

La Fitopatología en la Región Semiárida de Tamaulipas, México: Reseña Histórica

Arturo Díaz-Franco y Noé Montes-García, INIFAP, Campo Experimental Río Bravo, Apdo. Postal 172, km 61 Carr. Matamoros-Reynosa, Río Bravo, Tamaulipas, México CP 88900. Correspondencia: diaz.arturo@inifap.gob.mx

(Recibido: Enero 24, 2008 Aceptado: Abril 4, 2008)

Díaz-Franco, A. y Montes-García, N. 2008. La fitopatología en la región semiárida de Tamaulipas, México: Reseña histórica. Revista Mexicana de Fitopatología 26:62-70.

Resumen. Históricamente las enfermedades y su dinámica han sido limitantes de la productividad agrícola en Tamaulipas, y el Campo Experimental Río Bravo (CERIB), desde hace 44 años, ha tenido destacadas aportaciones a la patología vegetal de la región. Las investigaciones han contribuido al conocimiento sobre el manejo de la pudrición carbonosa (*Macrophomina phaseolina*) en sorgo, maíz y frijol, y mildiú veloso (*Peronosclerospora sorghi*) de sorgo y maíz. En sorgo se destacan las aportaciones sobre carbón de la panoja (*Sporisorium reilianum*) y cornezuelo (*Claviceps africana*); el control de aflatoxinas (*Aspergillus flavus*) en maíz; el manejo de las enfermedades foliares del trigo (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*, *Helminthosporium* sp. y *Alternaria triticina*); pasto buffel (*Claviceps fusiformis*, *Cercospora* sp. y *Pyricularia grisea*); garbanzo (*Uromyces ciceris-arietini*); y girasol (*Erysiphe cichoracearum* y *Alternaria helianthi*), entre otras. Dentro de la prospectiva fitopatológica del CERIB destaca: a) continuar las investigaciones en enfermedades actuales, así como de otras amenazantes; b) el biocontrol de fitopatógenos como práctica agronómica; c) metodologías biotecnológicas para la identificación de patógenos; y d) la atención fitopatológica a nuevos cultivos con potencial para diversificar la agricultura regional. El manejo de las enfermedades deberá considerar el impacto agroecológico y con el criterio de una producción agrícola sostenible.

Palabras clave adicionales: Investigación en enfermedades, sorgo, maíz, buffel, trigo, frijol, girasol, garbanzo, hortalizas.

Abstract. Historically, diseases and their dynamics have been limiting factors for agriculture productivity in Tamaulipas. Since 44 years ago, the Rio Bravo Experimental Station (CERIB) has made outstanding contributions to plant pathology in the region, like contribution to the knowledge on management of charcoal rot (*Macrophomina phaseolina*) in sorghum, corn, and beans; and downy mildew (*Peronosclerospora sorghi*) of sorghum and corn. In sorghum, important contributions have been made on head smut (*Sporisorium reilianum*) and ergot (*Claviceps*

africana); and aflatoxins control (*Aspergillus flavus*) in corn. Also on management of foliar diseases of wheat (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*, *Helminthosporium* sp., and *Alternaria triticina*), buffelgrass (*Claviceps fusiformis*, *Cercospora* sp. and *Pyricularia grisea*), chickpea (*Uromyces ciceris-arietini*) and sunflower (*Erysiphe cichoracearum* and *Alternaria helianthi*), among others. The phytopathological prospectives of CERIB include: a) to continue research on current and new threatening diseases; b) biocontrol of pathogens as an agronomic practice; c) the use of biotechnology techniques for pathogen identification; and d) phytopathological attention to new crops with potential for diversification of the regional agriculture. Disease management practices will need to consider the agroecological impact along with the criteria of sustainable agriculture production.

Additional keywords: Research on diseases, sorghum, corn, buffelgrass, wheat, beans, sunflower, chickpea, vegetables.

INTRODUCCIÓN

El norte de Tamaulipas, México, se caracteriza por ser una gran planicie semiárida con temperatura y precipitación promedio anual de 23°C y 635 mm, respectivamente (Silva-Serna y Hess-Martínez, 2001), donde la agricultura se practica en casi un millón de hectáreas, 70% en temporal y 30% en riego con el sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] como cultivo principal, la región se posiciona en una de las de mayor importancia en la producción de granos en México (Williams-Alanís *et al.*, 2006). Los primeros registros indicaron la existencia de actividades agrícolas desde 1889 (Morales-Peña *et al.*, 1980). En 1909, la hacienda “La Sauteña”, que se extendía por todo el norte del estado, contaba con una Estación Experimental, principalmente para el estudio del algodón (*Gossypium hirsutum* L.), además de un observatorio meteorológico y también editaba un boletín sobre información agropecuaria. Sin embargo, las actividades se interrumpieron como consecuencia de la Revolución Mexicana (Menéndez-Báez, 1982). Con los trabajos de infraestructura hidráulica creció significativamente la región al construirse las presas Marte R. Gómez en 1944 y Falcón en 1953. En la década de 1940 a 1950, la superficie de algodón fluctuó de 133,000 a 425,000 ha, época conocida como de “oro blanco” y que marcó

la pauta para el desarrollo económico regional. No obstante, su manejo como monocultivo originó problemas fitosanitarios y de mercado, que a partir de la década de los sesentas motivó un cambio radical de cultivo al sembrarse de manera importante sorgo y maíz (*Zea mays L.*) (Medina-Aguirre, 1966; Morales-Peña *et al.*, 1980). En 1956 se fundó el Campo Experimental Río Bravo (CERIB) como una institución de investigación de ámbito regional para apoyar las demandas de los productores agropecuarios. En cuatro décadas (1964-2004), el sorgo ha tenido un dramático incremento en la superficie de siembra, de menos de 4,000 a 700,000 ha anuales, convirtiéndose esta área en la mayor región productora en México, que equivale al 32% de la producción total nacional (Williams-Alanís *et al.*, 2006). En maíz las primeras estadísticas datan de 1955, cuando se cosecharon más de 8,000 ha, mientras que la cifra histórica regional de superficie y producción fue en 1993-1994 con 236,000 ha y arriba de un millón de toneladas. Ocho años posteriores y consecutivos de sequía redujeron en más de 90% la superficie sembrada. A partir de la normalización de las lluvias (2003), la superficie se acrecentó a más de 100,000 ha (Reyes-Méndez y Cantú-Almaguer, 2006). Dentro de las leguminosas ha destacado el frijol (*Phaseolus vulgaris L.*), que aunque se ha cultivado para autoconsumo o comercialización en pequeñas superficies, a principios de la década de los ochentas y con apoyos gubernamentales, alcanzó una superficie cercana a 100,000 ha (Díaz-Franco y Reyes-Méndez, 1993). Durante los últimos 30 años las praderas con buffel (*Cenchrus ciliaris L.*) han tenido una creciente importancia dentro de las actividades pecuarias y como un cultivo viable considerado en el Programa de Reconversión Productiva Regional, donde actualmente cubre una superficie de 300,000 ha (Díaz-Franco *et al.*, 2006). El CERIB ha hecho esfuerzos para diversificar la agricultura regional, particularmente en cultivos extensivos como girasol (*Helianthus annuus L.*), trigo (*Triticum aestivum L.*) y garbanzo (*Cicer arietinum L.*), no obstante que las siembras comerciales han sido erráticas a través de los años. La horticultura es una actividad tradicional donde se han sembrado más de 15 especies diferentes (Díaz-Franco y Leal-de la Luz, 1992). Sin embargo, la okra [*Abelmoschus esculentus (L.) Moench.*], hortaliza de exportación introducida a finales de la década de los sesentas, ocupa actualmente la mayor superficie cultivada en México (hasta 6,000 mil ha) y más del 80% de la producción nacional. La calabacita (*Cucurbita pepo L.*) y el chícharo de vaca (*Vigna unguiculata L.*), tuvieron impacto socioeconómico por su exportación entre finales y principios de los ochentas y noventas, respectivamente, en ambas hortalizas la explotación alcanzó 4,000 ha (Díaz-Franco y Alvarado-Carrillo, 2006). Ante el escenario descrito, las enfermedades en los cultivos han sido factores limitativos determinantes de la productividad agrícola y el CERIB ha aportado destacadas contribuciones en el conocimiento del manejo de las enfermedades, con impacto también en regiones dentro y fuera del país, con similar problemática fitopatológica. A continuación se describen las principales enfermedades,

