

**CONOCIMIENTO Y APOYO EN LAS ACTIVIDADES DEL PROGRAMA DE FORRAJES
TROPICALES DEL CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA
TROPICAL (CIAT) – PALMIRA, VALLE DEL CAUCA**



JULIE KATHERINE ORDÓÑEZ CIFUENTES

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2013**

**CONOCIMIENTO Y APOYO EN LAS ACTIVIDADES DEL PROGRAMA DE FORRAJES
TROPICALES DEL CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA
TROPICAL (CIAT) –PALMIRA, VALLE DEL CAUCA**

JULIE KATHERINE ORDÓNEZ CIFUENTES

**Trabajo de grado en la modalidad de Práctica Social para optar al título de
Ingeniera Agropecuaria**

**Director:
M. Sc. NELSON JOSÉ VIVAS QUILA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2013**

Nota de aceptación

El Director y los Jurados han leído el presente documento, escucharon la sustentación del mismo por su autora y lo encuentran satisfactorio.

M. Sc. NELSON JOSÉ VIVAS QUILA
Director

M. Sc. FABIO ALONSO PRADO C.
Presidente del Jurado

M. Sc. CONSUELO MONTES ROJAS
Jurado

Popayán, ____ de ____ de 2013

DEDICATORIA

... A mis padres, por dejarme ser.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad del Cauca

A los integrantes del Programa de Forrajes Tropicales del Centro Internacional de
Agricultura Tropical

A Elkin Rendón

A Nelson Vivas, Director

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	15
1. MARCO REFERENCIAL	16
1.1 LOS FORRAJES Y SU IMPORTANCIA	16
1.2 CONTEXTO NACIONAL Y REGIONAL DE LOS FORRAJES	16
1.2.1 Investigación y mejoramiento de forrajes	17
1.3 PROGRAMA DE FORRAJES TROPICALES DEL CIAT	17
1.4 FITOMEJORAMIENTO DE FORRAJES DEL GÉNERO BRACHIARIA EN EL CIAT	18
1.4.1 Mejoramiento en Brachiaria	18
1.4.2 Programa de mejoramiento genético de Brachiaria en el CIAT	18
1.5 FLUJO DE GERMOPLASMA	20
1.5.1 Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT)	22
1.5.2 Diferentes tipos de ensayos regionales	22
1.6 PROTOCOLOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO DE CALIDAD Y NUTRICIÓN ANIMAL	24
1.6.1 Protocolo para el secado de muestras en el laboratorio	24
1.6.2 Protocolo para Materia seca (% M. S)	24
1.6.3 Protocolo para la determinación de cenizas	25
1.6.4 Protocolo para la extracción del licor ruminal	26
1.7 ENFERMEDAD Y PLAGA DE LOS FORRAJES TRABAJADAS EN EL CIAT	27
1.7.1 Principal enfermedad de las <i>Brachiarias</i> en Colombia: Añublo foliar (<i>Rhizoctonia solani</i>)	27
1.7.2 Plaga principal de Brachiaria en Colombia: El mión o salivazo de los pastos	27

	pág.
1.7.3 Bioecología del salvazo de los pastos	28
2. METODOLOGÍA	30
2.1 LOCALIZACIÓN	30
2.2 ACTIVIDADES	30
2.2.1 Rotes semanales	30
2.3 ROTACIÓN POR LA UNIDAD DE SEMILLAS	30
2.4 ROTACIÓN POR EL ÁREA DE FITOMEJORAMIENTO GENÉTICO	32
2.5 ROTACIÓN POR LA UNIDAD DE GERMOPLASMA	34
2.6 ROTACIÓN POR EL ÁREA DE FITOPATOLOGÍA	37
2.7 ROTACIÓN POR EL LABORATORIO DE FORRAJES Y NUTRICIÓN ANIMAL	40
2.8 PROFUNDIZACIÓN EN EL ÁREA DE ENTOMOLOGÍA	42
3. RESULTADOS	49
3.1 UNIDAD DE SEMILLAS	49
3.2 UNIDAD DE FITOMEJORAMIENTO GENÉTICO	50
3.3 RESULTADOS DE LA UNIDAD DE GERMOPLASMA	50
3.4 FITOPATOLOGÍA	52
3.5 LABORATORIO DE CALIDAD DE FORRAJES Y NUTRICIÓN ANIMAL	52
3.6 ENTOMOLOGÍA	52
4. CONCLUSIONES	53
BIBLIOGRAFÍA	54
ANEXOS	57

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Screen de datos de semillas de los híbridos de <i>Brachiaria humidicola</i>	50
Cuadro 2. Datos de peso de 100 semillas, número de semillas por kg, y los porcentajes de las dos pruebas de germinación realizados a <i>Cenchrus ciliaris</i> y <i>Chloris gayana</i>	51

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Flujo de germoplasma e interacción del programa del CIAT con los programas nacionales	21
Figura 2. Organización de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales	23
Figura 3. Proceso de secado de material recolectado	24
Figura 4. Proceso de determinación de materia seca analítica	25
Figura 5. Proceso de determinación de cenizas totales	26
Figura 6. Cosecha y pos cosecha de gramíneas; a. Lote listo para ser cosechado; b. Revisión de semilla; c. Identificación de granos duros; d. Corte con hoz; e. Tallos florales; f. Apilado	31
Figura 7. Ensayos de híbridos de <i>B. humidicola</i> en los Llanos Orientales; a. Ensayo 1 finca La Libertad; b. Ensayo 2 finca La Florida	33
Figura 8. Trabajo con semillas de <i>C. ciliaris</i> y <i>C. gayana</i> ; a Selección de semillas.; b Rotulación e identificación de las bolsas.; c Pesaje de semillas en balanza.; d.Siembra de las semillas en las bandejas de germinación; e identificación de los materiales.; f.B	35
Figura 9. Lote de silvopastoreo en el CIAT; a. Lote; b. Trazado y estacado; c y d. Preparación de semillas de gramíneas para la siembra	36
Figura 10. Síntomas de <i>Rhizoctonia solani</i> , a. cubrimiento total del área foliar después del ataque del patógeno; b. Manchas irregulares en las hojas	37
Figura 11. Reproducción del hongo en el medio de cultivo; a. Caja petri con medio y hongo; b. Extracción de discos con sacabocados; c. Discos que llevan el hongo; d. Siembra del hongo en caja petri más grande	38
Figura 12. Inóculo: a. Caldo papa dextrosa; b. hongo de las cajas petri retirado; c. maceración en colador del hongo	39
Figura 13. Inoculación por aspersión: a. Bomba de presión; b. introducción de planta en cilindro de acetato y aspersión del inóculo; c. planta en tubo de acetato como unidad de evolución	39
Figura 14. Inoculación de <i>Rhizoctonia solani</i> en campo: a. Plantas jóvenes de <i>B. brizantha</i> ; b. elaboración de los cobertizos; c. Distribución de los cobertizos en el	40

lote; d. Preparación del inóculo; e. Inoculación por aspersión; f. Muestra de inóculo sobre la superficie

Figura 15. Métodos de análisis en el laboratorio	41
Figura 16. Extracción del licor ruminal; a. Animal fistulado, b. Extracción del material vegetal del rumen; c. Extracción de licor ruminal en termos	42
Figura 17. Ciclo para la producción del salivazo en invernadero	44
Figura 18. Cámara de oviposición; a. Cámara con abertura frontal, lateral y sustrato; b. Piso de barro con cortes reticulares; c. Introducción del forraje como fuente de alimentación; d. Incorporación de insectos adultos a la cámara	44
Figura 19. Extracción de los huevos; a. Separación del barro de la base; b. Lavado del barro; c. Colado del barro por un tamiz grande; d. Colado por un tamiz más pequeño; e. Lavado para separación de impurezas; f. Obtención de huevos	45
Figura 20. Obtención de los huevos en el laboratorio de entomología; a. Desinfección; b. Separación; c. Incubación; d. Conservación a temperatura ambiente; e. Estados de desarrollo de los huevos, siendo la fila superior la que presenta los huevos más desarrollados	46
Figura 21. Formación de raíces para el desarrollo de la ninfa; a. Obtención de estolones; b. Siembra en maceta pequeña; c. Trasplante a maceta grande; d. Recubrimiento de la maceta con tapa de aluminio	46
Figura 22. Infestación; a. Planta con óptimo desarrollo radicular; b; Infestación con 30 huevos sobre las raicillas	47
Figura 23. Crecimiento y desarrollo ninfal; a; Buen desarrollo de los huevos infestados; b. Ninfa en desarrollo dentro de una capa espumosa	48
Figura 24. Colecta de adultos; a. Jaula de copulación abierta; b. Adulto desarrollado en la capa espumosa; c. Colecta manual	48
Figura 25. Screen presentación Power Point Producción de semillas gramíneas y leguminosas	49

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Metodologías usadas por la unidad de semillas del programa de forrajes tropicales para la obtención y conservación de sus materiales	57

GLOSARIO

ACCESIÓN: número de identificación para una institución.

APOMÍCTICA: que se reproduce asexualmente a través de semilla.

CICLO VEGETATIVO: tiempo de vida de una planta.

CULTIVARES: variedades comerciales.

DECUMBENTE: planta que crece inclinada o rastrera.

DEHISCENTES: frutos o vainas que se abren naturalmente cuando están maduras.

DIGESTIBILIDAD: medida en porcentaje de la cantidad de alimento utilizado por el animal.

ECOSISTEMA: conjunto de características como clima, suelo y relieve de un lugar que son determinantes para la adaptación de las especies.

ENSILAJE: procedimiento para conservar alimentos para ser usados después por los animales.

ESCARIFICACIÓN: procedimiento mecánico o químico para rayar o romper la testa de las semillas.

ESPECIE: división de un género, individuos que comparten características iguales.

ESTOLÓN: tallo rastrero que echa raíces y produce nuevas plantas.

FRANJAS: líneas anchas.

GENÉTICAMENTE: que depende de los genes y no del ambiente.

GERMINACIÓN: que la planta brota de la semilla.

GRAMÍNEA: familia de plantas herbáceas incluidas las especies de pastos, con relevancia ecológica e importancia económica.

HÁBITO: manera, forma de crecer.

HÍBRIDO: formado por elementos de diferente naturaleza u origen.

INFESTACIÓN: contaminación.

INFLORESCENCIA: forma como salen las flores en una planta.

LATENCIA: estado que impide que la semilla germine, puede ser física o fisiológica.

LEGUMINOSAS: familia de plantas que produce legumbres y fijan nitrógeno en el suelo mejorando su calidad.

MEJORAMIENTO GENÉTICO: procedimiento para mejorar características de una planta
MIÓN, salivazo: plaga de los pastos.

MS: materia seca.

PC: proteína cruda.

PERENNE: que no se acaba, que permanece.

pH: indicador de acidez que va de 0 a 14; pH 7= neutro, < 7= ácido, >7 alcalino.

RAICILLAS: cada una de las fibras o filamentos que nacen del cuerpo principal de la raíz de una planta.

RHIZOCTONIA SOLANI: patógeno que ataca las gramíneas.

TESTA: cubierta de la semilla.

VARIEDADES: división de las especies.

VIABILIDAD: calidad de viable, que puede vivir.

RESUMEN

Se desarrolló la práctica social en el programa de Forrajes Tropicales del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) – Palmira. Se hicieron rotes semanales para conocer y apoyar las actividades que realizan las áreas que lo conforman. En la unidad de semillas y el área de germoplasma se trabajó la obtención de semillas de buena calidad de gramíneas, leguminosas y el establecimiento de ensayos en campo. Con el programa de fitomejoramiento de forrajes, se realizó el establecimiento de híbridos de *Brachiaria humidicola* que están en etapas de evaluación. En el área de fitopatología se trabajó con *Rhizoctonia solani*, patógeno que afecta a las gramíneas y en la rotación por el laboratorio de calidad y nutrición animal se aplicaron los protocolos establecidos para el secado de muestras de leguminosas y la extracción de licor ruminal de novillos fistulados.

Se hizo profundización en la unidad de entomología de forrajes específicamente en el tema del salivazo o mión de los pastos, se fortalecieron los conocimientos y metodologías de investigación de dicha área.

Palabras clave: Forrajes tropicales, semillas, gramíneas y leguminosas, híbridos, *Rhizoctonia solani*, novillos fistulados, salivazo, mión de los pastos.

INTRODUCCIÓN

Un campo fundamental en la producción animal en el mundo es la producción forrajera. 3.4 millones de hectáreas más un cuarto del área bajo producción agrícola son utilizadas para la alimentación pecuaria, es así como los forrajes se clasifican entre los cultivos de mayor valor en muchos países y contribuyen a la sostenibilidad de los sistemas de producción animal y de cultivos.

En los forrajes se abarca una variedad de plantas herbáceas y arbóreas seleccionadas, en su mayoría, de especies gramíneas y leguminosas no domesticadas. Se trabaja en su investigación y mejoramiento para proporcionar con ellos alimento de alta calidad, mejorar las características del suelo y generar importantes beneficios ambientales como la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, convirtiéndose así, en una opción para combatir el hambre y la pobreza en el mundo (CIAT, 2005).

Por las anteriores razones, es importante el conocimiento de este eslabón fundamental en la producción y en el programa de Forrajes Tropicales del Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT se enfocan en el desarrollo de estas actividades.

Realizando la práctica social en esta Institución se logró conocer y apoyar las labores que el programa desarrolla. Se hizo una rotación quincenal por las áreas o secciones que lo conforman: Germoplasma, Unidad de semillas, Fitopatología, Entomología, Fitomejoramiento y Laboratorio de calidad y nutrición animal. Durante ese tiempo se participó en todas las actividades que estaban programadas por sus líderes y finalmente se escogió el área de entomología de forrajes tropicales para profundizar en las metodologías de investigación.

El presente trabajo describe las actividades desarrolladas durante la práctica con las rotaciones por cada sección y los resultados obtenidos.

1. MARCO REFERENCIAL

1.1 LOS FORRAJES Y SU IMPORTANCIA

Los forrajes constituyen la principal fuente de nutrimentos para la alimentación del ganado bovino en las regiones tropicales. Sin lugar a dudas, su principal atributo es la gran capacidad para producir materia seca, lo que los hace ideales para suministrar proteína, energía, minerales, vitaminas y fibra al ganado bovino especializado en la producción de leche, así como al de doble propósito y de carne. La gran capacidad que tienen los forrajes tropicales para producir biomasa se debe a que son C4; o sea que sus procesos fotosintéticos son muy eficientes; a que su selección estuvo orientada hacia la producción de materia seca y a que se desarrollan en regiones geográficas donde la irradiación solar y la temperatura ambiente les permite crecer en forma más o menos continua durante todo el año (siempre y cuando dispongan de suficiente humedad) (Minson, 1990; Van Soest, 1994).

1.2 CONTEXTO NACIONAL Y REGIONAL DE LOS FORRAJES

La ganadería bovina es una de las principales actividades en los procesos de desarrollo rural, no sólo por el incremento de ingresos sino también porque se constituyen en una fuente generadora de empleo. Según MADR (2010), el 77% de la superficie en uso del suelo del país, se destina a labores pecuarias en donde los pastos ocupan el 81% de este total.

Colombia mantiene un hato cercano a los 23.4 millones de cabezas de ganado ubicados en 39.2 millones de hectáreas (FEDEGAN, 2009), donde el uso potencial para la ganadería en Colombia según el IGAC 2011 es solo de 19,3 millones de hectáreas lo que demuestra un sobreuso de aproximadamente el 200% del área potencial, evidenciando una falta de planificación y desmesurada dedicación del suelo para pastos, por lo que se hace necesario la generación de alternativas para una ganadería eco-eficiente y sustentable. Esta situación no ha variado significativamente en los últimos veinte años, lo que revela la pobre transformación tecnológica del sector ganadero.

