

# **Investigaciones de Apoyo para la Evaluación de Pasturas**

Memorias de la tercera reunión de trabajo  
del Comité Asesor de la RIEPT  
15 - 18 de octubre de 1985

**Red Internacional  
de Evaluación de Pastos Tropicales**

*Centro Internacional de Agricultura Tropical*  
*Apartado 6713*  
*Cali, Colombia*

*ISBN*

*Tirada: 600 ejemplares*

*Impreso en Colombia*

*Diciembre 1987*

*CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1987. Investigaciones de apoyo para la evaluación de pasturas; memorias de la tercera reunión de trabajo del Comité Asesor de la RIEPT, 15-18 de octubre de 1985. Cali, Colombia. 196 p.*

1. Pastizales — Congresos, conferencias, etc. 2. Pastizales — Trópicos — Congresos, conferencias, etc. 3. Leguminosas forrajeras — Semillas — Congresos, conferencias, etc. 4. Leguminosas forrajeras — Enfermedades y plagas — Congresos, conferencias, etc. 5. Leguminosas forrajeras — Trópicos — Congresos, conferencias, etc. 6. Pastos — Fertilización — Congresos, conferencias, etc. I. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. II. Centro Internacional de Agricultura Tropical.

# Contenido

	Pág.
Investigaciones de apoyo en la evaluación sistemática de pasturas dentro de la RIEPT <i>Esteban A. Pizarro</i>	5
Ajuste de fertilización antes de establecer pasturas tropicales <i>José G. Salinas</i> <i>Wenceslau J. Goedert</i>	15
Evaluación de la simbiosis leguminosa-rizobio en la selección de leguminosas forrajeras tropicales <i>Rosemary Sylvester-Bradley</i> <i>Fernando Munévar Martínez</i>	29
Semillas: su multiplicación y su investigación como actividades integradas a la RIEPT <i>John E. Ferguson</i> <i>César Reyes</i>	51
Metodologías para la evaluación de enfermedades y plagas de especies forrajeras tropicales <i>Jillian M. Lenné</i> <i>Mario Calderón</i> <i>César R. Valles</i>	77
Informes de los grupos de trabajo	101

Apéndices	117
Apéndice A	119
Apéndice B	127
Apéndice C	133
Apéndice D	145
Apéndice E	169
Apéndice F	179
Participantes	185
Indice	191

# Investigaciones de apoyo en la evaluación sistemática de pasturas dentro de la RIEPT

Esteban A. Pizarro\*

## Introducción

En 1978 se iniciaron las actividades cooperativas de evaluación de germoplasma forrajero entre las instituciones nacionales de investigación agropecuaria de América tropical y el Programa de Pastos Tropicales del CIAT. Un año después se realizó una primera reunión de trabajo en la cual 89 representantes de 39 instituciones de investigación de 13 países de América tropical definieron los objetivos y la organización de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales, RIEPT. Durante esta reunión se definieron también las metodologías que seguiría la evaluación agronómica de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales (Toledo, 1982). Los principales objetivos allí establecidos fueron:

- Estudiar el rango de adaptación del germoplasma de gramíneas y leguminosas forrajeras a las condiciones físicas y bióticas predominantes en las regiones de suelos ácidos de la frontera agrícola del trópico americano.
- Proporcionar germoplasma forrajero, seleccionado por ecosistemas, a las instituciones interesadas en la evaluación sistemática de pasturas tropicales.
- Promover el desarrollo tecnológico de la producción de pasturas mediante el intercambio de técnicas de investigación, de información, y de capacitación científica.

---

\* Agrónomo, Ensayos Regionales, Programa de Pastos Tropicales, CIAT.

La metodología acordada establece una secuencia de evaluación, desde la introducción del nuevo germoplasma a una localidad hasta la evaluación, bajo pastoreo, de las pasturas seleccionadas. En esa secuencia los Ensayos Regionales A (ERA) permiten evaluar la supervivencia de un gran número de entradas de germoplasma (80 a 150) en pocos lugares representativos de los ecosistemas mayores caracterizados por Cochrane (1982). Los Ensayos Regionales B (ERB) contienen materiales seleccionados en los ERA cuya productividad estacional se estima en épocas de máxima y mínima precipitación; se obtiene así información que integra la adaptabilidad y el potencial de productividad del germoplasma, en las condiciones de los subecosistemas dentro del ecosistema mayor. Estos ensayos agronómicos se realizan con metodologías uniformes que permiten el análisis combinado dentro de los ecosistemas y entre ellos, operación que provee las bases para la extrapolación de los resultados.

Las gramíneas y las leguminosas seleccionadas para cada subecosistema se evalúan luego bajo pastoreo en los Ensayos Regionales C y D (ERC y ERD). En los ERC un número reducido de selecciones (5 a 10) se asocia en pasturas que se someten al pisoteo de los animales bajo diferentes manejos del pastoreo; aquí se evalúa el efecto de este último en la estabilidad y persistencia de los componentes de la pastura. Las pasturas seleccionadas en las tres etapas anteriores (ERA, ERB y ERC) se estiman en los Ensayos Regionales D (ERD) respecto a su capacidad de generar un producto animal, es decir, carne, leche, terneros, comparándolas con un testigo local adecuado; las condiciones del ensayo deben ser tales que los resultados experimentales sean relevantes al sistema de producción predominante en cada región.

Con el fin de intercambiar información científica y como parte del desarrollo y consolidación de la RIEPT, se han realizado varias reuniones de trabajo para discutir metodologías de evaluación ya mencionadas y facilitar la actividad integral de la RIEPT. Resultado de estas reuniones han sido los manuales **Colección, Preservación y Caracterización de los Recursos Forrajeros Tropicales** [Mott, G.O. (ed.), 1979]; **Manual para la Evaluación Agronómica** [Toledo, J. M. (ed.), 1982]; **Germoplasma Forrajero bajo Pastoreo en Pequeñas Parcelas: Metodologías de Evaluación** [Paladines, O. y Lascano, C. (eds.), 1983]; y **Evaluación de Pasturas con Animales: Alternativas Metodológicas** [Lascano C. y Pizarro E.A. (eds.), 1986].

El constante desarrollo de la RIEPT entre 1978 y 1985 se muestra en el Cuadro 1. La distribución de los cuatro diferentes ensayos regionales de la RIEPT hasta 1985 se observa en el Cuadro 2; se aprecia que el 87% de las pruebas son de nivel agronómico (ERA, ERB y ER-Apoyo) y el 13% son evaluaciones bajo pastoreo (ERC y ERD). A la fecha, nuevos ensayos de pastoreo y de apoyo (éstos se describen más adelante) han sido propuestos y montados.

Cuadro 1. Ensayos regionales activos<sup>a</sup> en la RIEPT (ERA, ERB, ERC, ERD, y Ensayos Regionales de Apoyo) entre 1978 y 1985.

Pais	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Bolivia	1	1	1	2	2	2	1	3
Brasil	1	8	12	9	9	16	28	26
Colombia	3	5	12	11	13	13	32	34
Costa Rica	-	-	1	1	1	2	2	4
Cuba	1	1	-	-	1	1	1	13
Ecuador	2	2	3	3	4	6	4	3
Guyana	-	-	2	1	1	1	1	2
Guatemala	-	-	-	-	-	-	1	1
Hawai	-	-	1	1	1	-	-	-
Honduras	-	-	-	-	-	3	3	2
Jamaica	-	-	-	-	-	-	-	1
México	-	-	-	1	1	7	12	19
Nicaragua	-	-	2	3	3	3	1	3
Panamá	-	-	3	3	3	10	7	10
Paraguay	-	-	-	-	1	3	3	3
Perú	3	3	5	7	11	13	13	19
República Dominicana	-	-	-	-	-	4	4	3
Trinidad	-	-	1	1	1	-	-	-
Venezuela	4	4	5	5	5	1	1	4
Total	15	24	48	48	57	85	114	150

a. Activo = ensayo regional que envía información o que tiene, como máximo, dos años de establecido.

Cuadro 2. Distribución de los diferentes tipos de ensayos regionales en la RIEPT.

Tipo de ensayo regional	Ensayos activos <sup>a</sup>	
	Número	Porcentaje
ERA	24	16
ERB	83	55
ERC	12	8
ERD	7	5
ER-Apoyo	24	16
Total	150	100

a. Ver Cuadro 1.

El rápido progreso que la RIEPT ha experimentado en los últimos años ha hecho necesaria la solución de nuevas incógnitas para responder mejor a las dificultades que surgen en la evaluación progresiva y sistemática del germoplasma. Estas dificultades son, no obstante, de carácter complementario respecto a dicha evaluación, y por ello se requieren metodologías apropiadas para resolver aquellas incógnitas. A este conjunto de metodologías se lo ha denominado “investigación de apoyo”, que puede visualizarse como investigación paralela y complementaria al flujo principal de la evaluación, al que debe alimentar y con el cual interactúa. Durante esta reunión de trabajo, así como en los talleres anteriores en que se definieron metodologías uniformes o alternas —o unas y otras— para los ERA, ERB, ERC y ERD, se han presentado opciones metodológicas para la investigación de apoyo, que facilitarán este tipo de investigación dirigida a ajustar la tecnología al nivel local.

Se discuten por tanto en esta reunión los aspectos más importantes sobre el ajuste de la fertilización en las pasturas tropicales, sobre las técnicas para evaluar la fijación del  $N_2$  en leguminosas forrajeras, sobre la metodología que se utiliza en la evaluación de plagas y enfermedades, y sobre la investigación para la producción y multiplicación de semillas de plantas forrajeras. Hay, sin duda, otros factores que podrían estudiarse, pero los aquí enumerados han sido considerados por los miembros de la RIEPT como los más destacados. Una justificación muy breve de esa opinión se presenta a continuación.

Conviene señalar nuevamente, como se hizo en la introducción a los talleres de los ERC y ERD, que desde muy temprano se deben visualizar tanto el sistema de producción como las condiciones para las cuales el germoplasma ha sido seleccionado.

## **Ajuste de la fertilización en las pasturas**

Para el establecimiento exitoso de una pastura, es de primordial importancia conocer el efecto de los macronutrientes y de los micronutrientes en las especies forrajeras antes de desarrollar los métodos de establecimiento y manejo de esa pastura.

Si se reconoce que las variaciones físicas y químicas del suelo de una localidad podrían modificar el comportamiento de los materiales forrajeros seleccionados —aun tratándose solamente de suelos oxisoles y ultisoles— surge entonces la necesidad de evaluar y ajustar la fertilización de establecimiento en las siembras puras y asociadas de esos materiales.

Se propone pues la necesidad de realizar pruebas de campo teniendo en cuenta que varios autores (Rayment y Helyar, 1980) sostienen que los estu-

dios de síntomas visuales y los análisis de tejidos vegetales de suelos aislados en macetas tienen poca relación con las pruebas de requerimientos nutricionales para el establecimiento y mantenimiento de gramíneas y leguminosas en el campo.

## **Estudios rizobiológicos en la selección de leguminosas forrajeras**

El déficit de nitrógeno es la mayor limitación tanto de las gramíneas asociadas como de la producción animal. En consecuencia, gran parte de la investigación hecha por la RIEPT está dirigida a identificar leguminosas persistentes, productivas, y que aporten nitrógeno al sistema suelo-planta.

Se debe reconocer también que aun las especies adaptadas y los rizobios seleccionados pueden ser alterados por cambios menores en el suelo y en el clima de la localidad donde se selecciona el germoplasma. Por consiguiente, la simbiosis planta-rizobio y la efectividad de la fijación del N se modifican.

Es necesario evaluar a nivel local la capacidad efectiva de fijación del N<sub>2</sub> por la leguminosa en simbiosis ya sea con cepas nativas de rizobio o con cepas seleccionadas; el propósito es optimizar la fijación de N<sub>2</sub> en los futuros potreros. Las técnicas recomendadas en la literatura para evaluar la fijación de N<sub>2</sub> son las siguientes:

- Método diferencial (Birch y Dougall, 1967; Broadbent y Nakashima, 1967).
- Isótopos para la estimación del nitrógeno fijado (Campbell et al., 1967; McAuliffe et al., 1958; Haystead y Lowe, 1977; Vallis et al., 1977; Williams et al., 1977; Phillips y Bennet, 1978).
- Técnica de la reducción del acetileno (Stewart et al., 1967; Moustafa et al., 1969).

Todas indican que, a pesar de su costo elevado y su complejo funcionamiento, no son completamente satisfactorias para estimar la fijación simbiótica del nitrógeno, la liberación del N fijado en el suelo, y su subsecuente transferencia a las especies no fijadoras de nitrógeno. Aunque existan recursos satisfactorios, sería extremadamente costoso construir el equipo necesario en cantidad suficiente para ensayos de pastoreo donde se espera una considerable variación en la composición botánica de la pastura. Al mismo tiempo, es necesario resaltar que la mayor parte de estas técnicas se ha desarrollado fuera de los programas de evaluación sistemática de las pasturas.

El potencial de fijar el nitrógeno que poseen las leguminosas forrajeras tropicales puede estimarse sin recurrir a métodos complejos, puesto que seleccionar leguminosas que fijen nitrógeno con cepas nativas de rizobios está al alcance de la mayoría de las instituciones nacionales; la utilidad de una leguminosa depende en gran parte de esa capacidad.

## Evaluación de enfermedades y plagas de especies forrajeras

América tropical, por ser el centro de origen de varios géneros de leguminosas forrajeras (*Centrosema*, *Macroptilium*, *Stylosanthes*, *Leucaena*) es también el origen y el centro de una diversidad de plagas y enfermedades que ejercen una presión biótica mayor que en otros continentes.

Algunos autores (Mitchell, 1970; Clements y Henderson, 1978; Carr, 1978) indican que las plagas y las enfermedades son más comunes en los sistemas intensivos de producción que en los ecosistemas naturales. Por tanto, la intensificación de los sistemas de producción mediante una nueva tecnología de menor costo de operación y más productiva traerá consigo crecientes problemas de plagas y enfermedades. Con el fin de conocer las relaciones ecosistema-huésped-hospedante deben hacerse estudios en muchas localidades sobre resistencia de las pasturas tropicales a las plagas y enfermedades.

El control de plagas y enfermedades puede ser químico, biológico, mediante prácticas culturales, o genético. La elección de alguna de estas alternativas estará ligada, de modo general, al sistema de producción en el cual se utilizarán los materiales forrajeros. La necesidad de una tecnología de bajos insumos subraya el control basado en la tolerancia o resistencia a enfermedades y plagas específicas, pues reduce los costos, es compatible con otros métodos de control, y posee la ventaja de no contaminar el medio ambiente.

Los ensayos de apoyo sobre plagas y enfermedades tienen ya una trayectoria dentro de la RIEPT que, junto con la propuesta presentada por Lenné, Calderón y Valles, respaldan la necesidad de capacitar investigadores en la identificación de plagas y enfermedades a nivel regional. La metodología propuesta ha sido básicamente la misma empleada por la RIEPT en los ensayos agronómicos (ERA y ERB). La discusión de estas propuestas facilitará además el estudio, a nivel local, de los factores bióticos que afectan la productividad y la supervivencia de las pasturas.

Se duda que la evaluación de plagas y enfermedades por localidades sea suficiente si no se considera el medio ambiente; debe recordarse que los

trabajos de Allee (1926a, 1926b) y de Janzen y Schoener (1968), por ejemplo, se destacan como estudios integrados donde la densidad, el tamaño y la diversidad de la biomasa, y las épocas del año desempeñan un papel muy importante para estimar o predecir el balance natural del medio. La cuantificación de estos factores será de gran importancia.

## **Investigación en producción de semillas**

Se observa en los Cuadros 1 y 2 que la RIEPT ha crecido, no solamente en número y diversidad de localidades de prueba, sino también en el número de accesiones bajo evaluación. A este crecimiento debe sumarse, contando desde la realización de los talleres sobre evaluación de pasturas con animales en 1983 y 1984, el número de ensayos regionales C y D que ha aumentado, y que hubiera crecido, sin duda, a ritmo más acelerado si las instituciones hubieran tenido suficiente semilla de las accesiones ya probadas en las pruebas de tipos A y B (ERA y ERB).

Nadie discute que la llave del éxito en la adopción de un nuevo cultivar es la disponibilidad de semilla de alta calidad y de bajo costo. Sin embargo, hay un divorcio evidente entre la adopción esperada y las acciones tomadas para lograr ese objetivo.

La caracterización sistemática del potencial de producción de semilla en las pruebas agronómicas (ERA y ERB) ya se considera importante entre algunos colaboradores de la RIEPT, pero aún no se ha generalizado. El paso a las pruebas de pastoreo y a la investigación de apoyo en la RIEPT acelerará sin duda ese proceso. El trabajo de Ferguson y Reyes describe detalladamente las etapas en que se organiza la investigación sobre la producción de semillas de forrajeras y hace énfasis en los requerimientos básicos para multiplicar la semilla de una gramínea y de una leguminosa.

Esta reunión invita, finalmente, al Comité Asesor de la RIEPT, constituido en septiembre de 1982, y a los especialistas delegados a discutir alternativas metodológicas para aquella investigación que apoya y complementa la evaluación sistemática de pasturas ejecutada por los integrantes de la RIEPT.

## **Referencias**

- Allee, W. C. 1926a. Measurement of environmental factors in the tropical rain forest of Panama. *Ecology* 7:273-303.