su dinámica y las actividades de investigación en los cultivos de importancia del norte de Tamaulipas, México.

Gramíneas: Sorgo. La introducción de materiales extranjeros durante la década de los sesentas y setentas, aunado a las condiciones climáticas favorables, propició que en los ochentas se manifestara el carbón de la panoja [*Sporisorium reilianum* (Kühn) Langdon y Fullerton], cuyas teliosporas germinan en el suelo, infectan las plántulas durante la emergencia y se desarrollan en forma sistémica. Las nuevas teliosporas sobreviven durante períodos prolongados y son las causantes de nuevas infecciones (Aguirre-Rodríguez, 1993; Frederiksen, 1978). A la fecha se han identificado cuatro razas fisiológicas de este hongo. Desde los inicios, los objetivos se enfocaron a la obtención de resistencia genética. A la fecha se han liberado materiales tolerantes a esta enfermedad, entre los que destacan el RB 3030, RB 4000 y la línea LRB-63 como resistente a las cuatro razas (Williams-Alanís *et al.*, 1990). Por otra parte, las líneas de sorgo con tipo de citoplasma A₁ son menos susceptibles a esta enfermedad (Pecina-Quintero *et al.*, 2004), por lo que es recomendable su utilización para la producción de híbridos tolerantes o resistentes a la misma. En la década de los setentas, la aparición del mildiú veloso [*Peronosclerospora sorghi* (Weston y Uppal) C.G. Shaw] originó que la investigación se enfocara a la obtención de materiales con tolerancia a la enfermedad. Las oosporas de este hongo germinan en el suelo e invaden las raíces de las plántulas; el hongo prolifera sistémicamente e induce clorosis de las hojas de donde conidios inician ciclos de infecciones secundarias. Una vez que *P. sorghi* se establece en las plantas, es difícil su control a menos que se realicen cambios en el patrón de cultivo, se utilicen materiales tolerantes, o se apliquen fungicidas (Bonde, 1982; Frederiksen, 1980). La mayor incidencia de mildiú veloso en el norte de Tamaulipas se ha registrado en siembras de marzo (Girón-Calderón, R., comunicación personal; Herrera-Yolimea y Betancourt-Vallejo, 1981). La generación de híbridos comerciales de sorgo resistentes a mildiú veloso (Aguirre-Rodríguez, 1993), así como la generalización de las siembras tempranas (diciembre-enero), hicieron que la enfermedad se abatiera drásticamente en la región. La aparición de la pudrición carbonosa del sorgo causada por *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid., a inicios de los ochenta, marcó un giro en relación a las líneas de investigación. La enfermedad tuvo su mayor expresión durante el período de 1984 a 1994, cuando la producción de sorgo disminuyó en más del 30% en algunos ciclos agrícolas (Aguirre-Rodríguez, 1993). Esta situación fue provocada también por la utilización de altas densidades de población en áreas de temporal (Montes-García y Rodríguez-Herrera, 1994). En temporal, la fertilización nitrogenada (60 kg ha⁻¹) resultó eficiente cuando se aplicó en presiembra o siembra, ya que disminuyó la incidencia y severidad de la enfermedad e incrementó el rendimiento de grano (Díaz-Franco *et al.*, 1989). Otras investigaciones se encaminaron a la búsqueda de resistencia, la cual involucró la utilización de técnicas de

inoculación como la del palillo. Estos estudios aportaron la identificación de materiales comerciales (Montes-García *et al.*, 1987) y experimentales tolerantes o resistentes a la enfermedad (Rodríguez-Herrera *et al.*, 1987; Williams-Alanís *et al.*, 1987; 2004). También se estudió la herencia genética de la resistencia a *M. phaseolina* (Pecina-Quintero *et al.*, 1999b), además de caracterizar molecularmente al hongo, cuya virulencia es afectada por elementos endógenos de RNA de doble cadena (Pecina-Quintero *et al.*, 1999a; Vandermark *et al.*, 1999). En la década de los noventas se implementó un paquete tecnológico que incluyó bajas densidades de siembra (Montes-García y Rodríguez-Herrera, 1994), materiales tolerantes y siembras tempranas, lo que originó que la enfermedad se redujera sustancialmente. El cornezuelo del sorgo causado por *Claviceps africana* Frederickson, Mantle y de Milliano, se observó por primera vez en México (norte de Tamaulipas) durante el ciclo 1996-1997 con fuertes pérdidas económicas (Aguirre-Rodríguez *et al.*, 1997; Torres-Montalvo y Montes-García, 1997), en plantas que estuvieron expuestas a condiciones frías durante la etapa reproductiva, originando la esterilidad del polen (Montes-García *et al.*, 2003d) y propiciando que las plantas de híbridos se comportaran similarmente a las líneas hembra (Montes-García *et al.*, 2005a) utilizadas en los lotes de producción de semilla. Además, esta enfermedad originó que se estableciera una nueva Norma Mexicana en la cual se definieron criterios cuarentenarios en áreas con esta problemática (Odvody *et al.*, 2003a). Las primeras informaciones técnicas en México sobre el conocimiento del cornezuelo se publicaron en 1998 y 1999 (Alderman *et al.*, 1999; Frederickson *et al.*, 1999; Williams-Alanís *et al.*, 1998). Posteriormente se elaboró un primer modelo de predicción del cornezuelo en la zona (Montes-García *et al.*, 2002), el cual define la relación entre el patógeno y las variables de clima como la temperatura y la humedad relativa (Montes-García *et al.*, 2003b). El uso de fungicidas para el control del cornezuelo es una herramienta viable para prevenir la enfermedad y se justifica sólo para lotes de producción de semilla (Montes-García *et al.*, 2003c). El hongo produce esclerocios y esfacelios, la presencia de esclerocios en Río Bravo, Tamaulipas y en Celaya, Guanajuato (Odvody *et al.*, 2003b), originó incertidumbre sobre la función que estas estructuras pudieran tener en la diseminación de la enfermedad. La presencia de conidios en la mielecilla contenida en los esfacelios representa un alto riesgo debido a que pueden permanecer viables hasta por más de seis meses en condiciones de almacenamiento a bajas temperaturas (Montes-García *et al.*, 2003a), mientras que en campo, los conidios de *C. africana* se mantienen viables hasta por un año, lo que representa un riesgo para las siembras de los subsiguientes ciclos agrícolas, sin importar su reproducción en otros cultivos hospederos de la enfermedad, tales como el zacate Johnson [*Sorghum halepense* (L.) Pers.] (Prom *et al.*, 2005b). De acuerdo a pruebas de DNA, la cepa presente en el noreste de México es similar a la de Texas, mientras que la de Celaya, Guanajuato, es similar a la de Jalisco. Por otra parte, la