Actualmente se estima para el Cauca en el censo nacional de predios y bovinos (FEDEGAN, 2009) un total de 231.792 bovinos en 12.699 predios, en donde la ganadería de ceba genera 2,4 empleos permanentes por cada 100 animales. Las pasturas predominantes se caracterizan por la mayor presencia de especies nativas y/o naturalizadas de baja productividad y calidad nutricional, lo que lleva a cargas inferiores a 1 UGG por hectárea; este aspecto hace que la ganadería sea una actividad dependiente de grandes extensiones de tierra y poco eficiente con los recursos, por lo que se ejerce una presión sobre las zonas boscosas o de protección y a la vez se afectan negativamente los recursos suelo y agua en detrimento de la sostenibilidad del sistema productivo.

1.2.1 Investigación y mejoramiento de forrajes. Los forrajes tropicales abarcan una extraordinaria variedad de plantas herbáceas y arbóreas seleccionadas, en su mayoría, de especies gramíneas y leguminosas no domesticadas. Las variedades mejoradas de forrajes, cultivadas como pasturas perennes o en diversas combinaciones con cultivos, proporcionan alimento pecuario de alta calidad y a su vez mejoran la calidad del suelo y reducen las emisiones de gases de efecto invernadero. Los forrajes mejorados sembrados son una opción eco-eficiente, que ayudan a combatir el hambre y la pobreza y generan, además, importantes beneficios ambientales (CIAT, 2012).

Cerca de una tercera parte de la superficie de la tierra está dedicada a la producción pecuaria. Esta enorme extensión está constituida por pastizales nativos y mejorados, así como por tierras agrícolas dedicadas al cultivo del forraje cosechable. La demanda mundial de carne, leche y otros productos de origen animal crecerá de manera dramática en las próximas décadas e igualmente igual que la necesidad de disponer de forrajes mejorados. Los pequeños productores pecuarios de los países en desarrollo, que se enfrentan con la competencia rígida de las operaciones industriales de alta eficiencia, tanto nacionales y extranjeras, tendrán que buscar nuevas opciones técnicas –como la combinación de gramíneas y leguminosas de superior calidad- para reemplazar con ellas las pasturas degradadas, cuyo valor nutritivo tiende a ser bajo (CORPOICA, 2006).

Desde la década de los 80 varias instituciones nacionales e internacionales que trabajan en investigación con forrajes en Colombia – El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), FEDEGAN-Fondo Nacional de Ganado y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)- han venido realizando esfuerzos conjuntos en investigación para identificar y seleccionar germoplasma forrajero adaptado, productivo y persistente, que permita el desarrollo de una ganadería eficiente y sostenible.

1.3 PROGRAMA DE FORRAJES TROPICALES DEL CIAT

A nivel mundial, 3.4 millones de hectáreas de tierras de pastoreo más un cuarto del área bajo producción agrícola son utilizadas para la alimentación pecuaria. Esto asciende a más de dos tercios del área total de tierras agrícolas. Por otra parte, las especies forrajeras son una característica prominente de los paisajes agrícolas en todo el mundo. Por lo tanto, los forrajes se clasifican entre los cultivos de mayor valor en muchos países y contribuyen a la sostenibilidad de los sistemas de producción animal y cultivos. En consecuencia, los forrajes mejorados brindan una oportunidad sin precedentes para que muchos pequeños agricultores en los trópicos mejoren sus medios de vida. Pero es desafiante alimentar animales de una manera sostenible y rentable. Una alta proporción de los sistemas de producción animal y cultivos de los pequeños agricultores en los trópicos está ubicada en zonas vulnerables, con suelos ácidos de baja fertilidad, estaciones secas prolongadas, exposición al encharcamiento y áreas en diferentes etapas de degradación. El CIAT busca ayudar a los agricultores mediante el desarrollo y el uso de una gama de opciones forrajeras que puedan cultivarse en rango de ambientes tropicales desfavorables hasta marginales (CIAT, 2012).

En vista de la experiencia del Centro en diferentes sistemas de producción, la investigación en forrajes tropicales que hace el CIAT tiene un enfoque mundial explícito, con capacidad de investigación estratégica en Centro, Sur América y el Caribe, África oriental y el Sudeste Asiático. Se reconoce que la interacción más fuerte entre disciplinas de investigación, socios y clientes se presenta en el contexto de los sistemas agrícolas y mercados en los países. El fortalecimiento de capacidades, las alianzas sólidas y la participación del conocimiento son, por consiguiente, partes integrales de la investigación.

1.4 FITOMEJORAMIENTO DE FORRAJES DEL GÉNERO BRACHIARIA EN EL CIAT

1.4.1 Mejoramiento en *Brachiaria*. Los cultivares del género *Brachiaria* de origen africano, han dominado durante las últimas décadas la disponibilidad de especies forrajeras en los trópicos, permitiendo la incorporación de extensas áreas a la producción ganadera, incluyendo zonas consideradas marginales en el pasado por la pobreza de los suelos. Actualmente los cultivares de *Brachiaria* pertenecen a cuatro especies ampliamente reconocidas como son *B. brizantha* (cvv. Marandú, Toledo y la Libertad), *B. decumbens* (cv. Basilisk), *B. humidicola* (ex-*B. dictyoneura*) (cvv. Humidicola y Llanero) y *B. ruziziensis* (cv. Kennedy). Con excepción del cv. Kennedy (que es diploide sexual con todas las *B. ruziziensis* naturales), los demás cultivares son poliploides y apomícticos, lo que les da estabilidad genética, pero que representaba en el pasado un obstáculo para realizar cruces de mejoramiento genético de los mismos. Sin embargo, la obtención a principios de los años 80, en la Universidad de Louvain (Bélgica), de un biotipo de *B. ruziziensis* tetraploidizada artificialmente permitió iniciar programas de hibridación y mejoramiento genético entre especies afines de *Brachiaria* (Swenne *et al.*, 1981; Ndikumana, 1985).

El impacto de las plantas forrajeras del género *Brachiaria* empezó a sentirse en la ganadería colombiana a partir de la década de 1970 con la introducción y adopción de *Braquiaria* amarga (*B. decumbens* cv. Basilisk). Hoy en día, luego de más de tres décadas de introducción, evaluación y liberación, tanto por el sector público como el privado, se encuentran regularmente disponibles en el mercado colombiano cinco o seis cultivares derivados de germoplasma recolectado en África oriental e introducido indirectamente a través de Australia o de Brasil. Estos cultivares, en su conjunto, son de un inmenso valor económico en Colombia, así como más ampliamente en América tropical.

Hace aproximadamente dos décadas se planteó la necesidad de manipular genéticamente las plantas del género *Brachiaria* (Ferguson y Crowder, 1974) para no depender de la selección a partir del germoplasma natural. En particular, se busca la combinación de atributos tales como resistencia a salivazo, adaptación a suelos ácidos e infértiles y alta calidad nutritiva, lo que parece no encontrarse o, por lo menos no se ha encontrado, en las colecciones de germoplasma natural.

1.4.2 Programa de mejoramiento genético de *Brachiaria* en el CIAT. Los trabajos de hibridación experimental en Colombia comenzaron inmediatamente después de la llegada

de *B. ruziziensis* traploidizada a CIAT (Calderón y Agudelo, 1990) y ya en 1989, los primeros híbridos estaban en un pequeño ensayo de campo en C.I.- Carimagua. Este ensayo constaba de 128 híbridos en total, con tres accesiones apomícticas diferentes como padres y todos con *B. ruziziensis* sexual tetraploidizada como madre. En este ensayo estaban incluidos todos los parentales.

Muy pronto se hizo evidente que *B. ruziziensis* tetraploidizada, como todas las accesiones conocidas de esta especie, es altamente susceptible a salivazo y muy mal adaptada a condiciones de suelos ácidos (toxicidad de aluminio y baja disponibilidad de nutrimentos, en particular nitrógeno y fósforo). Dados los defectos de la *B. ruziziensis* sexual, tetraploidizada, difícilmente se podía esperar que los híbridos del primer ciclo de cruces, aún con las mejores accesiones apomícticas, tuvieran la combinación deseada de atributos. Por tanto se adoptó como estrategia básica una ampliación deliberada de la base genética del germoplasma tetraploide y sexual, y su mejoramiento (Miles, 2008).

En 1993 se formó una población sintética a partir de 29 híbridos primarios de reproducción sexual (aaaa). Entre los parentales de estos 29 híbridos ‘ancestrales’, se encontraban nueve accesiones de *B. brizantha* y *B. decumbens*, algunas (como el cv. Marandu) consideradas ‘resistentes a salivazo’. El 50% de la composición inicial de la población sintética estaba conformado por *B. ruziziensis*, la única fuente de sexualidad en aquél entonces.

Esta población ha sido sometida a un esquema de selección cíclica (o recurrente) para mejorar su grado de adaptación y resistencia a salivazo, principalmente. El ciclo de selección que se usa actualmente dura dos años, con seis a siete meses de observaciones de desempeño en campo (dos sitios) seguido por evaluaciones bajo condiciones más controladas para medir reacción a salivazo (tres especies colombianas), *Rhizoctonia* (causante de añublo foliar), aluminio (en cultivo de solución) y calidad (digestibilidad in vitro y contenido de proteína cruda).

Después de la selección final, se propagan las plantas seleccionadas y se dejan cruzar entre sí en un bloque aislado para asegurar que no se contaminen con polen de alguna planta apomíctica. La semilla cosechada de las plantas en el bloque de cruzamiento da origen a la siguiente generación de la población sexual. Además de permitir que las plantas sexuales seleccionadas se crucen entre sí, en cada ciclo se cruzan los mejores clones sexuales con una o más accesiones de *B. decumbens* y/o *B. brizantha*, apomícticas, para generar una población híbrida que segrega por modo reproductivo. Una vez identificados los híbridos que se reproducen por apomixis y que reúnen los atributos básicos requeridos en un cultivar comercial, se puede proceder a difundirlos para evaluar su potencial como cultivares comerciales.

Dos cultivares híbridos han sido liberados y su semilla empieza a estar disponible en el mercado colombiano a través de convenios con la empresa privada. Estos dos cultivares tienen importantes atributos positivos, como es su alto rendimiento de forraje de excelente

calidad. Producto de investigaciones recientes ya se encuentra en el mercado, semillas comerciales del más reciente híbrido de *Brachiaria* liberado y se conoce como cultivar Caimán.

El *Brachiaria* híbrido cultivar cv Mulato (CIAT 36061) es el primer híbrido comercial obtenido por el Proyecto de Forrajes Tropicales CIAT, que se ha destacado por su buena adaptación a un amplio rango de localidades, alta producción de forraje, alta calidad forrajera y facilidad de establecimiento por medio de semilla. Sin embargo, limitantes en rendimiento de semilla y la sensibilidad a suelos con drenaje deficientes, sobre todo de Mulato, han frenado su difusión y han sido la causa de los altos costos de semilla comercial. Ambos cultivares híbridos responden marcadamente a la fertilización. Se espera que los cvs. Mulato y Mulato II, y aún mejores cultivares futuros, hagan un aporte cada vez más sensible a la economía ganadera de Colombia.

1.5 FLUJO DE GERMOPLASMA

El programa de Forrajes tropicales es una estrategia para el desarrollo rural pionero de las más grande frontera agrícola del continente. Su objetivo general es desarrollar tecnología de pasturas de bajo costo y bajo insumos para los suelos ácidos e infértiles de América tropical. Mediante esta tecnología se espera aumentar la producción de carne y leche en América tropical, incorporar la producción en tierras hoy marginales y liberar tierras fértiles dedicadas a la ganadería, para la expansión de la producción de cultivos (CIAT, 1982).

Las estrategias para cumplir con el objetivo son: la selección de germoplasma de pasturas adaptado a las condiciones ambientales (clima y suelo) y bióticas (plagas y enfermedades) prevalentes, el desarrollo de pasturas productivas y persistentes y la integración de la nueva tecnología de pasturas en sistemas de producción animal biológica, ecológica y económicamente eficientes (CIAT, 1985).

De acuerdo a estas estrategias el programa se divide en tres grupos: evaluación de germoplasma, evaluación y manejo de pasturas, evaluación de pasturas y sistemas de producción.

La unidad de germoplasma concentra su atención en la colección, selección, caracterización y desarrollo de las leguminosas y gramíneas adaptadas a suelos ácidos e infértiles; tolerantes a plagas y enfermedades.

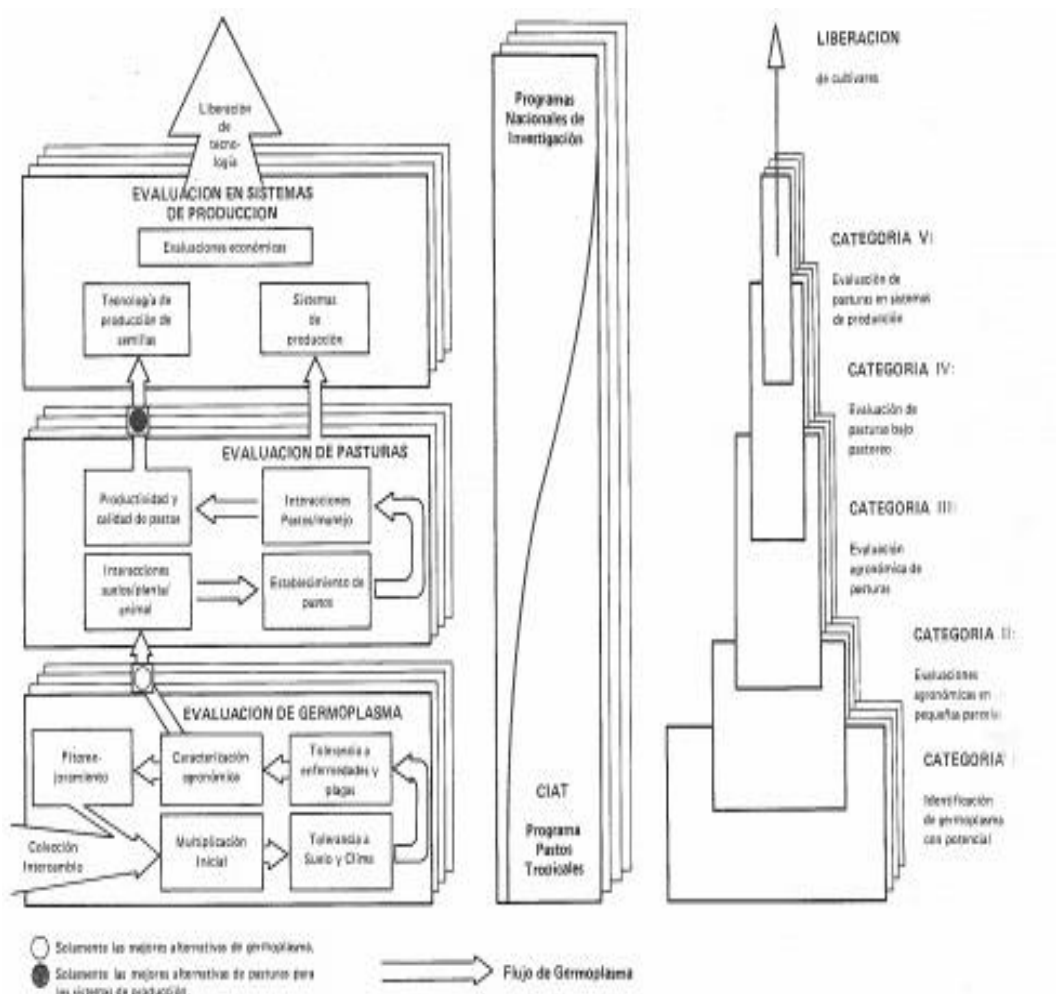
La unidad de sistemas de producción analiza los sistemas de producción prevalentes en un área específica, las condiciones socioeconómicas en las cuales operan los sistemas y sus implicaciones para la tecnología de pastos. Este grupo define el Componente de pastos mejorados necesarios para solucionar estratégicamente y corregir los problemas

críticos a nivel de finca, y evalúa el impacto esperado de las diferentes alternativas de tecnología de pastos mejorados en los sistemas de producción.

