
**MANEJO DEL COMPLEJO
FUNGOSO CAUSADO POR EL
ERGOT EN ESPECIES DE**
Brachiaria

**Ramírez JC; Ciprián A;
Cuervo M; Martínez J.**

2015

Tabla de Contenido

Introducción	1
Establecimiento de parcelas para producción de semilla del género <i>Brachiaria</i>	1
Enfermedad del Ergot.....	3
Ciclo de la enfermedad.....	3
Proceso de Pre-Cosecha	7
Proceso de cosecha.....	10
Proceso de Post-Cosecha.....	13
Bibliografía.....	14

MANEJO DEL COMPLEJO FUNGOSO CAUSADO POR EL ERGOT EN ESPECIES DE *Brachiaria*

Introducción

Brachiaria es actualmente un género grande que contiene cerca de 100 especies distribuidas en todo el trópico, principalmente en África. Los hábitats donde crecen estas especies son muy variados, la mayoría de ellas localizada en las sabanas. El interés agronómico generado por este género se centra en varias especies que se emplean para desarrollar pasturas (Miles et al., 1998). Además, su adaptabilidad a suelos pobres y ácidos ha permitido una rápida distribución intercontinental. Debido a este factor, las enfermedades también han aumentado de manera considerable y se han convertido en una limitación de creciente importancia para su producción. La propagación de la mayoría de las especies pertenecientes a este género se hace por medio de semillas, siendo éstas, el sistema más efectivo para la diseminación de los patógenos (García & Pineda, 2000).

Las especies de *Brachiaria* están expuestas a varias enfermedades causadas por hongos y por virus que impiden el desarrollo normal de las plantas. La mayoría de estas enfermedades se presentan en África, centro de diversidad de *Brachiaria*; sin embargo, en los últimos años, las enfermedades han adquirido importancia también en la región tropical de América, donde las especies de *Brachiaria* que fueron introducidas, se cultivan ampliamente (Miles et al., 1998). Entre las enfermedades que causan mayores problemas en el proceso de producción de semilla se encuentra la enfermedad del Ergot, la cual es causada por especies de *Claviceps*.

Establecimiento de parcelas para producción de semilla del género *Brachiaria*

Actualmente el banco de germoplasma del CIAT posee una colección *ex situ* del género *Brachiaria* la cual cuenta con 595 accesiones representadas en 20 especies. Esta colección se encuentra ubicada en la estación de Popayán, en la vereda Santa Rosa, Popayán, departamento del Valle del Cauca, Colombia (1,750 m.s.n.m., latitud 2°.31' N, longitud 76°.38' O, área 5,555 m²), por la cual posee suelos inceptisoles, bajos en fósforo (debajo de 5ppm), pH 5,5 y alta materia orgánica (20-30%).

Para establecer lotes o parcelas de producción de semilla del género *Brachiaria* para bancos de germoplasma, se deben identificar terrenos que tengan un buen drenaje en los cuales no se haya sembrado anteriormente este género y de esta manera evitar la contaminación de las accesiones que allí se vayan a establecer para procesos de multiplicación de material.

Es recomendable tener en cuenta ciertos criterios de siembra con el fin de aprovechar el espacio disponible y de esta manera optimizar los procesos de mantenimiento y cosecha de las parcelas. Por tal razón, las parcelas se deben sembrar en hileras para facilitar el libre acceso durante los procesos de cosecha, aplicación de fertilizantes, aplicación de fungicidas, labores de mantenimiento, entre otras actividades; evitando así que el personal encargado provoque daños mecánicos (pisoteo, quiebre de panículas) al material sembrado.

Si la siembra se realiza mediante el uso de semilla sexual, las semillas se pueden sembrar en dos hileras, surcos o filas paralelas de 10 m de largo, conservando una distancia de por lo menos 50 cm

entre una hilera de la otra; sembrando aproximadamente 500 semillas por hilera. Adicionalmente al establecer varias parcelas en campo estas deben tener una distancia de separación de 5 m aproximadamente tal y como se muestra en la Figura 1.