cepa observada en Sinaloa difiere de las dos anteriores (Pecina-Quintero *et al.*, 2007). Las investigaciones tendientes a la evaluación de genotipos utilizando diversas técnicas de inoculación (Prom *et al.*, 2005a) han demostrado que no existe resistencia genética, con lo que aunado a las condiciones ambientales, es alto el riesgo de que la enfermedad aparezca en cualquier período del año. Maíz. Los primeros estudios sobre el mildiú veloso del maíz (*P. sorghi*) se iniciaron en la década de los sesentas, los cuales indicaron mayor incidencia en marzo (Medina-Aguirre, 1968). La investigación formal enfocada a la búsqueda de resistencia genética se inició en la década de los setentas (Girón-Calderón, R., comunicación personal; Mejía-Andrade, H. comunicación personal). Posteriormente, se desarrolló una técnica de inoculación en campo usando conidios del hongo mediante la formación de franjas de sorgo forrajero susceptible como hospedante dispersor, misma que resultó ser eficiente para la selección de materiales resistentes (Girón-Calderón, 1978). La prevalencia del mildiú veloso se abatió significativamente en la región como resultado del uso de una nueva generación de cultivares de maíz resistentes a la enfermedad (Girón-Calderón, 1985a; 1993; 1994) y mediante el adelanto de la fecha de siembra. En la década de los ochentas, la pudrición carbonosa (*M. phaseolina*) sobresalió como una de las principales enfermedades del maíz (Girón-Calderón, 1985b). Se realizaron estudios de campo para evaluar la reacción de materiales experimentales y comerciales de maíz a esta enfermedad (Girón-Calderón, 1988b; 1992a; 1992b; Rodríguez-Castillo y Díaz-Franco, 1989). La inoculación del tallo con palillo demostró ser ineficiente ya que sus resultados fueron semejantes a los de una infección natural (Girón-Calderón, 1988a). También se observó que la incidencia fue correlacionada positivamente con el número de entrenudos infectados (Rodríguez-Castillo y Díaz-Franco, 1989). Por otro lado, la labranza cero disminuyó en 43% la incidencia de la enfermedad comparada con la labranza tradicional. También se concluyó que la inoculación del hongo micorrízico arbuscular *Glomus intraradices* (Schenck y Smith) no mostró influencia (biocontrol) sobre la manifestación del patógeno (Díaz-Franco *et al.*, 2007). No obstante los esfuerzos realizados en la búsqueda de genotipos de maíz con tolerancia o resistencia al patógeno, así como de otras opciones para el manejo de la enfermedad, es necesaria mayor información en esa línea de investigación. El principal problema fitopatológico del maíz al finalizar la década de los ochentas y principios de los noventas, fue la contaminación del grano por diversas toxinas producidas por hongos de campo y almacén, dentro de las cuales sobresalen las aflatoxinas inducidas por *Aspergillus flavus* Link:Fr. Estudios sobre diferentes factores agronómicos, fitosanitarios y climáticos, determinaron que la fecha de siembra, los insectos de la mazorca, los riegos, la densidad de población y el genotipo, son variables asociadas con el grado de contaminación del grano (Rodríguez-del Bosque, 1996; 1998), y con ellas fue posible prevenir las aflatoxinas mediante un modelo de

predicción para la región noreste de México, el cual hace énfasis en un adecuado manejo agronómico del cultivo, con lo que se puede producir grano con niveles permisibles o inclusive ausencia de aflatoxinas (Rodríguez-del Bosque *et al.*, 1995). Trigo. El norte de Tamaulipas representa un sitio geoestratégico en México del flujo de esporas de la roya de la hoja de trigo causada por *Puccinia recondita* Rob. ex Desm. f. sp. *tritici* Erikss. y Henn (Maciel-Cano, 1981; Castillo-Treviño, 1993). A principios de la década de los noventas se presentaron por primera vez dos enfermedades foliares, la mancha de la hoja (*Helminthosporium* sp.) y el tizón de la hoja (*Alternaria triticina* Pras. y Prab.), este último de mayor importancia. Debido a la prevalencia de estas enfermedades en trigo, se iniciaron los trabajos de evaluación y selección de genotipos tolerantes (Castillo-Treviño, 1992; Rodríguez-Campos, 1994). El proceso de selección de los materiales de trigo culminó con la liberación de la variedad "Sauteña F-01", con tolerancia a la roya de la hoja, a la mancha por *Helminthosporium* y al tizón de la hoja (Sánchez-de la Cruz y Rodríguez-Campos, 2004). Con relación al tizón de la hoja, se demostró que la incidencia está influenciada por la fecha de siembra, la densidad de población y la variedad (Adame-Beltrán y Díaz-Franco, 1997). Además, es factible el control químico de la enfermedad, práctica que reduce la severidad y evita pérdidas de 30 a 40% en el rendimiento de grano (Díaz-Franco y Rodríguez-Campos, 1998). Buffel. Anterior a la década de los noventas se desconocían enfermedades asociadas con el pasto buffel (Hanselka, 1988). A partir de los noventas se identificaron dos enfermedades: el cornezuelo o ergot, *Claviceps fusiformis* Loveless (San Martín *et al.*, 1997), y la mancha por *Cercospora* sp.; para ambas enfermedades se lograron identificar genotipos tolerantes (Díaz-Franco *et al.*, 2006). El tizón foliar del pasto buffel [*Pyricularia grisea* (Cooke) Sacc.] se detectó por primera vez en la región en 2001. La variedad Común (T-4464), sembrada en más del 95% de la superficie regional (300,000 ha), es susceptible al patógeno (Díaz-Franco y Méndez-Rodríguez, 2004). Las pérdidas en la producción de biomasa son de 20-26%, mientras que para el contenido de proteína foliar son del 13%. Aunque el control químico es una práctica viable, se puede justificar solamente en parcelas de producción de semilla. Se conocen 11 pastos nativos como hospederos alternos del patógeno. Actualmente, genotipos introducidos de buffel con resistencia a *P. grisea* pueden ser utilizados para el establecimiento de nuevas praderas dentro del Programa de Reconversión Productiva en el semiárido Tamaulipeco y en otras regiones del noreste de México (Díaz-Franco *et al.*, 2006; Díaz-Franco y Méndez-Rodríguez, 2005).