La unidad de evaluación y manejo de pasturas sirve como puente entre las otras dos, partiendo del germoplasma caracterizado suministrado por la unidad de germoplasma, ensambla pasturas que respondan a las necesidades del área de sistemas de producción y concentra su esfuerzo en el desarrollo y evaluación de pastos bajo diferentes esquemas de manejo que midan el potencial de productividad animal.

La figura 1 muestra el flujo del germoplasma a través de la estructura del programa, lo mismo que la participación de las instituciones nacionales colaboradoras en el desarrollo de la nueva tecnología de pasturas.

Figura 1. Flujo de germoplasma e interacción del programa del CIAT con los programas nacionales



Fuente. CIAT, 1985.

A medida que el germoplasma fluye a través de la secuencia de evaluación, se reduce el número de introducciones que pasan por sus diferentes etapas (CIAT, 1983).

La Figura 1 muestra también la reducción de acuerdo con la intensidad de evaluación que va de la categoría I, “identificación del germoplasma con potencial”, a la categoría II, “evaluación agronómica en pequeñas parcelas”, luego a la categoría III, “evaluación agronómica de pasturas”, seguida por la categoría IV, “evaluación del potencial de producción animal y manejo de pasturas”, y, finalmente la categoría V, donde se evalúan los pastos en sistemas de producción. El paso final para dar a conocer al público los cultivos y la tecnología es responsabilidad exclusiva de las instituciones nacionales.

Los principales sitios de selección del programa de forrajes son: Carimagua, en los Llanos orientales de Colombia, en colaboración con el ICA, para el ecosistema de los Llanos y en las instalaciones del CIAT en Santander de Quilichao tienen lugar las etapas iniciales de evaluación y multiplicación dada su proximidad a la sede principal, y últimamente se están haciendo establecimientos de ensayos en el Valle del Patía y la Meseta de Mercaderes, en el departamento del Cauca.

1.5.1 Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT). Una actividad clave del programa es la red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), actividad interinstitucional con la cual los programas nacionales evalúan germoplasma de pastos tropicales (Procedente de instituciones nacionales y del banco de germoplasma del CIAT. Esta red sigue etapas consecutivas de evaluación de la adaptabilidad y productividad de materiales promisorios, procedimiento de selección que es complementario del trabajo central de selección de Carimagua (CIAT, 1987).

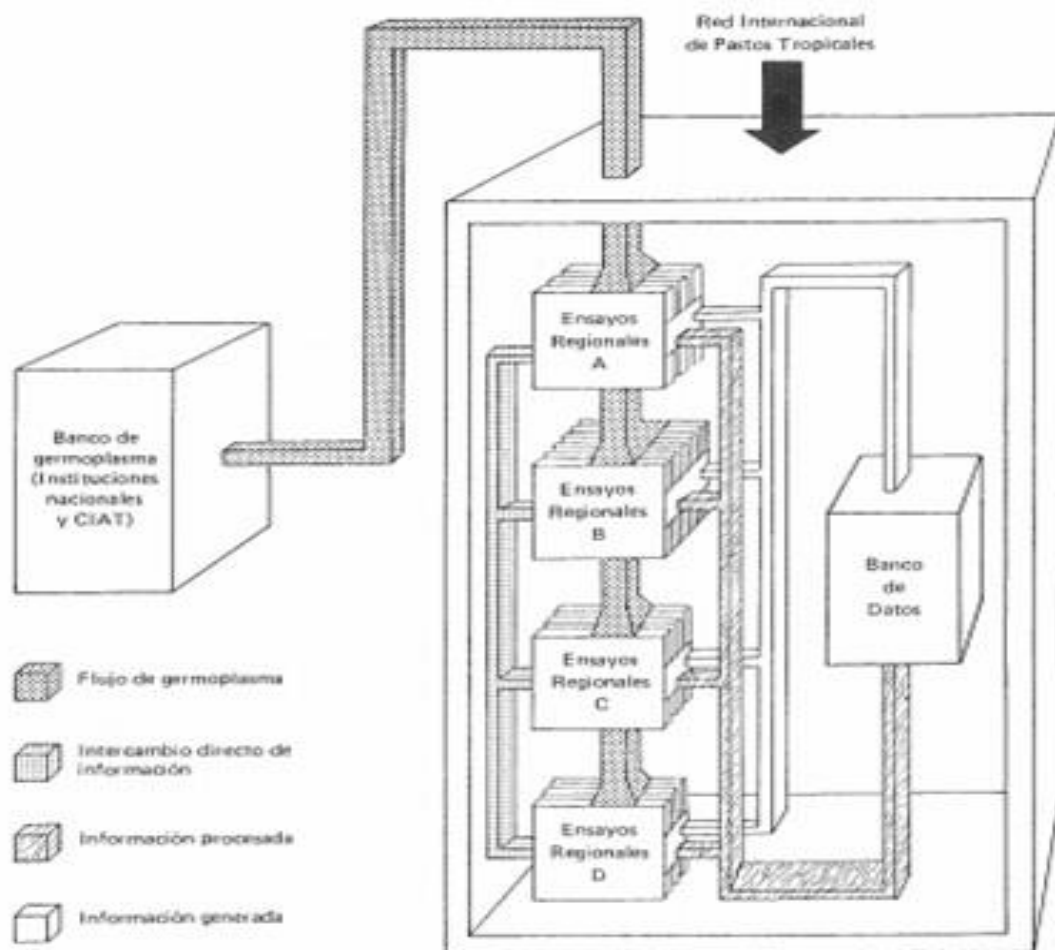
La Figura 2 muestra la estructura de la RIEPT. La información generada por el programa es ensamblada en bancos de datos que conforman en forma global la base del programa. Esta información se pone a disposición de los miembros de la red. De esta forma se maximiza el uso de la información generada, se evita la duplicidad de esfuerzos y se logran incentivar la transferencia tecnológica y científica horizontal.

1.5.2 Diferentes tipos de ensayos regionales. A partir de los bancos de germoplasma el material genético debe pasar por diferentes pruebas sucesivas dentro del área de actuación del programa, con el fin de seleccionar los mejores ecotipos por ecosistema, tales pruebas son:

Los ensayos regionales A (ERA) que tiene como objetivo evaluar la supervivencia de un elevado número de entradas¹ (80-150), en pocos lugares altamente representativos de los cinco ecosistemas mayores.

¹ Entrada: identificación de cada uno de los materiales forrajeros colectados para su evaluación.

Figura 2. Organización de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales



Fuente. CIAT, 1985.

Los ensayos regionales B (ERB), a través de los cuales se evalúa la productividad bajo corte de las diferentes entradas seleccionadas en A (Tal vez 20-30 materiales), bajo diferentes condiciones o subecosistemas del ecosistema mayor respectivo.

Los ensayos regionales C (ERC) que incluyen un número muy reducido de especies y entradas seleccionadas para cada subecosistemas en los ERB, tales ecotipos en mezclas se someten al pisoteo de los animales en diferentes manejos para evaluar el efecto del animal sobre la estabilidad y persistencia de la pastura.

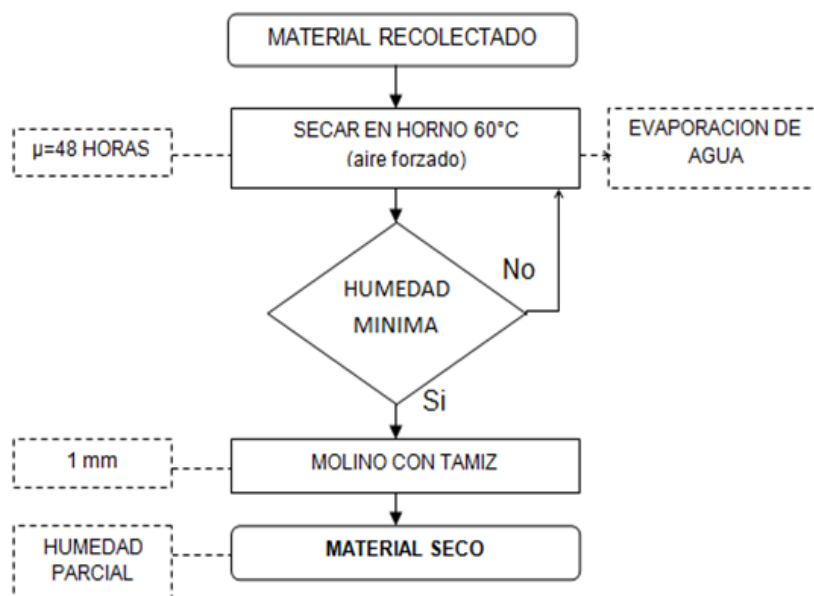
Finalmente los ensayos regionales D (ERD) tiene como objetivo evaluar la productividad de la mejor o de las 2 o tres mejores pasturas (Asociadas o no), en términos de ganancia

de peso del animal o de producción de leche en comparación con los mejores testigos locales.

1.6 PROTOCOLOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO DE CALIDAD Y NUTRICIÓN ANIMAL

1.6.1 Protocolo para el secado de muestras en el laboratorio. Lo que se alcanza con este procedimiento es la deshidratación parcial de la muestra. Se pone el material recolectado en el campo dentro de bolsas de papel y se introduce al horno a 60°C por 48 horas mínimo. Luego se saca la muestra del horno y se deja reposar por 72 horas. Se muele en el molino con un tamiz de 1 milímetro y se guarda en un recipiente de plástico o de vidrio que no permitan la entrada de aire. Es importante anotar, que si el material recolectado se encuentra congelado, debe dejarse reposar a temperatura ambiente antes de ser sometido a calentamiento como lo muestra la Figura 3.

Figura 3. Proceso de secado de material recolectado



Fuente. CIAT, 2008.

1.6.2 Protocolo para Materia seca (% M. S). Este proceso se realiza para determinar el contenido de materia orgánica más la inorgánica de los forrajes.

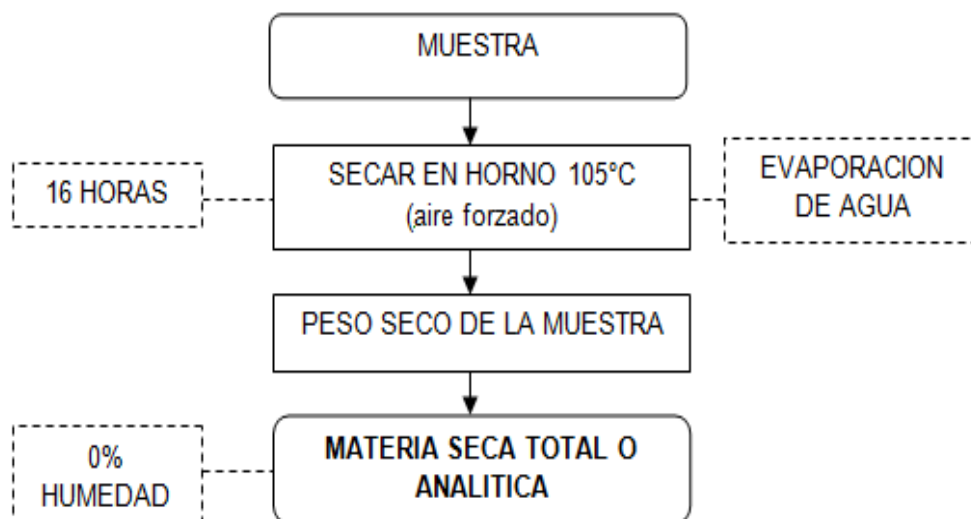
La muestra pierde humedad mediante calentamiento a 105°C durante 16 horas provocando la evaporación y dejando como residuo el porcentaje de materia seca. Los equipos y materiales que se utilizan son crisoles de porcelana, bandejas, espátula, balanza analítica, horno, desecador con silica gel y pinzas.

Para realizar el procedimiento se coloca el crisol de 1 ml sobre una bandeja y se introduce al horno a 105°C por una hora. Se traslada al desecador para que se enfríe durante 20 minutos, y se pesa. Se pesa aproximadamente 1 g de muestra previamente seca (horno a 60°C) y se pone en el horno a 105°C durante 16 horas. Luego se retira y se enfría en el desecador. Finalmente, se pesa el residuo y se calcula el porcentaje de materia seca (materia orgánica e inorgánica). Se anota, que la materia seca realizada en este análisis, se encuentra libre de humedad, 100% base seca de la muestra (Figura 4).

El porcentaje de materia seca se calcula de la siguiente manera:

$$\%MS = \frac{\text{Peso de crisol} + \% \text{ peso de muestra seca (105°C)} - \text{peso de crisol}}{\% \text{ peso de muestra parcialmente seca (60°C)}} \times 100$$

Figura 4. Proceso de determinación de materia seca analítica



Fuente. CIAT, 2008.

1.6.3 Protocolo para la determinación de cenizas. Determina el porcentaje (%) de materia inorgánica de los alimentos, conocido también como sales minerales. Para esto, la muestra se incinera a 600°C logrando quemar el material orgánico y quedando de residuo la materia inorgánica (minerales).

Los equipos y materiales utilizados son la mufla (horno de incineración, crisoles de porcelana, desecador, pinzas, bandejas, balanza analítica y espátula.

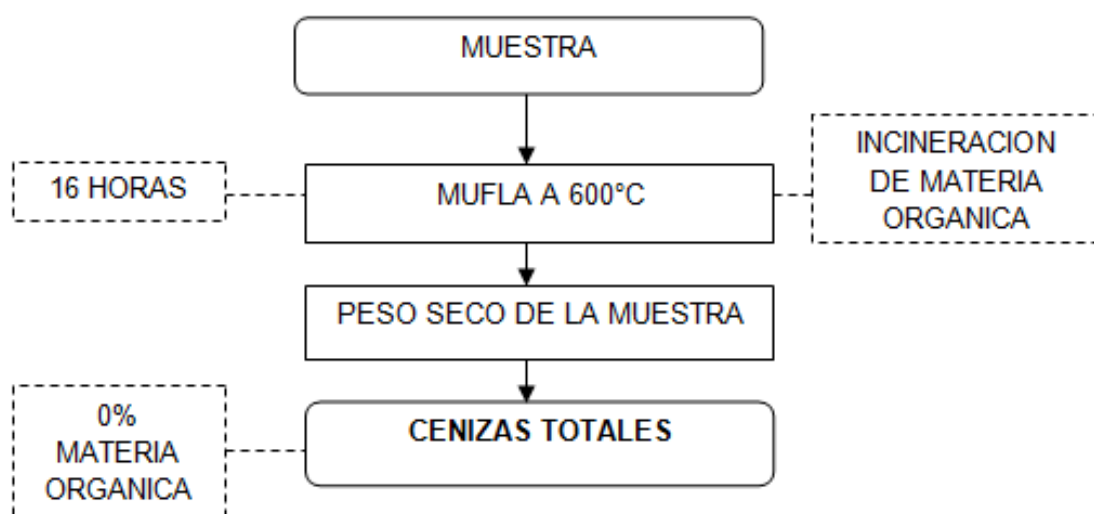
Se colocan crisoles en bandejas y se llevan a horno a 105°C por una hora, se pasan al desecador para enfriar y se pesan. Se toman aproximadamente 2 gramos de muestra

previamente seca (105°C), y se introducen en la mufla a 600°C y durante toda la noche. Se retiran las muestras de la mufla y se meten al desecador. Se pesan y se calcula el porcentaje de cenizas o materia inorgánica (Figura 5).

El porcentaje de cenizas se calcula de la siguiente manera:

$$\% \text{ de cenizas} = \frac{\text{Peso del crisol} + \% \text{ peso de cenizas (600°C)}}{\% \text{ peso de muestra seca total (105°C)}} \times 100$$

Figura 5. Proceso de determinación de cenizas totales



Fuente. CIAT, 2008.

Es importante tener en cuenta que la temperatura debe ser adecuada, para que se destruya totalmente la materia orgánica, y no se alteren los componentes inorgánicos.

1.6.4 Protocolo para la extracción del licor ruminal. Método usado de extracción de licor ruminal de un animal fistulado en el rumen. El licor ruminal debe ser extraído de un animal fistulado en el rumen con acceso a un buen forraje y suplementación, se hace con termos plásticos, gasa y embudo.