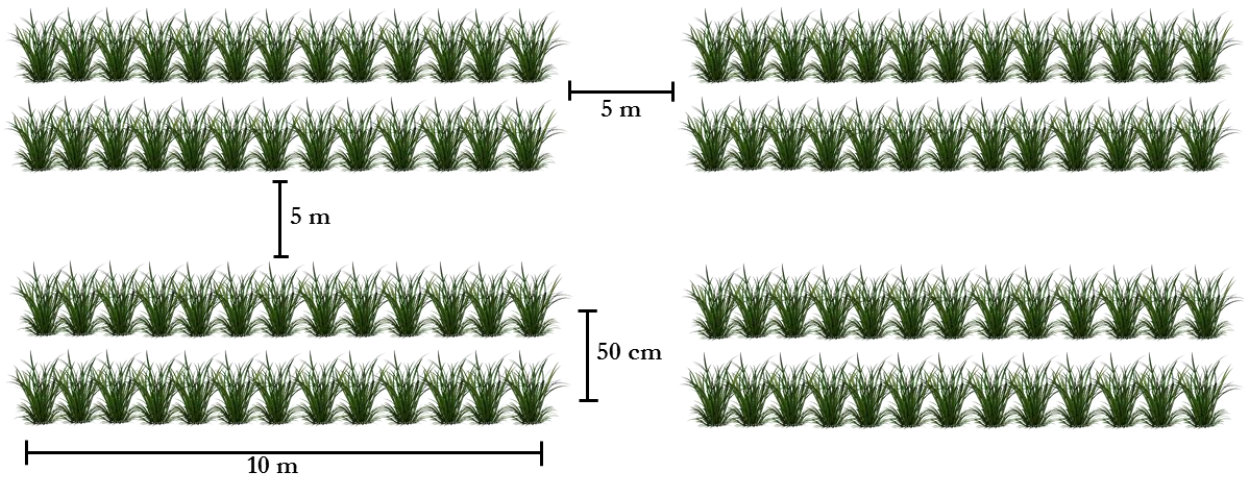


Figura 1. Establecimiento de parcelas usando semilla sexual.

Si la siembra se realiza por material vegetativo (estolones o macollas) se debe tener en cuenta que las macollas a sembrar deben tener una distancia mínima de 50 cm entre ellas tal y como se muestra en la Figura 2, conservando igualmente los 10 m de largo y 5 m de distancia entre parcela y parcela.

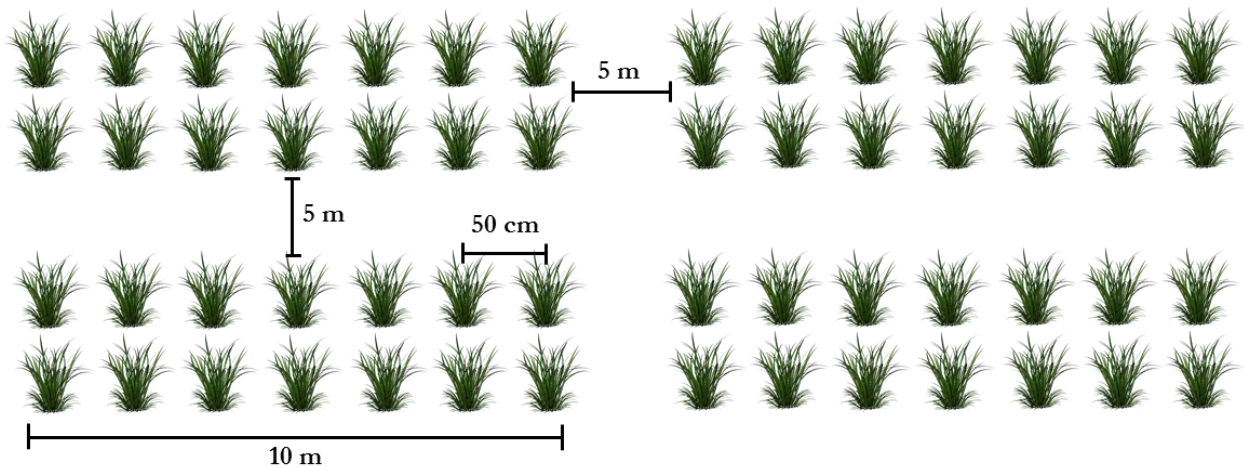


Figura 2. Establecimiento de parcelas usando estolones o macollas.

Las distancias de siembra entre una accesión a otra o entre una parcela a otra debe ser de 5 m aproximadamente. Cabe aclarar que se utiliza esta distancia para la mayoría de las especies ya que existen materiales con crecimiento agresivo, generando gran cantidad de follaje sobrepasando el metro de altura. Si el material presenta estas características es recomendable ampliar la distancia entre parcelas.

Es importante resaltar que hay algunas especies pertenecientes al género *Brachiaria* que poseen una mayor adaptabilidad a terrenos pantanosos o con mucha agua, pero que desafortunadamente son materiales que presentan muy poca floración y semilla vana (ausencia de llenado de la semilla), por esta razón deben ser establecidas en zonas geográficas diferentes a las observadas en Popayán, y deben ser multiplicadas por medio vegetativo.

Enfermedad del Ergot

Esta enfermedad es causada por algunas especies de *Claviceps*; se ha registrado en *Brachiaria* en África – Etiopía, Kenia, Malawi y Zimbawe – en Australia y en India. En América del Sur, este hongo se ha reportado en Brasil y en Colombia. Se sabe que los esclerocios maduros de *Claviceps* spp. producen alcaloides tóxicos, los cuales, al ser consumidos en gran cantidad, pueden ocasionar graves daños o la muerte al ganado y al hombre (Miles et al., 1998).

El género *Claviceps* corresponde a un grupo de hongos perteneciente a la clase Ascomycetes, subclase Hymenoascomycetidae, orden Xylariales, familia Clavicipetaceae y su especie representativa es *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul, agente causal del ergot del centeno (Alexopoulos & Mims, 1979). *Claviceps* spp. y su estado imperfecto o asexual (*Sphacelia* sp.) parasitan más de 600 especies de plantas monocotiledoneas de las familias Poaceae, Juncaceae y Cyperaceae (Kren, 1999; Lenné, 1994). Cerca de 45 especies de *Claviceps* han sido descritas, pero presumiblemente muchas especies pueden existir solamente en su estado asexual y por lo tanto no se han reportado (Pažoutová, 2003).