- . 1926b. Distribution of animals in a tropical rain forest with relation to environmental factors. *Ecology* 7:445-468.
- Birch, H. F. y Dougall, H. W. 1967. Effect of a legume on soil nitrogen mineralization and percentage nitrogen in grasses. *Plant and Soil* 27:292-296.
- Broadbent, F. E. y Nakashima, T. 1967. Reversion of fertilization in soils. *Proc. Soil Sci. Am.* 31:648-652.
- Campbell, N. E. R.; Dular, R.; Lees, H. y Standing, K. G. 1967. The production of  $^{13}\text{N}_2$  by 50-MeV protons for use in biological nitrogen fixation. *Can. Microbiol.* 13:587-599.
- Carr, A. J. H. 1978. Causes of sward change; diseases. En: Charles, A. H. y Hagggar, R. J. (eds.). *Changes in sward composition and productivity; occasional symposium no. 10.* British Grassland Society. p. 161-166.
- Clements, R. J. y Henderson, I. F. 1978. Insects as a cause of botanical change in swards. En: Charles, A. H. y Hagggar, R. J. (eds.). *Changes in sward composition and productivity; occasional symposium no. 10.* British Grassland Society. p. 157-160.
- Cochrane, T. T. 1982. Caracterización agroecológica para el desarrollo de pasturas en suelos ácidos de América tropical. En: Toledo, J. M. (ed.). *Manual para la evaluación agronómica; Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales.* CIAT, Cali, Colombia. p. 23-44.
- Haystead, A. y Lowe, A. G. 1977. Nitrogen fixation by white clover in hill pasture. *J. Br. Grassl. Soc.* 32:57-63.
- Janzen, D. H. y Schoener, T. W. 1968. Differences in insect abundance and diversity between wetter and drier sites during a tropical dry season. *Ecology* 49:96-110.
- Lascano, C. y Pizarro, E. A. (eds.). 1986. *Evaluación de pasturas con animales: alternativas metodológicas; Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales.* CIAT, Cali, Colombia. 292 p.
- McAuliffe, C.; Chamblee, D. S.; Uribe-Arango, H. y Woodhouse Jr., W. W. 1958. Influence of inorganic nitrogen on nitrogen fixation by legumes as revealed by  $^{15}\text{N}$ . *Agron. J.* 50:334-337.
- Mitchell, R. L. 1970. *Crop growth and culture.* The Iowa State University Press, Ames, Iowa, E. U. 349 p.
- Mott, G. O. 1979. *Manual para la colección, preservación y caracterización de recursos forrajeros tropicales.* CIAT, Cali, Colombia. 106 p.
- Moustafa, E.; Ball, R. y Field, T. R. O. 1969. The use of acetylene reduction to study the effect of nitrogen fertilizer and defoliation on nitrogen fixation by field-grown white clover. *New Zealand J. Agric. Res.* 12:691-696.
- Paladines, O. y Lascano, C. (eds.). 1983. *Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas: metodologías de evaluación; Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales.* CIAT, Cali, Colombia. 186 p.

- Phillips, D. A. y Bennett, J. P. 1978. Measuring symbiotic nitrogen fixation in rangeland plots of *Trifolium subterraneum* L. and *Bromus mollis* L. *Agron. J.* 70:671-675.
- Rayment, G. E. y Helyar, K. R. 1980. Estimation of maintenance fertilizer need. *Trop. Grassl.* 14:210-217.
- Stewart, W. D. P.; Fitzgerald, G. P. y Burris, R. H. 1967. Acetylene reduction by nitrogen-fixing blue-green algae. *Proc. Natl. Acad. Sci. (Washington, D.C.)* 58:2071-2078.
- Toledo, J. M. (ed.). 1982. Manual para la evaluación agronómica; Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. CIAT, Cali, Colombia. 168 p.
- Vallis, I.; Henzell, E. F. y Evans, T. R. 1977. Uptake of soil nitrogen by legumes in mixed swards. *Aust. J. Agric. Res.* 28:413-425.
- Williams, W. A.; Jones, M. B. y Delwikche, C. C. 1977. Clove N-fixation measurements by total-N difference and <sup>15</sup>N A-values in lysimeters. *Agron. J.* 69:1023-1024.



# Ajuste de fertilización antes de establecer pasturas tropicales

José G. Salinas\*

Wenceslau J. Goedert\*\*

## Introducción

Los logros alcanzados durante los últimos años por la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT) son producto del esfuerzo conjunto de las instituciones nacionales y del Programa de Pastos Tropicales del CIAT para desarrollar una tecnología de pasturas que enfoque principalmente la evaluación del germoplasma y de las pasturas en los ecosistemas del trópico latinoamericano cuyos suelos son ácidos y cuya fertilidad natural es baja. Estas áreas de trópico y subtropico cubren alrededor de 850 millones de hectáreas en que predominan dos tipos de vegetación: las sabanas y los bosques.

Dos tercios de esta área poseen suelos clasificados como Oxisoles y Ultisoles (Figura 1) en los cuales, por limitaciones edafológicas y ecobiológicas (suelo, clima, incidencia de plagas y enfermedades) y por ausencia de infraestructura (vías de comunicación, suministros adecuados de insumos, mercados; crédito), la producción agrícola y pecuaria es extensiva y de baja productividad (Toledo, 1982). Sin embargo, estas áreas son potencialmente capaces de transformarse en regiones de alta producción no sólo de ganado de carne y de leche, sino de cultivos como arroz, sorgo, o maní cuando la distancia a los mercados y la infraestructura física son adecuadas. Aunque de suelos ácidos y poco fértiles, esta área presenta diversos ecosistemas; los principales han sido ya identificados (CIAT, 1984).

---

\* Edafólogo, Suelos y Nutrición de Plantas, Programa de Pastos Tropicales, CIAT.

\*\* Edafólogo, EMBRAPA-CPAC, Brasil.

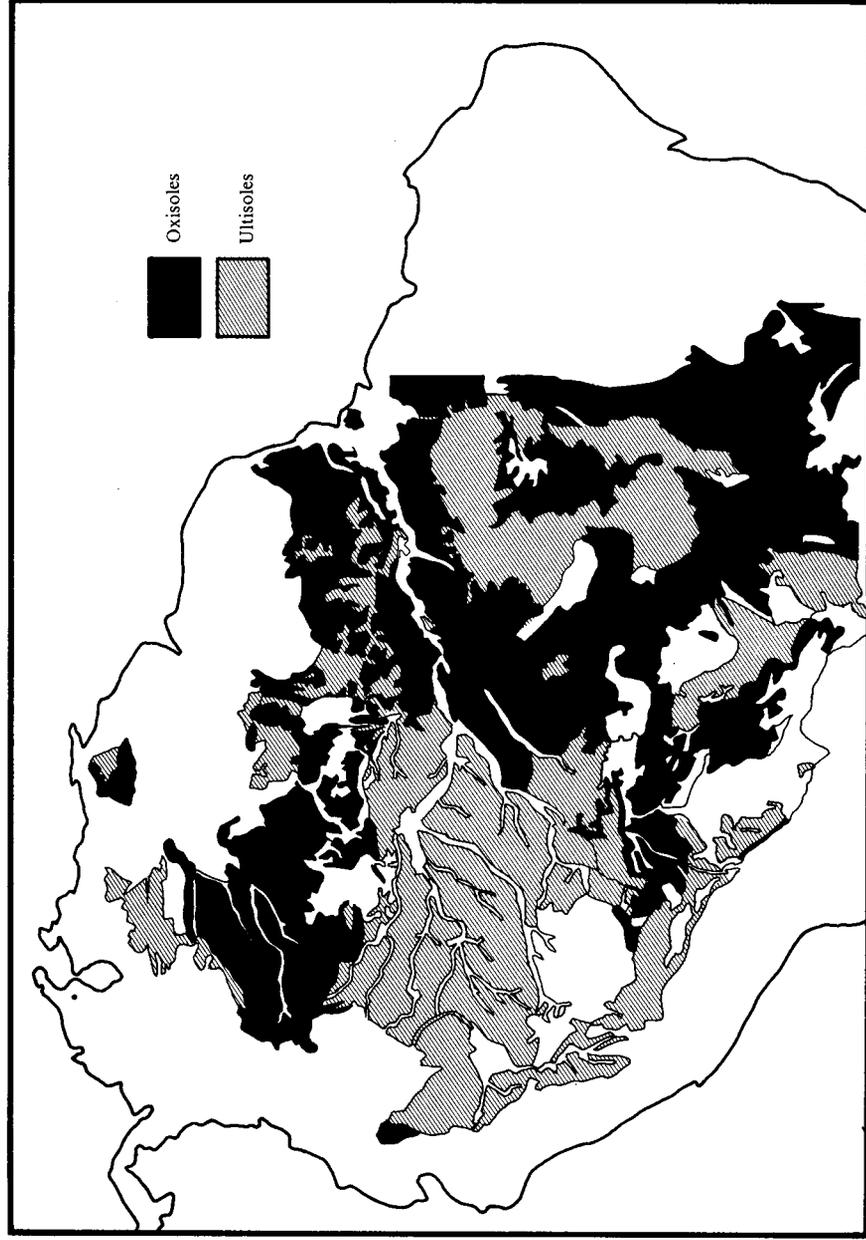


Figura 1. Distribución de los Oxisoles y Ultisoles en la América del Sur tropical.

En suma, las múltiples condiciones edáficas, climáticas, bióticas y de infraestructura, y la heterogeneidad de los sistemas de producción de América tropical requieren la selección de muchas y nuevas gramíneas y leguminosas forrajeras adaptadas a ese medio, y manejadas de manera que los recursos naturales (fertilidad natural del suelo y lluvias) se usen eficientemente y los insumos aplicados sean mínimos.

Con este propósito, el Programa de Pastos Tropicales del CIAT y la RIEPT han hecho esfuerzos por seleccionar nuevo germoplasma en los centros mayores de selección representativos de cada ecosistema, y por evaluar en muchos sitios de los ecosistemas y subecosistemas de América tropical el germoplasma forrajero y las pasturas.

Una serie de ensayos regionales de tipos A y B (ERA y ERB) se hallan en ejecución desde comienzos de 1979. Los resultados obtenidos muestran que en los ecosistemas considerados se destacan algunos materiales por su mejor estado sanitario y su mayor producción.

Las características predominantes de los Oxisoles y Ultisoles —bajo pH, alta saturación de Al, P y CIC bajos— presentan diferencias químicas y físicas que pueden influir en el rendimiento, y aun en el comportamiento general, de plantas ya adaptadas. Este efecto y el hecho de que los ensayos de adaptación (ERA y ERB) se hagan sólo en algunos suelos representativos, sugieren que se evalúe la fertilización en diferentes suelos cuyos requerimientos serán identificados, para que el establecimiento de las pasturas sea exitoso. Se hará, en consecuencia, un ajuste en la fertilización con aquellos nutrimentos considerados más limitantes en cada región, para mejorar el establecimiento y la persistencia de las pasturas.

## Objetivos

El objetivo general de esta propuesta es presentar a la RIEPT una metodología para la investigación de apoyo que ajuste la fertilización aplicada en el establecimiento de las pasturas tanto asociadas como en monocultivo. Los objetivos específicos son los siguientes:

- Determinar, para cada nutrimento, las dosis de fertilización que hagan óptimo el establecimiento de gramíneas y leguminosas promisorias.
- Caracterizar la productividad de materia seca de leguminosas y gramíneas promisorias, asociadas o puras, tratadas con diferentes niveles de fertilización.

## **Ensayos propuestos para el diagnóstico de nutrimentos críticos**

El objetivo del diagnóstico es identificar los nutrimentos considerados como limitantes para el establecimiento de las especies forrajeras en suelos representativos del área de influencia de la RIEPT en un sitio de prueba. Conocer las principales deficiencias nutricionales es un prerequisite importante para lograr una buena formación de pasturas, especialmente si son asociadas. Este diagnóstico comprende tres etapas.

### **Etapas 1**

#### **Levantamiento y complementación de la información**

A nivel regional, es decir, en el área de influencia de una localidad, se hará un acopio de la siguiente información:

- a. Resultados de ensayos de fertilización con germoplasma forrajero.
- b. Caracterización física y química del perfil del suelo.
- c. Análisis de tejidos de las plantas forrajeras existentes en la región.
- d. Mapas de suelos; descripción y clasificación de los suelos.
- e. Condiciones climáticas de la región.

De estas fuentes de información se deben extraer con claridad los siguientes datos:

- Gramíneas y leguminosas forrajeras promisorias para los ERC o los ERD (o para ambos).
- Suelos más representativos y sus limitaciones físicas y químicas más comunes.
- Deficiencias nutricionales más frecuentes en las plantas forrajeras de la región.

### **Etapas 2**

#### **Ensayos en el invernadero**

En estos ensayos se emplean las técnicas del elemento faltante (Middleton y Toxopeus, 1959) o la técnica factorial con macro y micronutrimentos (CIAT,

1984) para evaluar en suelos representativos las deficiencias nutricionales que afectarán a las especies adaptadas a ellos; éstas han sido seleccionadas como promisorias en los ERB y se utilizarán en los ERC o en los ERD. Esta evaluación puede hacerse en una región, por ejemplo en los suelos de la Red Nacional de los Cerrados en Brasil (RIEPT en Brasil) o de los Llanos Orientales de Colombia (RIEPT en Colombia). Se espera obviamente que estos ensayos sean ejecutados en sitios de la Red donde haya instituciones bien equipadas con invernaderos, laboratorios, y otras instalaciones.

Las técnicas de diagnóstico nutricional recomendadas se seleccionaron entre las que se emplearon en especies adaptadas a suelos ácidos y de baja fertilidad natural; sin la aplicación de P no se desarrolla la planta en estos suelos y, por consiguiente, no se detectan los requerimientos de otros nutrientes. Asimismo, para las especies adaptadas a suelos ácidos no se recomienda aplicar cal al suelo; sin embargo, es recomendable una dosis básica de Ca como nutrimento y como mejorador del suelo.

El Cuadro 1 muestra los nutrientes y las dosis recomendadas en la técnica factorial con macro y micronutrientes. Estas dosis son el resultado de varios años de investigación del germoplasma forrajero, en condiciones de campo y de invernadero (CIAT, 1980-1982). En la técnica del elemento faltante se consideran los siguientes tratamientos: testigo negativo, testigo positivo, y testigo positivo menos un nutrimento en forma secuencial (ejemplos: testigo positivo-N, testigo positivo-P).

Los ensayos se harán en macetas de 3 kg de capacidad, donde se evaluarán los siguientes parámetros:

- Caracterización física y química de cada suelo antes y después de la instalación del ensayo.
- Producción de materia seca de la planta.
- Contenido de nutrientes en la planta.

Estos ensayos durarán de 2 a 4 meses, según sea el material de siembra semilla sexual o partes vegetativas, y definirán los nutrientes limitantes en los diferentes suelos estudiados.

### **Etapa 3**

#### **Ensayos de campo**

La información obtenida en las etapas 1 y 2 indicará si uno o varios nutrientes serán estudiados en condiciones de campo. Estos ensayos pueden ser excesivamente grandes y su análisis e interpretación muy complejos.

Cuadro 1. Nutrientes aplicados en el invernadero según la técnica factorial con macro y micronutrientes, y sus dosis.

Tratamiento	Dosis del nutriente (kg/ha)								
	Na	P	Ca	K	Mg	S	Zn	Cu	B
Testigo negativo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Testigo positivo	15	20	100	30	20	20	3	2	1
<b>Factorial con macronutrientes</b>									
(N P Ca) + (K Mg S)	15	20	100	30	20	20			
(N P Ca) + (K Mg)	15	20	100	30	20				
(N P Ca) + (K S)	15	20	100	30		20			
(N P Ca) + (K)	15	20	100	30					
(N P Ca) + (Mg S)	15	20	100		20	20			
(N P Ca) + (Mg)	15	20	100		20				
(N P Ca) + (S)	15	20	100			20			
(N P Ca)	15	20	100						
<b>Factorial con micronutrientes</b>									
(N P Ca K Mg S) + (Zn Cu)	15	20	100	30	20	20	3	2	
(N P Ca K Mg S) + (Zn B)	15	20	100	30	20	20	3		1
(N P Ca K Mg S) + (Cu B)	15	20	100	30	20	20		2	1
(N P Ca K Mg S) + (Zn)	15	20	100	30	20	20	3		
(N P Ca K Mg S) + (Cu)	15	20	100	30	20	20		2	
(N P Ca K Mg S) + (B)	15	20	100	30	20	20			1

a. Dosis de N aplicada cada 30 días a gramíneas y leguminosas. Al evaluar leguminosas inoculadas con las cepas de *Rhizobium* recomendadas, no se aplica N.

Por tal motivo, es esencial identificar dos o tres elementos limitantes para definir los tratamientos, y utilizar un diseño experimental sencillo, con pocos tratamientos, fácil de interpretar, y de bajo costo.

## Ensayos de ajuste de fertilización para establecer pasturas

### Germoplasma

Esta evaluación se dirige a los materiales potencialmente aptos para los ensayos regionales de tipo C. Deben contener, además, testigos locales con fines comparativos.

La identificación de estas gramíneas y leguminosas, así como de sus asociaciones, es responsabilidad de los agrónomos de cada localidad, quienes utilizan la información de sus propios ensayos y la que acumula el banco de datos de la RIEPT.

## Suelos y fertilización

Un sitio de prueba será elegible si las características de su suelo son representativas. Estos suelos deben ser, de preferencia, ácidos y de baja fertilidad natural (Oxisoles, Ultisoles e Inceptisoles). El Cuadro 2 presenta los parámetros y las características químicas de los suelos que sirven de guía en la selección de áreas representativas para estos ensayos, en cada localidad.

Cuadro 2. Características químicas de algunos suelos cuyo nivel de acidez y de fertilidad natural es diferente.

Parámetro químico del suelo	Nivel de acidez (A) y de fertilidad (F)				
	A	Muy ácido	Acido	Lig. ácido	Neutro
	F	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
pH (Agua:Suelo = 1:1)	<	4.5	4.5-5.5	5.5-6.5	> 6.6
P (ppm) <sup>a</sup>	<	2	2-5	5-10	> 10
K (meq/100 g) <sup>a</sup>	<	0.05	0.05-0.10	0.10-0.15	> 0.15
Mg (meq/100 g) <sup>b</sup>	<	0.08	0.08-0.12	0.12-0.20	> 0.20
Saturación de Al (%) <sup>b</sup>	>	80	60-80	30-60	< 30
Saturación de Ca (%) <sup>b</sup>	<	20	20-40	40-60	> 60
Saturación de Mg (%) <sup>b</sup>	<	5	5-15	15-30	> 30
S (ppm)	<	10	10-15	15-20	> 20
Zn (ppm) <sup>c</sup>	<	0.5	0.5-1.0	1.0-1.5	> 1.5
Cu (ppm) <sup>c</sup>	<	0.5	0.5-1.0	1-3	> 3
B (ppm) <sup>c</sup>	<	0.3	0.3-0.5	0.5-1.0	> 1
Mn (ppm) <sup>c</sup>	<	1	1-5	5-10	> 10
Mn (ppm) <sup>d</sup>	>	80	50-80	20-50	< 20

a. Extractante: solución Bray II.

b. Extractante: KCl 1N; Al, Ca y Mg calculados además individualmente como relación porcentual.

c. Extractante: ácido doble 1:4.

d. Extractante: KCl 1N. El contenido de Mn se refiere al grado de toxicidad del elemento y no a un requerimiento nutricional.