Para realizar el procedimiento debe Impedirse el acceso de alimento y agua una hora antes de la extracción del licor ruminal. Se deben mantener los termos llenos con agua a temperatura de 38°-39°C, simulando las condiciones de temperatura y anaerobiosis del rumen, se extrae el licor ruminal de la parte media del rumen, no del fondo, para evitar que partículas pequeñas de alimento se mezclen con la muestra e interfieran con los

resultados. Se vacía el agua de los termos y se llenan hasta el tope con el filtrado del licor que se hace con gasa y embudo.

Los termos llenos se trasladan inmediatamente al laboratorio (es muy importante el tiempo transcurrido entre la toma del licor y el inicio del ensayo) y finalmente se filtra nuevamente el licor a través de 4 capas de gasa, utilizando la cantidad requerida.

Es importante aclarar que el licor ruminal es usado en la técnica que determina la digestibilidad in vitro de la materia seca y la técnica de producción de gas.

1.7 ENFERMEDAD Y PLAGA DE LOS FORRAJES TRABAJADAS EN EL CIAT

1.7.1 Principal enfermedad de las *Brachiarias* en Colombia: Añublo foliar (*Rhizoctonia solani*). Las *Brachiarias* están expuestas a varias enfermedades causadas por hongos que impiden el desarrollo normal de la planta.

Se han registrado varios hongos patógenos que atacan las especies de *Brachiaria* en todo el mundo; en Colombia, la enfermedad del añublo foliar causada por *Rhizoctonia solani* genera un daño foliar importante en genotipos susceptibles de muy diversas especies vegetales incluyendo las *Brachiarias*.

El desarrollo del añublo foliar es favorecido por la alta humedad relativa, los suelos húmedos, ácidos y con temperaturas en épocas lluviosas. El hongo puede sobrevivir, durante un tiempo prolongado en el suelo o en residuos vegetales infectados, en forma de esclerosios, que se observan primero como masas blancas en el tejido infectado. Cuando estos esclerosios maduran se tornan pardos y forman masas flojas que caen al suelo, las cuales constituyen la fuente primaria del inóculo para futuras infecciones de la planta, se diseminan fácilmente por el viento y la lluvia. Los síntomas comprenden manchas iniciales acuosas, seguidas por lesiones de centros decolorados con bordes pardos irregulares. A medida que la enfermedad progresa y las lesiones se juntan, toda la lámina foliar se cubre de añublo.

1.7.2 Plaga principal de *Brachiaria* en Colombia: El mión o salivazo de los pastos. Varios géneros de insectos de la familia Cercopidae, que en conjunto reciben el nombre de salivazo, constituyen la plaga más importante de los pastos del género *Brachiaria* en Colombia (Lapointe *et al.*, 1992) y tienen enorme importancia económica reconocida por los especialistas quienes colocan a este complejo de insectos como la plaga más limitante en la producción ganadera de América tropical (Lapointe y Miles, 1992). El daño es causado por las ninfas y por los adultos cuando chupan la savia del xilema. Las especies más importantes en Colombia son *Aeneolamia varia* (F.), *A. reducta* (Lallemand), *Zulia carbonaria* (Lallemand), *Z. pubescens*(F), *Prosapia simulans* (Walker) y *Mahanarva trifissa*(Jacobi).

1.7.3 Bioecología del salivazo de los pastos. Taxonómicamente los salivazos de los pastos pertenecen al orden Homoptera, familia Cercopidae. Las especies de importancia económica son de la subfamilia Tomaspinae. Las especies del género *Aeneolamia* presentan una distribución más amplia, encontrándose desde México hasta la Argentina. Los géneros *Deois* y *Mahanarva* se encuentran al oriente de Bolivia, Perú, Ecuador y Venezuela y son predominantes en Brasil. En Brasil y Colombia se encuentran también las especies del género *Zulia*. El género *Prosapia* es el más importante en Centroamérica.

Los salivazos se encuentran en varios pisos térmicos desde las tierras bajas hasta los 1.600 m.s.n.m. y sobre una variada colección de gramíneas forrajeras tanto como caña de azúcar, césped y arroz (Guagliumi, 1975).

Los cercópidos son insectos de metamorfosis incompleta o hemimetábola, careciendo de la fase pupal. Los huevos son de forma alargada y su tamaño depende de la especie. Son depositados por la hembra sobre la superficie del suelo o puede penetrar por las grietas y dejarlos a mayor profundidad, cerca o entre las raíces de los pastos; algunos son ovipositados sobre los estolones o residuos vegetales que están en contacto con el suelo. La incubación es afectada por las condiciones ambientales, especialmente por la precipitación (Castro *et al.*, 2006).

Las hembras tienen la facultad de generar un tipo de huevo cuyo proceso de incubación se inhibe, entrando en estado de diapausa (quiescencia del desarrollo); de esta manera el desarrollo del huevo puede durar desde unos pocos días hasta casi un año dependiendo las condiciones ambientales, estrategia evolutiva que les permite pasar exitosamente la sequía enterrados en el suelo hasta la época siguiente de lluvias (Evans, 1972).

Al eclosionar, el huevo da origen a una ninfa que se ubican en la base de las plantas siendo óptimo para su desarrollo ya que existe un microclima con alta humedad y baja temperatura que evita su desecación. Además las ninfas encuentran los sitios adecuados: raíces y brotes tiernos en los que clavan su estilete para alimentarse (Hewitt, 1989). El estado ninfal es afectado por las condiciones ambientales y dura entre 34 y 57 días (Calderón, Arango y Varela, 1982). Están recubiertas por una espuma que se hace más densa poco antes de su transformación en adulto.

El tamaño del adulto varía según la especie y oscila entre 5 y 12 mm de longitud, por 4 de ancho en el tórax. La coloración del cuerpo generalmente es oscura, parda o negra aunque en algunas especies es roja o anaranjada y sirven para su identificación. La diferenciación sexual entre hembra y macho se da por la conformación genital externa y sirve como característica para agruparlos taxonómicamente por especie (Costa Lima, 1942; Calderón, Arango y Varela, 1982).

La cópula puede ocurrir durante el primer día de emergencia, o hasta el tercero según la especie. Luego de un periodo de preoviposición que varía entre 12h y varios días, las

hembras empiezan la postura depositando, en promedio, entre 40 y 100 huevos en un lapso de 3 a 4 días hasta 10 días. Los periodos lluviosos favorecen la oviposición. La longevidad promedio de un adulto oscila entre 8 y 15 días. El número de generaciones por año varía de dos a tres hasta un máximo de seis. Las poblaciones fluctúan en relación estrecha con la precipitación; las mayores se presentan durante la estación lluviosa y la primera generación importante ocurre alrededor de 25 a 30 días después de las primeras lluvias, por la eclosión de los huevos que están en diapausa. Los máximos niveles de población se presentan a mediados de la época de lluviosa, coincidiendo también con los mayores daños del pasto (Valerio y Koller, 1993).

Además de las lluvias, las características del pasto hospedante tienen un gran efecto en la proliferación de los cercópodos; entre ellas, el hábito de crecimiento, la dureza y la pubescencia de los tallos y el valor nutritivo. Las gramíneas decumbentes que emiten rizomas o estolones y forman césped denso, son especialmente favorables para el desarrollo y multiplicación de este insecto debido a la alta humedad que mantienen en la zona cercana al suelo y por la protección que brindan a las ninfas contra la radiación solar (Calderón Arango y Varela, 1982).

2. METODOLOGÍA

2.1 LOCALIZACIÓN

Esta práctica se realizó en el Centro Internacional de Agricultura Tropical, (CIAT) ubicado en la Ciudad de Palmira - Valle del Cauca, en el proyecto de Forrajes Tropicales, bajo la supervisión profesional del Ingeniero Agropecuario Elkin Rendón, Asistente de Investigación y del Dr. Michael Peters, líder del Programa.

2.2 ACTIVIDADES

Para el desarrollo de la práctica social se trabajaron dos fases:

Fase 1: Se obtuvo conocimientos en las áreas que conforman el Programa de Forrajes Tropicales del CIAT.

Fase 2: Se Apoyaron las actividades de investigación del Programa de Forrajes Tropicales del CIAT.

Para el logro del objetivo general se trabajó de la siguiente manera:

2.2.1 Rotes semanales. Se realizan con el objeto de conocer las actividades que realiza cada una de las áreas de trabajo que constituyen el Programa de Forrajes Tropicales del CIAT.

La práctica se desarrolló realizando una rotación por las áreas que conforman el programa: la unidad de semillas, las áreas de Fitomejoramiento, Fitopatología, Entomología, Germoplasma y el Laboratorio de calidad de forrajes y nutrición animal.

Cada rote por disciplina tuvo una duración de quince días.

2.3 ROTACIÓN POR LA UNIDAD DE SEMILLAS

La unidad de semillas tiene a su cargo dos líneas de trabajo: la propagación de los híbridos de *Brachiaria* que desarrolla el programa de fitomejoramiento y la producción en cantidad de semillas de materiales no comerciales de gramíneas y leguminosas, que son utilizadas en proyectos de investigación dentro y fuera del CIAT.

Actividad 1: se realizó la creación de un manual que describe las metodologías del trabajo que realiza la unidad para la obtención en campo de las semillas y los procesos a los que se someten después de la cosecha. Sistematizando esta información se creó una presentación en Microsoft power point dirigida a los productores, para mostrar las técnicas que utiliza el Centro de investigación.

Actividad 2: se visitó la sede del CIAT ubicada en Santa Rosa, municipio de Popayán, y se realizó la cosecha de semillas de un lote de *Brachiaria brizantha* cv. Toledo. Se caminó por el lote detectando la dureza de las semillas, característica que indica su madurez, se cortaron los tallos florales con la hoz y se fueron apilando sobre lonas, se cubrieron y se dejaron en el campo por 3 días para que se produjera el sudado de la semilla y se lograra el desprendimiento de los granos maduros (Figura 6).

Figura 6. Cosecha y pos cosecha de gramíneas; a. Lote listo para ser cosechado; b. Revisión de semilla; c. Identificación de granos duros; d. Corte con hoz; e. Tallos florales; f. Apilado



Para obtener los granos, se sacudieron las inflorescencias con la mano logrando su desprendimiento. Estas semillas se transportaron hasta la sede del CIAT en Palmira, se realizó el secado al sol sobre lonas para disminuir el contenido de humedad. Finalmente se realizó el empaque del material, la rotulación de las bolsas de papel y se llevaron a los cuartos fríos para su conservación.

Actividad 3: se visitó en varias ocasiones el lote de leguminosas establecido en el CIAT-Palmira, y se realizó un reconocimiento de las especies, sus características agronómicas, los usos, los requerimientos para el establecimiento y manejo. Las especies estudiadas

fueron: *Canavalia brasiliensis*, *Centrosema molle*, *Desmodium heterocarpon*, *Stylosanthes guianensis*, *Cratylia argentea*, *Leucaena diversifolia*, *Leucaena leucocephala*.

Se realizó la cosecha de vainas de *Leucaena diversifolia* pues se necesitaba realizar un semillero para el establecimiento de un lote de silvopastoreo.

Se colectaron las vainas maduras en y se transportaron hasta el parqueadero del programa, se colectaron las vainas maduras, se extendieron sobre lonas al sol lo que produjo su dehiscencia, tres días después se pasaron por la trilladora de granos y se realizó la separación de los materiales, limpiando la semilla a través del tamizado en zarandas, luego se escarificaron y se entregaron 2kg a la Unidad de germoplasma para la siembra en semilleros.

Actividad 4: se participó en la escarificación de 2 kg de semilla de *Leucaena diversifolia*. Este procedimiento se realizó en el laboratorio de semillas, bajo supervisión de los técnicos del área y bajo normas de seguridad debido a que se utilizó ácido sulfúrico. Las semillas se depositaron en una bandeja y se empezó a adicionar el ácido hasta que la mayoría de la superficie quedó humedecida, no se tuvo en cuenta una cantidad en ml establecida pues ésta varía dependiendo de la cantidad y tamaño de las semillas. Se dejó actuar por 14 minutos y se realizó un lavado con abundante agua, esta actividad se repitió con semillas de *Canavalia brasiliensis*, *Cratylia argentea* y con semillas de *Brachiaria brizantha* cv. Toledo.

2.4 ROTACIÓN POR EL ÁREA DE FITOMEJORAMIENTO GENÉTICO

El programa trabaja en la obtención de híbridos de plantas forrajeras del género *Brachiaria* que contengan alta calidad nutritiva, características agronómicas sobresalientes, que respondan a la diversidad del paisaje ganadero representado por climas y suelos diferentes, y que sean resistentes a plagas como el salivazo y enfermedades como rhizoctonia, causantes de enormes pérdidas económicas (Miles, 2008).

La rotación se basó en la consulta de documentos, lecturas de textos y charlas con el Fitomejorador Dr. Jhon William Miles, que ayudaron a entender cómo ha sido posible la obtención de los materiales híbridos con características agronómicas superiores que hoy se encuentran disponibles en el mercado y todo el trabajo que se ha desarrollado en el programa para lograrlo; también la importancia de las gramíneas del género *Brachiaria* en Colombia y por ende su afán en el programa de mejoramiento.

Por tratarse de información confidencial, ya que es una sección de desarrollo de nuevas variedades, el acceso a métodos de mejoramiento es restringido y por lo tanto se describen a continuación las actividades de campo en las que se brindó apoyo.

Actividad 1: se ayudó en la limpieza, selección y pesaje de las semillas de 270 híbridos de *Brachiaria humidicola* que están en proceso de evaluación en los Llanos Orientales. Se creó un código para cada uno de los materiales y se guardó en un documento digital, se tomó el peso inicial de las muestras, se colocaron en una máquina ventiladora que separó la semilla vana de la semilla buena y se registró el peso final. Todos los datos se incluyeron en el archivo y las semillas buenas se empacaron, sellaron y rotularon con su identificación para ser conservadas por el fitomejorador.

Actividad 2: en el Municipio de Puerto López, departamento del Meta se establecieron dos ensayos de híbridos de *Brachiaria humidicola*.

El ensayo 1 se estableció en la finca La Libertad para la evaluación de 950 híbridos producto de la selección recurrente de años anteriores. Estos materiales fueron transportados en bandejas desde las instalaciones del CIAT en Palmira, pues habían sido sembrados en jiffys e identificados previamente en los invernaderos.

El lote para la siembra fue preparado y marcado con anterioridad, se hizo el ahoyado y se introdujo en cada uno de los huecos una plántula. El orden de la distribución de los materiales en el campo fue diseñado en un mapa previamente por el fitomejorador y él indicó la secuencia de los números en el terreno. Tres personas distribuyeron las plántulas y el resto del personal sembró.

El ensayo 2 se estableció en la Finca La Florida, con las mismas características que el anteriormente descrito.

El acceso al diseño de los ensayos y los datos del establecimiento no fueron suministrados ya que son trabajos que están apenas en fase de evaluación y no se han publicado avances (Figura 7).

Figura 7. Ensayos de híbridos de *B. humidicola* en los Llanos Orientales; a. Ensayo 1 finca La Libertad; b. Ensayo 2 finca La Florida



Actividad 3: se realizó el establecimiento en campo de los parentales de nuevos híbridos de *Brachiaria humidicola*, con el fin de realizar la evaluación con relación a producción de semilla.

Para esta actividad se utilizó uno de los lotes de la sede del CIAT en Palmira. Se sembraron 260 plántulas, a una distancia de 2 m entre plantas y 3 m entre surcos para evitar la contaminación de los materiales.

2.5 ROTACIÓN POR LA UNIDAD DE GERMOPLASMA

La sección de germoplasma del Programa de Forrajes trabaja en:

La Introducción de germoplasma y el incremento intercambiando materiales con otras instituciones.

La multiplicación y conservación del germoplasma.

La caracterización y evaluación preliminar del germoplasma.

Documentación y clasificación del germoplasma.