Leguminosas: Frijol. Se han identificado al menos doce enfermedades del frijol (Díaz-Franco, 1985; 1993a; Girón-Calderón, R., comunicación personal), entre las que destaca la pudrición carbonosa (*M. phaseolina*), la cual se reportó por primera vez en México a inicio de la década de los ochentas (Díaz-Franco, 1984). Esta enfermedad se presenta en los dos ciclos agrícolas y en casos extremos ha provocado pérdida

total en las variedades locales (Díaz-Franco, 1984; 1985; 1992). Se demostró gran variabilidad fisiológica y patogénica de cepas de *M. phaseolina*, aisladas de una misma planta de frijol y de otros hospederos (Díaz-Franco y De la Fuente, 1987). Se identificó un método de inoculación como alternativa para la selección de genotipos de frijol, que consiste en utilizar semilla de sorgo inoculada en el suelo al 1% (Díaz-Franco y Rodríguez-Casso, 1987). Estudios de campo demostraron el bajo grado de efectividad de la acción de fungicidas en el control de la pudrición carbonosa en frijol (Díaz-Franco, 1989). Resultados sobre el manejo de riegos en frijol indicaron que la incidencia de la enfermedad fue inversamente proporcional a la humedad del suelo (Díaz-Franco y Cortinas-Escobar, 1988). La asociación de maíz y frijol intercalados en franjas, incrementó en 32% la sobrevivencia de plantas, comparado con el frijol solo o unicultivo. Al parecer los surcos intercalados de maíz actúan como "cortinas rompe-viento" que generan un microclima favorable y disminuyen la velocidad de viento con un posible efecto adverso para la dispersión de las picnidiosporas durante la infección secundaria (Díaz-Franco, 1991). Aún es necesaria la búsqueda de variedades de frijol con adaptación a las condiciones regionales y que presenten tolerancia a *M. phaseolina*. Garbanzo. En la región se han identificado la roya causada por *Uromyces ciceris-arietini* Jacz. in Boyer y Jacz., la cual se manifiesta con severidad en fechas de siembra tardías (después del 15 de diciembre) (Díaz-Franco y Ortegón-Morales, 1998a, b), y la rabia causada por un complejo al menos de cinco hongos patogénicos del suelo [*Rhizoctonia solani* Kühn; *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. f. sp. *pisi* (F.R. Jones) W.C. Snyder y H.N. Hans.; *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid.; *Sclerotium rolfsii* Sacc.; *Fusarium* sp.], es una enfermedad de alto riesgo para la producción (Díaz-Franco *et al.*, 1996; Díaz-Franco y Pérez-García, 1995). La aspersión de tebuconazol redujo la severidad de la roya, incrementó la altura de planta, los granos por planta, el rendimiento y el contenido de proteína del grano. La rabia se puede controlar de forma eficiente tratando la semilla con la mezcla de captan y carboxin, ya que incrementa la supervivencia final de las plantas y el rendimiento de grano. Por el contrario, cuando se hizo una aplicación combinada de tebuconazol foliar y el tratamiento de la semilla con captan-carboxin, existió un efecto de naturaleza antagónica que redujo el número de vainas, los gramos por planta y el rendimiento de grano (Díaz-Franco y Ortegón-Morales, 1998a,b; Díaz-Franco y Pérez-García, 1995). **Oleaginosas:** Girasol. En Tamaulipas se han identificado diez enfermedades en girasol, de las cuales, la cenicilla polvorienta (*Erysiphe cichoracearum* DC.), la mancha por *Alternaria* [*Alternaria helianthi* (Hansf.) Tubaki y Nishihara] y la mancha del tallo (*Diaporthe helianthi* M. Muntanola-Cvetkovic, M. Mihaljevic y M. Petrov) son las que han tenido el mayor impacto en la producción (Díaz-Franco, 1993b; Ortegón-Morales *et al.*, 1993). La cenicilla polvorienta se manifiesta después de la floración y la mayor severidad ocurre a 21-26°C y humedad relativa superior a 65%; las pérdidas en

el rendimiento de grano pueden ser de 15% (Díaz-Franco, 1980; 1983). Las pérdidas causadas por la mancha por *Alternaria* se estiman en 40-50% en el rendimiento y de 15 a 20% en el contenido de aceite en la semilla. El control químico representa una práctica efectiva tanto para la cenicilla polvorienta como para la mancha por *Alternaria* (Díaz-Franco, 1993b; Ortegón-Morales *et al.*, 1993). La mancha del tallo puede tener una alta incidencia cuando se presenta exceso de humedad en el suelo durante el período de floración; en esos casos puede afectar más de 50% de la población, así como causar pudrición completa del tallo. El peso y rendimiento de grano y el contenido de aceite se reducen cuando la mancha del tallo ocurre en cualquier etapa del desarrollo de la semilla, aunque los efectos son menos pronunciados conforme la aparición tardía de la enfermedad (Díaz-Franco y Ortegón-Morales, 1997).

Algodón. Los problemas fitopatológicos de mayor importancia que afectan al cultivo de algodón son la secadera temprana o ahogamiento (damping-off) [*Rhizoctonia solani* Kühn; *Fusarium* sp.; *Pythium* sp.; *Thielaviopsis basicola* (Berk. y Broome) Ferraris] y la pudrición texana [*Phymatotrichopsis omnivora* (Duggar) Hennebert]. Los daños por secadera temprana, causados por un complejo de hongos del suelo, se encuentran asociados a bajas temperaturas del suelo durante la emergencia de la planta, por lo que es conveniente evitar sembrar con temperatura del suelo menor de 18°C (Díaz-Franco, 2000). Estas temperaturas del suelo pueden presentarse inclusive hasta en la tercera semana de febrero. Se constató que la pudrición texana se manifiesta particularmente en condiciones de sequía y en suelos alcalinos (Girón-Calderón, R., comunicación personal), tal como lo señaló Lyda (1978).

Hortalizas: Okra. A fines de la década de los noventas se reportó por primera vez en México la presencia de la cenicilla polvorienta (*E. cichoracearum*) de la okra, principal hortaliza en la región. La enfermedad se presenta en la etapa reproductiva y solamente en años húmedos, debido a que la cosecha se hace en días alternos, el fruto no manifiesta daños. No existen prácticas para el control de la enfermedad, aunque productores con experiencia en el cultivo han utilizado la aspersión de azufre (Díaz-Franco, 1999). Calabacita. Estudios sobre la reacción de genotipos de calabacita a los daños de la hoja plateada, causados por la toxina de la mosca blanca *Bemisia argentifolii* Bellows y Perring, demostraron que en general los genotipos de fruto verde tienen mayor tolerancia y consecuentemente mejor producción, en comparación con los de fruto amarillo (Díaz-Franco, 1995). Es importante destacar que antes de la presencia de la hoja plateada, la siembra comercial de calabacita para exportación promedió alrededor de 1500 ha (Díaz-Franco y Leal-de la Luz, 1992). Posteriormente esta enfermedad provocó que la hortaliza desapareciera prácticamente de la agricultura regional ya que solamente se le permitió al productor local la exportación de fruto amarillo.