Ciclo de la enfermedad

El proceso inicia cuando las conidias del patógeno germinan mediante tubos de germinación que penetran el estigma, los cuales crecen hacia abajo por el estilo y colonizan el ovario. El ovario es convertido en una masa fúngica (estroma) que es expulsada a través del exudado azucarado, el cual contiene macroconidias y microconidias (Bandyopadhyay et al., 1998) (Fig. 3).

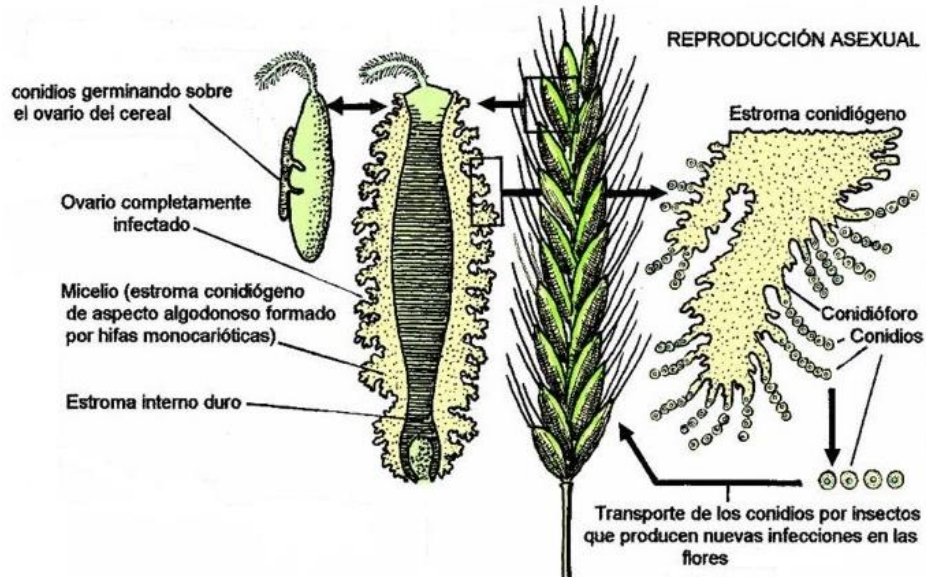


Figura 3. Representación del estado conidial del Ergot¹.

Después, bajo condiciones ambientales adecuadas, el estroma se transforma en un esclerocio resistente. El teleomorfo de *Claviceps* es formado cuando el esclerocio germina produciendo un estroma con tallo globoso el cual contiene un peritecio y ascosporas (Fig. 4). Hasta el momento no se ha observado en Colombia la etapa esclerótica (Miles et al., 1998). Debido a que el peritecio no germina fácilmente en condiciones naturales, el rol de las ascosporas en la epidemiología del Ergot es desconocido (Bandyopadhyay et al., 1998).

¹ Paul L. Schiff, Jr., PhD. Ergot and its Alkaloids. School of Pharmacy, University of Pittsburgh. Disponible en: <http://www.summagallicana.it/lessico/s/segale.htm>. Consultado: 10 de julio de 2014).

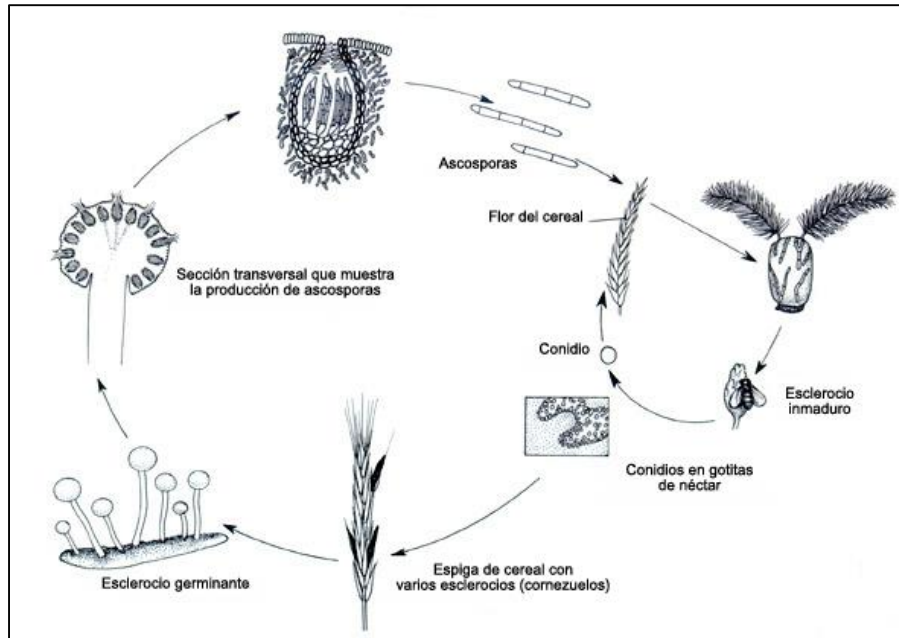


Figura 4. Ciclo completo de la enfermedad del Ergot².