FUENTE: Salinas y García, 1979.

Una vez caracterizado el suelo —siguiendo la metodología dada en el **Manual para la Evaluación Agronómica** de la RIEPT (Salinas, 1982) y teniendo en cuenta los resultados previos del invernadero o la información ya existente en la región— deberá establecerse la prioridad con que se estudiarán en cada sitio los nutrimentos clave.

Estos ensayos pretenden aprovechar plenamente, en cada región, el alto grado de adaptación de las gramíneas y leguminosas provenientes de los ERB; ese atributo ayudará a manejar la fertilización en forma estratégica y eficiente, es decir, aplicando algunos nutrimentos críticos en cada sitio. Se sugiere que se empleen fuentes comunes de fertilizantes, como el superfosfato triple, el cloruro de K, el sulfato de Mg, la cal dolomítica y otros, a fin de comparar los resultados de toda la red de evaluación.

## **Diseño experimental**

Para derivar recomendaciones sobre el uso de fertilizantes (cuando hay dos o más nutrimentos) se hacen variar simultáneamente, en ensayos de campo, las dosificaciones de más de un nutrimento. Mediante técnicas de regresión se construye luego una ecuación donde el rendimiento experimental es una función de las dosis de los fertilizantes aplicados. Esta ecuación se usa para calcular el tratamiento de fertilización adecuado que comprende un óptimo fisiológico a los niveles de 80, 90 ó 100%, y un óptimo económico a los mismos niveles.

Los diversos diseños experimentales aplicados a fertilizantes han causado dificultades de interpretación, debido principalmente al sesgo y a la imprecisión de la ecuación de rendimiento (Hernández et al., 1973). De ahí que en los ensayos propuestos, en que se escogen dos o tres nutrimentos limitantes, se tuvo en cuenta la eficiencia relativa de varios diseños para hacer la recomendación (Hernández et al., 1973; Rojas, 1980; 1981). Los diseños sugeridos para estos ensayos son el San Cristóbal para 3 factores con 12 tratamientos y 3 repeticiones, y el diseño del cuadrado doble modificado por Escobar en 1967 (Hernández et al., 1973) para 2 factores con 13 tratamientos y 3 repeticiones. El Cuadro 3 muestra un ejemplo de la relación de valores para dos factores; los valores están codificados porque las dosis y los nutrimentos que se evaluarán cambian según el rango y los intervalos de esas mismas dosis.

Un diseño San Cristóbal que contenga 12 tratamientos y 3 repeticiones tendrá, por ejemplo, los valores codificados en el Cuadro 4. La ventaja de este diseño es que, con pocos tratamientos, se observa el rango completo de respuesta de la planta a la fertilización.

Los tratamientos se expresan en sus unidades respectivas si se dividen por 1.5 las dosis máximas que se estudian, y se multiplican esos cocientes por los

niveles codificados del tratamiento en cuestión. Por ejemplo, en un experimento con fósforo, potasio y magnesio —donde las dosis máximas que se ensayarán son 90, 60 y 30 kg/ha, respectivamente— el tratamiento no. 7 tendrá, de los tres nutrimentos, 0, 40 y 20 kg/ha respectivamente, y el tratamiento no. 11 tendrá 30, 60 y 10 kg/ha, también respectivamente.

Cuadro 3. Niveles de dos nutrimentos que se evalúan según el diseño del cuadrado doble modificado por Escobar (1967).

Número del tratamiento	Cuadrado doble modificado	
	Nutrimento 1	Nutrimento 2
1	-0.85	-0.85
2	-0.85	+0.85
3	+0.85	-0.85
4	+0.85	+0.85
5	-0.40	-0.40
6	-0.40	+0.40
7	+0.40	-0.40
8	+0.40	+0.40
9	0	0
10	-0.85	0
11	+0.85	0
12	0	-0.85
13	0	+0.85

FUENTE: Hernández et al., 1973.

Cuadro 4. Niveles codificados de los nutrimentos para un diseño San Cristóbal.

Tratamiento No.	Nutrimento 1	Nutrimento 2	Nutrimento 3
1	0.0	0.0	0.0
2	1.0	0.0	0.0
3	0.0	1.0	0.0
4	1.0	1.0	0.0
5	0.0	0.0	1.0
6	1.0	0.0	1.0
7	0.0	1.0	1.0
8	1.0	1.0	1.0
9	0.5	0.5	0.5
10	1.5	0.5	0.5
11	0.5	1.5	0.5
12	0.5	0.5	1.5

Los tratamientos se expresan en sus unidades respectivas si se dividen por 1.5 las dosis máximas que se estudian, y se multiplican esos cocientes por los niveles codificados del tratamiento en cuestión. Por ejemplo, un experimento con fósforo, potasio y magnesio —donde las dosis máximas que se ensayarán son 90, 60 y 30 kg/ha, respectivamente —el tratamiento no. 7 tendrá, de los tres nutrimentos, 0, 40 y 20 kg/ha respectivamente, y el tratamiento no. 11 tendrá 30, 60 y 10 kg/ha, también respectivamente.

## Tamaño de parcelas, fertilización, cortes, y evaluaciones

- Tanto en *parcelas* puras de gramíneas y de leguminosas como en la asociación de gramíneas + leguminosas, el número total de surcos será seis, cada uno de 4 m de largo y distanciados uno de otro 50 cm. En la asociación, la gramínea y la leguminosa se sembrarán en forma alterna de modo que haya 3 surcos de leguminosas y 3 de gramíneas (Figura 2). El área total de la parcela será de 12 m<sup>2</sup>.
- En las especies no estoloníferas, la *fertilización* debe hacerse en banda. En especies estoloníferas debe aplicarse 50% de la fertilización a voleo y los otros 50% en banda en la siembra. Se considera que las leguminosas deben inocularse con las respectivas cepas de *Rhizobium*, en cuyo caso no se aplicará fertilización nitrogenada. En las siembras a voleo, la fertilización deberá hacerse también a voleo.
- En gramíneas puras se aplicará *nitrógeno* en forma fraccionada (100 kg/ha de N por año) desde la siembra y durante la época lluviosa. El fraccionamiento del N dependerá del número de meses que dure la época de lluvias en cada región.
- Las *evaluaciones* se harán en los cuatro surcos centrales; a cada lado de la parcela se desecha un surco, y en cada extremo de ella una longitud de 1 m (es decir, un área que tenga 1 m por un lado, y el ancho de la parcela por el otro). El área de cosecha evaluada será, por tanto, de 2 x 2 m, ya sea la parcela pura o asociada (Figura 2).
- El *corte* de evaluación se hará por surco, separando la gramínea de la leguminosa cuando hay asociación; la altura de corte depende de las especies evaluadas tal como se indica en el **Manual para la Evaluación Agronómica** de la RIEPT (Toledo y Schultze-Kraft, 1982). El momento del corte será flexible, es decir, cuando las plantas alcancen una altura y una cobertura del terreno predeterminadas. Las especies erectas o no estoloníferas tendrán más de 1 m de altura y habrán logrado más de 50% de cobertura; las postradas o estoloníferas, más de 30 cm de altura y más de 50% de cobertura.

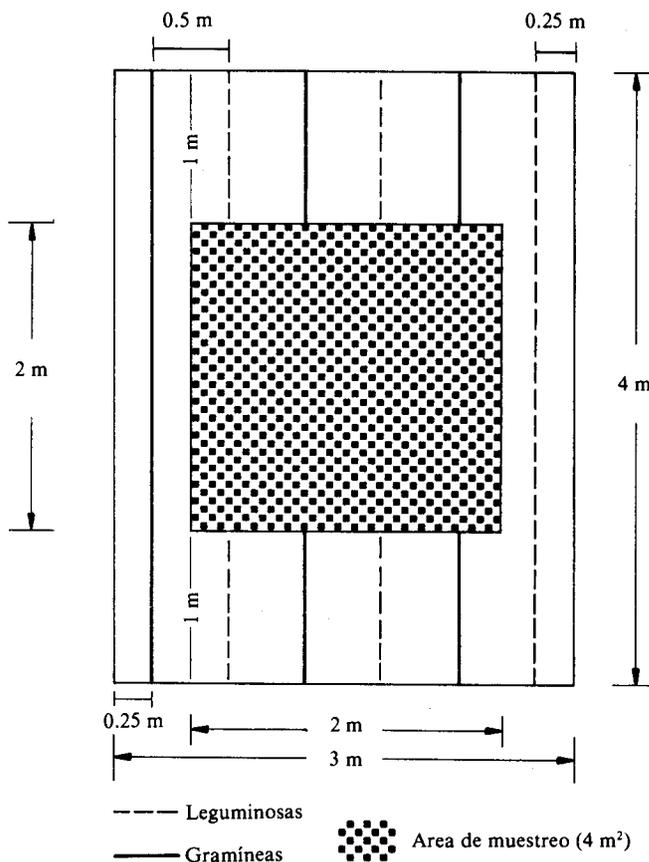


Figura 2. Parcela del ensayo y área evaluada.

- Los *datos* que se tomarán son los siguientes:
  - a. Número de plantas/m en el surco, porcentaje de cobertura, y altura de la planta (Toledo y Schultze-Kraft, 1982); estos datos se toman después de la siembra, cada cuatro semanas.
  - b. Producción de materia seca (de gramíneas, leguminosas y malezas). Este dato se toma cuando en las parcelas haya más del 50% de cobertura; aproximadamente, a las 16 semanas.
  - c. Análisis de tejido foliar determinando los nutrientes en estudio.
  - d. Análisis de suelo antes del establecimiento del ensayo y antes del final de éste (Salinas, 1982).
  - e. Observación visual de alguna deficiencia nutricional (Salinas, 1982).

## Otros elementos básicos del ensayo

<i>Area:</i>	450 m <sup>2</sup> por especie (leguminosa o gramínea) o por asociación (leguminosa + gramínea) para establecer tres repeticiones.
<i>Estacas de madera:</i>	60 por especie o por asociación.
<i>Fertilizantes:</i>	Según los nutrimentos que se estudien en cada región.
<i>Semilla:</i>	Proporcionada por el CIAT o disponible localmente; además, testigos locales obtenidos en un instituto nacional.

## Duración del ensayo

La duración del ensayo será de un año, y se considera que 20 semanas después de la siembra es el tiempo máximo para iniciar la evaluación del establecimiento de las especies. Se recomienda hacer observaciones más tarde con el fin de determinar, en forma aproximada, el comportamiento de la pastura después de su establecimiento; este período adicional duraría de 5 a 7 meses. Los dos períodos —evaluación de establecimiento y de producción de forraje— completan así un año.

## Etapas críticas del ensayo

La experiencia obtenida en estos ensayos recomienda considerar cuidadosamente las siguientes sugerencias para lograr un buen establecimiento de las especies forrajeras:

- La preparación del terreno debe realizarse con un mes de anticipación para evitar las serias dificultades ocasionadas por las malezas en la siembra y después de ésta.
- La siembra del ensayo no debe coincidir, en lo posible, con el tiempo de mayor precipitación de la época lluviosa.
- Las fallas en la germinación y en el desarrollo inicial de las plántulas —principalmente por la inferior calidad de la semilla, el exceso o el déficit de lluvia, el exceso en la preparación del terreno, un ataque severo de hormigas, y otras causas— deben remediarse haciendo la resiembra inmediatamente. Esta operación sólo puede hacerse si hay reserva de semilla.

## Referencias

- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1980-1982. Informes Anuales del Programa de Pastos Tropicales. CIAT, Cali, Colombia.
- . 1983. Informe Anual del Programa de Pastos Tropicales. Cali, Colombia. 85 p.
- . 1984. Informe Anual del Programa de Pastos Tropicales. Cali, Colombia. 92 p.
- Hernández, R.; Turrent, A. y Méndez, I. 1973. El modelo aproximativo y la matriz experimental como factores que influyen sobre el sesgo, al aproximar superficies de respuesta a dos factores. *Agrociencia* 14:81-101.
- Loader, L. R. y White, P. J. 1979. Sulphur deficiency in pastures on the Darling Downs. *Queensland Agricultural Journal* 105(1):45-51.
- Middleton, K. O. y Toxopeus, M. R. T. 1959. Diagnosis and measurement of multiple soil deficiencies by a subtractive technique. Short communication. *Plant and Soil* 38:219-226.
- Rojas, B. 1980. El diseño San Cristóbal en investigaciones sobre fertilizantes. *Memorias. Quinta Conferencia ITAV, México.* p. 188-196.
- . 1981. Planeación y análisis de los experimentos de fertilizantes. Instituto de Investigaciones Agrícolas, México. 43 p.
- Salinas, J. G. 1982. Muestreo de suelo y tejido vegetal en los ensayos regionales A y B. En: Toledo, J. M. (ed.). *Manual para la evaluación agronómica; Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales.* CIAT, Cali, Colombia. p. 111-116.
- y García, R. 1979. *Métodos analíticos para suelos ácidos y plantas.* CIAT, Cali, Colombia. 54 p.
- ; Sanz, J. I. y García R. 1982. Síntomas foliares de deficiencias y toxicidades minerales en pastos tropicales. En: Toledo, J. M. (ed.). *Manual para la evaluación agronómica; Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales.* CIAT, Cali, Colombia. p. 73-81.
- Toledo, J. M. (ed.). 1982. *Manual para la Evaluación Agronómica; Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales.* CIAT. Cali, Colombia. 168 p.
- y Schultze-Kraft, R. 1982. Metodología para la evaluación agronómica de pastos tropicales. En: Toledo, J. M. (ed.). *Manual para la evaluación agronómica; Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales.* CIAT, Cali, Colombia. p. 91-110.



# Evaluación de la simbiosis leguminosa-rizobio en la selección de leguminosas forrajeras tropicales

Rosemary Sylvester-Bradley\*  
Fernando Munévar Martínez\*\*

## Introducción

El papel que desempeñan las leguminosas tropicales asociadas con las gramíneas en la producción de forrajes de alto contenido proteico es ampliamente conocido (Thomas y Andrade, 1984). Los programas de investigación en pasturas de América tropical han establecido la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT) con el fin de seleccionar líneas y variedades de gramíneas y leguminosas forrajeras adaptadas a las condiciones locales de suelo y clima, y a los factores bióticos dominantes. En el proceso de selección de esas leguminosas es importante optimizar la fijación de  $N_2$  para asegurar la simbiosis de las plantas con cepas efectivas de rizobios

La evaluación de la efectividad de los rizobios, ya sea nativos del suelo o aplicados en forma de inoculantes, requiere que un microbiólogo colabore con el agrónomo responsable del programa de selección de leguminosas. Con frecuencia, los microbiólogos trabajan en instituciones diferentes a las de los agrónomos o en proyectos que no contemplan la selección de leguminosas como su objetivo principal. Establecer enlaces entre microbiólogos y agrónomos, así como definir claramente las estrategias adecuadas para la selección de leguminosas y rizobios, son puntos clave en el desarrollo de programas efectivos para optimizar la fijación de  $N_2$  en las pasturas.

En esta propuesta se evalúan algunas estrategias para seleccionar leguminosas forrajeras tropicales tomando en cuenta la simbiosis con rizobios

---

\* Microbióloga de Suelos, Microbiología, Programa de Pastos Tropicales, CIAT.

\*\* Microbiólogo de Suelos, División de Disciplinas Agrícolas, ICA, Bogotá, Colombia.

nativos o inoculados, con el fin de identificar la metodología más apropiada que se utilizará en la RIEPT. Aunque no siempre será posible, se considera que en la RIEPT se debe optimizar la inoculación durante el proceso de selección; así se evita el riesgo de eliminar germoplasma que demostraría atributos deseables si fuera inoculado con cepas efectivas de rizobios.

Esa optimización se justifica en vista de los efectos, tanto del nivel de N del suelo como de la inoculación, observados en el rendimiento de ciertas leguminosas en Carimagua (Sylvester-Bradley, 1984; CIAT, 1986). Si es posible incluir la inoculación como parte de la tecnología mejorada que la RIEPT recomienda en diferentes áreas, será necesario comprobar, en cada área representativa, si varía la efectividad relativa de las cepas nativas y de las inoculadas, y formular luego recomendaciones para la inoculación de las leguminosas según las condiciones locales.

Para asegurarse de que se seleccionan las leguminosas en presencia de cepas efectivas, se hacen evaluaciones de nodulación y rendimiento con niveles controlados del N disponible en el suelo, con tratamientos en que se inocula con cepas seleccionadas, y con testigos sin inocular. Estas evaluaciones, que permiten seleccionar materiales con alto potencial para fijar  $N_2$ , complementan aquellas basadas en otros atributos deseables, como la producción de semilla, la calidad nutricional, y la compatibilidad con las gramíneas.

Las evaluaciones de nodulación y rendimiento no miden directamente la fijación de  $N_2$ ; son adecuadas, sin embargo, como estimaciones relativas, y emplean métodos sencillos que permiten evaluar grandes cantidades de accesiones y comparar suelos representativos de diferentes sitios.

Adoptar métodos más costosos y complejos para evaluar la fijación de  $N_2$ , antes de seleccionar las leguminosas adaptadas a las condiciones locales, podría desviar los esfuerzos y los recursos que se requieren para evaluar un rango suficientemente amplio de germoplasma. Por eso, en esta propuesta sólo se consideran métodos simples que se pueden aplicar en el campo con el apoyo de un laboratorio bacteriológico sencillo.

Se proponen enseguida los objetivos, las etapas, y la interpretación de los resultados de los ensayos de rizobiología diseñados para apoyar los ensayos regionales básicos de la RIEPT. Se discuten luego los requisitos de esos ensayos y las precauciones que exigen. Por último, se describe la relación que, según los recursos disponibles para los ensayos, puede establecerse entre estas etapas y las etapas de evaluación de la RIEPT. Los métodos que se emplean en los experimentos recomendados se encuentran en el manual de métodos para la evaluación, selección y manejo de la simbiosis, leguminosa-rizobio. (CIAT, 1987).

## Objetivos y etapas de la investigación

Las evaluaciones de la simbiosis leguminosa-rizobio propuestas aquí tienen los siguientes objetivos:

- Evaluar la efectividad de las cepas nativas para la fijación de  $N_2$  en diferentes leguminosas y suelos.
- Caracterizar las leguminosas según sus respuestas a la inoculación.
- Identificar las cepas más efectivas para inocular leguminosas, donde se necesite.
- Identificar leguminosas con deficiencias en su capacidad para fijar  $N_2$ .
- Identificar los factores de manejo que limitan la fijación de  $N_2$ .

