y Signos

Los primeros síntomas en manifestarse son pequeños puntos cloróticos en la superficie de la hoja, posteriormente se desarrollarán pústulas grandes, circulares a oblongas, pulverulentas; las mismas presentan en su interior una coloración pardocanela, luego de romper la hoja. Estas pústulas se manifiestan en todos los tejidos verdes de la planta. Cuando las uredosporas son sustituidas por teliosporas hacia el final del ciclo del cultivo, las pústulas se vuelven negras (Sillón, 2008).

Daños Económicos

Reduce los rendimientos en híbridos susceptibles y moderadamente susceptibles. La reducción de los rendimientos se produce no solo por disminución del área fotosintéticamente activa, sino por la competencia por fotoasimilados entre dos destinos constituidos por los granos en el momento de llenado y las pústulas que generan esporas. La roya común del maíz (*Puccinia sorghi*).

La roya común del maíz esta ocasionada por un hongo patógeno que necesita de los tejidos vivos de la planta de maíz para desarrollarse (biotrófico) y que presenta más de un ciclo durante la estación del cultivo (policíclico), dependiendo la cantidad de ciclos de las condiciones ambientales predisponentes.

Este patógeno, del cual ya se conocen al menos cuatro razas distintas, disminuye el IAFS (índice de área foliar sana) y, en ataques severos, las pústulas pueden provocar la necrosis del tejido foliar dando un aspecto de mancha, dificultando así el diagnóstico. En el campo, cada año presentan diferentes grados de intensidad de

acuerdo con el comportamiento del híbrido utilizado y los factores del ambiente que predisponen el desarrollo de la enfermedad (Andrade *et al.*, 1996).

Para progresar, este hongo necesita temperaturas moderadas (16°C a 23°C) y alta humedad (mojado foliar). Las esporas de diseminación, que reciben el nombre de uredosporas, germinan bien a 15-18°C y penetran por los estomas. La formación de una pústula puede llevar entre 5 a 7 días a 20 - 25° C. Estas esporas están contenidas en pústulas, o elevaciones, de color castaño rojizo, que representan el signo del hongo, y que pueden ser pequeñas y estar aisladas, (Fig. 2). Cuando la enfermedad recién se inicia (o en híbridos resistentes), o pueden ser grandes y unirse, desarrollando incluso tejido necrótico, en aquellos híbridos que son susceptibles a esta enfermedad (Andrade *et al.*, 1996).



Figura 2: Pústulas de *Puccinia sorghi* Dpto. Parasitología, UAAAN 2014.

Es una enfermedad ampliamente difundida en la zona maicera, afectando al cultivo hacia el estado de floración, donde se han registrado los mayores incrementos en intensidad.

Etiología

Uredosporas Esto forma una pústula anaranjada que da su nombre a la "roya". Las uredósporas extienden la infección durante el tiempo de crecimiento del maíz, y cuando alcanza su madurez producen otro tipo de esporas: las teliósporas. Son bicelulares y contienen telios (Fig. 3) (Lindquist, 1982).

Teliosporas son generalmente de color oscuro, y consiste en dos células del núcleo. Mientras que las esporas germinan, los núcleos experimentan una fusión de los núcleos y son elipsoidales con septo y pedicelo basal (Fig. 3) (Lindquist, 1982).

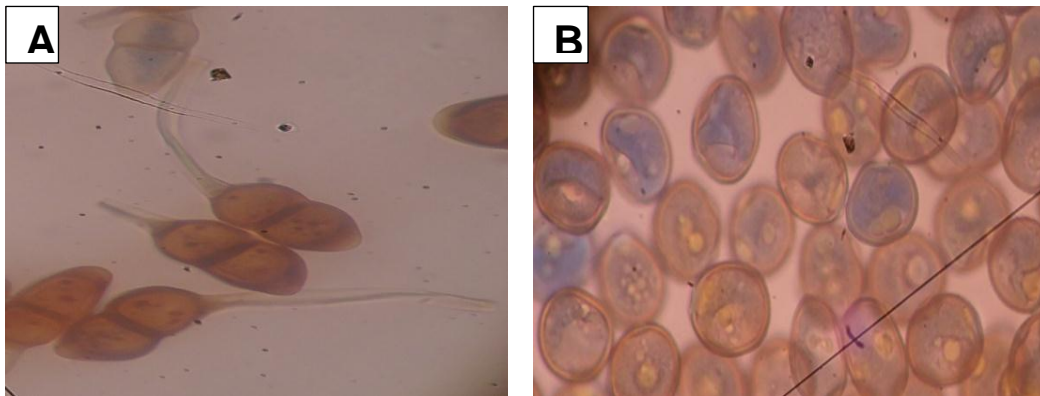


Figura 3. A.Teliosporas de *Puccinia sorghi* observados a 40x. **B.**Uredosporas observados a 40x Dpto. Parasitología, UAAAN 2015.