Prospectiva de la fitopatología en el semiárido tamaulipeco.

Existen otras enfermedades que deben ser investigadas, ya que están estrechamente relacionadas con factores que ponen en riesgo la salud humana y animal. La presencia de mohos del grano en sorgo y maíz causados por al menos 40 especies, han ocasionado que tanto el grano comercial como el que se utiliza como semilla en la siembra presente reducciones en su peso, viabilidad y germinación. Otro aspecto importante es el resurgimiento del mildiú veloso en sorgo en algunas áreas de Texas, EUA, durante los últimos años, por lo que es prioritario mantener el norte de Tamaulipas libre de esta enfermedad. El control biológico mediante el uso de microorganismos que inhiben el crecimiento y desarrollo de los patógenos es un área que empieza a cobrar importancia en la región, y que probablemente revolucionará los métodos de control de las enfermedades. El biocontrol de las enfermedades no solo tendría impacto favorable en los agroecosistemas, sino que también representaría un importante eslabón dentro de los sistemas de producción orgánica, que cada vez tiene mayor demanda. Por otra parte, las herramientas que brinda la biotecnología son de gran valor para reducir el tiempo y costos en la identificación de microorganismos causantes de enfermedades, por lo que en un futuro cercano será necesario intensificar el uso de esta herramienta. La tendencia actual es que la superficie sembrada con maíz se incremente, como consecuencia de la mayor disponibilidad de agua en las presas y al mayor interés por la siembra de maíces amarillos para la producción de alimentos balanceados y etanol, aunque éstos pueden mostrar mayor susceptibilidad a las enfermedades de la mazorca debido a las características del grano (Montes-García *et al.*, 2005b). Por lo anterior, es primordial la evaluación e identificación de los mejores híbridos que se adapten a las condiciones agroclimáticas del norte de Tamaulipas. Por otra parte, la liberación total de los mercados está en proceso, lo que ha obligado a la búsqueda de nuevas opciones de producción e industrialización durante los últimos años, lo cual se intensificará en el futuro cercano. Será importante identificar y priorizar las enfermedades potenciales de estos nuevos cultivos de alternativa. En los últimos años se ha iniciado en la región y en otras partes del país la siembra comercial de canola (*Brassica napus* L.). Esta producción obedece a una creciente demanda de su aceite por la industria. Dado el potencial que tiene este cultivo a futuro y la dependencia de semilla extranjera (Ortegón-Morales *et al.*, 2006), se inició una línea de investigación para la generación de materiales nacionales. Por lo anterior, la observancia de problemas fitopatológicos será de suma importancia.

Agradecimientos. A Rodolfo Girón-Calderón, Julio Aguirre-Rodríguez, Enrique Rodríguez-Campos, Víctor Pecina-Quintero, Javier Medina-Aguirre, Héctor Williams-Alanís, Hugo Mejía-Andrade, César Reyes-Méndez, Luis Rodríguez-del-Bosque, Rafael Maciel-Cano, Alfredo Rodríguez-Castillo, Enrique Adame-Beltrán, Rogelio Castillo-Treviño, Alfredo Ortegón-Morales, Ricardo Sánchez-de la Cruz, Heriberto

Torres-Montalvo y Alberto Betancourt-Vallejo, investigadores (y ex) del CERIB que han aportado valiosa información en el conocimiento de las enfermedades de los cultivos regionales.

LITERATURACITADA

- Adame-Beltrán, E. y Díaz-Franco, A. 1997. Tizón de la hoja (*Alternaria triticina*) y rendimiento de trigo asociados a variedad, densidad y fecha de siembra. Revista Mexicana de Fitopatología 15:31-36.
- Aguirre-Rodríguez, J. 1993. Sorgo. pp. 35-43. En: A. Díaz-Franco (ed.). Enfermedades Infecciosas de los Cultivos. Trillas. México, D.F. 288 p.
- Aguirre-Rodríguez, J., Williams-Alanís, H., Montes-García, N., and Cortinas-Escobar, H. 1997. First report of sorghum ergot caused by *Sphacelia sorghi* in Mexico. Plant Disease 81:657.
- Alderman, S., Frederickson, D.E., Milbrath, G., Montes-García, N., Narro-Sánchez, J. y Odvody, G.N. 1999. Guía de Laboratorio para la Identificación de *Claviceps purpurea* y *Claviceps africana* en Muestra de Semilla de Sorgo y de otros Cereales. Oregon Agriculture Department. 18 p. Disponible en <http://www.oda.state.or.us>. Fecha de consulta: noviembre 23, 2007.
- Bonde, M.R. 1982. Epidemiology of downy mildew of maize, sorghum and pearl millet. Tropical Pest Management 28:49-60.
- Castillo-Treviño, R. 1992. Enfermedades foliares causadas por *Alternaria* y *Helminthosporium* en genotipos de trigo en Río Bravo, Tamaulipas. Memorias XIV Congreso Nacional de Fitogenética. Tapachula, Chiapas, México. Resumen, p. 402.
- Castillo-Treviño, R. 1993. Trigo. pp. 44-48. En: A. Díaz-Franco (ed.). Enfermedades Infecciosas de los Cultivos. Trillas. México, D.F. 288 p.
- Díaz-Franco, A. 1980. Epidemiología de la cenicilla del girasol en el norte de Tamaulipas. pp. 335-343. En: Memorias VIII Congreso Nacional de Fitogenética. Uruapan, Michoacan, México. 538 p.
- Díaz-Franco, A. 1983. Efecto de la cenicilla del girasol en el norte de Tamaulipas. Revista Mexicana de Fitopatología 2:7-10.
- Díaz-Franco, A. 1984. *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid., agente causal de la pudrición carbonosa del frijol *Phaseolus vulgaris* L., en el norte de Tamaulipas. Agricultura Técnica en México 10:87-98.
- Díaz-Franco, A. 1985. Enfermedades del Frijol en el Norte de Tamaulipas. Folleto Técnico No. 3. Campo Experimental Río Bravo. INIFAP. Río Bravo, Tamaulipas, México. 27 p.
- Díaz-Franco, A. 1989. Aplicación de fungicidas al frijol contra *Macrophomina phaseolina*. Revista Mexicana de Fitopatología 7:211-214.
- Díaz-Franco, A. 1991. Búsqueda del control de la pudrición carbonosa en el frijol. Agricultura Técnica en México 17:55-77.
- Díaz-Franco, A. 1992. Evaluación de genotipos de frijol e influencia de la temperatura con relación a la pudrición carbonosa. Agricultura Técnica en México 18:3-10.
- Díaz-Franco, A. 1993a. Frijol. pp. 55-71. En: A. Díaz-Franco (ed.). Enfermedades Infecciosas de los Cultivos. Trillas. México, D.F. 288 p.
- Díaz-Franco, A. 1993b. Girasol. pp. 108-117. En: A. Díaz-Franco (ed.). Enfermedades Infecciosas de los Cultivos. Trillas. México. 288 p.
- Díaz-Franco, A. 1995. Producción de cultivares de calabacita asociada con hoja plateada. Revista Mexicana de Fitopatología 13:26-28.
- Díaz-Franco, A. 1999. Okra (*Abelmoschus esculentus*) powdery mildew in Mexico. Revista Mexicana de Fitopatología 17:44-45.
- Díaz-Franco, A. 2000. Enfermedades importantes del algodonero. pp. 28-33. En: Memoria Módulo Aspectos Técnicos del Cultivo del Algodonero. SAGAR, Instituto Tecnológico de Victoria. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. 97 p.
- Díaz-Franco, A. y Alvarado-Carrillo, M. 2006. Hortalizas. pp. 98-108. En: L. Rodríguez (ed.). Campo Experimental Río Bravo: 50 Años de Investigación Agropecuaria en el Norte de Tamaulipas. Libro Técnico No. 1. Campo Experimental Río Bravo. INIFAP. Río Bravo, Tamaulipas, México. 325 p.
- Díaz-Franco, A., and Cortinas-Escobar, H. 1988. Effect of irrigation regimes on susceptibility of bean to *Macrophomina phaseolina*. Journal Rio Grande Valley Horticulture Society 41:47-50.
- Díaz-Franco, A. y De la Fuente-Prieto, M. 1987. Desarrollo de cepas de *Macrophomina phaseolina* en medios de cultivo y su virulencia en el frijol. Agricultura Técnica en México 13:61-68.
- Díaz-Franco, A., Fregoso-Tirado, L. y Vázquez-Carrillo, G. 1989. Época de aplicación de nitrógeno en el sorgo y la susceptibilidad a *Macrophomina phaseolina*. Revista Mexicana de Fitopatología 7:170-172.
- Díaz-Franco, A., González-Garza, N. y Ortegón-Morales, A. 1996. Rabia del garbanzo: Hongos asociados y su efecto en la producción. Revista Mexicana de Fitopatología 14:51-54.
- Díaz-Franco, A., and Leal-de la Luz, F. 1992. Status of horticulture in northern Tamaulipas, Mexico. Subtropical Plant Science 45:58-59.
- Díaz-Franco, A. y Méndez-Rodríguez, A. 2004. Distribución e intensidad del tizón en pasto buffel (*Pyricularia grisea*). Memorias XXXI Congreso Nacional de Fitopatología y VI Congreso Internacional de Fitopatología. Veracruz, Veracruz, México. Resumen C-45.
- Díaz-Franco, A. y Méndez-Rodríguez, A. 2005. El tizón de la hoja (*Pyricularia grisea*) de buffel (*Cenchrus ciliaris*) en praderas y genotipos en el norte de Tamaulipas, México. Revista Mexicana de Fitopatología 23:220-225.
- Díaz-Franco, A., Méndez-Rodríguez, A. y Garza-Cedillo, R. 2006. El Tizón Foliar (*Pyricularia grisea*) del Pasto Buffel en el Norte de Tamaulipas. Folleto Técnico No. 38. Campo