Para alcanzar estos objetivos deben completarse tres etapas de evaluación y selección de la simbiosis leguminosa-rizobio:

1. Evaluar la simbiosis con cepas nativas en la etapa inicial del programa cuando se evalúan grandes cantidades de accesiones según varios parámetros.
2. Evaluar las respuestas a la inoculación de las leguminosas seleccionadas.
3. Evaluar los efectos de las prácticas de manejo sobre las combinaciones leguminosa-rizobio.

Dentro de cada etapa hay alternativas (pasos) para evaluar diferentes combinaciones de germoplasma, cuya elección depende de las necesidades específicas de la localidad o de la leguminosa. El Cuadro 1 resume tanto los objetivos de cada paso como los tratamientos aplicados en éstos. Unos y otros se discuten detalladamente en las páginas siguientes. Además de las tres etapas posibles de evaluación de la simbiosis leguminosa-rizobio, se consideran los tratamientos empleados en ensayos anteriores y posteriores a estas etapas, y sus implicaciones para la selección de las leguminosas.

En las etapas iniciales de un programa de selección es preciso evaluar grandes cantidades de accesiones según ciertos parámetros y, por tanto, puede resultar imposible aplicar varios tratamientos. Como máximo, pueden elegirse uno o dos de los tres posibles tratamientos definidos para evaluar las combinaciones leguminosa-rizobio:

- Nivel bajo de N disponible sin inoculación ('sin inocular').
- Nivel bajo de N disponible con inoculación ('inoculado').
- Nivel alto de N disponible ('con N').

Cuadro 1. Resumen de las etapas de investigación recomendadas para los ensayos de rizobiología que apoyarán los ensayos regionales de la RIEPT.

Etapa	Objetivo	Tratamientos
Selecciones anteriores	Identificar las leguminosas adaptadas a las condiciones locales	Un solo tratamiento (escogido según la disponibilidad de los inoculantes)
<b>Etapa 1</b>		
Paso 1	Determinar la necesidad de inocular un amplio rango de leguminosas en suelos representativos	1. sin inocular 2. con N
Paso 2	Mejoramiento genético para aumentar la nodulación con cepas nativas, cuando es imposible la inoculación de leguminosas en una región	1. sin inocular 2. con N
<b>Etapa 2</b>		
Paso 1	Determinar la efectividad de una cepa de rizobio, cuando en la Etapa 1 se haya identificado la necesidad de inocular	1. sin inocular 2. inoculado 3. con N
Paso 2	Seleccionar cepas cuando la cepa usada en el Paso 1 no resultó adecuada	1. sin inocular 2. inoculado (cepa 1) 3. inoculado (cepa 2) 4. inoculado (cepa 3) . . n. con N
Paso 3	Mejoramiento genético para aumentar la capacidad de fijar N <sub>2</sub> con cepas efectivas	1. inoculado 2. con N
<b>Etapa 3</b>		
Selecciones posteriores	Inocular todas las leguminosas con cepas adecuadas, donde sea necesario hacerlo	Un solo tratamiento (inoculado o no inoculado, según lo que se necesite)

En las etapas siguientes de selección, cuando se ha reducido el número de accesiones bajo evaluación, se podría aumentar tanto el número de tratamientos como el de sitios de ensayo.

Los únicos parámetros de evaluación necesarios para alcanzar los objetivos propuestos son:

- Nodulación en los tratamientos con niveles bajos de N disponible.
- Rendimiento de N en todos los tratamientos.

Es necesario tener información sobre rendimiento y nodulación de las leguminosas en tratamientos con inoculación o sin ella, con alto y bajo N disponible, para que se pueda emplear la nodulación como parámetro de selección. Aunque las leguminosas formen nódulos abundantes de un color rojo en su interior, éstos no son necesariamente efectivos, ya que tanto las cepas efectivas como las inefectivas pueden formar nódulos rojos. El método más sencillo para determinar si los nódulos rojos son efectivos es comparar el rendimiento de las plantas en simbiosis, con el de plantas bajo un tratamiento fertilizado con N. Aunque haya programas de selección que no puedan establecer las condiciones controladas de la inoculación y de la fertilización con N requeridas en las etapas de evaluación de la simbiosis, durante el proceso de selección de las leguminosas, se deben hacer ensayos que definan las necesidades de inoculación de las leguminosas seleccionadas antes de recomendarlas a los agricultores. Siempre debe preferirse la decisión de introducir una nueva leguminosa junto con su respectivo inoculante, que la de recomendar el inoculante después de haber liberado la leguminosa en el mercado.

Es importante tener en cuenta que, aunque no se definan las condiciones de los niveles de N disponible y de la inoculación durante la selección de las leguminosas, las condiciones que se elijan (nivel bajo, medio o alto de N disponible) afectarán necesariamente el rendimiento de las leguminosas y posiblemente disminuirán el potencial de fijación de  $N_2$  de las que se seleccionen.

## Selecciones anteriores

Antes de evaluar la simbiosis leguminosa-rizobio, se han hecho casi siempre algunas selecciones de leguminosas. En muchos casos, se puede aplicar sólo un tratamiento en estas selecciones anteriores. Conviene, por tanto, analizar las implicaciones de administrar un solo tratamiento y la posible interpretación de los resultados, porque ambas afectan las características del material genético de que se dispone para evaluar la simbiosis. Cuando las capacidades de una región permitan el uso de los inoculantes, los tratamientos más apropiados para las selecciones anteriores son: a) fertilizado con N, b) inoculado. Como no es posible evaluar la efectividad de las cepas con un solo tratamiento, parece lógico agregar suficiente N para que no se limite el crecimiento de las plantas, y emplear como criterio de selección otros paráme-

tros no relacionados con la fijación de  $N_2$ . Sin embargo, la fertilización con N puede estimular más el crecimiento de leguminosas que tengan menor capacidad de fijar  $N_2$ ; por ello, aunque se fertilice con N en las selecciones anteriores, no se debe utilizar el rendimiento como único parámetro de selección.

Cuando sea posible, debe preferirse la inoculación con cepas recomendadas a la fertilización con N. Sin embargo, y aunque se inocule, no se deben evaluar las leguminosas por su rendimiento, porque todavía no se ha evaluado la efectividad de las cepas en las condiciones específicas de la localidad. Además, es probable que no haya cepas seleccionadas para todas las leguminosas que se estén evaluando. Es entonces posible que las leguminosas menos rendidoras de esta etapa, aunque hayan sido inoculadas, sean más productivas cuando se disponga de cepas de rizobios más adecuadas.

Se recomienda, pues, emplear el parámetro rendimiento cautelosamente cuando se aplique un solo tratamiento en las selecciones anteriores a la evaluación de la simbiosis. Deben primar otros criterios y preferirse otros parámetros de selección que, aunque relacionados con el buen rendimiento, no requieren estimaciones del rendimiento como tal. No se deben eliminar leguminosas que manifiesten falta de vigor.

Se podría decidir cuál de los dos tratamientos (inoculado o fertilizado con N) es preferible según las condiciones de cada sitio y la disponibilidad de los inoculantes. Si no fuese posible emplear inoculantes en la región, el tratamiento más apropiado para las selecciones anteriores sería el no inoculado.

## Etapa 1

### **Efectividad de la simbiosis sin inoculantes**

Por lo general, al seleccionar nuevas especies de leguminosas forrajeras adaptadas a ciertas condiciones locales —objetivo principal de la RIEPT— la inoculación puede ser parte de la nueva tecnología, aunque no siempre sea necesaria.

El objetivo de la Etapa 1 es fijar las condiciones en las cuales sea posible clasificar las leguminosas según su habilidad para establecer una simbiosis efectiva con las cepas nativas en suelos representativos de una región. En esta etapa no se requieren inoculantes; asimismo, en cada uno de los dos pasos que comprende se emplean dos tratamientos por leguminosa (Cuadro 1).

#### Paso 1

##### **Necesidad de inocular**

El tipo de ensayo con dos tratamientos (sin inocular, con alta y baja disponibilidad de N) se denomina, en este paso, ‘necesidad de inocular’. Se considera

que las leguminosas que no responden a la aplicación de N, que tienen una nodulación adecuada en el tratamiento con poco N, y que demuestran buenos rendimientos, están expresando su capacidad total para fijar  $N_2$  (Jenkins y Bottomley, 1984). Los rendimientos obtenidos en los dos tratamientos, junto con evaluaciones de nodulación en el tratamiento con baja disponibilidad de N, permiten identificar los siguientes tipos de germoplasma:

- a. Leguminosas con capacidad de nodular efectivamente con cepas nativas (nodulan en condiciones de bajo N, rinden bien, y no responden a la fertilización con N).
- b. Leguminosas que nodulan semiefectivamente o inefectivamente con cepas nativas (nodulan y responden al N).
- c. Leguminosas que no nodulan con cepas nativas (no hay nódulos y hay fuerte respuesta al N).
- d. Leguminosas que no se adaptan a condiciones locales o no tienen capacidad de responder al N (bajo rendimiento en ambos tratamientos).

La información obtenida permite hacer selecciones de leguminosas para etapas posteriores de evaluación. La aplicación de dos tratamientos, en vez de uno solo, en esta etapa de la selección proporciona información adicional respecto al potencial de rendimiento de las leguminosas, con inoculación o sin ella, que contribuye a ampliar el rango de germoplasma seleccionado.

Conviene señalar aquí las implicaciones de seleccionar los cuatro tipos de leguminosas definidos antes. Parece que, en algunas regiones, no es posible que los agricultores inoculen por dificultades de distribución, de extensión rural, y de control de calidad de los inoculantes. En estos casos, se seleccionan solamente las leguminosas de rendimiento y nodulación altos en condiciones en que el N es poco disponible (tipo a). Es preciso ensayar en diferentes suelos las leguminosas que no necesitan inoculación, también bajo las mismas condiciones (poco N disponible sin inoculación, y alto N), ya que las poblaciones de rizobios nativos varían de un suelo a otro. Realizar ensayos en todos los suelos representativos de una región puede ser una labor difícil. Si hubiera duda sobre la efectividad de las cepas nativas en un sitio determinado, se deben inocular las leguminosas (cuando es posible hacerlo).

Las leguminosas que nodulan efectivamente (o semiefectivamente) con las cepas nativas, pueden presentar dificultades cuando se siembran con inoculantes, porque el nivel de competencia de las cepas nativas frente a las inoculadas es mayor que en las leguminosas más específicas. Por tanto, el potencial que tiene una leguminosa de nodular con cepas nativas puede ser una desventaja si estas cepas no son completamente efectivas. Así ha ocurrido en los Estados Unidos con la soya, cuyas variedades comerciales nodulan con las cepas naturalizadas que no son muy efectivas pero son muy competitivas.

Se ha sugerido que se seleccionen en ese país variedades más específicas de soya (Ellis et al., 1984).

Las leguminosas más específicas son más fáciles de inocular efectivamente, porque no sufren tan fuerte competencia de las cepas nativas como las menos específicas. Tienen, no obstante, la desventaja de que, en ausencia del inoculante específico, rinden menos que las leguminosas menos específicas. Se debería seleccionar, idealmente, la mejor combinación de atributos de ambas clases, es decir, aquellas leguminosas que nodulen solamente con las cepas nativas más efectivas y que sean, por ello, leguminosas selectivas; deben responder, además, a la inoculación con cepas seleccionadas que serán, a su vez, efectivas y competitivas. Una leguminosa selectiva, combinada con cepas efectivas y competitivas, aumentaría la probabilidad de obtener éxito en la inoculación si pertenece a las leguminosas que nodulan con las cepas nativas, y evitaría el riesgo de fracaso en la inoculación si es de las que no nodulan con cepas nativas.

Dado que este es un objetivo difícil de lograr, se selecciona el germoplasma que dé mayor rendimiento con las mejores cepas disponibles. Sólo cuando todas las demás características, incluyendo el rendimiento, de un ecotipo no inoculado fueran iguales o mejores que las de otros ecotipos inoculados, se seleccionaría el que no exija la inoculación.

La evaluación de la efectividad de la simbiosis por la respuesta de la planta al nitrógeno da resultado en la mayor parte de las leguminosas; importa tener en cuenta, sin embargo, que su rendimiento y su nodulación, en condiciones de baja disponibilidad de N, no dan una medida absolutamente confiable para comparar su capacidad de fijar N<sub>2</sub>, porque siempre hay variación en su capacidad de absorber el N mineral. Este método pretende solamente evaluar el potencial relativo de las cepas de rizobios respecto a cada leguminosa y no intenta comparar la habilidad de fijar N<sub>2</sub> entre una leguminosa y otra.

Además, es posible que algunas leguminosas no respondan a la fertilización con N, aunque respondan a la inoculación. Este fenómeno se expresaría como una deficiencia de N en el tratamiento sin inocular, a pesar de que no se registre un mayor rendimiento en el tratamiento fertilizado con N. En estos casos habría que ensayar nuevamente los tratamientos con inoculación; un ejemplo de este caso —mayor respuesta a la inoculación que a la fertilización con N— es el kudzú (ver Figura 6).

## Paso 2

### **Mejoramiento genético**

En ciertos casos puede justificarse un programa de mejoramiento genético que incremente la habilidad de la planta para nodular con las cepas nativas.

Este paso encierra esa actividad. En un proyecto adelantado en Africa, por ejemplo, se logró aumentar la capacidad de la soya para nodular con cepas nativas de rizobios (Kueneman et al., 1984).

Aunque las líneas aquí seleccionadas rindan menos que las líneas originales que requieren inoculación, son útiles en regiones donde es imposible inocular.

## Etapa 2

### **Efectividad de la simbiosis con inoculantes**

La Etapa 2 requiere que se apliquen tratamientos inoculados. El trabajo puede dividirse en dos pasos, dependiendo de la disponibilidad de germoplasma y de espacio en el invernadero o en el campo. Depende también este trabajo del número de suelos diferentes que se estén evaluando. Es indispensable comprobar la buena calidad de los inoculantes usados en estos ensayos, y determinar el número de rizobios por semilla inoculada el día de la siembra de los ensayos de campo. Las instrucciones pertinentes se encuentran en el manual de métodos ya mencionado (CIAT, 1987).

#### Paso 1

##### **Necesidad de seleccionar cepas**

Los ensayos en que se compruebe la necesidad de seleccionar cepas se pueden llevar a cabo en el invernadero o en el campo; cuando se hagan en el invernadero, es necesario confirmar los resultados en el campo.

Los tres tratamientos indispensables para determinar la necesidad de seleccionar cepas son: a) sin inocular, con poco N disponible; b) inoculado, con poco N disponible; y c) fertilizado con N. La cepa con que se inocula en el tratamiento b debe haber demostrado efectividad en ensayos hechos en otras localidades o países. Si se obtiene una respuesta al N mayor que a la inoculación, se puede concluir que la cepa utilizada no es efectiva en las condiciones locales; por consiguiente, se deben hacer otros ensayos para seleccionar cepas más adaptadas (Paso 2). Se seleccionan cepas solamente para estas leguminosas, ya que las demás no necesitan inoculación o la cepa recomendada resultó adecuada para las condiciones locales. El objetivo de estos ensayos es reducir al mínimo el trabajo de seleccionar cepas en las condiciones de cada localidad, es decir, estudiar más detenidamente sólo las leguminosas que en realidad necesiten ese estudio (Date, 1977).

Cuando haya varios suelos representativos de una región, es necesario hacer ensayos en todos esos suelos, para determinar si la efectividad de las cepas varía de un sitio a otro.

## Paso 2

### Selección de cepas

Si hay necesidad de seleccionar cepas para ciertas combinaciones de leguminosa-suelo, se debe obtener un rango de cepas que sean probablemente efectivas, y hacer luego una prueba para la selección. Aunque ese rango de cepas puede conseguirse en otros laboratorios, vale la pena aislar también cepas de la localidad. Es muy probable que las cepas aisladas de leguminosas de cierto genotipo, cultivadas bajo condiciones locales durante varios años, sean efectivas en el mismo genotipo, a causa del proceso lento de selección natural que actúa en presencia de los factores locales de estrés. Sin embargo, esto no ocurre siempre, y es difícil pronosticar cuáles cepas serán efectivas ya que una misma planta puede tener nódulos efectivos y no efectivos (Mytton, 1984).

Una vez obtenido un rango adecuado de cepas, se compara su efectividad, bajo condiciones de invernadero, en un suelo con un nivel bajo de N. Si no hay un invernadero disponible, se comparan las cepas directamente en el campo, en un suelo con poco N; por ejemplo, se puede sembrar la leguminosa en surcos bien separados en una pradera de una gramínea nativa o preestablecida, y se inocula cada surco con una cepa diferente. Se ha encontrado que, cuando se seleccionan cepas para inocular especies de leguminosas forrajeras tropicales, y esas cepas han sido aisladas de leguminosas del mismo género de las inoculadas, por lo menos una cepa de cada cuarenta de ellas ha sido efectiva en casi todos los experimentos (CIAT, 1986). Si además se evalúan cepas seleccionadas como efectivas en otros laboratorios, la probabilidad de encontrar una respuesta positiva es mucho mayor.

Se recomienda seleccionar las cepas en suelo y no en arena estéril con solución nutritiva, como en las 'jarras de Leonard' (Vincent, 1975), porque en la mayoría de los suelos tropicales las plantas sufren condiciones de estrés difíciles de simular en esas jarras. Es necesario probar las cepas en suelo no esterilizado porque así se evalúan en condiciones de competencia con las cepas nativas; de este modo, sólo se seleccionarán las cepas capaces de competir con las nativas pues las que no son competitivas, aun cuando sean efectivas, no causarán aumentos (respecto al testigo sin inocular) en el rendimiento de la leguminosa.

Se debe comprobar, en más de un ensayo, la capacidad de las cepas para incrementar el rendimiento antes de seleccionarlas. Algunas cepas son genéticamente inestables y pueden perder su capacidad de fijar  $N_2$ . Por otra parte, conviene seleccionar cepas que posean un rango de especificidad amplio, así que las cepas más efectivas se probarán en otras especies de leguminosas.

En resumen, los criterios importantes para seleccionar las cepas de rizobios son: tolerancia a las condiciones ambientales de la localidad, estabilidad genética, y un espectro amplio de efectividad.