Condiciones Favorables para la Enfermedad

Las condiciones que los hongos buscan para el desarrollo de la enfermedad varían, pero de manera general la temperatura es de 18-22 °C con una humedad relativa mayor a 80%, el exceso de nitrógeno en el suelo, además de sembrar maíz de manera consecutiva todos los años en el mismo sitio, también la utilización de variedades susceptibles y la baja luminosidad. Los residuos de las cosechas anteriores también favorecen para que sea de hospedero para los hongos; se considera una enfermedad nueva, su severidad y facilidad de diseminación la ubican como una enfermedad muy agresiva y si los factores de clima lluvioso o húmedo la favorecen puede ocasionar muerte de la hoja y quemar el cultivo en corto tiempo (Bandon, 2013).



Figura 4. Parcela de maíz con síntomas de roya (*Puccinia sorghi*) Dpto. Parasitología, UAAAN 2014.

Principales Enfermedades

Las principales enfermedades del maíz están relacionadas con la etapa de establecimiento del cultivo, donde puede haber problemas de germinación de semillas y muerte de plántulas, y con la etapa de desarrollo vegetativo y reproductivo, donde se detectan las enfermedades foliares, de tallo y de la espiga.

Dentro de los problemas sanitarios que se han registrado con mayor frecuencia están las podredumbres de semilla y tizones de plántulas, las manchas foliares, la roya común y las podredumbres de raíz y tallo (Carmona *et al.*, 2008).

Los daños asociados a las enfermedades foliares son los causantes del mal funcionamiento y destrucción de los tejidos fotosintéticos. A su vez, la necrosis y muerte prematura de hojas limitan la intercepción de la radiación solar, la capacidad de fotosíntesis y la translocación de foto-asimilados hacia los granos en proceso de llenado.

Cuanto más baja sea la relación entre fuente (producción de fotoasimilados) y destino (formación y llenado de granos), mayor será la movilización de reservas desde las vainas y el tallo. Esta movilización de recursos en la planta aumenta la predisposición a la pudrición de raíz y tallo y el consecuente vuelco y quebrado de plantas durante la cosecha (Carmona *et al.*, 2008).

Las pústulas pueden provocar la necrosis del tejido foliar dando un aspecto de mancha, difi-cultando así el diagnóstico. En el campo, cada año presentan diferentes

grados de intensidad de acuerdo con el comportamiento del híbrido utilizado y los factores del ambiente que predisponen el desarrollo de la enfermedad.

El virus, hongo, árbol, y el medio ambiente determina el éxito o el fracaso de hipovirulencia. Hay varios hongos parásitos de patógenos de plantas, incluyendo los que atacan esclerocios (por ejemplo, *Coniothyrium minitans*) mientras que otros atacan vivir hifas (por ejemplo *Pythium oligandrum*). Y, un solo hongo patógeno puede ser atacado por varios hiperparásitos. Por ejemplo, *alternatum Acremonium*, *Acrodontium crateriforme*, *Ampelomyces quisqualis*, *Cladosporium oxysporum*, y *Gliocladium virens* son sólo algunos de los hongos que tienen la capacidad de parasitar a patógenos. Otros hiperparasitos ataque nematodos patógenos de plantas durante las diferentes etapas de su ciclo de vida (por ejemplo, *Paecilomyces lilacinus* y *Dactylella oviparasitica* (Benhamou y Chet 1997).

En contraste con hiperparasitismo, depredación microbiana es más general y patógenos no específicos y generalmente proporciona los niveles menos predecibles de control de la enfermedad. Algunos comportamientos abusivos BCAs exposición en condiciones de nutrientes limitados. Sin embargo, *Trichoderma* producen una gama de enzimas que se dirigen contra las paredes celulares de los hongos. Sin embargo, cuando la corteza fresca se utiliza en compost, *Trichoderma* spp. no atacan directamente el agente patógeno de la planta, *Rhizoctonia solani*. Pero en la descomposición de la corteza, la concentración de celulosa disminuye fácilmente disponibles y esto activa los genes de quitinasa de *Trichoderma* spp., que a su vez producen quitinasa de parasitar *R. solani* (Benhamou y Chet 1997).

Manejo de la Enfermedad

Una de las herramientas para el manejo de esta enfermedad es el uso de híbridos resistentes, por lo cual el productor tiene la decisión de elegir entre un material genético u otro. Pero en las últimas campañas hay algunos híbridos que se destacaron en rendimiento que se mostraron con susceptibilidad a roya común del maíz, por lo tanto la aplicación de fungicidas foliares en maíz es una alternativa válida para reducir las pérdidas en rendimiento causadas por esta enfermedad.