Cuando las flores se abren, los estigmas brotan y sus ovarios se hacen receptivos, pudiendo ser polinizados y fecundados en pocas horas. El estigma de una flor de gramínea es grande y plumoso (Fig. 5). Esta característica favorece la captura del polen así como las conidias que son transportadas por el viento. Las conidias constituyen el inóculo primario y consiguen germinar e infectar el ovario (Schumann, 2000). El proceso de germinación de las conidias toma de dos a tres días aproximadamente para colonizar todo el ovario.



Figura 5. Etapa de floración de *Brachiaria* susceptibles a la colonización de *Sphacelia*.

² Cynthia Bertelsen. Mushroom: A Global History. Disponible en: <http://gherkinstomatoes.com/2011/02/03/st-anthonys-fire-the-story-of-ergot-du-seigle-ergotism/>. Consultado: 6 de agosto de 2014.

Cuando el ovario es fertilizado, la flor resiste la infección del hongo, de esta forma se puede concluir que la susceptibilidad ocurre cuando los estigmas se hacen receptivos y no después que sus ovarios han sido fertilizados.

Al cabo de cinco días se desarrolla el estroma conidiogénico en la superficie del ovario infectado el cual produce gran cantidad de conidias (Fig. 6). Éstas son exudadas con un néctar azucarado, viscoso y de color marrón claro a tostado (Fig. 7). Las conidias producidas son el inóculo secundario y son dispersadas hacia otras flores mediante el contacto físico, las salpicaduras de lluvia y los insectos. Este exudado atrae los insectos a las flores anemógamas. Los insectos contaminados con las conidias pueden visitar las flores sanas, donde se iniciarán las nuevas infecciones (Schumann, 2000).



Figura 6. Microfotografía de las conidias de *Sphacelia* sp. obtenida de una gota del exudado azucarado.



Figura 7. Exudado azucarado síntoma característico causado por la presencia de *Sphacelia* spp.

El exudado azucarado atrae insectos y fomenta el crecimiento de otros hongos como *Fusarium heterosporium*, *Cerebella* spp, *Alternaria* spp, *Aspergillus* spp, *Curvularia* spp, *Chaetomium* spp, *Drechslera* spp, *Cladosporium* spp, *Nigrospora* spp, *Penicillium* spp, *Phoma* spp, entre otros (Fig. 8) (Medina, 2009).



Figura 8. Colonización de hongos saprófitos y cuarentenarios sobre el exudado azucarado.

La Figura 9 presenta un diagrama de los diferentes estados fenotípicos observados del género *Brachiaria* en el proceso de producción de semilla. De igual manera se observan los diferentes síntomas ocasionados por el Ergot en cada una de las etapas de infección.

Proceso de Pre-Cosecha

Varias investigaciones se han llevado a cabo para hallar métodos eficaces para el manejo del ergot y el completo fúngico asociado a esta enfermedad sin resultados satisfactorios para su control. Dentro de estas investigaciones se encuentran ensayos *in vitro* de control biológico con bacterias antagónicas contra hongos cuarentenarios, tales como *Drechslera* sp., *Phoma* sp. y *Curvularia* sp. (Balcázar et al., 2003), así como el uso de extracto de semillas de *Clitoria ternatea* (Kelemu et al., 2005), (Medina, 2009).

Utilizando accesiones de *Brachiaria* provenientes del banco de germoplasma del CIAT se realizaron ensayos en campo utilizando Propiconazole y Tebuconazole+Trifloxystrobin con el fin de evaluar su efectividad en la inhibición del crecimiento fúngico de *Sphacelia* sp. y de esta manera hallar un mecanismo de control de la enfermedad del ergot. Se realizaron análisis de sanidad de las semillas obtenidas tras utilizar los tratamientos mencionados y se observó una disminución de las unidades formadoras de esporas (Unidad Formadora de Colonias-UFC) de hongos cuarentenarios al ser comparados contra plantas testigo (Medina, 2009).

Adicionalmente, el Laboratorio de Sanidad de Germoplasma (LSG) realizó ensayos de campo en Popayán utilizando productos biológicos a base de *Trichoderma* spp. para el control de este complejo fungoso, sin obtener resultados satisfactorios.

Periodo de producción de semilla: 90 días aproximadamente
(13 – 14 semanas)