- Experimental Río Bravo. INIFAP. Río Bravo, Tamaulipas, México. 31 p.
- Díaz-Franco, A., and Ortegón-Morales, A. 1997. Influence of sunflower stem canker on seed quality and yield during seed development. *Helia* 20:57-62.
- Díaz-Franco, A. y Ortegón-Morales, A. 1998a. Productividad del garbanzo mediante el tratamiento de tebuconazol foliar y captan-carboxin en la semilla. *Revista Mexicana de Fitopatología* 16:55-58.
- Díaz-Franco, A. y Ortegón-Morales, A. 1998b. Interacción del propiconazol foliar y captan-carboxin en la semilla sobre la roya, la rabia y el rendimiento de grano de garbanzo. *Revista Mexicana de Fitopatología* 16:84-89.
- Díaz-Franco, A. y Pérez-García, P. 1995. Control químico de la roya y la rabia del garbanzo y su influencia en el rendimiento de grano. *Revista Mexicana de Fitopatología* 13:123-125.
- Díaz-Franco, A. y Reyes-Méndez, C. 1993. Situación de los cultivos en el norte de Tamaulipas. pp. 280-290. En: Memorias IV Encuentro Internacional de Investigadores en Economía Agrícola. UAT. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. 408 p.
- Díaz-Franco, A. y Rodríguez-Campos, E. 1998. Combate químico del tizón de la hoja por *Alternaria* en trigo. *Revista Mexicana de Fitopatología* 16:90-92.
- Díaz-Franco, A. y Rodríguez-Casso, G. 1987. Evaluación de métodos de inoculación de *Macrophomina phaseolina* en frijol en invernadero. *Revista Mexicana de Fitopatología* 5:103-104.
- Díaz-Franco, A., Salinas-García, J. y Garza-Cano, I. 2007. Efecto de labranza y tipo de fertilización en maíz de temporal sobre el rendimiento e incidencia de pudrición carbonosa (*Macrophomina phaseolina*). Memorias XXXIV Congreso Nacional y XLVII Annual Meeting APS, Caribbean Division. Cancún, Quintana Roo, México. Resumen, p. 79.
- Frederiksen, R.A. 1978. Head smuts of maize and sorghum. Proc. 32nd. Annual Corn and Sorghum Research Conference. Chicago, IL., USA. 375 p.
- Frederiksen, R.A. 1980. Sorghum downy mildew, mildew in the United States overview and outlook. *Plant Disease* 64:903-908.
- Frederickson, D.E., Odvody, G.N. y Montes-García, N. 1999. El ergot del sorgo: diferenciación de los esfacelios y los esclerocios de *Claviceps africana* en la semilla. Servicio de Extensión Agrícola de Texas. Publicación L-5315S. College Station, Texas, EUA. 8 p.
- Girón-Calderón, R. 1978. Técnica de campo para la inoculación conidial del mildiú veloso (*Sclerospora sorghi*). pp. 49-52. En: Memorias VIII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Oaxtepec, Morelia, México. 117 p.
- Girón-Calderón, R. 1985a. Poblaciones de maíz resistentes al mildiú veloso, *Perenosclerospora sorghi*. Memorias XII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología y XXV Annual Meeting of the American Phytopathological Society Caribbean Division. Guanajuato, Guanajuato, México. p. 68.
- Girón-Calderón, R. 1985b. Enfermedades del maíz. pp. 55-67 En: J. Loera-Gallardo (ed.). Manual Fitosanitario Regional. Patronato para la Investigación, Fomento y Sanidad Vegetal, INIFAP, SARH. Matamoros, Tamaulipas, México. 180 p.
- Girón-Calderón, R. 1988a. Comparación de plantas de maíz inoculadas con palillo y sin inocular. Primera Reunión Científica, Forestal y Agropecuaria de Tamaulipas. CIRNE, INIFAP, SARH. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. 372 p.
- Girón-Calderón, R. 1988b. Evaluación de la pudrición negra del tallo en materiales comerciales y experimentales de maíz. Primera Reunión Científica, Forestal y Agropecuaria de Tamaulipas. CIRNE, INIFAP, SARH. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. 372 p.
- Girón-Calderón, R. 1992a. Diagnóstico fitosanitario de maíz en híbridos comerciales en la región norte de Tamaulipas. Segunda Reunión Científica, Forestal y Agropecuaria de Tamaulipas. CIRNE, INIFAP, SARH. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. 292 p.
- Girón-Calderón, R. 1992b. Evaluación de la pudrición negra del tallo en materiales comerciales y experimentales de maíz. Segunda Reunión Científica, Forestal y Agropecuaria de Tamaulipas. CIRNE, INIFAP, SARH. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. 292 p.
- Girón-Calderón, R. 1993. Maíz. pp. 19-34. En: A. Díaz-Franco (ed.). Enfermedades Infecciosas de los Cultivos. Trillas. México, D.F. 288 p.
- Girón-Calderón, R. 1994. Susceptibilidad de materiales comerciales y experimentales de maíz a cinco enfermedades. Tercera Reunión Científica, Forestal y Agropecuaria de Tamaulipas. CIRNE, INIFAP, SARH. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. 92 p.
- Hanselka, C.W. 1988. Buffelgrass-south Texas wonder grass. *Rengelands* 10:279-281.
- Herrera-Yolimea, A. y Betancourt-Vallejo, A. 1981. Fecha Óptima de Siembra de Sorgo. Folleto Técnico No. 1. Campo Experimental Río Bravo. INIA. Río Bravo, Tamaulipas, México. 16 p.
- Lyda, S.D. 1978. Ecology of *Phymatotrichum omnivorum*. *Annual Review Phytopathology* 16:193-209.
- Maciel-Cano, R. 1981. Estudios sobre la resistencia del trigo a la roya de la hoja causada por *Puccinia recondita*, en el Campo Agrícola Experimental de Río Bravo. Tesis de Licenciatura. Centro de Estudios Universitarios. Facultad de Agronomía. Monterrey, Nuevo León, México. 47 p.
- Medina-Aguirre, J. 1966. Sorgo para grano. Memoria de demostración agrícola 1966. Campo Agrícola Experimental Río Bravo, INIA. SAG. Circular CIANE 16. México. Resumen, pp. 10-13.
- Medina-Aguirre, J. 1968. Efectos de la fecha de siembra en el ataque de la enfermedad mildiú veloso causado por el hongo *Scleosphora macrospora* en maíz. *El Agricultor* 1:11.
- Menéndez-Báez, M. A. 1982. Diálogos de una Crónica (espíritu