### Paso 3

#### Mejoramiento genético

Algunas leguminosas pueden tener deficiencias en su habilidad para fijar  $N_2$ ; en ellas no se observa ninguna respuesta a la inoculación con un amplio rango de cepas, aunque haya respuestas notorias a la fertilización con N. Cuando esto ocurra, puede considerarse necesario un programa de cruzamientos en que se seleccionen líneas con mayor habilidad para nodular y para fijar el  $N_2$ . En estos programas, generalmente, se inocula con una mezcla de cepas conocidas como efectivas, y si hay espacio y semilla disponibles, se incluye además un testigo fertilizado con N. Se seleccionan entonces las líneas de mayor nodulación y rendimiento en los tratamientos inoculados (Graham y Temple, 1984; Mytton et al., 1984).

### Etapa 3

#### Efecto de los factores de manejo en la simbiosis

Los ensayos sobre la necesidad de inocular (Etapa 1) y aquéllos en que se seleccionan las cepas (Etapa 2) se desarrollan en condiciones definidas; en ellas se espera observar respuestas a la inoculación si las cepas nativas no son adecuadas en número o en efectividad. Ahora bien, si se modifican las condiciones de establecimiento del ensayo, puede alterarse la respuesta dada a la inoculación.

Si la nodulación de las leguminosas observada en evaluaciones posteriores en las Etapas 1 y 2 es, al parecer, inadecuada —a pesar de que hayan sido inoculadas— puede ser necesario establecer ensayos para detectar interacciones entre la nodulación y diversas prácticas de manejo. El tipo de inoculante, los métodos de establecimiento de las plantas, y los niveles de fertilidad, por ejemplo, pueden afectar la nodulación y la fijación de  $N_2$ .

En las parcelas de este tipo de ensayo se aplican tratamientos de manejo, y en las subparcelas tratamientos inoculados y no inoculados. Para evaluar el efecto del manejo en la respuesta a la inoculación, se analizan las diferencias en el *índice de efectividad de la inoculación* (IEI):

$$IEI = \frac{\left[ \begin{array}{c} \text{rendimiento de N} \\ \text{con inoculación} \end{array} \right] - \left[ \begin{array}{c} \text{rendimiento de N} \\ \text{sin inoculación} \end{array} \right]}{\text{rendimiento de N con inoculación}} \times 100$$

Los valores del IEI pueden señalar factores de manejo que favorezcan la fijación de  $N_2$ , o que aumenten o reduzcan la necesidad de inocular, o también que modifiquen la efectividad de una cepa con respecto a su comportamiento en la Etapa 2.

## Precauciones necesarias para establecer los tratamientos

En todos estos estudios deben tomarse en cuenta ciertas precauciones en el modo de establecer los tratamientos escogidos, tanto en el invernadero como en el campo.

Para evaluar la fijación de  $N_2$  en el campo, debe comprobarse que los niveles de N en el suelo sean suficientemente bajos para que no inhiban la fijación de  $N_2$ . Aunque parezca sorprendente, difícilmente se consiguen sitios adecuados para hacer estos experimentos, sobre todo en las estaciones experimentales; en cambio, la deficiencia de N puede ser común en los campos de los agricultores. Para poder asegurar que el N del suelo es bajo, sería necesario sembrar un cultivo que inmovilice el N, o incorporar un sustrato con un alto contenido de carbono (p. ej., bagazo, aserrín, o paja de arroz), o sembrar las leguminosas en asociación con una gramínea o cereal, o establecer la leguminosa mediante labranza reducida. Se puede evaluar la disponibilidad del N mineral incubando muestras de suelo y determinando el  $NO_3^-$  producido en el tiempo.

Es importante asegurar bajos niveles de N mineral en las macetas usadas en el invernadero. Al disturbar, desecar y mojar el suelo, se estimula la mineralización de N y, puesto que hay poca lixiviación en las macetas, los niveles de N mineral pueden ser más altos en los ensayos de invernadero que en el campo. Se puede evitar este problema usando cilindros de suelo no perturbado (Sylvester-Bradley et al., 1983), incorporando al suelo un material con alto contenido de carbono, o sembrando una gramínea en la misma maceta de la leguminosa para que compita con ésta por el N mineral.

En los ensayos de invernadero, se debe tener cuidado de aplicar suficiente fertilizante al suelo para corregir las deficiencias de otros nutrimentos en la leguminosa. En los ensayos con cilindros de suelo no perturbado o con macetas, los bajos contenidos de nutrimentos del suelo pueden limitar el crecimiento de las plantas más rápidamente que en el campo; así pues, pueden ser necesarios niveles de fertilización más altos que los usados en el campo, para evitar que se limite la fijación de  $N_2$  cuando el estado nutricional de la planta sea deficiente.

Cuando se fertiliza con N, se debe aplicar una dosis suficiente para que las leguminosas muestren su potencial de crecimiento. Bajo las condiciones del trópico y en el campo, se requieren aplicaciones frecuentes de tasas bajas de N (p. ej., 20 kg/ha de N cada dos semanas para leguminosas forrajeras).

Cuando se evalúa la efectividad de las cepas nativas en los tratamientos no inoculados, importa tener en cuenta el efecto de cultivar leguminosas siempre

en el mismo sitio. Esta práctica puede favorecer la modificación gradual de la población de rizobios nativos que, a su vez, causa niveles de nodulación y rendimientos diferentes a los observados en lugares donde no se han sembrado leguminosas anteriormente.

Cuando se empleen inoculantes, debe tenerse la seguridad de que son de buena calidad. Si los inoculantes se envían por correo, pueden haber estado expuestos a temperaturas altas o a demoras excesivas; la carga aérea puede haber soportado temperaturas bajo cero. Para evitar estos contratiempos, se deben usar empaques aislantes o mejor aún llevar los inoculantes personalmente. La legislación sobre cuarentena a veces ocasiona demoras; para evitarlas se debe conseguir toda la documentación requerida antes de que se despachen los inoculantes. Si se piden inoculantes de otro país, hay que hacerlo tres meses antes, por lo menos, de la fecha de siembra propuesta. Antes de usarlos, se debe evaluar su calidad y corregir, según ese resultado, las tasas de inoculación.

Debe comprobarse además que las cepas con que se inoculará una leguminosa hayan sido recomendadas para suelos similares y seleccionadas en la misma especie de leguminosa y, preferiblemente, en el mismo genotipo. Puede ser difícil inocular muchas muestras de semillas inmediatamente antes de sembrarlas; no obstante, es necesario hacerlo porque los rizobios mueren durante el primer día después de la inoculación, a medida que se seca el inoculante en las semillas. Se evita este contratiempo inoculando el suelo en lugar de las semillas, pero esta operación puede requerir una gran cantidad de inoculante. Se facilitaría esta labor usando inoculantes especiales que sobrevivan en las semillas.

Se recomienda a veces mezclar varias cepas de rizobios para disminuir el riesgo de que una de ellas falle. Sin embargo, ciertos resultados indican que algunos inoculantes constituidos por una mezcla no son tan efectivos como los que contienen una sola cepa (Bromfield, 1984); por tanto, es importante probar la mezcla antes de usarla. Las mezclas de cepas efectivas e inefectivas pueden usarse en la selección de líneas de leguminosas capaces de nodular selectivamente con las cepas efectivas (Barnes et al., 1984).

## **Requisitos para establecer los experimentos**

Se requiere un invernadero o casa de malla para realizar ensayos en macetas o en cilindros de suelo sin perturbar. También se requiere un laboratorio dotado de ciertos equipos para medir niveles de N mineral en el suelo, y para evaluar las respuestas a los tratamientos mediante el rendimiento de N de la leguminosa. Se necesita también un laboratorio bacteriológico sencillo para evaluar la calidad de los inoculantes, aislar cepas locales, y preparar cantida-

des pequeñas de inoculantes para los experimentos. La evaluación de la calidad del inoculante se facilita si se emplean inoculantes elaborados con turba estéril, o algún otro inoculante libre de contaminación.<sup>1</sup> Si no existe ese laboratorio, se pueden hacer los estudios de rizobiología en laboratorios ya establecidos de fitopatología o de bacteriología animal.

Se necesita un aparato digestor Kjeldahl para evaluar el porcentaje de N en el tejido de la planta. El análisis de otros nutrimentos en el tejido vegetal puede facilitar considerablemente la determinación de los factores nutricionales que limiten la respuesta a la inoculación. Estos elementos se podrían establecer en un solo centro del país o de la región y prestarían servicio a varias subestaciones. Una lista de los requisitos básicos se presenta en el Cuadro 2.

**Cuadro 2. Requisitos y elementos básicos para evaluar las combinaciones leguminosa-rizobio en un programa de selección de leguminosas.**

---

Tierra, cercas	
Invernadero, macetas, cilindros	
Fertilizantes	
Hornos y molinos	
Digestor Kjeldahl	
Análisis de macronutrimentos (N, P, K, Ca, S, Mg) en suelo y tejido vegetal	
Personal entrenado	
Laboratorio sencillo de bacteriología para evaluar calidad de inoculantes:	
<b>Equipo y vidriería</b>	
Mechero Bunsen	Botellas para diluciones
Autoclave	Cultivos puros de las cepas de rizobios evaluadas
Medidor de pH (potenciómetro)	Rastrillo para distribuir bacterias
Cámara estéril	Perlas de vidrio
Incubadora (no esencial)	Vasos esterilizables para inoculación
Balanza (0.1 g)	Espátulas
Destilador de agua	Frascos Erlenmeyer
Agitadora para frascos Erlenmeyer	Pipetas
Nevera	Cajas Petri
Microscopio	
<b>Reactivos y medios</b>	
Manitol	Tween-40 u otro dispersante
Levadura	Azul de bromotimol
$K_2HPO_4$	Púrpura de bromocresol
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	Rojo del Congo
NaCl	Verde brillante
$FeCl_3 \cdot 6H_2O$	Alcohol
$CaCl_2$	Goma arábica u otro adhesivo
Agar	

---

1. Se pueden conseguir estos inoculantes por intermedio del CIAT en Colombia, de NifTAL en Hawaii, o de CSIRO en Australia.

Los requisitos anteriores, por sí solos, no son suficientes: necesitan del elemento más importante en el éxito de estos experimentos, que es la estrecha colaboración entre un microbiólogo y un agrónomo. Estos científicos no necesitan dedicar tiempo completo de trabajo a la evaluación de la fijación de  $N_2$ ; necesitarían, en cambio, apoyo institucional para alcanzar los objetivos propuestos.

Considerar la fijación de  $N_2$  como un componente importante de los programas de selección de leguminosas en un país es una decisión importante, y no lo es menos que la de identificar equipos de agrónomos y microbiólogos que trabajen conjuntamente guiados por objetivos y estrategias definidos. La capacitación de tales equipos de profesionales debe ser prioritaria en la planeación de cursos internacionales de fijación de  $N_2$ .

## **Estrategias recomendadas para los ensayos de la RIEPT**

Los objetivos, etapas y condiciones considerados para la ejecución de los ensayos sobre rizobios justifican la recomendación de tres estrategias para integrar estos ensayos en la RIEPT.

### **Estrategia inmediata**

La 'estrategia inmediata' consta de recomendaciones para la inoculación de las leguminosas en los ERA, ERB, ERC y ERD, y para su fertilización con N.

Se recomienda no inocular en los ERA e inocular en los ERB, porque todavía no hay cepas recomendadas para todas las leguminosas en los ERA, mientras que ya se han seleccionado, en los ERB, cepas efectivas para las leguminosas. Sin embargo, aun inoculando los ERB, no se puede garantizar que las cepas funcionarán bajo condiciones locales. Por eso se recomienda que, cuando se sospeche de una deficiencia de nitrógeno en las leguminosas en los ERA y los ERB, se fertilice con N. La deficiencia de N puede reconocerse fácilmente por la clorosis, o puede manifestarse solamente por una falta de vigor de las plantas.

Si se aplica N a ciertas leguminosas en los ERA o en los ERB, debe registrarse esa aplicación en los formularios y, además, anotar si se observa alguna respuesta en el crecimiento o en el color de las plantas. En los formularios aparecerá una columna adicional para registrar la respuesta al N. La cantidad de N recomendada es 20 kg/ha cada dos semanas, hasta que se

haya comprobado si la leguminosa responde al nitrógeno. Las aplicaciones deberían empezar por lo menos cuatro semanas antes del período de máxima precipitación; si se aplica N en el período de mínima precipitación, puede ser necesario reducir la cantidad aplicada o suspender las aplicaciones cuando no llueva.

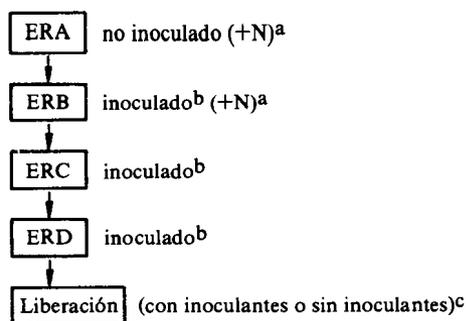
En los ERA más antiguos se recolectan los nódulos de las leguminosas cuyo estudio continuará en los ERB, y se envían al CIAT o a otro laboratorio de rizobiología para aislar de ellos las cepas locales. Estas cepas pueden usarse en ensayos futuros para compararlas con cepas efectivas provenientes de otros sitios. En el **Manual para la Evaluación Agronómica** de la RIEPT y en el manual de métodos antes mencionado (CIAT, 1987) se dan instrucciones para la recolección de nódulos. Los tubos para enviar los nódulos se pueden solicitar al CIAT.

En los ERC y en los ERD se recomienda inocular todas las leguminosas con la mejor cepa de rizobio disponible, cuando no haya información sobre la necesidad de inocular bajo las condiciones locales. Se pueden solicitar los inoculantes al CIAT con dos meses de anticipación, como mínimo, plazo que permitirá su producción y envío. Si las semillas se solicitan al CIAT, automáticamente se enviarán con inoculantes. Las instrucciones para la preparación y la aplicación de los inoculantes se encuentran en el citado manual de métodos (CIAT, 1987) y se enviará una copia de ellas junto con los inoculantes.

Aunque la inoculación de todas las leguminosas en los ERC y en los ERD sin los ensayos paralelos apropiados podría eliminar algunas de ellas —cuando las cepas empleadas no se adapten a las condiciones locales, o cuando los inoculantes sean de mala calidad— permite, sin embargo, emplear inoculantes en sitios donde no se dispone de un laboratorio bacteriológico. La Figura 1 ilustra la 'estrategia inmediata' propuesta en este trabajo.

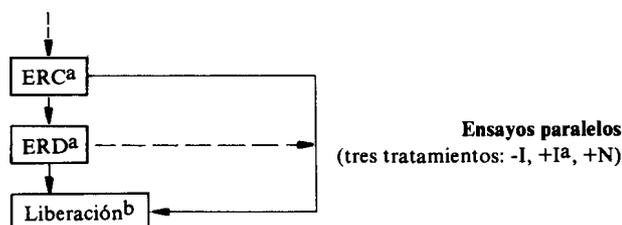
### **Estrategia a corto plazo**

Para decidir si se deben recomendar inoculantes para las leguminosas liberadas (las que serán liberadas o las que ya han sido comercializadas) se requieren ensayos 'paralelos' en los cuales se evalúe la efectividad de las cepas empleadas en los ensayos regionales. Este trabajo se denomina 'estrategia a corto plazo' y consta, como se indicó, de ensayos paralelos sencillos de tres tratamientos (sin inocular, inoculado, y fertilizado con N) con las mismas leguminosas que se siembran en los ERC o en los ERD (Figuras 2 y 3). La metodología detallada para estos ensayos se explica en el manual de métodos (CIAT, 1987).



- a. Fertilizar con nitrógeno si se observa clorosis o falta de vigor.
- b. Utilizando una cepa de rizobio recomendada y producida por el CIAT u otra institución.
- c. Inocular con una cepa recomendada y producida por el CIAT u otra institución, cuando se hacen ensayos paralelos en la estrategia a corto plazo (Fig. 2); o inocular con una cepa seleccionada localmente, cuando se hacen ensayos paralelos en la estrategia a largo plazo (Fig. 5).

Figura 1. Estrategia inmediata recomendada para todos los ensayos de la RIEPT.



- a. Inoculando con una cepa recomendada por una institución.
- b. Con inoculante o sin él, según los resultados de los ensayos de apoyo.

Figura 2. Estrategia a corto plazo en los ensayos de la RIEPT.

## Estrategia a largo plazo

Si se cuenta con un invernadero y un laboratorio donde se puedan producir inoculantes y evaluar su calidad, se adopta la 'estrategia a largo plazo' que incorpora la optimización de la inoculación en la secuencia de selección de las leguminosas (Figura 4). Se emplea aquí la misma metodología de la estrategia a corto plazo, excepto que en esta a largo plazo, se evalúan más combinaciones leguminosa-rizobio, y con mayor anticipación (es decir, después de los ERB).

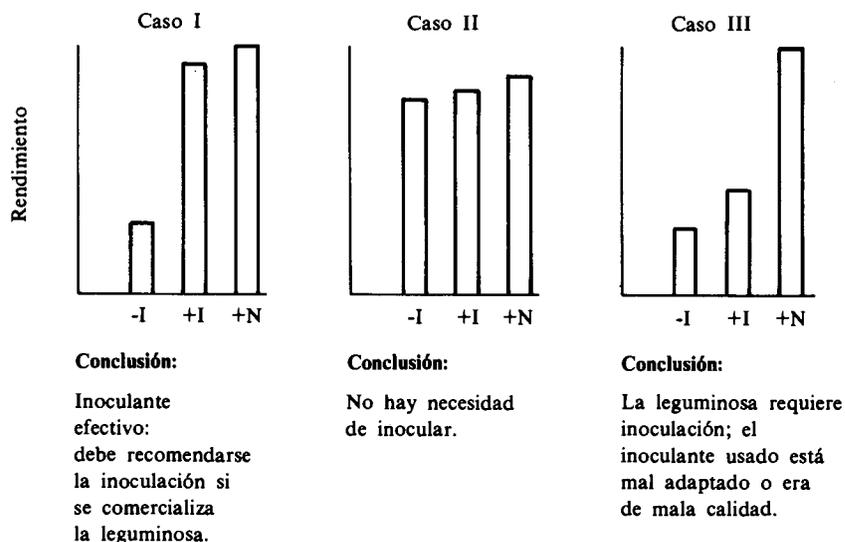


Figura 3. \* Posibles resultados de un ensayo paralelo a los ERC o los ERD; -I= no inoculado, +I= inoculado, N = con nitrógeno.