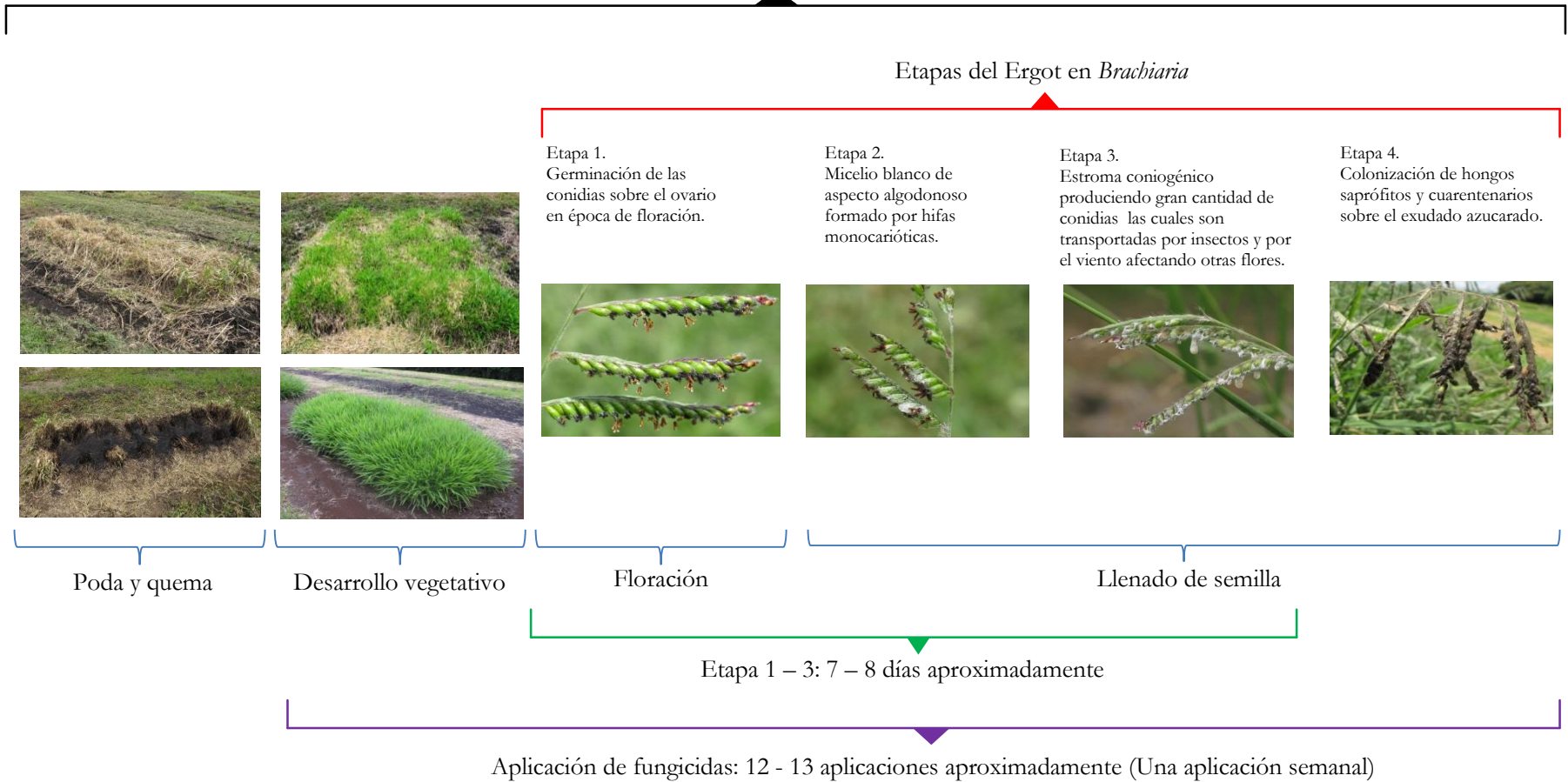


Figura 9. Ciclo de la enfermedad del Ergot en estados fenotípicos de *Brachiaria* spp. (Estación experimental del CIAT – Popayán).

Las evaluaciones en campo determinaron que existe una disminución en la incidencia del ergot sobre las inflorescencias de *Brachiaria* spp. en las localidades de Santander de Quilichao y Palmira comparadas con Popayán, pero la floración, producción y llenado de la semilla es mucho mayor en esta última localidad (Medina, 2009); por esta razón, los ensayos experimentales en *Brachiaria* para producción de semilla se han realizado en esta estación experimental.

Con base en los resultados obtenidos se determinó, para el control de hongos patógenos que afectan la producción de semillas del género *Brachiaria*, iniciar el uso de dos fungicidas comerciales a base de Propiconazole y Tebuconazole+Trifloxystrobin, respectivamente, en una dosis de 3 ml por litro de agua de cada uno, haciendo una aplicación cada ocho días alternando los productos semanalmente (Fig. 10A).

Estos dos fungicidas funcionan de manera sistémica, es decir, son absorbidos a través del follaje o de las raíces y se movilizan a toda la planta. Los fungicidas sistémicos afectan varias etapas de la vida del hongo.

Adicional a estos dos productos se está realizando la aplicación de Azoxistrobina+Difeconazol 2 ml por litro de agua e hidróxido de cobre 100 gr disueltos en 18 litros de agua cada quince días, con el fin de controlar enfermedades causadas por hongos cuarentenarios (Fig. 10B). El Azoxistrobina+Difeconazol es un fungicida sistémico y de contacto, de origen natural, con amplio espectro de control. Presenta “triple acción”, con actividad preventiva, curativa y antiesporulante. Su movimiento es translaminar vía xilema, protegiendo completamente las hojas y brotes nuevos.