Durante la campaña 06/07 se encontraron diferencias de rendimiento a favor de la aplicación de fungicidas (mezcla triazol+ estrobilurina) (Couretot *et al.*, 2007).

Según Sillón M. (2008), la clasificación taxonómica de (*Puccinia sorghi*) es:

Dominio: Eukaryota,

Reino: Fungi,

Phylum: Basidiomycota,

Clase: Urediniomycetes,

Orden: Uredinales,

Familia: Pucciniaceae

Control

Cultural

Las prácticas agrícolas normalmente ofrecen plantas con mejor oportunidad de crecer y llevar a cabo con un alto nivel de productividad. Los siguientes principios agronómicos deben aplicarse a todos los cultivos de maíz con el fin de colocar el cultivo en condiciones “óptimas” para la producción de cultivos de alto rendimiento libre de “estrés” (Wise, 2011).

- Preparación del suelo
- Saneamiento del suelo
- El control de insectos
- Equilibrio de nutrientes
- La siembra uniforme en la población de plantas
- El control de malezas

Para el control se recomienda el uso de variedades resistentes, manejo del

Cultivo y naturalmente el hongo *Sphaerellopsis filum* el cual actúa como controlador biológico.

Control Químico

La mayoría de los productos registrados para su uso en el control de enfermedades en el maíz pertenece al grupo de los triazoles o estrubirulinas. Las moléculas que pertenecen al grupo estrubirulinas actúan sobre la respiración mitocondrial en hongos y son más eficaces en las primeras etapas de la enfermedad (en la germinación de esporas y los procesos iniciales de infección). Triazoles fungicidas que operan en la biosíntesis de ergosterol, un componente de la membrana celular del hongo. Estos hongos pueden controlar en las etapas posteriores del ciclo como el crecimiento del micelio y pre esporulación. Así en general, tienen mayores estrubirulinas acción preventiva, mientras que los triazoles son una acción más curativa.

La combinación de los dos principios activos ofrece la mejor protección desde dentro del ciclo de infección por hongos, las fases de la esporulación y la colonización de los tejidos se producen al mismo tiempo en el tejido de la planta (Wise, 2014).

Control Biológico

El control biológico es el uso de elementos de la naturaleza en la regulación de poblaciones de especies dañinas al hombre, como son las plagas y enfermedades de la agricultura, las malezas y los desperdicios. Los fundamentos de este tipo de control son aquellos que regulan los ciclos naturales de las poblaciones, las relaciones biológicas y abióticas entre especies, y las relaciones ecológicas, donde se trata de promover el restablecimiento del equilibrio natural de un ecosistema, roto por la intervención humana.

De tal forma que se define como el uso de organismos (o de sus metabolitos o subproductos) que son enemigos naturales de una plaga o patógeno, con el fin de reducir o eliminar sus efectos dañinos en las plantas o sus productos (Gerhardson, 2002).

Sphaerellopsis filum

Es un parásito conocido y asociado con muchas especies de hongos de la roya. Es de ocurrencia frecuente como parásito de royas de los cereales: *Puccinia recondita*, *P. coronata*, *P. graminis*, *P. hordei* y *P. striiformis*. Uredinales soros de *Puccinia recondita* f.sp. *tritici* infectado con *Sphaerellopsis filum* fueron examinados por microscopio de luz y de exploración para determinar la morfología de hiperparásito.

S. filum. Es un hiperparásito cosmopolita asociado con 369 especies de óxido que pertenecen a 30 géneros.

Se ha encontrado en más de 50 países (Kranz y Brandenburger, 1981). Se ha informado sobre todo para penetrar soros uredial, también de vez en cuando la telia, también *Sphaerellopsis filum* se observa más comúnmente como la producción anamorfo matas de brillante, picnidios de forma esférica negro situado entre las esporas de soros uredial, donde se presume para derivar nutrientes de la penetración de las hifas directa de uredosporas. Debido a esto, el número de uredosporas se reduce y la producción de esporas en algunos casos completamente parado. Debido a este hecho el hiperparásito potencialmente puede ser importante biocontrol (Calpouzoz, 1957).

Según Menéndez (2011), la clasificación taxonómica de (*Sphaerellopsis filum*)

es:

Reino: Fungi

División: Ascomycota

Subfilum: Pezizomycotina

Clase: Dothideomycetes

Subclase: Pleosporomycetidae

Orden: Pleosporales

Familia: Phaeosphaeriaceae

Género: Sphaerellopsis

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del experimento en campo

Para llevar a cabo el experimento se utilizó una parcela con cultivo de maíz ubicada en el bajo de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro donde se evaluó incidencia y severidad de la roya del maíz (*Puccinia sorghi*).

Toma de Datos

Se realizó un muestreo dirigido, en 4 surcos de maíz donde la planta a evaluar fue la primera de cada surco, y las posteriores a evaluar se contaban 10 pasos y se observaba la planta, dando un total de 16 plantas por surcos para un total de 64 muestras.