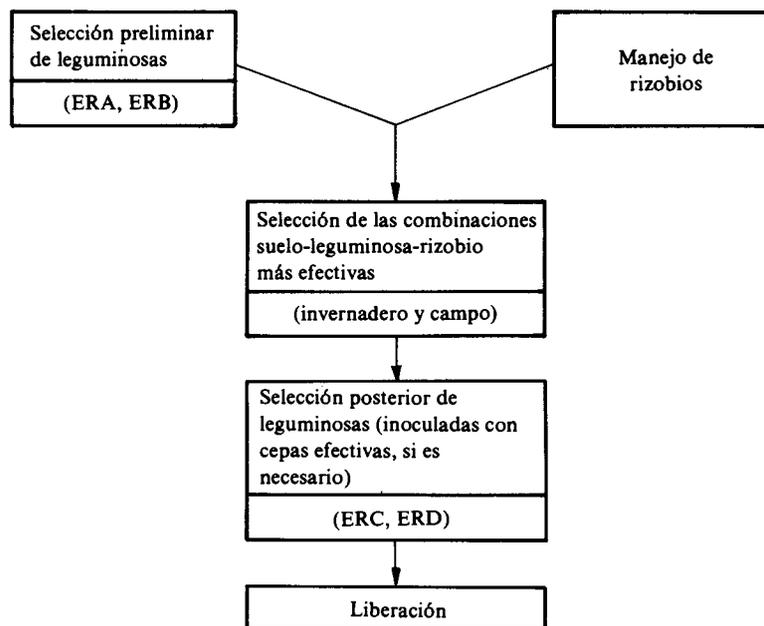
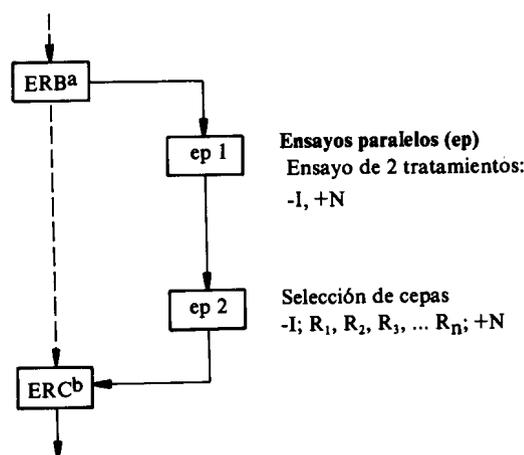


Figura 4. Secuencia de actividades para integrar la rizobiología en los ensayos de la RIEPT: estrategia a largo plazo.

Esta estrategia permite que las leguminosas de los ERC y los ERD se inoculen siempre con cepas de rizobios seleccionadas en la localidad en que se hacen los ensayos. Se requiere primero estudiar la necesidad de inocular las leguminosas en los ERB, y luego seleccionar las cepas más efectivas para las leguminosas que requieran inoculación. Este trabajo se hace generalmente en dos pasos: en el primero, que puede hacerse en el invernadero, se evalúa la respuesta a la fertilización con N de un amplio rango de leguminosas, en suelos de la localidad, y con dos tratamientos: sin inocular y con N; en el segundo se evalúa el efecto de la inoculación con varias cepas promisorias en el rendimiento de las leguminosas que respondieron a la aplicación de nitrógeno en el primer paso.

Se selecciona entonces la cepa que produce los mayores incrementos de rendimiento, para inocular con ella los ensayos posteriores de selección de leguminosas (ERC y ERD). Las leguminosas que, aunque rindan bien, no responden ni a la inoculación ni al N, no requieren inoculación (Figura 5). Un ensayo en que se evaluó la respuesta del kudzú a la inoculación con tres cepas de rizobios, en el campo, se presenta como ejemplo en la Figura 6. \*

Si se adopta la estrategia a largo plazo en varios sitios representativos de la zona de impacto de las leguminosas, será posible extrapolar los resultados. De este modo los agricultores de cada región podrán recibir una recomendación confiable para la inoculación de las leguminosas forrajeras disponibles.



- a. Inoculado; además, fertilizar con N si se observa clorosis o falta de vigor.  
b. Con inoculantes o sin ellos, según los resultados de los ensayos paralelos.

— Figura 5. Estrategia a largo plazo en los ensayos de la RIEPT; I = inoculación, N = nitrógeno, R = cepa de rizobio.

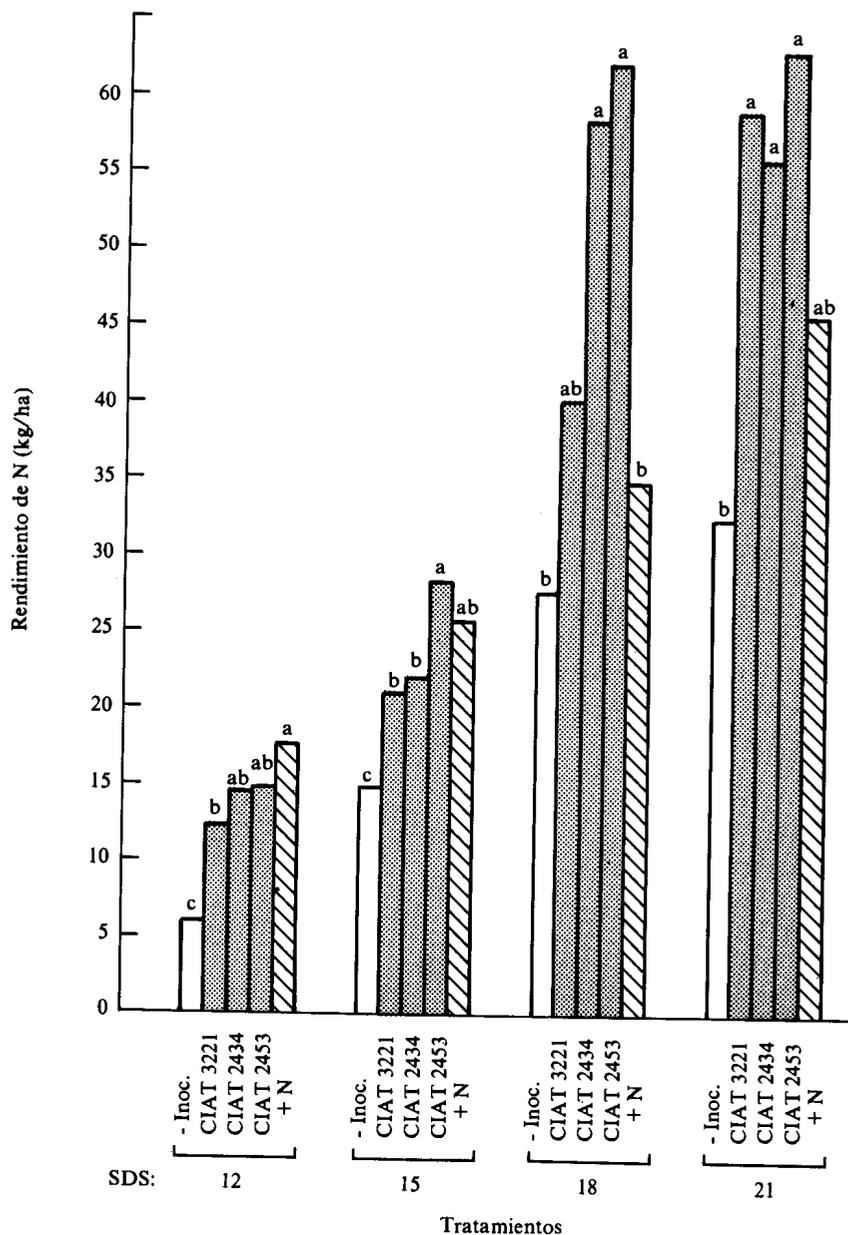


Figura 6. Rendimiento de N de *Pueraria phaseoloides* 9900 (kudzu tropical) en Carimagua, Hato 4. La leguminosa recibió cinco tratamientos y se cortó sin inoculación (-Inoc.), inoculada con tres cepas de rizobios (CIAT 3221, CIAT 2434 y CIAT 2453), y fertilizada con nitrógeno (+N), tanto a las 12 como a las 15, 18 y 21 semanas después de la siembra (SDS). Las letras minúsculas en las barras indican la significancia ( $P \leq 0.05$ ) según Duncan.

## Referencias

- Barnes, D. K.; Heichel G. H.; Vance G. P. y Ellis, W. P. 1984. A multiple-trait breeding program for improving the symbiosis for N<sub>2</sub> fixation between *Medicago sativa* L. and *Rhizobium meliloti*. Plant and Soil 82:303-314.
- Bromfield, E. S. P. 1984. The preference for strains of *Rhizobium meliloti* by cultivars of *Medicago sativa* grown on agar. Can. J. Microbiol. 30:1179-1183.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1986. Catálogo de cepas de rizobios para leguminosas forrajeras tropicales. Documento de trabajo no. 13. 4a. ed. Cali, Colombia. 86 p.
- . 197. Simbiosis leguminosa-rizobio; manual de métodos de evaluación, selección y manejo. 2a. ed. Cali, Colombia. p.v. (198 p.).
- Date, R. A. 1977. Inoculation of tropical forage legumes. En: Vincent, J. M. y Bose, J. (eds.). Exploiting the legume-*Rhizobium* symbiosis in tropical agriculture. NIFTAL Project, University of Hawaii. Univ. Hawaii Comm. Trop. Agric. Misc. Publ. 145. p. 293-311.
- Ellis, W. R.; Ham, G. E. y Schmidt, E. L. 1984. Persistence and recovery of *Rhizobium japonicum* inoculum in a field soil. Agron. J. 76:573-576.
- Graham, P. H. y Temple, S. H. 1984. Selection for improved nitrogen fixation in *Glycine max* (L) Mer. and *Phaseolus vulgaris* L. Plant and Soil 82:315-327.
- Jenkins, M. B. y Bottomley, P. J. 1984. Seasonal response of uninoculated alfalfa to N fertilizer: Soil N, nodule turnover, and symbiotic effectiveness of *Rhizobium meliloti*. Agron. J. 76:959-963.
- Kueneman, E. A.; Root, W. R.; Dashiell, K. E. y Hohenberg, J. 1984. Breeding soybeans for the tropics capable of nodulating effectively with indigenous *Rhizobium* spp. Plant and Soil 82:387-396.
- Mytton, L. R. 1984. Developing a breeding strategy to exploit quantitative variation in symbiotic nitrogen fixation. Plant and Soil 82:329-335.
- ; Brockwell, J. y Gibson, A. H. 1984. The potential for breeding an improved Lucerne-*Rhizobium* symbiosis. I. Assessment of genetic variation. Euphytica 33:407-410.
- Thomas, D. y Andrade, R. P. de. 1984. Agronomic performance of five tropical grasses under grazing in the 'Cerrado' region. Pesq. agropec. bras. (Brasilia) 19:1047-1051.
- Sylvester-Bradley, R. 1984. Rhizobium inoculation trials designed to support a tropical forage legume selection programme. Plant and Soil 82:377-386.

———; Ayarza, M. A.; Méndez, J. E. y Moriones, R. 1983. Use of undisturbed soil cores for evaluation of *Rhizobium* strains and methods for inoculation of tropical forage legumes in a Colombian Oxisol. *Plant and Soil* 74:237-247.

Vincent, J. M. 1975. *Manual práctico de rizobiología*. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires. 200 p.

# **Semillas: su multiplicación y su investigación como actividades integradas a la RIEPT**

John E. Ferguson\*  
César Reyes\*\*

## **Introducción**

Hasta el presente, las actividades de la RIEPT han hecho énfasis en la evaluación del germoplasma forrajero y de las pasturas. La RIEPT ha incrementado estas actividades no sólo en el número de participantes, y en el de las accesiones forrajeras ensayadas, sino también en el alcance de los ensayos avanzados bajo pastoreo.

Estas crecientes actividades tuvieron un efecto significativo en el incremento de la demanda de semillas, lo que hizo más claro el papel esencial de la multiplicación de semillas y del desarrollo de la tecnología de producción de semillas dentro de la RIEPT. Estas dos funciones son también esenciales en la fase de transferencia de los resultados de la investigación a los productores de semillas y a los ganaderos.

Históricamente, la escasez de semilla experimental ha impedido el flujo de germoplasma promisorio desde el nivel de evaluación agronómica hacia un nivel avanzado de evaluación del germoplasma bajo pastoreo donde se logra estimar el comportamiento animal. También la falta de semilla básica demora, o impide, tanto la liberación de cultivares seleccionados a los ganaderos como su disponibilidad. Este fenómeno de escasez refleja descuido o falta de equilibrio, dentro de las instituciones de investigación, en la asignación de recursos a las actividades relacionadas con semillas.

---

\* Agrónomo, Semilla de Pastos, Programa de Pastos Tropicales, CIAT.

\*\* Agrónomo, Programa de Pastos, IVITA, Pucallpa, Perú.

Para lograr que el esfuerzo de evaluación del germoplasma y de las pasturas sea continuo y efectivo, y que los nuevos cultivares estén finalmente disponibles para uso de los ganaderos, es preciso fortalecer tanto las actividades semillistas como la investigación dirigida a la evaluación del germoplasma. Un conjunto de esfuerzos de evaluación de germoplasma y de producción de semillas, que sean complementarios, es la actitud más adecuada para avanzar en la investigación en forrajes y en su adopción por los ganaderos.

Las especies forrajeras pueden propagarse, tanto para ensayos de investigación como para los potreros de una finca ganadera, por medio de semillas o de material vegetal. En este capítulo se da más énfasis a las semillas; sin embargo, las estrategias y proyectos discutidos se aplican igualmente al material vegetal.

Este documento tiene tres objetivos:

- Hacer concientes a los investigadores de forrajeras de la naturaleza de las semillas y del papel que éstas desempeñan en la actividad global de la RIEPT.
- Incentivar a las instituciones nacionales para que dediquen recursos a los proyectos emprendidos sobre semilla de forrajeras.
- Ofrecer guías para iniciar y desarrollar proyectos de semillas que incluyan, de una parte, la multiplicación de semilla experimental y de semilla básica, y de otra, la investigación para el desarrollo de tecnología de producción de semillas.

## **El carácter de las semillas y su papel en la RIEPT**

### **Clases de semillas**

En el mundo de los pastos el término semilla se emplea con mayor frecuencia en el sentido botánico que en el de su utilización. En cambio, en los cultivos de grano (arroz, maíz, sorgo) el término semilla se emplea cuando se trata de la multiplicación de más semilla, mientras que el término 'grano' se refiere a la semilla botánica utilizada para otros fines, como el consumo. Asimismo, en arroz, maíz, sorgo y otros cultivos hay varios cultivares de cada especie que exigen el desarrollo de programas de certificación de semilla si se quiere ofrecer a los agricultores garantías sobre la identidad de esos cultivares. Douglas (1982) presenta una descripción de las clases de semilla asociadas con los programas de certificación de semillas. Actualmente, hay muy pocos

programas de certificación de semilla de pastos; por tanto, poco se sabe sobre las clases de esa semilla que estén disponibles.

Las clases posibles de semilla de pastos se describen en el Cuadro 1. La semilla de cada clase tiene ciertas características determinadas por las normas de verificación referentes a su identidad genética, su pureza física, su calidad, sus condiciones de campo, y otros aspectos. Queda fuera del alcance de este trabajo la definición detallada de estas normas.

Hoy en día, la gran mayoría de los investigadores en pastos conocen solamente la clase comercial de semilla. La larga historia de liberación informal en varias especies cultivadas (Ferguson, 1985) es una de las razones de que las demás clases de semilla (su naturaleza y su función) sean poco conocidas.

Para la RIEPT, por causa de su interés genético en accesiones de germoplasma, la clase de semilla más importante es la *semilla experimental*, o sea, aquella dedicada a *fines de investigación*. En contraste con la semilla comercial, no existe un mercado comercial para semillas experimentales; por tanto, la multiplicación de esta clase de semilla debe considerarse como parte esencial del proceso de investigación hacia el desarrollo de nuevas tecnologías de pasturas.

## Una cadena de demanda

La demanda de semillas es el incentivo para el desarrollo del suministro de las diversas clases de semilla. Los tipos de demanda para cada clase de semilla, aunque varían según las características particulares de los usuarios, pueden interrelacionarse y permiten hablar de 'una cadena de demanda'.

La *semilla comercial* (la más conocida) implica demanda de cultivares y tiene como usuarios a los ganaderos. Sus dimensiones son tonelada/año y \$/kg. Esta demanda, por tanto, tiene un carácter económico significativo y los productores de semillas se sienten atraídos hacia el trabajo de multiplicación por la posibilidad de obtener ganancias económicas.

En la *semilla experimental*, en cambio, los usuarios son los investigadores de los programas de evaluación de germoplasma y de pasturas; la demanda se dirige a las accesiones vigentes que interesen a sus investigaciones. Las dimensiones de esta demanda serían g/ensayo o kg/ensayo; no se mide en kg/año porque casi cada año cambian las accesiones vigentes. A pesar de su alto valor genético, esta demanda no tiene valor económico (\$/kg) porque las accesiones, a diferencia de los cultivares, no son liberadas y su uso se restringe a los programas de investigación en épocas determinadas. Las instituciones de investigación deben multiplicar esta semilla empleando sus propios recur-

Cuadro 1. Clases de semilla de especies de pastos tropicales.