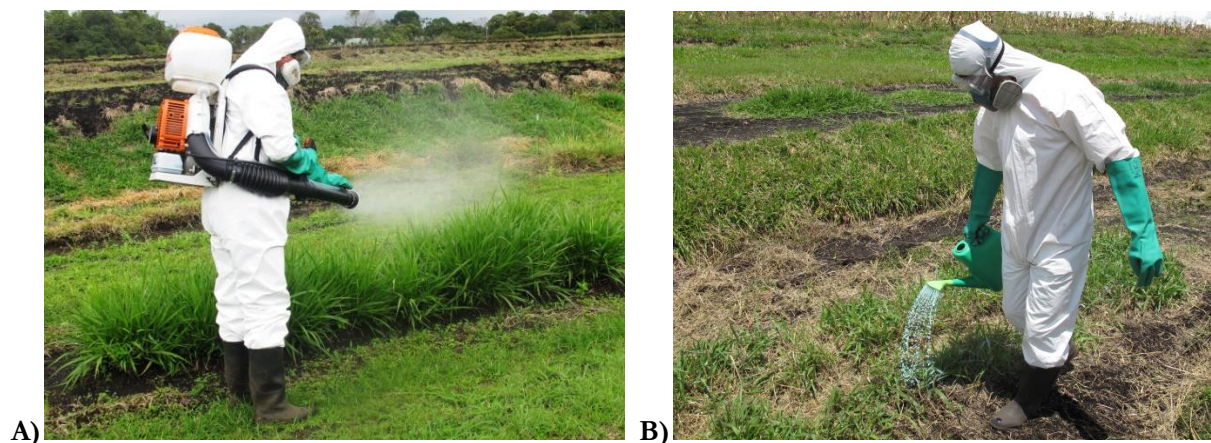


Figura 10. A) Aplicación de fungicidas mediante bomba de aspersión; B) Aplicación de fungicidas mediante regadera.

Los fungicidas de contacto como el hidróxido de cobre, a pesar de su nombre, no tienen que tocar al hongo para matarlo. Su función es establecer una película protectora sobre la superficie vegetal que evite la germinación de las esporas o el desarrollo del micelio inicial antes de que se produzca la infección.

Proceso de cosecha

El proceso de cosecha inicia aproximadamente a los 90 días de haber sido establecida la parcela, es decir, las panículas se encuentran cargadas de semillas con el grado de maduración adecuado para su recolección (Fig. 11).



Figura 11. Fenotipos de *Brachiaria* maduros listos para el proceso de cosecha.

Materiales:

- ✓ Baldes plásticos.
- ✓ Recipiente plástico de boca ancha.
- ✓ Detergente en polvo.
- ✓ Hipoclorito de sodio.
- ✓ Toalla o paño de algodón.
- ✓ Bolsas de papel.
- ✓ Bolsas de muselina.

El proceso inicia con el lavado de manos de la persona encargada de realizar la labor de cosecha, utilizando agua y detergente en polvo, y secándolas posteriormente mediante uso de una toalla o paño de algodón totalmente limpio. Este mismo proceso de lavado debe realizarse con la bandeja plástica en la que se va a recolectar la semilla cosechada. La limpieza de manos y bandejas plásticas se debe repetir entre parcela y parcela (Fig. 12).

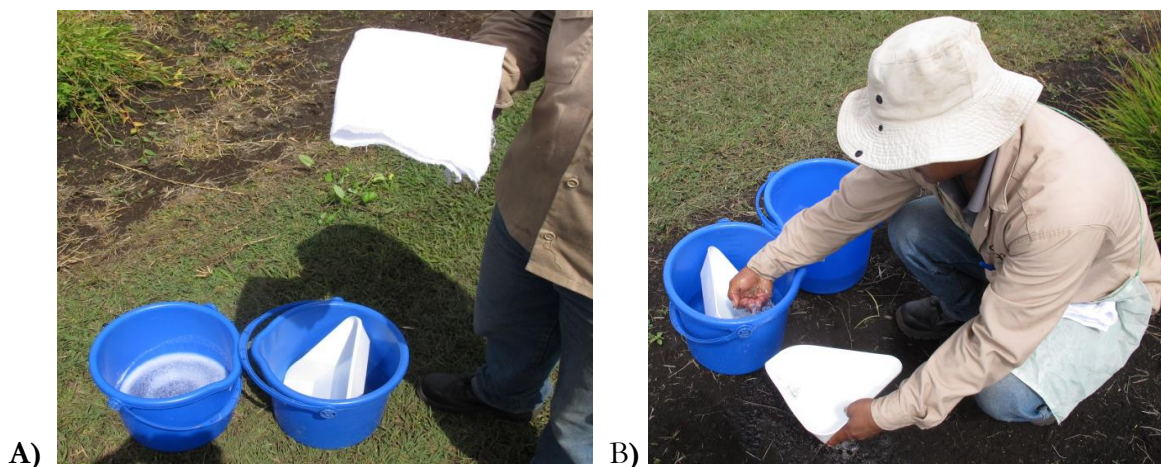


Figura 12. A) Materiales utilizados en la cosecha; B) Limpieza de materiales utilizados en el proceso de cosecha de *Brachiaria*.