En la unidad de germoplasma del CIAT, las actividades en las que se brindó apoyo fueron:

Actividad 1: se realizó la cosecha, limpieza y selección de las semillas de 19 accesiones de *Chloris gayana* y 15 accesiones de *Cenchrus ciliaris*. Estas especies habían entrado al País recientemente por intercambio y la unidad de germoplasma realizó la siembra de las pocas semillas para su multiplicación.

Después de realizado el beneficio se escogieron 100 semillas de cada uno de los materiales, se rotularon las bolsas con los códigos de identificación, se llevaron al laboratorio donde se realizó el pesaje de cada muestra. Con estos datos se halló el número de semillas por kilogramo.

Se montó una prueba de germinación para conocer el porcentaje de cada material. Se sembraron las 100 semillas de cada accesión en bandejas con arena y se realizaron conteos a los días 7, 14 y 21 después de establecidas. Se hizo una repetición de la prueba (Figura 8).

Figura 8. Trabajo con semillas de *C.ciliaris* y *C. gayana*; a Selección de semillas.; b Rotulación e identificación de las bolsas.; c Pesaje de semillas en balanza.; d.Siembra de las semillas en las bandejas de germinación; e identificación de los materiales.; f.B



Actividad 2: la unidad de germoplasma está implementando un lote de silvopastoreo de 8 ha en las instalaciones del CIAT - Palmira. Se apoyaron varias labores dentro de esta actividad:

En el invernadero se sembraron en jiffys 1500 semillas de *Leucaena diversifolia*, 1500 de *Leucaena leucocephala*, *Canavalia brasiliensis*, *Desmodium heterocarpon* y *Cratylia argentea*.

Se midió el lote con cintas métricas, se colocaron estacas para hacer las divisiones de los arreglos según el diseño del plano y se sembraron al voleo 2 ha de *Brachiaria* híbrido cv Mulato II y 2 ha de *Brachiaria* híbrido cv Cayman. Las semillas se mezclaron con cascarilla de arroz en una proporción de 6-8:1kg de semilla (la cantidad de cascarillas se mide en volumen).

Las *Leucaenas* sembradas en jiffys con anticipación en el invernadero, se trasladaron al campo y se establecieron, en arreglos de surcos dobles al tres bolillo dentro de los lotes sembrados con gramíneas (Figura 9).

Figura 9. Lote de silvopastoreo en el CIAT; a. Lote; b. Trazado y estacado; c y d. Preparación de semillas de gramíneas para la siembra



De las plantas de *Cenchrus ciliaris* y *Clhorys gayana* que estaban establecidas en campo y de las que se cosecharon para la evaluación del porcentaje de germinación, se extrajo material vegetativo para trasplantar al lote de silvopastoreo. Con palines se retiró la mitad del área total de cada una de las plantas y se extrajeron 300 estolones de buena calidad, se hizo desinfección con hipoclorito y se trasladaron al campo donde se sembraron nuevamente.

Se hizo el inventario de las *Leucaenas* que se establecieron en el lote para determinar qué porcentaje había resistido el estrés del trasplante. Se contaron cuantas plántulas estaban muertas y se realizó en el invernadero otra siembra de semillas para realizar un nuevo trasplante.

Actividad 3: se visitó en dos ocasiones las fincas de los productores del Valle del Patía donde se están llevando a cabo, en conjunto con el grupo de investigación NUTRIFACA de la Universidad del Cauca, proyectos para el desarrollo de alternativas forrajeras con especies tolerantes a las condiciones de sequía y baja calidad de los suelos en la región. En la primera visita se conocieron las especies de ensayos previamente establecidos (Gramíneas: *Brachiaria* híbrido- Mulato II y Cayman; *Brachiara brizantha* cv Toledo, Victoria y La Libertad; *Panicum maximun* cv Mombaza. Leguminosas: *Canavalia*

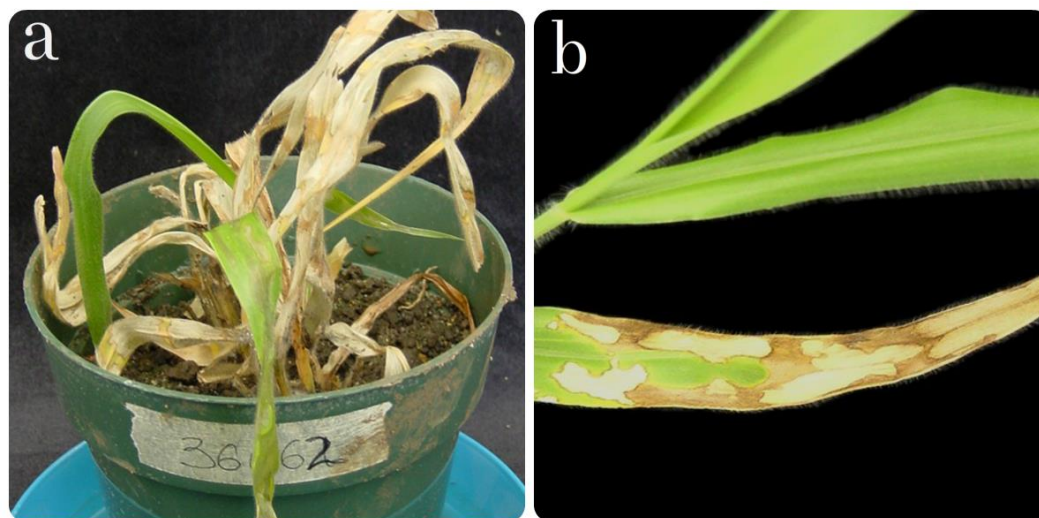
brasiliensis, *Centrosema molle*, *Desmodium heterocarpon*, *Stylosantes guianensis*, *Cratylia argétea*, *Desmodium velutinum*, *Leucaena diversifolia* y *Leucaena leucocephala*) y los lotes dónde se establecerían los nuevos ensayos. En la segunda visita, se apoyó el establecimiento de un Ensayo Regional tipo D (ERD) de 11 has en la finca de uno de los productores que trabaja con el proyecto. Los materiales sembrados fueron *Panicum maximum*, *Brachiaria híbrido* cv. Mulato, *Brachiaria brizantha* cv. Toledo y *Canavalia brasiliensis*.

La siembra de las gramíneas se hizo al voleo. Se sembraron lotes estableciendo gramíneas solas y lotes con gramíneas asociadas con la leguminosa. La siembra de *Canavalia brasiliensis* se hizo a chuzo, a una distancia de 1m entre plantas y 1 m entre surcos, depositando 2 semillas por sitio. Para realizar el tapado de la semilla se utilizó un caballo que tiraba de troncos delgados y pasó varias veces por el lote.

2.6 ROTACIÓN POR EL ÁREA DE FITOPATOLOGÍA

El área de fitopatología del CIAT, investiga con detenimiento la enfermedad del añublo foliar causada por el hongo *Rhizoctonia solani*, patógeno que genera daño en las hojas y que ataca diversas especies vegetales incluyendo las Brachiarias, impidiendo de esta forma el desarrollo normal de la planta. (Segenet *et al*, 1995) (Figura 10).

Figura 10. Síntomas de *Rhizoctonia solani*, a. cubrimiento total del área foliar después del ataque del patógeno; b. Manchas irregulares en las hojas



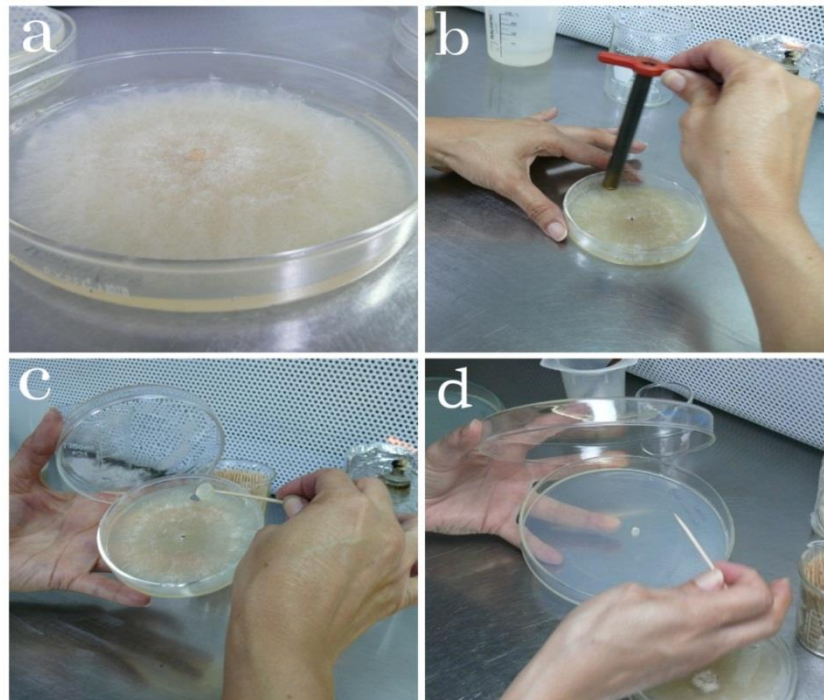
Se conocieron los protocolos que se deben aplicar para la preparación del medio de cultivo, la siembra del hongo y la preparación del inóculo que se deposita en los materiales vegetales que se van a evaluar. Estos fueron escritos por Kelemu Segenet en 1995 pero se han ajustado por el resultado de las investigaciones.

Actividad 1: se preparó un medio de cultivo papa-dextrosa-agar para la multiplicación del hongo *Rizoctonia solani*. Se utilizaron 39g por litro de agua destilada, Difco^T. Se colocó aproximadamente entre 15 a 20 ml de medio en cada una de las cajas petri, cuando el medio estuvo a una temperatura de 40°C. Todo el proceso se realizó dentro de una cámara de flujo laminar completamente limpia y libre de contaminaciones. (Segenet *et al*, 1995).

Una vez preparado el medio se procedió a sacar un segmento del hongo, que estaba en conservación y se encontraba almacenado sobre papel filtro en una nevera a - 20°C. El segmento del hongo se dividió en cuatro unidades, uno para cada caja petri y se ubicaron directamente sobre el medio, luego las cajas se incubaron en hornos a 28°C en posición boca abajo durante tres días.

Pasado este tiempo se retiraron las cajas del horno y se llevaron nuevamente a la cámara de flujo. Como lo que se requería era multiplicar el hongo, se realizaron discos de 5 mm con la ayuda de un sacabocado sobre el medio de cada una de las cajas, luego se tomó un disco con la ayuda de un palillo estéril y se sembró nuevamente en el centro de una caja petri más grande, que contiene un volumen de 60 ml de medio (150mm x 25 mm), como lo muestra la Figura 11. Finalmente se incubaron 25 cajas bajo las mismas condiciones anteriormente descritas, pero por espacio de 4 días para ser utilizadas posteriormente en la preparación de un inóculo.

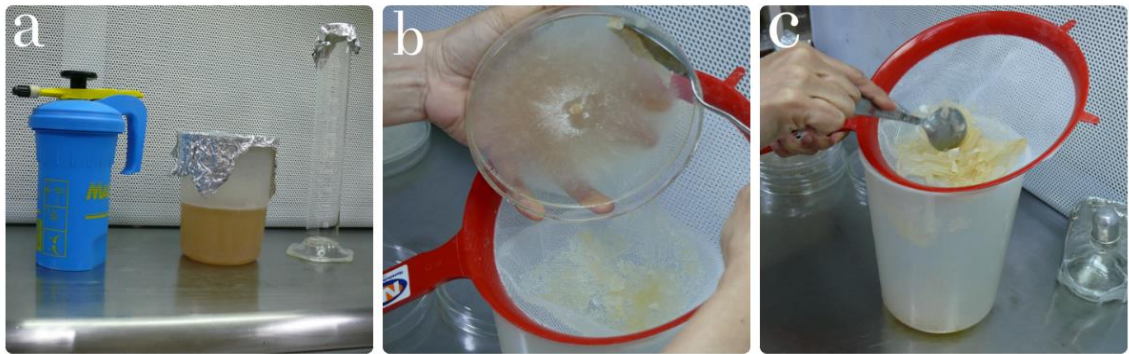
Figura 11. Reproducción del hongo en el medio de cultivo; a. Caja petri con medio y hongo; b. Extracción de discos con sacabocados; c. Discos que llevan el hongo; d. Siembra del hongo en caja petri más grande



Actividad 2: se realizó la preparación del inóculo que se distribuyó por aspersión sobre plantas jóvenes de *Brachiaria brizantha* a campo abierto para evaluar si esta nueva metodología podría ser aplicada o no.

Se preparó un caldo de papa dextrosa Difco™ (24 gr por litro de agua destilada), se retiraron del horno las cajas de petri grandes que se habían puesto a incubar cuatro días antes y con la ayuda de una cuchara se retiró todo el medio con el hongo sobre un colador convencional, se maceró completamente y a cada caja grande se le adicionaron 140 ml del caldo. Todo el inóculo se homogenizó (Segenet *et al*, 1995) (Figura 12).

Figura 12. Inóculo: a. Caldo papa dextrosa; b. hongo de las cajas petri retirado; c. maceración en colador del hongo



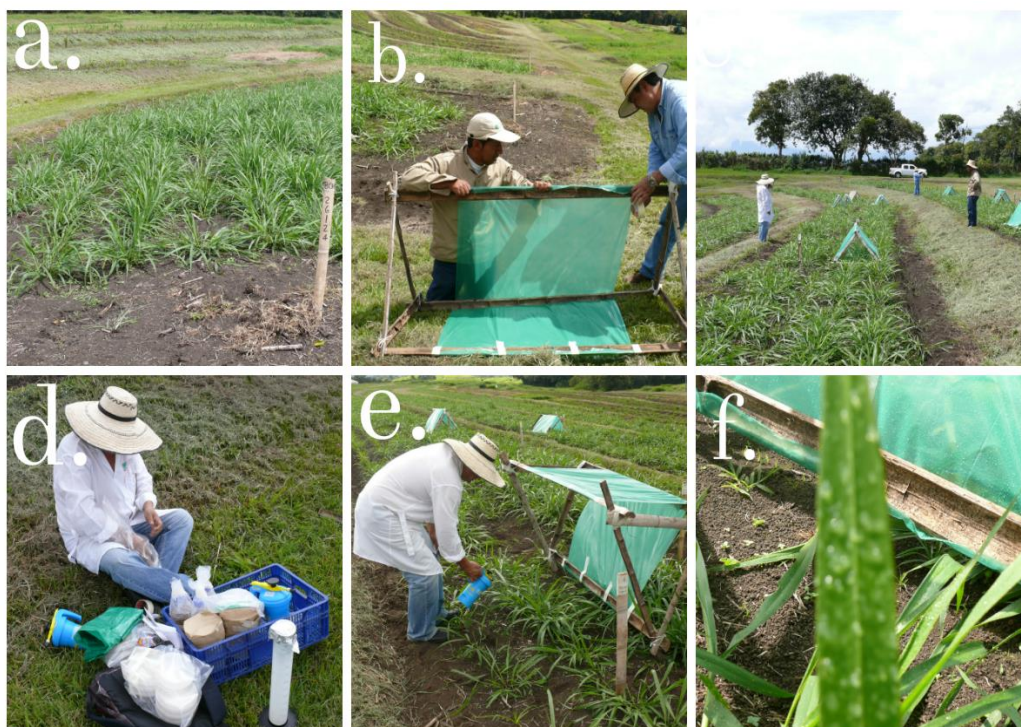
Actividad 3: se realizó la inoculación de 90 plántulas con la ayuda de una bomba de presión con abanico número tres. A la bomba de aspersión se le adicionaron 200 mL de inóculo, volumen suficiente para mojar las plantas en la parte alta, media y baja. Finalmente a cada planta se le colocó un cilindro de acetato para brindarle todas las condiciones que el hongo requiere para causar la enfermedad, allí se dejaron por espacio de 8 a 9 días para su posterior evaluación (Figura 13).