- de Columbres). Municipio de Río Bravo. Río Bravo, Tamaulipas, México. 191 p.
- Montes-García, N., Isakeit, T., Odvody, G.N., Prom, L.K. y Rooney, W.L. 2005a. Presencia de ergot (*Claviceps africana*) en genotipos de sorgo evaluados en México y los EUA. Memorias XXXII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Chihuahua, Chihuahua, México. Resumen C-17.
- Montes-García, N., Isakeit, T., Prom, L.K., and Odvody, G.N. 2003a. Effects of storage time, temperature and age of sphacelia on viability of *Claviceps africana* conidia. Proceedings of APS, South Padre Island, Texas. www.apsnet.org/meetings/div/so03abs.aps. Fecha de consulta: noviembre 24, 2006.
- Montes-García, N., Odvody, G.N., and Silva-Serna, M. 2003d. Effect of cold degree units on incidence of *Claviceps africana* in sorghum hybrids. pp. 103-104. In: J.F. Leslie (ed.). Sorghum and Millets Diseases. Iowa State Press. Ames, IA, USA. 504 p.
- Montes-García, N., Odvody, G.N., Williams-Alanís, H., and Isakeit, T. 2002. Development of a sorghum ergot (*Claviceps africana*) prediction model for hybrids in northern Mexico. *Phytopathology* 92:S-57.
- Montes-García, N., Odvody, G.N., and Williams-Alanís, H. 2003c. Advances in *Claviceps africana* chemical control. pp. 105-110. In: J.F. Leslie (ed.). Sorghum and Millets Diseases. Iowa State Press. Ames, IA, USA. 504 p.
- Montes-García, N., Odvody, G.N., and Williams-Alanís, H. 2003b. Relationship between climatic variables and *Claviceps africana* incidence on sorghum hybrids. pp. 111-112. In: J.F. Leslie (ed.). Sorghum and Millets Diseases. Iowa State Press. Ames, IA, USA. 504 p.
- Montes-García, N., Reyes-Méndez, C. y Cantú-Almaguer, M. 2005b. Hongos asociados a la semilla de maíces blancos y amarillos en el norte de Tamaulipas. Memoria VIII Simposio Internacional y III Congreso Nacional de Agricultura Sostenible. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. Resumen, p. 141.
- Montes-García, N. y Rodríguez-Herrera, R. 1994. Densidad de Población para la Producción de Sorgo en Temporal. Campo Experimental Río Bravo, INIFAP. Desplegable No. 19. Río Bravo, Tamaulipas, México.
- Montes-García, N., Rodríguez-Herrera, R., Aguirre-Rodríguez, J., Williams-Alanís, H., and Torres-Montalvo, H. 1987. Charcoal rot incidence in commercial sorghum hybrids of the north-east part of Mexico. *Sorghum and Millets Newsletter* 37:94.
- Morales-Peña, A., Leal-de-la Luz, F., Villarreal-Molina, H. y Valero-Garza, J. 1980. Marco de referencia del área de influencia del Campo Agrícola Experimental Río Bravo. Campo Experimental Río Bravo, INIA. SARH. Río Bravo, Tamaulipas, México. 319 p.
- Odvody, G.N., Frederickson, D.E., Isakeit, T., Montes-García, N., Dahlberg, J.A., and Peterson, G.L. 2003a. Quarantine issues arising from contamination of seed with ergot: An update. Pages. pp. 123-127. In: J.F. Leslie (ed.). *Sorghum and Millets Diseases*. Iowa State Press. Ames, IA, USA. 504 p.
- Odvody, G.N., Montes-García, N., Frederickson, D.E., and Narro-Sánchez, J. 2003b. Detection of sclerotia of *Claviceps africana* in the western hemisphere. pp. 129-130. In: J.F. Leslie (ed.). *Sorghum and Millets Diseases*. Iowa State Press. Ames, IA, USA. 504 p.
- Ortegón-Morales, A., Díaz-Franco, A. y Ramírez-de León, A. 2006. Rendimiento y calidad de semilla de variedades e híbridos de canola en el norte de Tamaulipas, México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 29:181-186.
- Ortegón-Morales, A., Escobedo-Mendoza, A., Loera-Gallardo, J., Díaz-Franco, A. y Rosales-Robles, E. 1993. *El Girasol*. Trillas. México, D.F. 192 p.
- Pecina-Quintero, V., Alvarado-Balleza, M.J., Williams-Alanís, H., Torre-Almaraz, J., and Vandermark, G.J. 1999a. Detection of double-stranded RNA in *Macrophomina phaseolina*. *Mycologia* 92:900-907.
- Pecina-Quintero, V., Montes-García, N., Williams-Alanís, H., Hernández-Delgado, S., Mayek-Pérez, N. y Prom, L.K. 2007. Diversidad genética de aislamientos de cornezuelo (*Claviceps Africana* Frederickson, Mantle y de Milliano) de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench.] en México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 25:43-47.
- Pecina-Quintero, V., Williams-Alanís, H., Montes-García, H., Rodríguez-Herrera, R., Aguirre-Rodríguez, J., Rosales-Robles, E., and Vidal-Martínez, V.A. 2004. Incidence of head smut [*Sporisorium reilianum* (Kuhn) Langdon and Fullerton] in sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] hybrids with A₁ and A₂ cytoplasms. *Revista Mexicana de Fitopatología* 22:315-319.
- Pecina-Quintero, V., Williams-Alanís, H., and Vandermark, G.J. 1999b. Diallel analysis of resistance to *Macrophomina phaseolina* in sorghum. *Cereal Research Communications* 27:99-106.
- Prom, L.K., Erpealding, J., Isakeit, T., and Montes-García, N. 2005a. Inoculation techniques for identifying resistance in sorghum genotypes to sorghum ergot. *Journal New Seeds* 7:9-22.
- Prom, L.K., Isakeit, T., Odvody, G.N., Rush, C.M., Kaufman, H.W., and Montes-García, N. 2005b. Survival of *Claviceps africana* within sorghum panicles at several Texas locations. *Plant Disease* 89:39-43.
- Reyes-Méndez, C. y Cantú-Almaguer, M. 2006. Maíz. pp. 55-74. En: L. Rodríguez (ed.). Campo Experimental Río Bravo: 50 Años de Investigación Agropecuaria en el Norte de Tamaulipas. Libro Técnico No. 1. Campo Experimental Río Bravo. INIFAP. Río Bravo, Tamaulipas, México. 325 p.
- Rodríguez-Campos, E. 1994. Nuevas líneas de trigo tolerantes a las enfermedades *Alternaria* y *Helminthosporium* para el norte de Tamaulipas. Tercera Reunión Científica, Forestal y Agropecuaria de Tamaulipas. CIRNE, INIFAP, SARH. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. 92 p.
- Rodríguez-Castillo, A. y Díaz-Franco, A. 1989. Evaluación de