Todos los materiales usados en la cosecha deben de ser desinfectados previamente con agua, detergente en polvo e hipoclorito de sodio al 5% (Baldes, bandejas plásticas, toallas y bolsas de muselina).

Esta cultura de limpieza no se usaba en el pasado, y la persona encargada de la cosecha podría haber sido vector de enfermedades al tocar plantas infectadas de una parcela a otra.

Cuando las parcelas entran en el proceso de cosecha, las semillas se obtienen manualmente sobando o friccionando suavemente las inflorescencias con el fin de que solo se desprendan las semillas maduras, repitiendo el proceso varias veces; método conocido como ordeño. Durante el proceso las semillas cosechadas van cayendo dentro de la bandeja plástica (Fig. 13).



Figura 13. Proceso de cosecha utilizando el método de ordeño.

Desde que se están aplicando los productos descritos anteriormente no se ha presentado la sintomatología causada por el Ergot. Sin embargo, es importante resaltar que se debe hacer una selección de las inflorescencias a ordeñar, y se deben evitar las que muestren presencia de hongos o de exudado azucarado. Sólo se deben cosechar espigas visiblemente sanas.

La selección de espigas libres de síntomas fúngicos es un factor crítico en la cosecha, por lo tanto, se debe evitar al máximo contaminaciones y mezclas de semillas sanas con semillas infectadas.

Las semillas obtenidas en el proceso de cosecha se introducen en bolsas de papel nuevas para evitar la mezcla de materiales. Antes de ser ubicadas en las bolsas de papel se hace una limpieza del material cosechado retirando cualquier impureza o material vegetal diferente a las semillas (Fig. 14).



Figura 14. Limpieza y empaquetado de semillas recolectadas en el proceso de cosecha.

Las bolsas se rotulan con fecha, código de la accesión, procedencia, ubicación de la parcela y número de corte³. Las bolsas de papel con semilla control producto de la cosecha son selladas con grapas metálicas y se introducen en bolsas de muselina limpia la cual es transportada por la persona encargada de la cosecha durante todo el proceso (Fig. 15). Una vez ha finalizado el recorrido de las parcelas a cosechar, las bolsas de muselina se cuelgan a ventilar para su posterior transporte hacia los secadores en las instalaciones del Programa de Recursos Genéticos.



Figura 15. Tipos de empaque utilizados en el proceso de cosecha.

³ En el banco de germoplasma se realiza un análisis fitosanitario por cada cosecha o corte realizado a la parcela con el fin de llevar un control de patógenos y de esta manera tomar las medidas necesarias para su manejo.

En años anteriores, las semillas cosechadas se colocaban en bolsas de muselina destinadas para este fin, y éstas eran puestas sobre el suelo. Esta cultura ha sido abolida totalmente, disminuyendo el contacto directo de las semillas con hongos saprófitos y cuarentenarios que pudieran estar presentes en el suelo.

Proceso de Post-Cosecha

Una vez terminado el proceso de cosecha, se realiza una poda de las macollas, en cada una de las parcelas a 20 cm de altura del piso, esto con el fin de estimular el rápido crecimiento y desarrollo del follaje, así como la proliferación de inflorescencias (Fig. 16A). Se debe evitar un estado vegetativo continuamente tupido de la pastura ya que éste inhibe la floración. Adicionalmente al proceso de poda se debe realizar la aplicación de fertilizantes a nivel de suelo.

Una vez finalizado el proceso de poda de las macollas el material vegetal resultante es ubicado sobre la parcela (Fig. 16B). Esto se hace con el propósito de evitar la contaminación de parcelas vecinas y acumular material suficiente que después de un periodo de secado servirá para el proceso de la quema. Este proceso de ubicar el material podado sobre la parcela se hace únicamente en épocas de verano, ya que el calor producido por los rayos solares ayuda en el proceso de secado.

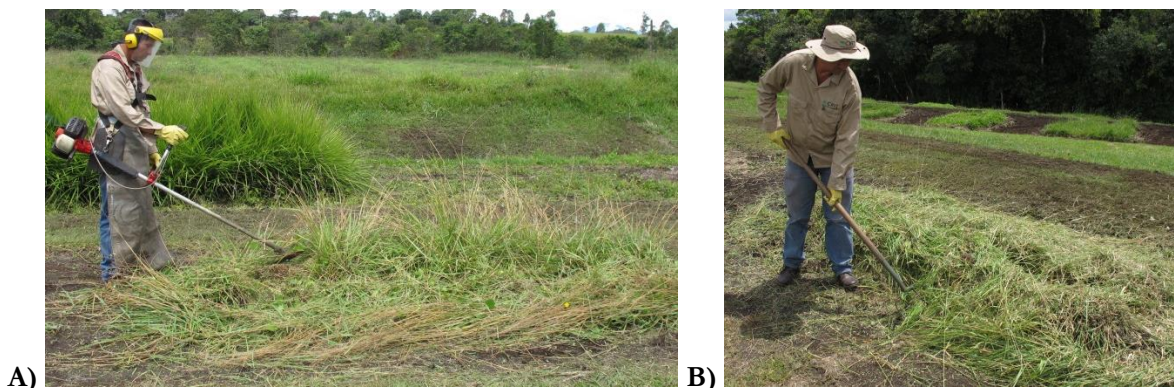


Figura 16. A) Proceso de poda posterior a la cosecha; B) Ubicación del material podado sobre la parcela para iniciar el proceso de secado.