Determinación de la Severidad de la Roya del Maíz

De las plantas a evaluar se eligió la 4ta hoja debido a que se reporta mayor daño del hongo. Por lo que se tomó, una escala arbitraria con 5 niveles de daño (cuadro 1).

Cuadro 1. Escala de evaluación de la roya *Puccinia sorghi*

Escala	Severidad
0	Sin enfermedad
1	Severidad baja
2	Severidad moderada
3	Severidad alta
4	Muy severo

Se determinó la incidencia de la enfermedad detectando la presencia de pústulas en las 16 plantas muestreadas (cuadro 2).

Cuadro 2. Formato de evaluación de incidencia y severidad de la roya del maíz

N° de surcos	N° de plantas	incidencia	Escala de severidad
1	1		
.	.		
4	16		

Las muestras fueron trasladadas al laboratorio de fitopatología para ser analizadas posteriormente (Fig. 5).



Figura 5. Muestreo y colecta de muestras del cultivo de maíz con síntomas de *Puccinia sorghi* Dpto. Parasitología, UAAAN 2014.

Etapa de Laboratorio

Con la ayuda de un microscopio estereoscópico se hicieron preparaciones semipermanentes, donde se detectó la pústula utilizando una aguja de disección se hizo un raspado de la muestra donde se colocó en un porta objetos junto con lacto fenol azul sellándolo con un cubre objetos después se observó en un microscopio compuesto (Fig. 6).



Figura 6. Observación de las pústulas de la roya *Puccinia sorghi* Dpto. Parasitología, UAAAN 2015.

La identificación morfológica se hizo a base de las claves de (Lindquist, 1982) y (Cummins et al., 1979). Donde mencionan forma y tamaño (Fig.7).

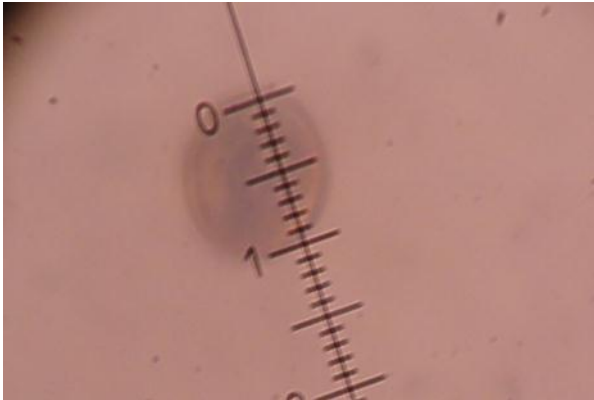


Figura 7. Escala de medición, para las esporas de *Puccinia sorghi* Dpto. parasitología, UAAAN 2015.

Se hicieron 50 mediciones de cada preparación, se midieron 10 teliosporas y 10 uredosporas en cada una de las laminillas (cuadro 3).

Cuadro 3. Formato de medición de uredosporas y teliosporas.

N° de laminillas	Longitud y Diámetro de uredosporas	Longitud y diámetro de teliosporas	Tamaño en μ
1			
.			
5			

Para determinar el tamaño de las esporas el número de espacios se multiplicaron por la constante 2.15 para expresar el tamaño en micras.

Identificación del hongo parasito

De los picnidios encontrados, asociados a las uredosporas se identificó morfológicamente de acuerdo al hongo (Lindquist, 1982) y (George, 1979). De los cuales se midió el picnidio y los conidios de este.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultados obtenidos al realizar la identificación de la roya del maíz (*Puccinia sorghi*) se observaron pústulas de color café rojizo en las muestras obtenidas del bajío de la UAAAN, encontramos teliosporas y uredosporas ya que tienen diferentes estructuras, las teliosporas μ son generalmente de color oscuro, y consiste en dos células del núcleo. La incidencia de la roya del maíz *Puccinia sorghi* fue el 100%.

Las uredosporas forman una pústula de color anaranjada conocida como uredia, son de una sola célula ya que son responsables de diseminar la infección durante el tiempo de crecimiento del maíz, y cuando alcanzan su madurez produce otro tipo de esporas, conocidas como teliosporas coinciden con la literatura citada de (Lindquist, 1982).

Después de realizar las observaciones de teliosporas, se procedió a la medición de longitud y diámetro. Donde la longitud más alta fue 3.22μ y la baja es de 2.36μ con un promedio de 2.71μ (Fig. 8). Así también en la (Fig. 9). Se realizó la medición del diámetro de uredosporas donde el diámetro más alto es de 2.58μ y la baja es de 1.50μ con una media de 2.13μ se llevó acabo estas mediciones con un microscopio llamado micrómetro.