Figura 13. Inoculación por aspersión: a. Bomba de presión; b. introducción de planta en cilindro de acetato y aspersión del inóculo; c. planta en tubo de acetato como unidad de evolución



Actividad 4: se realizó un ensayo directamente en campo en la estación experimental del CIAT en Santa Rosa – Popayán, para evaluar el bajo condiciones no controladas. Esta prueba se desarrolló con 27 plantas jóvenes de *Brachiaria brizantha* accesión 26124, tomadas al azar, de las cuales 9 se trabajaron con hongo y agar bajo una estructura triangular cubierta de plástico para aislarlas de la lluvia y evitar el lavado del inóculo. 9 con hongo y agar sin estructura triangular y las últimas 9 sin hongo ni cobertura, solamente inoculadas con agar, como lo muestra la Figura 14.

Figura 14. Inoculación de *Rhizoctonia solani* en campo: a. Plantas jóvenes de *B. brizantha*; b. elaboración de los cobertizos; c. Distribución de los cobertizos en el lote; d. Preparación del inóculo; e. Inoculación por aspersión; f. Muestra de inóculo sobre la superficie

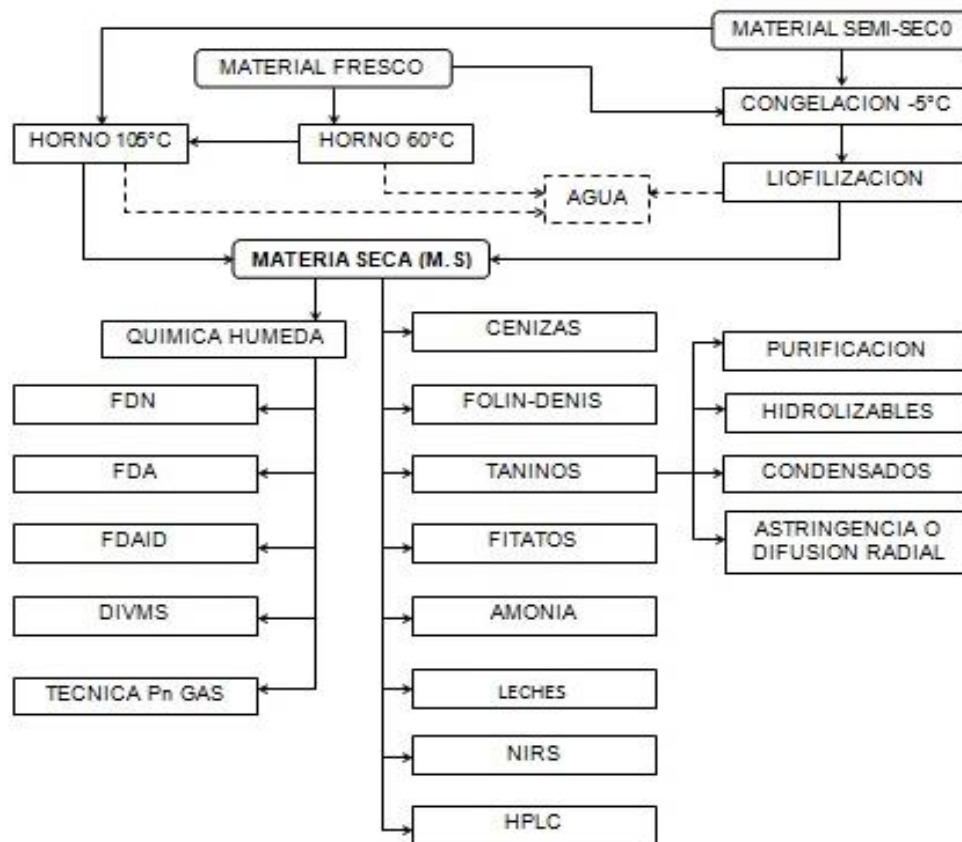


2.7 ROTACIÓN POR EL LABORATORIO DE FORRAJES Y NUTRICIÓN ANIMAL

El laboratorio de calidad de forrajes y nutrición animal del CIAT, desarrolla técnicas de análisis en alimentos y forrajes para alimentación y nutrición animal. Su función es ofrecer servicios analíticos para estimar el valor nutritivo de los alimentos que se utilizan en producción animal. Con ello, se puede determinar el consumo voluntario del alimento, teniendo en cuenta su composición química y digestibilidad.

Los análisis de laboratorio que se realizan en ésta área, dependen del estado de la muestra (Figura 15).

Figura 15. Métodos de análisis en el laboratorio



Fuente. CIAT, 2008.

Se conocieron algunos de los procedimientos que se llevan a cabo para el análisis de las muestras de forrajes en el laboratorio, y se participó en las siguientes actividades:

Actividad 1: se inició cortando con tijeras material vegetal de 30 muestras de *Aeschynomene sp* de un ensayo tipo A establecido por un estudiante de maestría. Se depositaron en bolsas de papel y posteriormente se introdujeron al horno a 60°C por 48 horas, se dejaron reposar por 72 horas y se procedió a molerlas en el molino con un tamiz de 1 mm. De cada una se tomó un gramo y se llevó a un horno a 105°C durante 16 horas. Se retiraron y se llevaron al desecador donde se dejaron enfriar, se pesó el residuo y con la diferencia de peso se calculó el porcentaje de materia seca.

Actividad 2: se realizó la determinación de cenizas de las muestras de *Aeschynomene*. Se tomaron 2 g de las muestras previamente secas a 105°C y se introdujeron en la mufla en crisoles de porcelana a 600°C durante toda la noche. Se retiraron las muestras de la mufla y se introdujeron al desecador. Con la diferencia de peso, se calculó el porcentaje de materia inorgánica o sales minerales (CIAT, 2008).

Actividad 3: se realizó la extracción del licor ruminal de dos novillos fistulados en el rumen. Una hora antes del desarrollo de la actividad, se impidió el consumo de alimento y agua a los animales y en ese tiempo se adecuaron dos termos llenos de agua a una temperatura de 38 a 39°C. Se extrajo el licor ruminal de la parte media del rumen, se vació el agua de los termos y se llenaron hasta el tope con el filtrado del licor realizado con gasa y embudo (Figura 15).

Los termos llenos se trasladaron al laboratorio, se hizo otra filtración a través de cuatro capas de gasa y se entregó para hacer posteriores evaluaciones.

Figura 16. Extracción del licor ruminal; a. Animal fistulado, b. Extracción del material vegetal del rumen; c. Extracción de licor ruminal en termos



2.8 PROFUNDIZACIÓN EN EL ÁREA DE ENTOMOLOGÍA

Una vez terminado los rotes y en coordinación con los directores, se determinó profundizar en el área de entomología, específicamente en el tema del salivazo o mión de los pastos (Homoptera: Cercopidae) en los géneros *Prosapia simulans* (Walker),

Aeneolamia varia (F.), *A. reducta* (Lallemand) y *Zulia carbonaria* (Lallemand), especies que se estudian y evalúan en los invernaderos del CIAT, sede Palmira.

Se realizó el plan de trabajo que consistió en revisión bibliográfica sobre el salivazo para conocer su bioecología y se participó diariamente en la cría masiva del insecto en las casas de malla.

Actividad 1: la cría artificial de las colonias del salivazo se trabajó de forma cíclica para tener producción de huevos, ninfas y adultos durante todo el año y obtener insectos para la evaluación de nuevos materiales vegetales.

Para la crianza se utilizaron macetas plásticas de 5 kg donde se sembró el alimento que mantuvo la colonia; jaulas de copulación donde se confinaron los adultos y jaulas de oviposición donde se obtuvieron los huevos.

El ciclo inició sembrando estolones de plantas pertenecientes al ciclo anterior, en macetas plásticas pequeñas de 2 kg. Después de 15 días, se trasplantaron a macetas más grandes, que fueron llenadas con suelo reciclado hasta $\frac{3}{4}$ de su capacidad y se cubrieron con una tapa blanca de aluminio, estimulando el desarrollo radicular. Transcurrida una semana, cuando las raíces secundarias se desarrollaron, se procedió a realizar la infestación con 30 huevos a cada maceta. Se esperaron 35 días y cuando las ninfas se desarrollaron, se retiraron las tapas de aluminio y se trasladaron las macetas a las jaulas de copulación con el fin de que los adultos terminaran de desarrollarse y se realizara la cópula.

La colecta de los adultos se realizó después de 15 días y se llevaron a las jaulas de oviposición que fueron preparadas con anterioridad. Ahí encontraron hojas de gramíneas para alimentarse y una base de barro en la cual las hembras depositaron los huevos. 8 días después se realizó la colecta de los huevos, se llevaron al laboratorio, se incubaron y se conservaron para la infestación del ciclo siguiente. Todo el ciclo puede verse gráficamente como lo muestra la Figura 17.

Actividad 2: Los adultos se introdujeron en jaulas de madera de 40x40x80 cm con aberturas laterales donde se depositó el alimento y un piso removible de barro colado de 1 cm de espesor como sustrato de oviposición.

El material vegetal que se utilizó para alimentar a los insectos adultos, los cuales permanecieron en estas condiciones durante una semana, son hojas de gramíneas susceptibles al ataque de *Brachiaria ruziziensis*, que fueron previamente sembradas en macetas plásticas. El barro se incorporó en una base y sobre él se realizaron unos cortes en forma reticular para proporcionarle a las hembras sitios de postura, ya que ellas utilizan los bordes de las ranuras para sujetarse y oviposicionar (Figura 18).

Figura 17. Ciclo para la producción del salivazo en invernadero

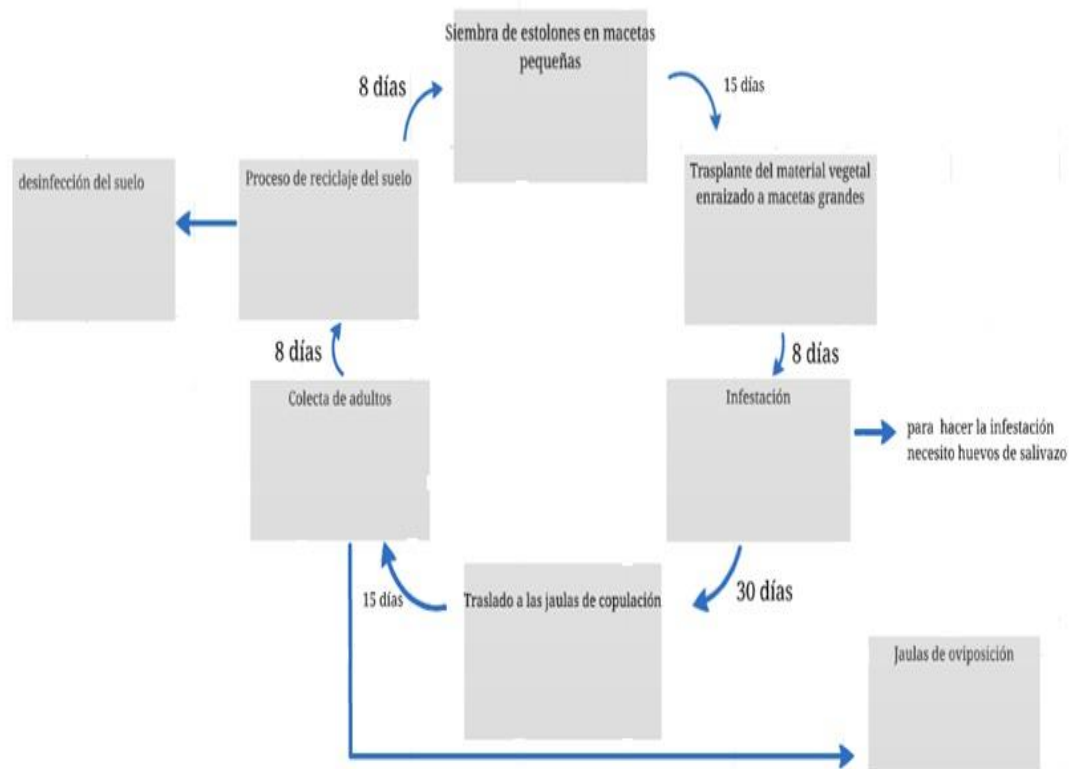


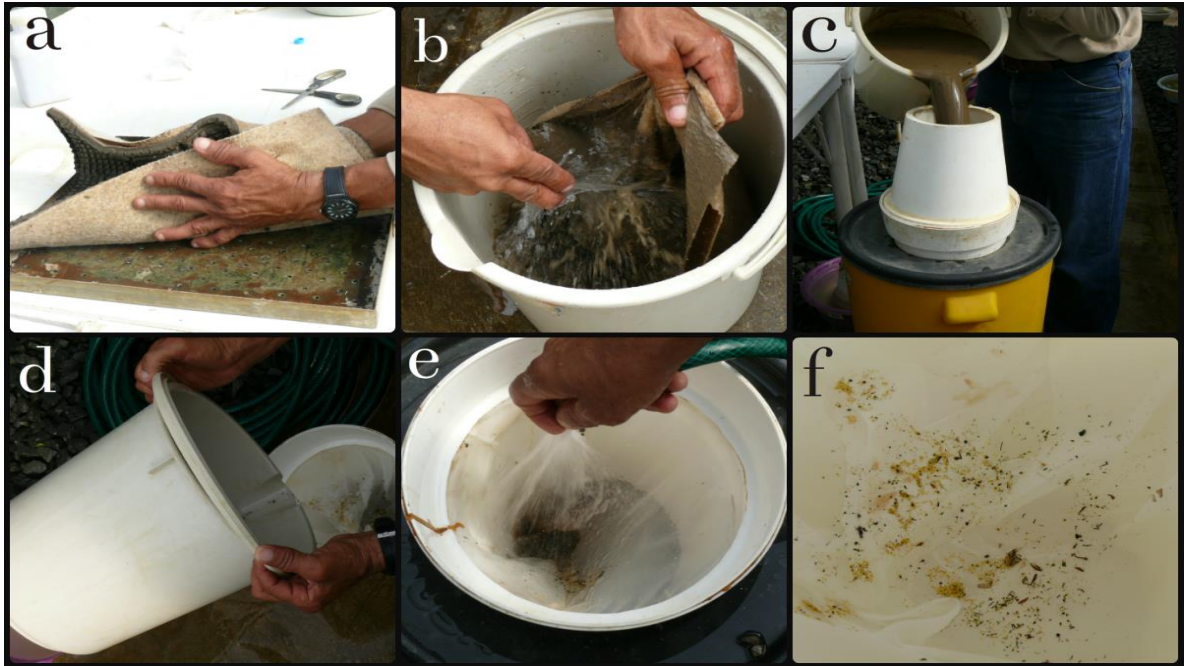
Figura 18. Cámara de oviposición; a. Cámara con abertura frontal, lateral y sustrato; b. Piso de barro con cortes reticulares; c. Introducción del forraje como fuente de alimentación; d. Incorporación de insectos adultos a la cámara



Al finalizar la semana se sacó el alimento que mostró claramente el daño que ocasionaron los insectos sobre las hojas; se retiraron los adultos muertos, se sacó el sustrato de barro que se ubicaba en la base de la jaula y se extrajeron los huevos mediante lavado y

cernido en tamices (Figura 19). La dilución del barro se hizo en un recipiente grande para utilizarlo nuevamente en el próximo ciclo. Se esperó a que sufriera un proceso de decantación y se reutilizó.

Figura 19. Extracción de los huevos; a. Separación del barro de la base; b. Lavado del barro; c. Colado del barro por un tamiz grande; d. Colado por un tamiz más pequeño; e. Lavado para separación de impurezas; f. Obtención de huevos



Posteriormente se llevaron al laboratorio y se separaron por flotación en solución salina al 30%; se desinfectaron con hipoclorito de Na al 2% durante cinco minutos y se incubaron en cajas de Petri sobre papel filtro húmedo, a temperatura ambiente. Cuando estuvieron próximos a eclosionar, es decir, cuando mostraron manchas rojas bien definidas en los extremos, se seleccionaron, se colocaron en grupos de 10 unidades sobre papel filtro, como lo muestra la Figura 20 y se llevaron a la unidad de cría de ninfas donde se depositaron cuidadosamente en las raicillas de las macetas de *Brachiaria*.