Clase de semilla	Descripción
<b>Prebásica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Semillas que representan la fuente original de una accesión o cultivar, y que poseen la verificación genética apropiada.</li> </ul>
También:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Semilla del fitomejorador</li> <li>• Semilla del genetista</li> <li>• Su multiplicación es responsabilidad de una sección de germoplasma, de agronomía o de fitomejoramiento, dentro de un programa de investigación de pastos.</li> <li>• Se utiliza para multiplicar la semilla básica.</li> </ul>
<b>Experimental</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Progenie de las semillas prebásica, básica (o sus equivalentes) de una <i>accesión</i>, dentro de un programa de investigación (es decir, obtenida no como parte de un programa de certificación de un cultivar).</li> <li>• Su multiplicación se hace en dos etapas: a) inicialmente, como una actividad asociada con la evaluación de germoplasma; b) más tarde, como un programa de multiplicación (independiente de las actividades de evaluación) para lograr una meta de producción más significativa. Tal programa debe manejarse de manera similar a la multiplicación de semilla básica; sin embargo, no es factible con recursos limitados cuando contiene múltiples accesiones de numerosas especies. Como consecuencia, cada programa define sus propias normas.</li> <li>• La utilizan los investigadores para establecer ensayos dentro de un programa de evaluación de germoplasma y de pasturas. No se vende, y su distribución está restringida normalmente a los investigadores dentro de las instituciones oficiales.</li> </ul>
<b>Básica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Progenie de la semilla prebásica de un cultivar.</li> </ul>
También:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Su multiplicación es responsabilidad de un programa de multiplicación, según normas predefinidas por una autoridad apropiada.</li> </ul>
Semilla fundación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se utiliza para multiplicar la semilla certificada, fiscalizada o comercial. Normalmente está asociada con la liberación de un cultivar nuevo.</li> </ul>

Continúa

**Cuadro I. Continuación.**

Clase de semilla	Descripción
<b>Certificada</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Progenie de la semilla básica de un cultivar.</li><li>• Su multiplicación es tarea de los cultivadores de semillas y de las empresas semillistas según normas predefinidas por una autoridad certificadora.</li><li>• Se utiliza para la siembra de pasturas mediante ventas comerciales.</li></ul>
<b>Fiscalizada</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Progenie de la semilla fiscalizada o comercial de un cultivar.</li><li>• Su multiplicación es tarea de los cultivadores de semillas y de empresas semillistas, según normas predefinidas por una autoridad fiscalizadora. Estas normas son menos exigentes que aquellas impuestas a la semilla certificada, y se refieren principalmente a las normas mínimas de calidad que debe cumplir la semilla en el mercado.</li><li>• Se utiliza para siembras de pasturas y, ocasionalmente, para la producción de semilla comercial. Se vende comercialmente.</li></ul>
<b>Comercial</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Progenie de la semilla comercial, principalmente, de un cultivar; a veces, de la semilla básica cuando no existe un programa de certificación o fiscalización.</li><li>• Su multiplicación corre por cuenta de los agricultores, de los ganaderos, de los cultivadores de semillas, y de las empresas semillistas, pero sin normas predefinidas.</li><li>• Se utiliza para siembra de pasturas y, ocasionalmente, para producción de semilla comercial adicional. Se vende comercialmente.</li></ul>

sos. Las demás clases de semilla, como la prebásica y la básica, tienen implicaciones similares.

Las actividades de evaluación del germoplasma y de las pasturas pueden resultar en propuestas para liberar un cultivar nuevo. En tales casos, el puente entre el programa de investigación y los ganaderos —donde la accesión sobresaliente alcanza el status de nuevo cultivar— es el proceso de liberación ya descrito por Ferguson (1985). Un componente clave en este proceso es la disponibilidad de un volumen determinado de semilla básica, cuya demanda proviene de la institución promotora de la liberación y de los primeros productores de semillas. Una vez más, la institución que promueve la liberación de un cultivar nuevo tiene la obligación de disponer de la semilla básica que iniciará el suministro comercial.

En resumen, para lograr al final el suministro de semilla comercial de un cultivar, se requiere disponer previamente de varias clases de semilla relacionadas en una cadena de demanda dinámica y compleja. El Cuadro 2 presenta la secuencia sencilla del desarrollo de una pastura basado en el germoplasma y en la variada demanda de las diversas clases de semilla; nótese el papel clave de la semilla experimental que da *comienzo* a esta secuencia.

Cuadro 2. **Identidad de la clase de semilla más relevante en cada etapa del desarrollo de un cultivar de pastos.**

Etapa de desarrollo	Material genético involucrado	Usuarios que generan la demanda de semilla <sup>a</sup>	Clase de semilla más relevante
I. Evaluación del germoplasma y de las pasturas	Accesión(es)	Investigadores (pastos y forrajes)	Experimental
II. Proceso de liberación	Cultivar nuevo	a) Instituciones oficiales promotoras de la liberación formal b) Productores de semilla	Básica
III. Establecimiento de pasturas comerciales	Cultivar (es)	Ganaderos	Comercial

a. Se refiere ya sea a la semilla botánica o al material vegetal de propagación.

## Papel de la semilla en la RIEPT

Dentro de la RIEPT, la semilla tiene tres funciones contrastantes, cuales son:

### Un insumo genético

Para establecer los proyectos de evaluación del germoplasma forrajero y de las pasturas —es decir, los ensayos regionales A, B, C y D— la semilla cumple

un papel clave como insumo físico y genético. Si el énfasis recae en las accesiones de germoplasma se crea la demanda de semilla experimental de esas accesiones; si se incluyen cultivares se crea, a su vez, la demanda de semilla comercial.

### **Un mecanismo de entrega y transferencia**

Cuando una accesión exhibe un comportamiento sobresaliente en los ensayos avanzados de evaluación, establece la base técnica para promover su liberación como nuevo cultivar. En tal caso, la institución nacional tiene la obligación de disponer de determinada cantidad de semilla básica para distribuirla a los primeros productores de semilla comercial. Por ello, la semilla básica funciona como un mecanismo de entrega de un recurso genético entre las instituciones de investigación y el sector comercial (semillista y ganadero).

### **Un campo de investigación**

Para que los ganaderos adopten tanto los cultivares como las pasturas desarrolladas por medio de los ensayos regionales A, B, C, y D de la RIEPT, deben disponer de semilla comercial a precios razonables. Tradicionalmente, tanto la disponibilidad como los precios de la semilla de gramíneas y de leguminosas han variado y se han convertido en una limitación seria para la adopción de pasturas mejoradas por parte de los ganaderos (t'Mannetje, 1984). El desarrollo de la tecnología de producción de semillas es una responsabilidad de las instituciones de investigación, mucho más sentida tratándose de nuevos cultivares, especialmente los de leguminosas. En América Latina, la RIEPT debe minimizar las limitaciones potenciales que frenan la adopción de nuevas pasturas apoyando la investigación en el área de semillas, actividad que debe evolucionar paralelamente a la evaluación del germoplasma.

## **Disponibilidad de semillas en la RIEPT**

Considérense las siguientes acciones y necesidades de la RIEPT:

- desarrolla actividades de investigación en regiones de frontera agrícola, con programas de evaluación relativamente jóvenes, con diseños particulares, con un número elevado de participantes, y en un ámbito agropecuario que se halla en expansión;
- requiere semillas, o material vegetativo, de muchas accesiones de varias especies introducidas recientemente;
- comprende instituciones y programas en que la multiplicación de semillas cuenta con poca tradición o se le asigna escasa importancia;

por consiguiente, es apenas natural que ocurra una *limitación severa* en la disponibilidad de semilla y de material vegetativo en la Red. Aunque esta condición es inherente a una institución como la RIEPT, se deben promover estrategias que minimicen, en el futuro, cualquiera de sus efectos adversos.

Durante el desarrollo de la RIEPT, el CIAT ha aceptado la obligación de ser la fuente inicial y principal de semilla experimental, aprovechando una ventaja comparativa de recursos. Esta función se ha cumplido hasta hoy. La RIEPT, por su parte, se halla en expansión; cuando progrese en cada país hasta el inicio de los ensayos regionales C y D, la logística global del suministro de semillas se ampliará dramáticamente, y el CIAT no podrá abastecer la Red por sí solo. Esta situación, que ya es una realidad y no un pronóstico, exige que se consideren otras fuentes de semilla experimental.

El Cuadro 3 contempla todas las fuentes posibles de semilla que en un momento dado pueden suministrar este recurso a las diversas actividades de evaluación de germoplasma y de pasturas en la RIEPT. Las instituciones nacionales son una fuente latente de semillas, y con justa razón deben estar más involucradas en esta labor evaluadora. Las instituciones nacionales, asimismo, aceptarían un papel más amplio en la multiplicación de semilla experimental para los futuros ensayos regionales C y D, si lo consideran como una actividad válida y de alta prioridad.

Cuadro 3. **Mecanismos y alternativas para suministrar semilla a los ensayos de evaluación del germoplasma y de las pasturas dentro de la RIEPT.**

Mecanismo	Suministra semilla <sup>1</sup> de clase:		
	a	b	c
1. Donación (envío del PPT, CIAT)	x	x	
2. Compra en el mercado local			x
3. Multiplicación propia	x	x	
4. Multiplicación mediante terceros			
• Por contrato		x	
• Producción en compañía		x	x
5. Intercambio entre miembros de la RIEPT			
• Directo	x		
• Vía CIAT	x	x	x

1. a = semilla experimental; b = semilla básica; c = semilla comercial. PPT = Programa de Pastos Tropicales.

# Estrategias para establecer programas de semillas en la RIEPT

## A. Interrelaciones con la labor de evaluación

Se parte del principio de que el trabajo hecho en semillas no se considera anterior a los esfuerzos de evaluación del germoplasma y de las pasturas —es decir, a los ensayos actuales y futuros de tipos A, B, C, y D de la RIEPT— o independiente de ellos. Al contrario, la orientación de los programas de semillas se definirá según los resultados de la evaluación sistemática que está en marcha y según las perspectivas de las evaluaciones futuras.

Las especies y accesiones identificadas como las más promisorias en los ensayos de evaluación ERA y ERB serían los materiales seleccionados para los proyectos de multiplicación. El tiempo mínimo para cumplir un ciclo de multiplicación y acumular un mayor volumen de semilla que sostenga un ensayo de evaluación más avanzado es un año; para disponer de ese tiempo se requiere, no solamente una estrecha relación entre los investigadores de las áreas de evaluación y de semillas, sino también una *planeación anticipada* de la demanda. El coordinador nacional de la Red debe pues garantizar que los mecanismos que interrelacionan las actividades de evaluación con el nuevo esfuerzo desarrollado en semillas funcionen normalmente.

## B. Proyectos principales

Los programas de semillas varían mucho según los objetivos propuestos. Douglas (1982) presenta un amplio resumen de tales programas. Es muy común que los principales proyectos sobre semillas de cultivos estén relacionados con la certificación y el control de calidad de la semilla.

El carácter de la RIEPT en relación con las especies forrajeras reclama un programa de semillas que contemple los siguientes proyectos:

*Multiplicación de semillas*, es decir, un conjunto de actividades netamente agronómicas (propagación, manejo, cosecha, acondicionamiento) que incrementen la disponibilidad física de semilla de diversas clases, principalmente la experimental y la básica. Las unidades que miden esta actividad están netamente relacionadas con el peso; por ejemplo: kg, kg/accesión, kg/accesión por año; g/accesión por año.

*Desarrollo de una tecnología de producción de semillas*, es decir, la coordinación de diversas actividades para mejorar nuestros conocimientos sobre la producción y la tecnología de semillas, principalmente de la clase semilla

comercial. Estas actividades son las observaciones en el campo, la ejecución de ensayos formales, el análisis de datos, la discusión de datos, la revisión de literatura, la elaboración de informes y artículos, y otras. Los resultados que miden la productividad de este trabajo son: nuevos conocimientos, publicaciones, artículos, conferencias, y mayor eficiencia en la producción y disponibilidad de semilla comercial de varios cultivares.

Vale la pena recalcar esta política fundamental: la multiplicación de semillas debe considerarse como un proyecto clave y valioso en los programas de semillas de las instituciones nacionales de investigación. Solamente a través de esos proyectos de multiplicación, la RIEPT puede generar la cantidad suficiente de semilla, como insumo físico y genético, que mantenga e intensifique el ritmo exitoso de la Red. Se debe aprovechar, asimismo, cierto grado de compatibilidad natural que existe entre los proyectos de multiplicación y el desarrollo de la tecnología de producción.

### C. Orientación específica en cada país

Cada país se caracteriza por el tamaño, el clima, los suelos, los sistemas de producción de carne y leche, los recursos para la investigación, el estado de desarrollo, y otros rasgos. También la RIEPT posee un carácter particular en cada país, derivado de su historia, de las especies cultivadas en su suelo, de los cultivares y accesiones adaptadas y liberadas en el país o simplemente promisorias, y, como siempre ocurre, de los recursos disponibles para la investigación. En consecuencia, un programa nacional de investigación en semillas de forrajeras debe ser específico para un país. No obstante, se considera que las siguientes decisiones y pasos con que se establece un programa de semillas son comunes a muchos países.

1. *Decisión* de establecerlo, emanada del coordinador nacional de la Red.
2. Definición del programa mediante un *anteproyecto*. El énfasis inicial debe darse a la actividad de multiplicación de semilla experimental; después, según un análisis profundo y selectivo que identifique las principales limitaciones de la producción comercial de los cultivares tradicionales o nuevos, se inicia un proyecto de desarrollo de la investigación sobre tecnología de producción de semillas. El análisis profundo de la problemática nacional sobre este tema cae fuera del alcance de este capítulo.
3. Selección y nombramiento del *responsable* del programa y de sus colaboradores.
4. Elección del *sitio* principal del programa (o de varios sitios importantes).
5. Ejecución de *proyectos* a nivel de campo.

6. Desarrollo progresivo de los *recursos mínimos*, y más tarde de equipos especializados.
7. *Capacitación* de la persona responsable del programa y de sus colaboradores.
8. *Revisión* del progreso alcanzado, anualmente dentro del país y bianualmente en la RIEPT.

## **D. Participantes a nivel nacional**

La contribución de diversas organizaciones e individuos a un programa de investigación en semillas es variable. El carácter mismo de la RIEPT y el énfasis que atribuye a la evaluación del germoplasma y de las pasturas necesitan que esa contribución aparezca desde que se establece un *programa de pastos* en una institución nacional agropecuaria. Estos programas de pastos y forrajes tienen la responsabilidad de indicar a las demás organizaciones e individuos del país el modo como pueden contribuir a la investigación en semillas, así como las especies, cultivares o accesiones que interesen a su trabajo de mejoramiento genético. Sin esta orientación, los pocos recursos disponibles se dispersarán y se reduciría entonces la eficiencia de la investigación total.

Los *programas nacionales de semillas* deben vincularse a la investigación en semillas especialmente cuando tengan un interés genético en un nuevo cultivar. Esos programas pueden facilitar sus instalaciones para hacer los análisis de semillas y pueden contribuir a la multiplicación y distribución de la semilla básica.

Cuando una institución nacional de investigación desee incorporar la multiplicación de semilla experimental para suministrar ésta a un proyecto de evaluación de pasturas (como un ensayo C o D de la RIEPT), surgirán dos problemas interrelacionados: a) la escasez de recursos, que pueden ser tierra, maquinaria, capacidad para cosechar; b) las presiones que ejercen las fechas establecidas para alcanzar las metas de producción. Una posible estrategia en estas situaciones es encargar la producción de semillas a terceros mediante un contrato o producir la semilla en compañía con otra institución, o producirla con un particular empleando recursos complementarios.

Cuando el interés genético se dirige hacia un cultivar ya existente, la preocupación por mantener un control sobre el material que se está multiplicando desaparece y la labor del semillista se simplifica. Cuando ese interés, en cambio, apunta a una accesión promisoriosa, los participantes en el programa de investigación deben respetar la decisión de no liberarla, y el programa nacional de pastos debe mantener el máximo control sobre la multiplicación y la distribución de la semilla.

Las *universidades* pueden participar en la investigación sobre semillas, especialmente en las de tipo básico, con trabajos de tesis que resulten de proyectos colaborativos.

Las *instituciones* nacionales o regionales de *desarrollo, fomento o capacitación* pueden contribuir según su interés científico, sus prioridades en la investigación, y la naturaleza de sus propias actividades. Estos institutos deben aportar recursos tales como fondos, tierras o mano de obra.

Las *empresas semillistas* existentes deben considerarse como participantes potenciales, según sus capacidades y su interés de colaborar. A veces contribuyen con tierras, con experiencia en el manejo de la semilla, y con capacidad disponible para cosechar y acondicionar la semilla.

Los *particulares*, como los productores de semillas, los ganaderos o los agricultores, también deben considerarse como participantes en esta actividad por razones similares a las ya consideradas.

En el Cuadro 4 se presenta un resumen de los participantes potenciales y una muestra de sus contribuciones a las actividades de multiplicación y de desarrollo de tecnología en el sector semillista.

Cuadro 4. **Participantes en la investigación semillista y su posible contribución a las actividades de multiplicación y desarrollo de tecnología de la semilla de especies forrajeras.**

Participante	Proyecto más relevante <sup>a</sup>					
	Multiplicación de semilla:			Desarrollo de tecnología:		
	a	b	c	k	m	n
Instituciones nacionales de investigación						
• Programa de Pastos	X	X			X	X
• Programa de Semillas		X			X	
Universidades que otorgan posgrado				X	X	
Instituciones de desarrollo, fomento o capacitación	C	A	X			X
Empresas semillistas	C	A	X		X	X
Cultivadores de semillas, agricultores y ganaderos	C	A	X			X

a. a = semilla experimental; b = semilla básica; c = semilla comercial o certificada; k = investigación básica; m = investigación aplicada; n = investigación de adopción. A = implica la necesidad de un acuerdo con una institución nacional de investigación; C = un caso muy particular, que contempla un contrato legal y moral con la institución nacional.

## E. Colaboración del CIAT

El siguiente resumen clarifica el papel del Programa de Pastos Tropicales del CIAT en la actividad global de semillas dentro de la RIEPT:

1. *Suministro de semilla de clase experimental.* La política de suministro de semilla experimental para establecer los ensayos de evaluación de germoplasma y de pasturas (es decir, los ensayos regionales A, B, C y D) es la siguiente:
  - El CIAT seguirá siendo la fuente principal de semilla para establecer los ERA y los ERB.
  - El CIAT podrá contribuir, si dispone de ella, con la semilla para los ERC y los ERD. *La institución nacional encargada debe asumir la responsabilidad de suministrar la semilla para estos niveles avanzados de evaluación, y podrá hacerlo solamente si posee su propio proyecto de multiplicación.*
2. *Desarrollo de programas nacionales de investigación en semillas.* Con el fin de facilitar y apoyar el esfuerzo nacional de investigación, la sección de Producción de Semillas del Programa de Pastos Tropicales del CIAT ofrece la siguiente colaboración:
  - Asesoría general en la formación del programa nacional de semilla de pastos.
  - Semilla básica para iniciar la multiplicación a nivel nacional.
  - Capacitación en producción y tecnología de semillas, ofreciendo cursos en el CIAT y participando en los cursos nacionales.
  - Participación en ensayos colaborativos de tecnología de semillas.
  - Divulgación de la tecnología existente sobre semillas.
  - Publicación, en **pasturas tropicales - boletín**, de los resultados de la investigación que se haga en semillas como parte de la actividad de la RIEPT.