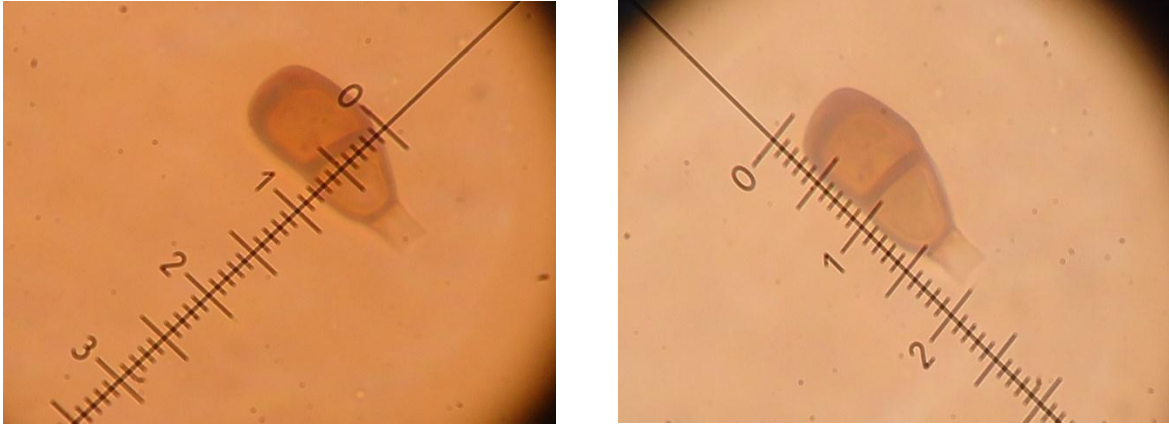


Figura 8. Observación, medición de longitud y diámetro de Teliosporas de *Puccinia sorghi* Dpto. Parasitología, UAAAN 2015.

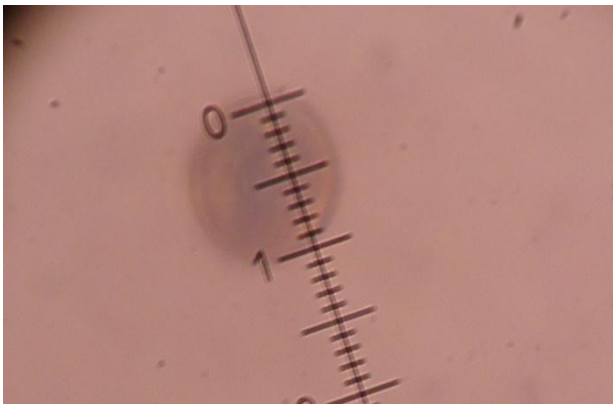


Figura 9. Observación y medición de Uredosporas de *Puccinia sorghi* Dpto. Parasitología, UAAAN 2015.

Al observar uredosporas de la roya *Puccinia sorghi* se encontró un picnidio, donde se midió y obtuvo una longitud de 21.5μ con un diámetro de 19.35μ como se puede observar en la (Fig. 10). Así mismo se realizó la medición de longitud y diámetro de

conidios en donde se obtuvo una media de 1.31μ en el caso de longitud y en el diámetro la media fue de 0.33μ como se muestra en la (Fig.11). Tal como lo indica (Calpouzos, 1957).

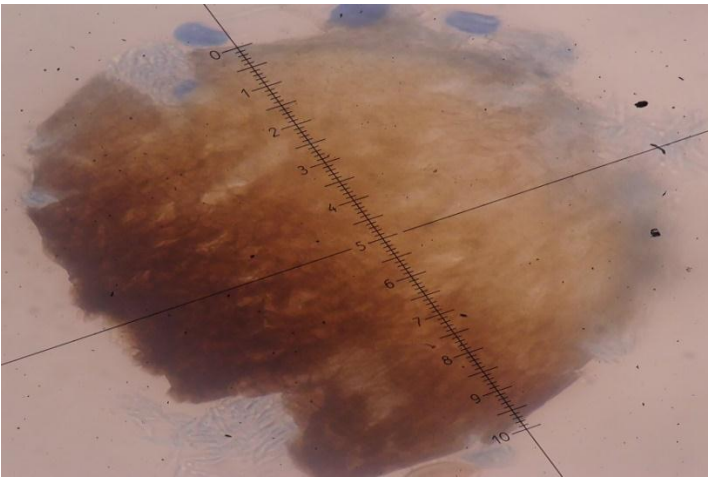


Figura 10. Observación y medición de Picnidio Dpto. Parasitología, UAAAN 2015.



Figura 11. Observación y medición de conidios Dpto. Parasitología, UAAAN 2015.

En la figura (12)., podemos observar que los sitios de muestro demuestran valores muy similares entre sí. Es decir la enfermedad se manifiesta en la misma magnitud que los demás sitios de muestreo.