Actividad 3: para la cría de las ninfas se utilizaron raíces de *Brachiaria ruziziensis* CIAT 654 porque es un material que no se deteriora y permite que la población se desarrolle. Para obtener las raíces se sembró el material vegetal – obtenido de estolones de plantas de ciclos anteriores - en macetas plásticas pequeñas.

Después de dos semanas se trasplantaron a macetas más grandes y se recubrieron con una tapa de aluminio pintada de blanco que mantuvo una alta humedad relativa y con la oscuridad que proporcionó, estimuló el crecimiento de raicillas secundarias, sitios de alimentación preferidos por las ninfas (Figura 21).

Figura 20. Obtención de los huevos en el laboratorio de entomología; a. Desinfección; b. Separación; c. Incubación; d. Conservación a temperatura ambiente; e. Estados de desarrollo de los huevos, siendo la fila superior la que presenta los huevos más desarrollados

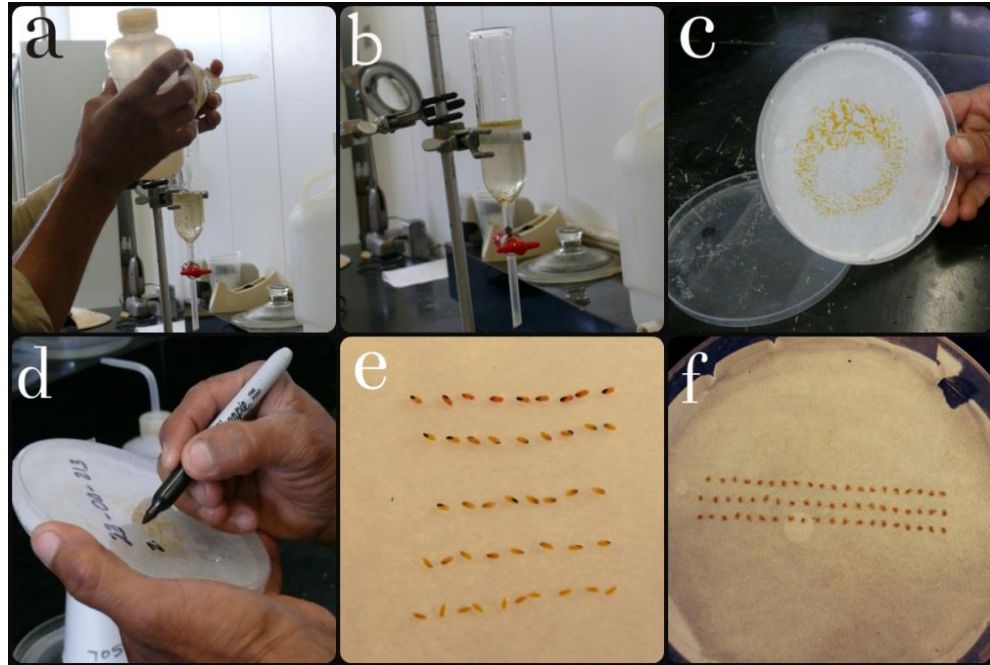


Figura 21. Formación de raíces para el desarrollo de la ninfa; a. Obtención de estolones; b. Siembra en maceta pequeña; c. Trasplante a maceta grande; d. Recubrimiento de la maceta con tapa de aluminio



A las tres semanas de trasplantadas se procedió a infestar cada maceta con 30 huevos próximos a eclosionar, distribuidos en forma triangular, se depositaron 10 unidades en cada vértice garantizando una distribución por toda el área radicular, por observación se verificó la eclosión y su desarrollo.

El piso de los invernaderos debe estar limpio, en la base de los soportes de las mesas se colocó recipientes con agua para evitar el ascenso de otros insectos, se revisó constantemente el estado fitosanitario de las plantas, evitando así ataques que pongan en riesgo la estabilidad de la colonia.

Figura 22. Infestación; a. Planta con óptimo desarrollo radicular; b; Infestación con 30 huevos sobre las raicillas



En esta etapa del desarrollo ninfal las plantas se regaron diariamente durante 35 días. Al finalizar el ciclo, se observó el desarrollo dentro de una capa espumosa, lo que ha hecho que se denomine al insecto como salivazo de los pastos (Figura 23).

Actividad 4: cuando se culminó la fase ninfal y se pasó a la fase de adulto, se retiró de las macetas cuidadosamente la tapa blanca de aluminio y se trasladaron a las jaulas de copulación. Los adultos fueron blancos al comienzo y adquirieron color unas horas más tarde por la oxidación de sus pigmentos; allí permanecieron durante dos semanas y finalmente, se procedió a la colecta de las hembras, que se diferencian de los machos según las especificaciones². Después de realizado el sexaje, se envasaron en recipientes de botellas plásticas, que facilitaron su traslado e introducción a las jaulas de oviposición. (Figura 23). En este lugar, finalizaron su ciclo depositando los huevos en el barro.

²El macho y la hembra se diferencian por la conformación de la genitalia externa. En la hembra, ésta termina en un ovipositor agudo formado por láminas quitinizadas, el cual le sirve para ovipositar en el suelo o en lugares estrechos. En el macho estas láminas tienen una terminación roma, pero su conformación es de gran importancia ya que sirve como característica para la diferenciación taxonómica entre las especies (Costa Lima, 1942; Calderon et al., 1982). La coloración del cuerpo, generalmente oscura, parda o negra aunque en algunas especies es roja o anaranjada, sirven para su identificación

Figura 23. Crecimiento y desarrollo ninfal; a; Buen desarrollo de los huevos infestados; b. Ninfa en desarrollo dentro de una capa espumosa



Las hojas que sirvieron como alimento para que el insecto llegara a la fase de adulto se podaron a ras de la maceta y se quemaron evitando la propagación del insecto a otros lugares. El suelo de las macetas que estaba lleno de raíces, se sometió a un proceso de desinfección con vapor a temperaturas muy altas por diez horas. Después, fue utilizado nuevamente como sustrato de los pots pequeños del ciclo siguiente.

Figura 24. Colecta de adultos; a. Jaula de copulación abierta; b. Adulto desarrollado en la capa espumosa; c. Colecta manual



De esta manera, ya finalizando el proceso, se garantizó la dinámica en la multiplicación y en la obtención de los insectos durante todo el ciclo.

Es preciso aclarar, que las colonias son renovadas anualmente con cercópodos que se colectan en el campo, para garantizar que continúen con la rusticidad que allí adquieren por las condiciones medioambientales y sigan generando niveles altos de daño.

3. RESULTADOS

3.1 UNIDAD DE SEMILLAS

Se elaboró el manual: *METODOLOGÍAS USADAS POR LA UNIDAD DE SEMILLAS DEL PROGRAMA DE FORRAJES TROPICALES PARA LA OBTENCIÓN Y CONSERVACIÓN DE SUS MATERIALES* (Ver anexo A) y una presentación en Microsoft power point lo cual sirve para tener material disponible y difundir a los productores para motivarlos a adoptar metodologías en la producción de semillas en las áreas productivas de la finca.

Figura 25. Screen presentación Power Point Producción de semillas gramíneas y leguminosas



Los 7 kg de semilla de *Brachiaria brizantha* cosechada en los lotes del CIAT en Popayán, se utilizaron para rejuvenecer los materiales existentes en los cuartos fríos.

Con las prácticas de cosecha y escarificación realizadas se garantizó material óptimo para la siembra de las leguminosas en el invernadero.

Se estableció un semillero con 5000 plántulas de *Leucena* (*Leucocephala* y *diversifolia*), 1000 plántulas de *Canavalia brasiliensis*, 1000 de *Cratylia argétea*, 800 de *Desmodium velutinum*, 800 de *Stylosantes guianensis* y 500 plántulas de *Centrosema molle*.

3.2 UNIDAD DE FITOMEJORAMIENTO GENÉTICO

Se creó una base de datos para la sistematización de los resultados obtenidos con el pesaje de las semillas de 270 híbridos de *Brachiaria humidicola* (Cuadro 1).

Cuadro 1. Screen de datos de semillas de los híbridos de *Brachiaria humidicola*

HIBRIDOS DE <i>Brachiaria humidicola</i> / Julio 2013					
Código	Número CIAT	Peso inicial (gr)	Peso final (gr)	total	peso 100 sem (gr)
1	2343	50	12	38	5.6
2	123,00	29	10	19	8.1
3	6238	20	5	15	4.1
4	995	34	11	23	6.4
5	3465	70	34	36	5.6
6	7623	90	80	10	4.8
7	443	87	67	20	7.3
8	5165	56	29	27	6.0
9	98	89	23	66	9.7
10	275	95	56	39	4.6
11	3765	78	60	18	7.5
12	3478	80	79	1	9.1
13	8743	65	30	35	8.5
14	1324	78	61	17	6.9
15	654	25	20	5	9.4
16	812	59	50	9	7.2
17	1344	64	8	56	7.5
18	263	89	56	33	7.9
19	8764	56	13	43	7.3
20	76	76	45	31	6.8
...					
270	2769	30	22	8	8.6

Se establecieron en campo los ensayo 1 y 2 con 950 híbridos de *Brachiaria humidicola*, en las cuales el fitomejorador evaluará características específicas de los materiales y realizará una selección recurrente, que espera como resultado en los próximos años el primer y mejor híbrido de esta especie en el mundo, material que beneficiará a poblaciones que se encuentren en zonas con características y condiciones edafoclimáticas similares a las de la Altillanura Colombiana.

3.3 RESULTADOS DE LA UNIDAD DE GERMOPLASMA

Se estableció el lote de silvopastoreo en las instalaciones del CIAT – Palmira que servirá para estudiantes, profesores y productores y mostrará el enfoque que el programa de

Forrajes tropicales está dando para lograr una ganadería ecoeficiente. Este ensayo servirá de ejemplo para que los productores visualicen, comparen y adopten estos diseños en su terreno, minimizando la brecha que existe entre la investigación y la adopción de tecnologías.

Se organizó un cuadro con los datos de los resultados de las pruebas de germinación realizados a 100 semillas de 35 accesiones de *Cenchrus ciliaris* y *Chloris gayana* (Cuadro 2).

Cuadro 2. Datos de peso de 100 semillas, número de semillas por kg, y los porcentajes de las dos pruebas de germinación realizados a *Cenchrus ciliaris* y *Chloris gayana*

% DE GERMINACIÓN DE <i>Cenchrus ciliaris</i> y <i>Chloris gayana</i>										
# consecutivo	# Plano	Nombre sp	Peso 100 sem (mg)	# sem/kg	Repetición 1			Repetición 2		
					% Germinación			% Germinación		
					Día 7	Día 14	Día 21	Día 7	Día 14	Día 21
1	13097	<i>Chloris gayana</i>	32.2	3,105,590.06	5	5	5	1	1	1
2	7384	<i>Chloris gayana</i>	28.1	3,558,718.86	5	6	7	5	7	6
3	13330	<i>Chloris gayana</i>	33.3	3,003,003.00	3	3	3	1	1	1
4	6631	<i>Chloris gayana</i>	28.1	3,558,718.86	3	2	2	0	3	3
5	981	<i>Chloris gayana</i>	30.6	3,267,973.86	1	1	1	1	0	0
6	645	<i>Chloris gayana</i>	29.4	3,401,360.54	1	1	1	1	2	2
7	18498	<i>Chloris gayana</i>	22.3	4,484,304.93	6	7	7	16	17	15
8	6633	<i>Chloris gayana</i>	31.3	3,194,888.18	3	8	6	5	6	5
9	13072	<i>Chloris gayana</i>	25.6	3,906,250.00	9	11	10	9	10	7
10	10097	<i>Chloris gayana</i>	31.7	3,154,574.13	3	2	2	0	0	2
11	15573	<i>Chloris gayana</i>	21.3	4,694,835.68	3	4	4	1	2	1
12	10225	<i>Chloris gayana</i>	15.7	6,369,426.75	4	3	3	2	2	2
13	13329	<i>Chloris gayana</i>	28.6	3,496,503.50	3	6	6	6	5	3
14	7757	<i>Chloris gayana</i>	24.4	4,098,360.66	3	3	4	5	5	5
15	6627	<i>Chloris gayana</i>	27.3	3,663,003.66	2	3	3	0	0	0
16	13175	<i>Chloris gayana</i>	15.8	6,329,113.92	0	0	0	0	0	0
17	1053	<i>Chloris gayana</i>	32.2	3,105,590.06	0	0	0	2	2	2
18	13103	<i>Chloris gayana</i>	28	3,571,428.57	0	0	0	0	2	2
19	13053	<i>Chloris gayana</i>	19.4	5,154,639.18	5	7	7	5	6	6
20	15570	<i>Chloris gayana</i>	23.9	4,184,100.42	2	2	2	2	2	3
22	15687	<i>Cenchrus ciliaris</i>	296.2	337,609.72	34	38	38	12	8	10
23	6642	<i>Cenchrus ciliaris</i>	178.6	559,910.41	3	6	6	5	5	4
24	6647	<i>Cenchrus ciliaris</i>	172.6	579,374.28	11	17	16	4	4	2
25	2020	<i>Cenchrus ciliaris</i>	122.7	814,995.93	0	0	0	0	0	2
26	16868	<i>Cenchrus ciliaris</i>	225	444,444.44	9	9	9	0	0	0
27	18483	<i>Cenchrus ciliaris</i>	149.2	670,241.29	14	16	13	2	1	1
28	13299	<i>Cenchrus ciliaris</i>	151.1	661,813.37	22	29	20	3	3	0
29	6652	<i>Cenchrus ciliaris</i>	198.7	503,271.26	30	35	36	8	9	6
30	16609	<i>Cenchrus ciliaris</i>	188.2	531,349.63	11	15	13	17	17	11
33	12464	<i>Cenchrus ciliaris</i>	164.9	606,428.14	2	8	4	0	0	0
34	16660	<i>Cenchrus ciliaris</i>	244.5	408,997.96	5	11	6	3	3	1
35	6645	<i>Cenchrus ciliaris</i>	232.4	430,292.60	7	6	3	1	2	1
36	12825	<i>Cenchrus ciliaris</i>	61.4	1,628,664.50	22	19	17	1	1	11
37	16617	<i>Cenchrus ciliaris</i>	196.2	509,684.00	6	8	8	4	4	2
38	777	<i>Cenchrus ciliaris</i>	206.6	484,027.11	6	8	6	7	8	10

Se estableció el ensayo regional tipo D en la finca del Valle del Patía, donde se realizaran evaluaciones de la productividad en términos de ganancia de peso del ganado bovino de *Brachiaria brizanta* cv Toledo, *Brachiaria híbrido* cv Mulato II, asociadas o no con *Canavalia brasiliensis*, comparándolas con el mejor testigo local que es *Panicum maximum*. Estos resultados ayudarán a fortalecer la estructura productiva en la ganadería de carne de una de las regiones con mayor influencia en este aspecto en el suroccidente Colombiano y se espera mejorar la sostenibilidad económica, social y ambiental de los productores.

3.4 FITOPATOLOGÍA

Ocho días después de establecido el ensayo en las instalaciones del CIAT – sede Santa Rosa, municipio de Popayán se realizó una observación detenida a cada una de las plantas. Se tuvo en cuenta la escala de evaluación de 0 – 5, dónde 0 es una planta sana y 5 una planta muerta.

No se encontraron daños causados por *Rhizoctonia solani* en ninguna de las plantas evaluadas, y se concluyó que la metodología utilizada que tiene buenos resultados en el invernadero debe ser ajustada para ser llevada a campo. Los posibles factores que influyeron en estos resultados fueron la posible baja calidad del inóculo y la hora del día en que se realizó la inoculación a las plantas.

3.5 LABORATORIO DE CALIDAD DE FORRAJES Y NUTRICIÓN ANIMAL

Se obtuvieron 3 gramos de cada una de las 30 muestras de *Aeschynomene sp* para los análisis del laboratorio. Se utilizó 1g para hallar el porcentaje de Materia seca y los otros 2g para hallar el porcentaje de cenizas.