- germoplasma de maíz a la pudrición carbonosa (*Macrophomina phaseolina*). Revista Mexicana de Fitopatología 7:215-217.
- Rodríguez-del Bosque, L.A. 1996. Impact of agronomic factors on aflatoxin contamination in preharvest field corn in northeastern Mexico. Plant Disease 80:988-993.
- Rodríguez-del Bosque, L.A., Leos-Martínez, J., and Dowd, P.F. 1998. Effect of ear wounding and cultural practices on abundance of *Carpophilus freemani* (Coleoptera: Nitidulidae) and other microcoleopterans in maize in northeastern Mexico. Journal Economic Entomology 91:796-801.
- Rodríguez-del Bosque, L.A., Reyes-Méndez, C., Acosta-Núñez, S., Girón-Calderón, R., Garza-Cano, I. y García-Villanueva, R. 1995. Control de Aflatoxinas en Maíz en Tamaulipas. Folleto Técnico No. 17. Campo Experimental Río Bravo. INIFAP. Río Bravo, Tamaulipas, México. 18 p.
- Rodríguez-Herrera, R., Montes-García, N., Aguirre-Rodríguez, J., and Williams-Alanís, H. 1987. Incidence of *Macrophomina phaseolina* in sorghum experimental hybrids. Sorghum and Millets Newsletter 37:97.
- Sánchez-de la Cruz, R. y Rodríguez-Campos, E. 2004. "Sauteña F-01": Trigo Harinero para Tamaulipas y Nuevo León. Folleto Técnico No. 27. Campo Experimental Río Bravo. INIFAP. Río Bravo, Tamaulipas, México. 12 p.
- San Martín, F., Lavín, P., García, P. y García, G. 1997. Estados anamórficos de *Claviceps africana* y *Claviceps fusiformis* (Ascomycetes, Clavicipitaceae) asociados a diferentes pastos en Tamaulipas, México. Revista Mexicana de Micología 13:52-57.
- Silva-Serna, M. y Hess-Martínez, L. 2001. Caracterización del Clima en el Norte de Tamaulipas y su Relación con la Agricultura. Folleto Técnico No. 1. Campo Experimental Río Bravo. INIFAP. Río Bravo, Tamaulipas, México. 50 p.
- Torres-Montalvo, H., and Montes-García, N. 1997. Sorghum ergot in Mexico. pp. 101-108. In: C.R. Casela, and J.A. Dahlberg (eds.). Proceedings of the Global Conference on Ergot of Sorghum. EMBRAPA. Sete Lagaos, Brazil. 208 p.
- Vandermark, G.J., Martínez-de la Vega, O., Pecina-Quintero, V., and Alvarado-Balleza, M. 1999. Assessment of genetic relationships among isolates of *Macrophomina phaseolina* using simplified AFLP technique and two different methods of analysis. Mycologia 92:656-664.
- Williams-Alanís, H., Aguirre-Rodríguez, J., Rodríguez-Herrera, R. y Montes-García, N. 1990. LRB-63 nueva línea experimental de sorgo resistente al carbón de la papa *Sporisorium reilianum*. Resumenes del XIII Congreso Nacional de Citogenética. México. p. 315.
- Williams-Alanís, H., Montes-García, N. y Aguirre-Rodríguez, J. 1998. El Ergot del Sorgo: su Presencia en México y Medidas Preventivas para su Control. Folleto Técnico No. 22. Campo Experimental Río Bravo. INIFAP. Río Bravo, Tamaulipas, México. 22 p.
- Williams-Alanís, H., Montes-García, N. y Pecina-Quintero, V. 2006. Sorgo. pp. 32-54. En: L. Rodríguez (ed.). Campo Experimental Río Bravo: 50 Años de Investigación Agropecuaria en el Norte de Tamaulipas. Libro Técnico No. 1. Campo Experimental Río Bravo. INIFAP. Río Bravo, Tamaulipas, México. 325 p.
- Williams-Alanís, H., Pecina-Quintero, V., Zavala-García, F., Martínez-Hernández, R., Rangel-Estrada, S. y Machuca-Orta, I. 2004. Reacción a *Macrophomina phaseolina* de híbridos comerciales y experimentales de sorgo para grano. Revista Mexicana de Fitopatología 22:216-222.
- Williams-Alanís, H., Rodríguez-Herrera, R., Aguirre-Rodríguez, J., and Montes-García, N. 1987. Charcoal Stalk rot *Macrophomina phaseolina* incidence in isogenic lines and hybrids of red and tan sorghum plants. Sorghum and Millets Newsletter 37:87.