De acuerdo a los datos de la severidad de la enfermedad de la roya del maíz no se obtuvo diferencia significativa esto se debe a los factores ya que al realizar el muestreo como podemos observar en la gráfica que en las líneas 3 y 4 se observó con un 45.62% y 50.93 respectivamente, esto pudo ser porque a lado de la parcela evaluada se encontraba con otra parcela junto con malezas, pudo ser la causa de que ahí comenzó la enfermedad, También por los diferentes factores ambientales ya que en las líneas 1 y 2 la severidad fue del 31.56 y 32.5% respectivamente no se observa diferencia y estadísticamente no hubo diferencia. De igual manera depende de donde se encuentre situado el terreno ya que estaba rodeado de maleza, así también esta enfermedad es dispersada rápidamente por el viento entre otras cosas a las parcelas vecinas causando mayor incidencia y severidad en la planta.

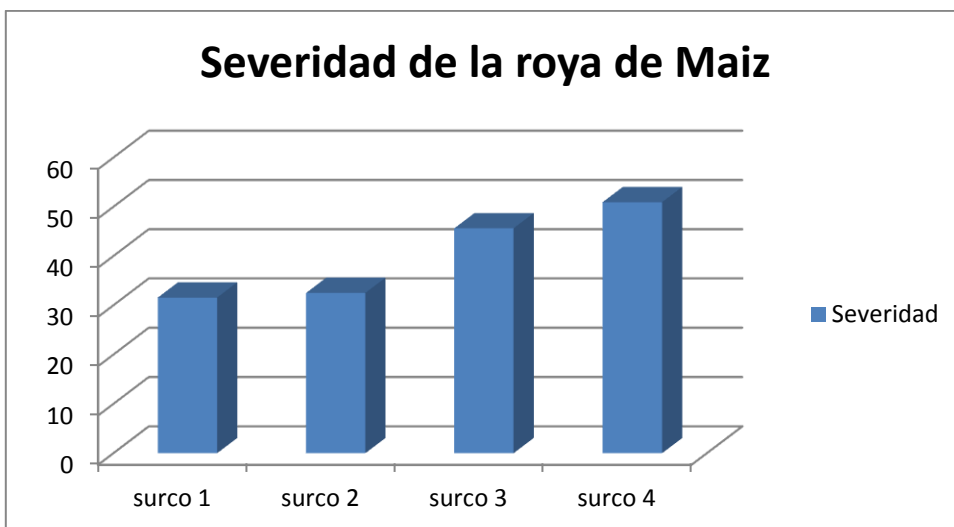


Figura 12. Medias de severidad de la roya del maíz *Puccinia sorghi* Dpto. Parasitología, UAAAN 2015.

En el caso de severidad se obtuvo un daño alto esto fue por la causa a varios factores como la ubicación del terreno, también por el desarrollo y dispersión de la enfermedad, condiciones favorables de la misma.

CONCLUSIONES

De acuerdo con las características observadas en uredosporas y teliosporas de longitud y diámetro se corrobora con la literatura que es *Puccinia sorghi*.

La severidad fue de un 40.15% que el promedio de la escala es del 2.49.

La roya del maíz presentó una incidencia del 100%.

BIBLIOGRAFIA

Andrade, F.H.; A. Cirilo; S. Uhart y M.E.Otegui. (1996): Ecofisiología del cultivo de maíz. La barrosa (ed). Dekalbpress. INTA, FCA UNMP.

Bandon Agrícola., febrero 2013 Maíz, Hongos.
<http://agronomosdelpele.blogspot.mx/2013/02/mancha-de-asfalto.html>

Benhamou, N., y Chet, I. 1997. Mecanismos celulares y moleculares implicados en la intersección entre *Trichoderma harzianum* y *Pythium ultimum* . Appl. Environ. Microbiol. 63:2095-2099.

Calpouzoz L., TIES T., Rivera Batille CM 1957. Cultura del parásito óxido, *Darluca filum*. Fitopatología 47: 108 109.

Carmona M.; Quiroga M.; Díaz C.; Fernández P. 2008 a. Gradiente de la roya común de maíz (*Puccinia sorghi*): Su utilidad para estimar daños y obtener el umbral de daño económico. Libro de resúmenes, Primer Congreso Argentino de Fitopatología, p. 162.

Couretot.L., Ferraris G., Mousegne F. y H. Russian 2008. Control químico de roya común del maíz (*Puccinia sorghi*). HM-25. Resúmenes 1er° Congreso Argentino de Fitopatología. 28-30 mayo. Córdoba, Argentina.

Couretot,L ,G Ferraris .2007 Control químico de roya común del maíz (*Puccinia Sorghi*).

Cummins G, B. Gallegos H, M. 1979. Descripción de uredinales (royas) de México en las compuestas. Pp (72).