Con el licor ruminal extraído de los novillos fistulados que se encuentran en el CIAT, se realizaron pruebas de digestibilidad in vitro de microsilos de gramíneas con leguminosas, evaluando cuánto alimento en materia seca quedaba retenido en el tracto gastrointestinal para ser digerido y poder estimar la digestibilidad de esta mezcla de forrajes

3.6 ENTOMOLOGÍA

Cuando la infestación semanal de la colonia se hizo con 30 huevos por maceta (150 macetas por ciclo), se obtuvo un promedio de 192 adultos al día. Actualmente la colonia de *Aeneolamia reducta* produce, en promedio, 10150 huevos semanales, los cuales se utilizan para evaluar la resistencia genética de las gramíneas a los cercópodos, para estudios de mecanismos de resistencia y de ecología de la plaga y para reinfestación de la colonia.

Después de enfatizar en esta área se comprendió la importancia del estudio de este insecto en los forrajes, pues constituye la plaga más importante de los pastos del género *Brachiaria* en Colombia por su enorme impacto económico en la producción ganadera.

4. CONCLUSIONES

Se concluye que el manejo de semillas de especies forrajeras debe incluir las labores de cosecha, secado, trillado, escarificación, verificación del estado fitosanitario en laboratorio y pruebas de germinación para garantizar semillas de buena calidad.

La técnica de cría masiva del salivazo en invernadero puede usarse para multiplicar con fines de investigación varias especies de cercópidos, plaga importante de los forrajes tropicales. Es eficiente y permite un suministro continuo de insectos, en cualquiera de sus estados de desarrollo, lo cual facilita la realización de experimentos controlados en forma precisa.

Se están implementando los primeros ensayos en la hibridación intraespecífica en *Brachiara humidicola*, pues es una especie filogenéticamente lejana a las *B. brizantha*, *B. decumbens* y *B. ruziziensis* y por tanto incompatible en cruas. Se busca con esos futuros materiales un aporte más sensible a la economía Colombiana.

BIBLIOGRAFÍA

CALDERÓN, C.; ARANGO, S.G.; y VARELA, F. Cercópodos plagas de los pastos en América Tropical. Guía de estudio. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia: 1982. 51 p.

CALDERÓN, M. de A. y AGUDELO CORTÉS, J. Hibridaciones interespecíficas en el género *Brachiaria*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia: 1990. 89 p.

CASTRO, U.; MORALES, A.; PECK, D. Dinámica poblacional y fenología del salivazo de los pastos *Zulia carbonaria* (Lallemand) en el Valle Geográfico del Río Cauca, Colombia. *Neotropical Entomology*. 2005, vol. 34, no. 3, p.459-470.

CIAT CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Investigación en Forrajes Tropicales [En línea]. Cali, Colombia: 2005 [Citado julio, 2013]. Disponible en Internet en: <http://ciat.cgiar.org/es/investigacion-en-forrajes-tropicales>.

_____. Convenio CIAT- MADR-Colombia. Meta 4. Gramíneas y leguminosas tropicales. Proyecto CIAT IP5 y PE5. CIAT, Cali, Colombia: 2000.

_____. Manual de métodos de análisis utilizados en el laboratorio de forrajes y nutrición animal. Procesos de análisis de forrajes y nutrición animal. CIAT, Cali, Colombia: 2008.

_____. Investigaciones de apoyo para la evaluación de pasturas. Memorias de la tercera reunión de trabajo del Comité Asesor de la RIEPT, 15-18 Octubre de 1985. CIAT, Cali, Colombia: 1987.

_____. Evaluación de pasturas con animales. Alternativas metodológicas. Memorias de una reunión de trabajo en Perú, 1-5 Octubre de 1984. CIAT, Cali, Colombia: 1985.

_____. Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas; metodologías de evaluación. Memorias de una reunión de trabajo en Cali, 1-5 Septiembre de 1982. Osvaldo Paladines y Carlos Lascano (eds). CIAT, Cali, Colombia: 1983.

_____. Manual para la evaluación agronómica. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Editor técnico: Jose M. Toledo. CIAT, Cali, Colombia: 1982.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL, CIAT. Área de forrajes tropicales [En línea]. Palmira, Colombia: 2012 [Citado agosto, 2013]. Disponible en Internet en: http://webapp.ciat.cgiar.org/forrajes/forrajese/investigacion_miles.htm

CORPOICA CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA. Producción y utilización de recursos forrajeros en sistemas de producción de la Orinoquía y el piedemonte Caqueteño. Manual de estudio [En línea]. Bogotá D.C.: 2006 [Citado julio, 2013] Disponible en internet en: http://www.corpoica.org.co/sitioweb/publicaciones/verpublicacion.asp?id_publicacion=71

COSTA LIMA, C. Insectos de Brasil. Tomo 3, cap. 23. Escuela Nacional de Agronomía, Brasil: 1942. Serie didáctica no.4, p. 765-799.

EVANS, D. Studies on egg diapause in *Aenolamia varia* (Homoptera Cercopida). London University. Londres, Inglaterra: 1972. p 186.

FEDEGAN FEDERACIÓN DE GANADEROS. Inventario Bovino Nacional [En línea]. Bogotá D.C.: 2009 [Citado septiembre, 2013]. Disponible en internet en: <http://www.fedegan.org.co/estadisticas/inventario-bovino-nacional>

FERGUSON, J.E. y CROWDER, L.V. Cytology and breeding behavior of *Brachiaria ruziziensis*. Germainet Evrard. 1974. Crop Sci., vol. 14, pág. 893-895.

GUAGLIUMI, P. Las plagas de la caña de azúcar en Venezuela. Ministerio de Agricultura y cría, Centro de investigaciones Agronómicas. Maracay, Venezuela: 1975. Tomo 1, pág. 332-335.

IGAC INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Zonificación de los conflictos del uso de la tierra en Colombia. Publicación [En línea]. Bogotá D.C.: 2011 [Citado julio, 2013]. Disponible en Internet en: [https://www.siac.gov.co/documentos/DOC_Portal/DOC_Suelo/Conflictos%20Uso%20de%20la%20Tierra/20120730_Zon_conf_uso_tierra_\(cap%201A\).pdf](https://www.siac.gov.co/documentos/DOC_Portal/DOC_Suelo/Conflictos%20Uso%20de%20la%20Tierra/20120730_Zon_conf_uso_tierra_(cap%201A).pdf)

LAPOINTE, S; MILES, J.W. Germosplasm case study: *Brachiaria* species. In: Pastures for the Tropical Lowlands. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia: 1992, pág 43-55.

LAPOINTE, S.; SOTELO, G.; SERRANO, S.; ARANGO, G. Pasturas Trpicales: Vol. 11, No.3. Cría Masiva de especies de cercópidos en invernadero. Centro Internacional de Agricultura tropical (CIAT), Cali, Colombia: 1992.

MILES, J.W. Mejoramiento genético en *Brachiaria*: objetivos, estrategias, logros y proyecciones. En: Pasturas Tropicales: Vol. 28, no.1. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia: 2008.

MADR MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Cobertura y uso actual de las tierras de Colombia [En línea]. Bogotá D.C.: 2010. [Citado septiembre, 2013]. Disponible en Internet en: http://www.minagricultura.gov.co/archivos/ministro_jc_restrepo_tierras_2.pdf

MINSON, D.J. Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press, Inc. New York: 1990. 483 p.

NDIKUMANA, J. Etude de l'hybridation entre espèce apomictiques et sexuées dans le genre *Brachiaria*. Ph.D. Dissertation. Université Catholique de Louvain, Louvain-La-Neuve, Belgium: 1985, 210 p.

PECK, D.; PEREZ, A.M.; MEDINA, J.W. Biología y hábitos de *Aeneolamiareducta* y *A. lepidior* en la Costa Caribe de Colombia. En: Pasturas Tropicales: Vol. 24, No.1. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia: 2001.

SEGENET, K., MILES, J.W.; BONILLA, X. Sources of resistance in species of *Brachiaria* to foliar blight disease caused by *Rhizoctonia solani*. In: Tropical grassland. Vol. 29, pág. 257-262. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia: 1995.

SWENNE, A., LOUANT, B.-P. AND DUJARDIN, M. Induction par la colchicine de formes autotétraploides chez *Brachiaria ruziziensis* Germain et Evrard (Graminée). 1981. En: Agron. Trop. Vol. 36, no. 2, pág. 134-141.

VALERIO, J.R. y KOLLER, W. Propuesta para el manejo integrado de salivazo de los pastos. 1993. En: Pasturas Tropicales, vol. 15, no. 3, pág. 10-16.

VAN SOEST, J.P. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2nd. Ed. Comstock Publishing Associates. Ithaca, N. Y. U.S.A.: 1994, 476 p.

ANEXOS

ANEXO A. METODOLOGÍAS USADAS POR LA UNIDAD DE SEMILLAS DEL PROGRAMA DE FORRAJES TROPICALES PARA LA OBTENCIÓN Y CONSERVACIÓN DE SUS MATERIALES

El trabajo que realiza esta sección se divide en tres etapas:

Primero, la producción en campo del material vegetal del cual se obtendrán las semillas.

Segundo, los procesos de beneficio y conservación.

Tercero, las labores de evaluación de calidad de las semillas que en laboratorio y en invernaderos.

Producción de semillas en campo

La producción de las semillas, se hace en tres localidades: la sede del CIAT en Palmira, Valle del Cauca, la sede de Santa Rosa, ubicada en el Municipio de Popayán - Cauca y la sede del CIAT en Santander de Quilichao - Cauca; aprovechando así, diferentes altitudes y distintas condiciones de suelo, considerando que no todas las regiones son buenos para la producción.

Cosecha de gramíneas

La cosecha de gramíneas se realizó cuando las semillas están en su punto óptimo. Para identificar la madurez, es preciso revisar las inflorescencias y detectar la presencia de granos duros. La colecta puede hacerse con maquinaria usando guadañas; o manual, que es la forma más utilizada y solo se necesitan hoces, machetes o cuchillos para cortar las espigas. También se usa el ordeño que consiste en sacudir las espigas con la mano sobre baldes o lonas para que se desprendan solamente las semillas maduras.

Pos cosecha de gramíneas

Después del corte, los tallos florales se llevan a sitios seleccionados, en donde se colocan carpas o lonas y se apilan. La pila se tapa con material inerte que puede ser el mismo follaje, o con lonas por 3 o 4 días, y se utiliza para producir el sudado de la semilla, logrando de esta forma el desprendimiento de la que está madura.

Para la obtención de las semillas se utilizan trinchos para sacudir el material vegetal y desprender solamente las semillas; o también a mano sacudiendo suavemente las inflorescencias como lo muestra la siguiente figura.

Figura 1. Obtención de semillas con trincho y a mano



Posteriormente, el material se escoge y se lleva a patios en donde se extienden lonas y sobre ellas se dispersa en capas muy delgadas. Se debe mover constantemente con un rastrillo, esto evita que la temperatura interna de la semilla se eleve y se queme. Cuando la semilla está seca se realiza el proceso de limpieza con máquinas que ventilan y separan el material más liviano. También se emplean zarandas para separar las semillas y cuando el material es muy pequeño se hace a mano.

Luego se empacan en costales de lona o polietileno, bolsas de papel o canecas plásticas y se almacenan en los cuartos fríos que tiene temperatura y humedad controlada, todo este proceso lo muestra la Figura 2.

Cosecha de leguminosas

Las leguminosas producen la semilla en vainas y están listas para ser recogidas en costales cuando el color pasa de verde a amarillo o café claro.

Usualmente la floración no es muy sincronizada, ocurriendo lo mismo con la maduración; por lo tanto la cosecha debe hacerse cuando sea más homogénea, manualmente o con guadañas.

La dehiscencia, es decir, la explosión espontanea de las vainas maduras, es una característica común en algunas especies, con esto, las semillas caen al suelo

dificultando su recolección; no obstante es una cualidad que se utiliza a favor en el secado.

Figura 2. Conservación de las semillas de gramínea; a. Secado; b. Limpieza con máquina; c. Empaque; d. Almacenamiento



Pos cosecha de leguminosas

Cuando las vainas se han colectado en costales se transportan hasta el sitio de secado. Se extienden sobre lonas y al sol para que se sequen, luego se pasan por la trilladora de granos para desprender la semilla; se realiza el proceso de limpieza con las máquinas ventiladoras o las zarandas, como se hace con las gramíneas; para separar los restos de vaina que hayan quedado y nuevamente se colocan al sol en sitios aireados durante varios días para reducir el contenido de humedad hasta aproximadamente un 12% (Figura 3).

Para un secado uniforme se debe mover la semilla varias veces al día con un rastrillo y cuando están secas se guardan en costales en los cuartos de conservación de la unidad de semillas.

Figura 3. Proceso pos cosecha de leguminosas a. recolección de vainas; b. secado antes del trillado; c. trillado; d. secado después del trillado



Escarificación

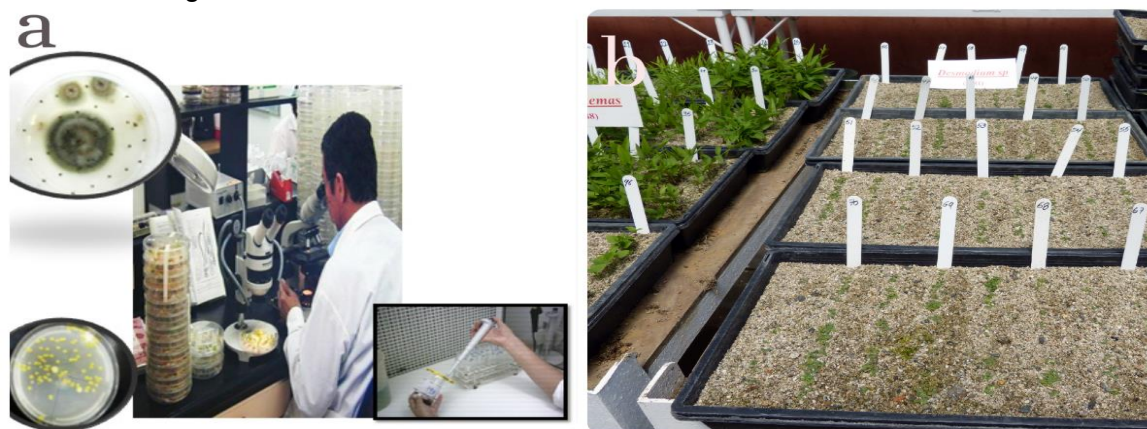
Algunas especies presentan semillas con testas duras y requieren de un proceso de escarificación antes de la siembra. Uno de los métodos más utilizados es usando ácido sulfúrico a concentración entre 96-98 % el cual se esparce sobre las semillas y se deja actuar por 14 minutos. La cantidad requerida, está en concordancia con la cantidad de semilla. Después se hace un buen enjuague para retirar los restos de ácido que hayan quedado y se llevan al sol para que se sequen y almacenan, con la característica de que ya han sufrido un proceso de escarificación y garantizando de esta forma, una germinación más rápida y homogénea.

Pruebas de calidad de semillas

Dentro de las labores de pos cosecha está la realización de las pruebas de calidad, procedimiento similar en gramíneas y leguminosas. Para esto, es necesario realizar pruebas en el laboratorio y en invernadero y así evaluar y garantizar la calidad de los materiales.

En el laboratorio se estudian los problemas fitosanitarios de las semillas y en los invernaderos se realizan las pruebas de germinación (Figura 4).

Figura 4. Evaluación para calidad de semillas; a. Pruebas fitosanitarias en laboratorio; b. Pruebas de germinación en invernadero



El porcentaje de germinación se obtiene sembrando 100 semillas en bandejas con arena, se cuentan las plantas que emergen y esto permite obtener el resultado; práctica sencilla que asegura la calidad mínima de los materiales. Estas 100 semillas se pesan para calcular el número de semillas por kilogramo, y la cantidad que se requiere para sembrar un área determinada.