En época de invierno el material podado se retira de la parcela a sitios de descarte, ya que si fuera puesto sobre la parcela la alta humedad produciría efectos adversos sobre las macollas como pudrición y proliferación de hongos saprófitos y cuarentenarios. Se debe tener especial cuidado al momento de transportar el material hacia los sitios de descarte ya que este contiene residuos (semillas, trozos de tallos, etc.) que podrían contaminar a las parcelas vecinas.

Una vez el material vegetal resultado de la poda está lo suficientemente seco, se realiza un quemado de la parcela con el fin de disminuir la fuente de inóculo de los patógenos cuarentenarios que pueden estar presentes tanto en el suelo, como en semillas caídas en el proceso de la cosecha y así mismo evitar la contaminación de las parcelas vecinas (Fig. 17A)⁴. De igual manera, el proceso de

⁴ Nota: es importante aclarar que no todas las 17 especies responden bien en el rebrote después de la quema.

incineración de la parcela estimula el desarrollo vegetativo al aportar gran cantidad de minerales al suelo producto de dicho proceso (Fig. 17B).

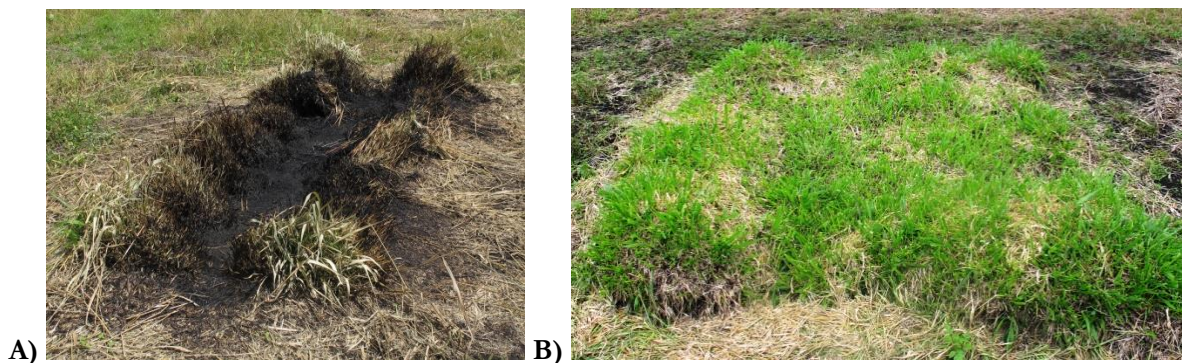


Figura 17. A) Parcela incinerada; B) Inicio del desarrollo vegetativo de la parcela.

Pasados ocho días después de haber sido realizada la quema de la parcela se debe realizar una fertilización del suelo. En este momento se inicia el proceso de aplicación de los fungicidas con el fin de brindarle protección a la parcela contra enfermedades a partir del estado vegetativo.

Con el fin de lograr una mejor efectividad de los productos aplicados, estos son mezclados con un coadyuvante para productos agrícolas a base de una mezcla de alcoholes etoxilados poliglicol y aril polietoxietanol de carácter no-iónico el cual cuenta con características surfactantes, humectantes, penetrantes, y adherentes, entre otras. Esta última característica evita que los productos aplicados sean lavados con las lluvias. Este coadyuvante es usado principalmente en las temporadas de invierno.

Bibliografía

Balcázar MdS; Rivera AL; Pineda B. 2003. Observaciones preliminares sobre el efecto *in vitro* de bacterias antagonicas sobre el desarrollo de hongos aislados de semillas de *Brachiaria brizantha*. Fitopatología Colombiana 27:33-36.

Bandyopadhyay R; Frederickson DE; McLaren NW; Odvody GN; Ryley MJ. 1998. Ergot: A new disease threat to sorghum, in the Americas and Australia. Plant Dis. 82:356-367.

García DSX; Pineda B. 2000. Reconocimiento de enfermedades fungosas transmitidas por semilla en germoplasma de *Brachiaria* spp. Fitopatología Colombiana 24 (2):39-46.

Kelemu S; Mahuku G; Segura G. 2005. An antifungal protein of the tropical forage legume *Clitoria ternatea* controls diseases under field and greenhouse conditions. Phytopathology 95:S52.

Medina CA. 2009. Evaluación agronómica y sanitaria de *Brachiaria* spp. en tres localidades y comparación de métodos de control de enfermedades fúngicas en su germoplasma. Trabajo de Grado. Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia. 108p.

Miles JW; Maas BL; do Valle CD. 1998. *Brachiaria*: Biología, Agronomía y Mejoramiento. Publicación CIAT No. 295. ISBN 958-9439-95-0.

Schumann GL. 2000. Cornezuelo del centeno. Trans. Eduardo Gallego & José Sánchez. 2008. The Plant Health Instructor. DOI: 10.1094/PHI-I-2008-0213-01. Actualizado, 2005.