Diaz C.; Heredia A.; Franco F.; Aguay sol C. 2007. Enfermedades de maíz: prospección y epidemiología. Proyecto MAIZAR. Maíz norte argentino, red de ensayos 2006/2007.

Fristcher, M. 1999. "El maíz en México, auge y crisis en los noventa" en Cuadernos Agrarios, nueva época, núm. 17-18.

Gerhardson, B. (2002), "Biological substitutes for pesticides", Trends in Biotechnol., 20, 338-342.

González M. 2005a. Roya común del maíz: altos niveles de severidad en la zona maicera núcleo (campaña 04/05). Rev. Agromensajes N°15. FCA-UNR. <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/15/2AM15.htm>. [Verificación: octubre 2008]

González M. 2005b. Roya del maíz en Argentina. Últimos Avances. Conferencias. VIII Congreso Nacional de Maíz. p. 451. 16-18 de noviembre, Rosario-Santa Fe.

González M. 2006. Roya del Maíz en Argentina. Últimos avances. Para mejorar la producción INTA EEA Oliveros 32: 114-115.

Kim, S.K. & Brewbaker, J.L. 1977. Inheritance of general resistance in maize to *Puccinia sorghi* Schwein. Crop Sci., 17: 456-461.

Kranz, J., and Brandenburger, W. 1981. An amended host list of the rust parasite *Eudaruca caricis*. Z. Pflanzenkrankh. Pflanzenschutz 88:682-702.

Lindquist J.C. 1982. Royas de la República Argentina y Zonas Limítrofes. INTA, Col. Cient. Tomo XX, p.574.

Menéndez Valderrey, Juan Luis. “*Sphaerellopsis filum* (Biv.) B Sutton” Asturnatura.com [en línea] Num. 325, 20/06/2011 [consultado él; 3/3/2015], Disponible en <http://WWW.asturnatura.com/especie /Sphaerellopsis-filum.html> ISSN 1887-5068.

Pérez, M. (2001). “Habrà pérdida de 30 mil empleos si no se produce maíz amarillo en México” en La Jornada, sección política, 18 de octubre, p. 26.

Saxena, K.M.S.& Hooker, A.L.1974. A study on the structure of gene RP3 for rust resistance in *Zea mays*. can. J. Genet. Cytol., 16:857.860.

Scott, G.E., Rey, S. B. Y Blindados, JW, Jr. 1984. La herencia de la resistencia a la roya del maíz del sur en poblaciones de maíz. Crop Sci., 24: 265-267.

Sillón, M. 2008. Producción de Maíz. Capítulo 6: Enfermedades del cultivo de maíz. CREA (Consortio Regional de Experimentación Agrícola); Editor: Satorre, Emilio. Página/s: 163. ISBN: 978 - 987 - 1513 - 00 - 0. Hospedero: Maíz - Referencia: 180.

Smith, D. R. Y D. G. White. 1988. Discacs of como p. 687-766. En: G. F. Spraguc, and J. W. Dudlcy (cds). Coro and corn improvcmnt. ASA, CSSA, SSSA Madison, WI!. 3rd. Ed. 986 p.

Wellman, F.L. 1972. Tropical enfermedades de las plantas de América (problemas fitopatología neotropicales). NJ, EE.UU., The Scarecrow Press.

Wise, K. 2011. Las enfermedades del maíz – maíz del norte tizón de la hoja. Purdue Extensión Publicación BP-84-W. Universidad de Purdue, West Lafayette, Indiana.

Wise, K. 2014. Eficacia fungicida para el control de las enfermedades del maíz. Purdue Extensión Publication BP-160-W. Universidad de Purdue, West Lafayette, Indiana.

APENDICE

Cuadro 4. Datos de campo de la roya común del maíz (*Puccinia sorghi*).

Muestras (Surco 1)	Escala de severidad (0-4)	Severidad (%)
1	2	30
2	4	60
3	1	10
4	3	40
5	3	30
6	2	20
7	2	20
8	1	10
9	3	50
10	1	10
11	3	50
12	4	80
13	3	40
14	1	20
15	2	15
16	2	20
	Media 2.31	Media 31.56
Muestras Surco 2		
1	1	10
2	2	20
3	4	70
4	1	10
5	3	40
6	1	15
7	3	70
8	1	20
9	1	20
10	2	30
11	1	15
12	3	40
13	2	30
14	4	70
15	3	40
16	1	20
	Media 2.06	Media 32.5

Muestras (Surco 3)		
1	1	20
2	2	30
3	2	40
4	2	30
5	4	70
6	3	40
7	2	30
8	4	80
9	2	30
10	1	10
11	2	30
12	3	50
13	4	80
14	3	50
15	4	90
16	3	50
	Media 2.62	Media 45.62
Muestras (Surco 4)		
1	3	50
2	3	50
3	2	40
4	3	30
5	3	50
6	2	20
7	3	40
8	3	30
9	1	15
10	4	80
11	4	80
12	2	20
13	4	80
14	3	60
15	4	90
16	4	80
	Media 3.0	Media 50.93

Promedio general de escala 2.49. y corresponde a un 40.15 % de severidad.

Cuadro 5. Medición de longitud y diámetro de uredosporas de la roya común del maíz (*Puccinia sorghi*).

N°	Largo μ	Ancho μ
1	2.36	2.15
2	2.15	1.93
3	2.15	1.72
4	2.36	1.50
5	2.79	1.50
6	2.79	1.72
7	2.58	1.93
8	2.58	2.36
9	2.58	1.72
10	2.36	1.93
11	2.36	1.72
12	2.58	2.15
13	2.36	2.15
14	2.58	1.93
15	2.79	1.72
16	2.58	2.15
17	2.36	1.93
18	1.93	1.72
19	2.36	2.36
20	2.36	1.93
21	2.58	1.93
22	2.36	1.93
23	2.36	1.72
24	2.58	2.58
25	3.22	2.36
26	2.58	2.36
27	2.36	2.15
28	3.22	2.58
29	2.79	2.36
30	2.79	2.36

31	2.36	2.36
32	2.36	2.15
33	2.79	2.36
34	2.79	2.15
35	3.22	2.36
36	2.15	1.93
37	2.58	1.93
38	2.79	2.58
39	2.79	2.58
40	3.22	2.36
41	2.79	2.58
42	2.58	2.15
43	2.36	1.93
44	3.22	2.79
45	3.01	2.36
46	2.79	2.58
47	2.58	2.36
48	2.79	2.36
49	2.58	2.15
50	2.36	2.15
	Media 2.58	Media 2.13

Cuadro 6. Medición de longitud y diámetro de teliosporas de la roya común del maíz (*Puccinia sorghi*).

N°	Largo μ	Ancho μ
1	2.36	2.15
2	2.79	1.29
3	2.58	1.07
4	2.79	1.72
5	2.58	1.07
6	2.79	1.72
7	3.01	1.93
8	2.36	1.72
9	3.22	2.15
10	2.79	1.50
11	3.01	1.29
12	2.36	1.50
13	2.79	0.86
14	2.58	0.86
15	3.01	1.50
16	3.22	1.93
17	2.79	1.50
18	2.36	1.72
19	2.58	1.50
20	2.36	1.29
21	2.79	1.50
22	2.58	1.72
23	3.01	1.72
24	2.58	1.49
25	3.22	1.72
26	2.58	1.49
27	2.79	1.49
28	2.36	1.72
29	2.58	1.29
30	3.01	1.29

31	2.79	1.50
32	2.79	1.72
33	2.36	1.29
34	2.58	1.72
35	2.58	1.29
36	2.36	1.29
37	2.36	1.07
38	2.79	1.29
39	2.36	1.29
40	2.58	1.50
41	2.79	1.29
42	2.58	1.07
43	2.36	1.29
44	2.36	1.50
45	2.58	1.50
46	2.58	1.29
47	2.36	1.50
48	2.36	1.07
49	2.79	1.29
50	2.58	1.29
	Media 2.71	Media 1.45

Cuadro 7. Medición de Picnidio

N°	Largo μ	Ancho μ
1	21.5	19.35

Cuadro 8. Medición de Conidios

N°	Largo μ	Ancho μ
1	1.3	0.3
2	1.4	0.4
3	1.2	0.3
4	1.3	0.3
5	1.4	0.3
6	1.6	0.4
7	1.1	0.3
8	1.2	0.4
9	1	0.2
10	1.6	0.4
	Media 1.31	Media 0.33

Procedimiento ANOVA

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F -Valor	Pr > F
Repetición	15	6698.437500	446.562500	0.85	0.6202
Tratamiento	3	4457.812500	1485.937500	2.83	0.0491
Error	45	23642.18750	525.38194		
Total	63	34798.43750			

Correcto

Variable dependiente: Severidad de la enfermedad

Coef Var 57.08006

No existe diferencia significativa de acuerdo a la prueba de tukey

Medias de la roya del maíz *P. sorghi*

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	tratamiento
A	50.938	4
A	45.625	3
A	32.500	2
A	31.563	1

Procedimiento FREQ severidad de la enfermedad

Estadísticos de sumarización para tratamiento por numb

Estadísticos de Cochran-Mantel-Haenszel (Basado en puntuaciones de rango)

Estadístico	Hipótesis alternativa	DF	Valor	Probabilidad
1	Correlación non Zero	1	4.9164	0.0266
2	Diferencia de puntuaciones			
	De la media de la fila	3	6.9542	0.0734

No existe diferencia significativa al nivel de significancia de $P > 0.05$ de acuerdo a la prueba de Kruskal-Wallis.