## Un programa modelo de semilla de pastos

La siguiente descripción se dirige a personas o instituciones interesadas en iniciar un programa de investigación de la semilla de pastos. Los objetivos de este programa son obtener determinados volúmenes de semilla y desarrollar

una relevante tecnología de semillas. Andrade (1984), Ferguson y Sánchez (1984) y Ferguson (1985) presentan más información pertinente sobre este tema.

## Organización

El coordinador nacional de la RIEPT inicia una evaluación de los recursos humanos y físicos disponibles y fomenta la organización de un programa de semillas. Ya existen, posiblemente, actividades semillistas en algunos países dentro del área objetivo de la RIEPT. El CIAT, por medio de la sección de Producción de Semillas de su Programa de Pastos Tropicales, está dispuesto a colaborar en el desarrollo de un proyecto de semillas.

Conviene diseñar inicialmente un *anteproyecto* y someterlo a un debate entre las instituciones nacionales.

Es necesario seleccionar y nombrar a la *persona responsable* de ese programa. El candidato debe ser un agrónomo y, en lo posible, con experiencia tanto en especies forrajeras como en el desarrollo y comportamiento de las pasturas; su tiempo no debe estar asignado en demasía a otras responsabilidades: para impulsar el proyecto se requiere que dedique, por lo menos, el 50% de ese tiempo a actividades semillistas.

Una decisión clave que influirá en el éxito del proyecto es la selección del *lugar* principal de operación. El efecto del clima y de la localidad en la floración, la formación de la semilla, el rendimiento de semilla, y en otras variables agronómicas ha sido subrayado por Humphreys (1976), por Hopkinson y Reid (1979), y por Loch (1980). Aunque el número de alternativas es limitado, es esencial que se consideren las ventajas y desventajas de cada una. La zona principal de adaptación elegida para establecer la pastura ofrece tal vez las ventajas de la infraestructura ya existente, pero sus condiciones climáticas o del suelo pueden ser desfavorables para cosechar altos rendimientos de semilla. Esta situación ocurre con mucha frecuencia en regiones húmedas. Es pues extremadamente importante elegir el lugar más favorable, el que ofrezca un equilibrio total. A medida que se desarrolla el programa, conviene considerar dos lugares cuyas características de operación sean complementarias; ambos darían mayor flexibilidad y seguridad en el cumplimiento de las metas de producción. Cuando el proyecto comprende varias especies cuyos requisitos de fotoperíodo, de ciclo vegetativo y otros son diferentes, es necesario realizar las operaciones de multiplicación en diversos sitios.

En cuarto lugar, es recomendable promover un *comité de planeación*. Este comité debe estar integrado por el coordinador nacional de la Red, la persona

responsable del proyecto de multiplicación de semilla, el jefe del programa de pastos, el jefe de operaciones de la estación, y otros especialistas invitados a contribuir al proyecto según las necesidades. El comité debe definir los siguientes aspectos:

- las especies y accesiones que deben ser multiplicadas;
- las metas de producción, en peso de semilla y en tiempo (pero *sólo en términos reales*);
- las fuentes de semilla prebásica para iniciar la multiplicación;
- los mecanismos para asegurar la disponibilidad de los recursos (tierra, maquinaria, riego, transporte, mano de obra, fondos) que asegurarán el cumplimiento del proyecto;
- las prioridades relativas, cuando haya escasez de recursos.

El comité debe reunirse y deliberar con suficiente anticipación a la época de siembra de la región. El proyecto de multiplicación solamente funcionará en forma eficiente si existe esta coordinación.

## **Recursos mínimos**

Los recursos mínimos para iniciar un programa de semillas son:

- Tierras cuyos suelos tengan características apropiadas. El suelo elegido debe tener textura liviana, fertilidad media y buen drenaje; en él habrá además un mínimo de malezas difíciles y poca contaminación de las especies forrajeras consideradas para el proyecto de multiplicación.
- Maquinaria agrícola básica (propia o alquilada) para operaciones como preparación de la tierra, siembras, cortes, transporte de materiales, y otras. Obviamente, esta maquinaria será al principio la que se encuentre disponible en el parque de maquinaria de la estación experimental; con el tiempo, el encargado del proyecto debe ampliar y diversificar ese parque.
- Insumos básicos, como abonos, herbicidas, plaguicidas.
- Espacio disponible en un invernadero o sitio cubierto donde se harán actividades de propagación.
- Equipos pequeños como azadones, hoces, guantes, carpas, bomba de aspersión, cajones livianos para secar semillas.
- Un patio techado donde haya mallas y zarandas manuales, un ventilador, bolsas plásticas, y algunas canecas con cerradura hermética, para el acondicionamiento y el almacenamiento de la semilla.

- Mano de obra, según las metas propuestas de producción y según la maquinaria disponible.
- Colaboración de un técnico de campo.
- Acceso a un laboratorio de campo donde haya una balanza de precisión y un horno de secado.

Se subraya la necesidad de contar con estos requisitos mínimos; al mismo tiempo, se niega enfáticamente que sea necesaria una infraestructura especial y costosa (como combinadas, planta de acondicionamiento, cuartos fríos, etc.) como *prerequisito* para iniciar un proyecto de semillas. Es difícil aceptar, como razón que impida establecer un programa de semilla de pastos, la falta de recursos suficientes.

Una vez iniciado el proyecto, y para cumplir con las metas de multiplicación de cualquier programa de pastos, se espera el *desarrollo gradual* de equipos más especializados como los siguientes:

- para cosecha: una segadora, una cosechadora por golpe o golpeadora, o una combinada;
- para secado, especialmente en regiones húmedas: una ventiladora, y posiblemente una secadora de cajón;
- para acondicionamiento: como equipo básico, una ventiladora cribadora versátil; más tarde, un separadora cilíndrica o de gravedad.

Es muy poco práctico definir de antemano los equipos más útiles hasta que el proyecto entre en actividad, momento en que el comité de planeación y la persona responsable del proyecto deben solicitarlos.

## Actividades generales

### Multiplicación de semilla

La secuencia de actividades en la multiplicación de semilla es la siguiente: a) planeación, b) propagación y establecimiento en el campo, c) manejo en precosecha, d) cosecha, e) secado, acondicionamiento y almacenamiento, y f) informes y revisión. Frecuentemente (aunque no siempre en buena lógica) se considera también la distribución de la semilla. En un momento dado, varias de estas actividades están en marcha e interactúan.

La *planeación*, basada en definiciones del comité de planeación (ver *Organización*), resultará en un plan de multiplicación para cada año o semestre (Cuadro 5). Conviene recalcar la importancia de que el comité funcione con

Cuadro 5. Modelo de un plan de multiplicación de semillas, vigente de octubre 1985 a octubre 1986.

Especie	Materiales				Campos de multiplicación <sup>a</sup>			Semilla esperada <sup>b</sup>		
	Cultivar o accesión	Localidades (no.)	Número total	Area total (ha)	Madurez para cosecha (época)	Clase	Producción total <sup>c</sup> (kg)	Disponible (fecha)		
<i>Bracharia decumbens</i>	cv. Basilisk	2	2	6.0	dic/85- ene/86	Comercial	115	abr/86		
<i>Andropogon guyanensis</i>	cv. San Martín	1	1	0.5	jun/86	Básica	75	oct/86		
<i>Stylosanthes guianensis</i>	cv. Pucallpa	1	2	1.5	ago/86	Básica	65	oct/86		
<i>Arachis pintoi</i>	CIAT 17434	1	1	0.1	dic/86	Experimental	mv	dic/86		
<i>Centrosema acutifolium</i>	CIAT 5277	1	1	0.1	ago/86	Experimental	10	oct/86		

a. Más detalles en el Cuadro 6.

b. Metas específicas del plan de multiplicación.

c. Se refiere a la semilla clasificada, excepto si se indica material vegetal (mv).

suficiente *anticipación* y tome las decisiones clave, especialmente en lo relacionado con el número de materiales, las metas de producción, y los recursos necesarios.

La *propagación* y el *establecimiento en el campo* se relacionan con el desarrollo de poblaciones de plantas y con su establecimiento en campos de multiplicación. Frecuentemente, una de las limitaciones de la multiplicación de semillas es la escasez de semilla básica (semilla botánica o de material vegetativo) para iniciarla. Se requieren entonces esfuerzos adicionales para utilizar muy eficientemente el poco material disponible y para establecer el número máximo de plantas en los campos de multiplicación. Es necesario además desarrollar prácticas de propagación vegetativa en los invernaderos, hacer siembras iniciales de semillas individuales en bolsas pequeñas, y trasplantarlas finalmente como plántulas al campo.

El *manejo de precosecha* de los campos de multiplicación debe incrementar al máximo la tasa de multiplicación y promover altos rendimientos de semilla en un tiempo mínimo. Un resultado semejante supone cultivos vigorosos y condiciones favorables para su desarrollo, como fertilización, control de malezas, humedad suficiente, etc. Obviamente cada especie forrajera exige un manejo peculiar y cada proyecto de multiplicación tendrá su propia magnitud y determinada disponibilidad de recursos. Para las especies de gramíneas, Loch (1980) y Humphreys (1976) disponen de información; para las especies de leguminosas, puede consultarse a Hopkinson (1977), Hopkinson y Loch (1977), y Hopkinson y Eagles (1980).

Las labores de *cosecha, secado, acondicionamiento y almacenamiento* de la semilla constan de un conjunto de prácticas manuales y mecánicas, según las metas de multiplicación, el número de accesiones involucradas, y los recursos disponibles. García y Ferguson (1984), Linnett (1977), Justice y Bass (1978), y Arvier (1983) ofrecen más alternativas y detalles relacionados con estas labores.

Un sistema de *informes y revisión* es necesario para conocer el estado del proyecto de multiplicación. La persona responsable del proyecto debe mantener actualizados los siguientes elementos:

- a. Plan de multiplicación de semillas vigente, es decir, la identidad de las especies y accesiones que se sembrarán y las metas propuestas para cada una, como el área considerada y los kilogramos de semilla esperados, ya sea para un año, un semestre, o un ciclo de operaciones (Cuadro 5).
- b. Listado o inventario de los campos de multiplicación vigentes, con detalles sobre la identidad de éstos, sus condiciones de establecimiento, su productividad previa y estimada (Cuadro 6).
- c. Relación de saldos de semillas existentes (Cuadro 7).

Cuadro 6. Modelo de un listado o inventario de campos de multiplicación de semillas.<sup>a</sup>

Identificación		Campo de multiplicación				Semilla esperada <sup>c</sup>					
		Historia		Con manejo		Producción <sup>d</sup>		Rendimiento <sup>d</sup>		Disponible	
Número de serie	Especie, y lugar cultivar o aceción	Establecido (fecha)	Area sembrada (ha)	Material sembrado <sup>b</sup> (ha)	Area neta del ciclo de cosecha (ha)	Inicio (fecha)	Madurez (fecha)	Clase	Producción (kg)	(kg/ha)	(fecha)
1	A1 <i>B. decumbens</i> cv. Basilisk	nov/83	10	mv	5.0	nov/85	ene/86	Comercial	100	20	abr/86
2	B5 <i>B. decumbens</i> cv. Basilisk	oct/85	1.0	85-015	1.0	oct/85	dic/85	Comercial	15	15	abr/86
3	B7 <i>A. gayanus</i> cv. San Martín	nov/85	1.0	85-100	0.5	nov/85	jun/86	Básica	75	150	oct/86
4	B9 <i>S. guianensis</i> cv. Pucallpa	dic/83	1.5	83-97	1.0	nov/85	ago/86	Básica	40	40	oct/86
5	B10 <i>S. guianensis</i> cv. Pucallpa	nov/85	0.5	85-020	0.5	nov/85	ago/86	Básica	25	50	oct/86
6	B11 <i>A. pintoi</i> CIAT 17434	nov/85	0.1	85-075	0.1	nov/85	dic/86	Exptal.	mv	-	dic/86
7	B12 <i>C. acutifolium</i> CIAT 5277	nov/85	0.2	85-122	0.1	nov/85	ago/86	Exptal.	10	100	dic/86
Total					8.2						

a. Vigente el 30 de marzo de 1986.

b. Las cifras son códigos locales que identifican los materiales; mv = material vegetal.

c. Metas específicas del plan de multiplicación de semillas. Exptal. = experimental.

d. Se refiere a semilla clasificada, excepto si se indica material vegetal (mv).

Cuadro 7. Modelo de una relación de saldos de semillas.

Especie, y cultivar o aceción	Clase de semilla	Saldos de semilla clasificada (kg)	Origen	Observaciones
<i>Andropogon</i>				
<i>gayanus</i> cv. San Martín	Básica	14.0	INIPA, Tarapoto, junio 1985	
	Comercial	50.0	IST, Tarapoto, junio 1985	En proceso de acondicionamiento
<i>Brachiaria</i>				
<i>decumbens</i> cv. Basilisk	Comercial	14.0	Pucallpa, enero 1985	
<i>Arachis pintoi</i> CIAT 17434				
	Experimental	0.50	CIAT, junio 1985	Reservada para Ing. Agr. N.N.
<i>Centrosema</i> sp. CIAT 5277				
	Experimental	0.50	CIAT, junio 1985	Reservada para un proyecto (ERC)
<i>Stylosanthes</i>				
<i>guyanensis</i> cv. Pucallpa	Básica	2.50	IVITA, Pucallpa, agosto 1985	1 kg para reserva

- d. Informe anual, con resúmenes sobre producción total, producción por accesión, áreas atendidas, rendimientos de semillas, problemas de multiplicación, etc.

### Desarrollo de tecnología de producción de semilla

Desarrollar la tecnología de producción de semillas supone las siguientes actividades:

- a. Orientación definida hacia la investigación en semillas.
- b. Conocimientos sobre la industria comercial de semillas y sobre los trabajos generales de investigación hechos en pastos.
- c. Conocimiento de la literatura sobre tecnología de semillas.
- d. Elaboración crítica de un proyecto general de investigación que incluya propuestas de ensayos específicos.
- e. Ejecución de ensayos.
- f. Divulgación de resultados y conocimientos: informes, reuniones, publicaciones, etc.

En el Cuadro 8 se presenta un resumen de los ensayos sobre desarrollo de tecnología de producción de semillas que están en marcha en el IVITA, en Pucallpa, Perú. Estos ensayos selectivos manifiestan:

Cuadro 8. Resumen de los ensayos en que se desarrolla la tecnología de producción de semillas en un programa de semillas.<sup>a</sup>

Ensayo		Realizaciones
No.	Título	
1	Fenología y formación de semillas en especies promisorias.	Toma de datos adicionales en las parcelas pertenecientes a un ERA o un ERB.
2	Epoca y dosis de 2,4-D para control de malezas en <i>Stylosanthes guianensis</i> .	Ensayo con parcelas propias, localizadas dentro de un campo de multiplicación de semilla (experimental y básica) de <i>S. guianensis</i> cv. Pucallpa.
3	Manejo de <i>Brachiaria decumbens</i> para producción de semilla comercial.	Ensayo con parcelas propias, localizado en la finca de un ganadero dentro del área manejada para producción de semillas.

a. IVITA, Pucallpa, Perú, 1984-1985.

- Un conjunto de actividades de importancia en el país, la institución, la región y la localidad en que se realizan.
- El énfasis dado a especies y cultivares forrajeros más importantes.
- La armonía establecida entre los proyectos de evaluación de germoplasma que se adelantan en esa localidad (ensayo no. 1) y los de multiplicación de semillas (ensayos no. 2 y 3).

Cada proyecto tendrá un carácter particular según el país en que se desarrolle y el énfasis relativo dado a la multiplicación de semilla, al desarrollo de tecnología, y al complejo de especies, cultivares y accesiones sobresalientes en ese país o región.

## **Fases de desarrollo**

Es escaso el interés que actualmente despierta el trabajo con semillas en los programas de pastos; por otra parte, las semillas adquirirán la debida importancia si hay progresos en la evaluación del germoplasma de especies forrajeras. Visualizar varias fases del desarrollo de un programa de investigación en semillas podría contribuir a mejorar estas dos situaciones.

### **Fase 1**

En esta fase la actividad semillista no es prioritaria y se realiza en las parcelas que contengan el germoplasma probado en un ensayo de evaluación de comportamiento forrajero; por ejemplo, en los ensayos regionales de tipos A o B (Toledo y Schultze-Kraft, 1982). Aunque esta fase se califica como una actividad de multiplicación, su alcance es restringido porque las metas que se propone la multiplicación son muy limitadas; no obstante, representa el inicio, es decir, la fuente local de semillas que ampliará las actividades de multiplicación. La Fase 1 se desarrolla ventajosamente en todos los sitios donde se adelanta un ensayo regional B (ERB).

Hay dos posibilidades de maximizar la multiplicación de semillas durante la evaluación de forrajeras en un ERB:

- a. Una vez terminado el ensayo de evaluación, las parcelas de las accesiones más destacadas se mantienen durante un año más, pero con un manejo que favorezca la producción de semillas. Se hacen en ellas varias recolecciones de semilla.
- b. Durante el segundo año del ensayo de evaluación, se excluye una repetición y se somete a un manejo diferente (sin corte) para favorecer la formación de semilla de las accesiones más destacadas; esta semilla se recolectará en la época apropiada.

## **Fase 2**

Esta fase contempla el establecimiento de campos propios para la multiplicación de semillas, es decir, diferentes de aquéllos de los ensayos de evaluación de germoplasma y pasturas. Esta actividad ocurre en pequeña o mediana escala, y está a cargo de la persona responsable del proyecto, quien se asigna durante tiempo parcial al trabajo con semillas. Esta fase presenta muchas variaciones y puede ocurrir en más de una localidad en cada país. Las metas de producción dependen del interés de la persona responsable, de los recursos, del clima del lugar, y de otros factores.

## **Fase 3**

Esta fase comprende una orientación más seria de un programa de semillas. La persona responsable debe dedicar, por lo menos, medio tiempo al trabajo con las semillas. El programa debe estar localizado en un lugar que favorezca la producción de semillas de las especies prioritarias a nivel nacional o regional. Se deben realizar actividades de multiplicación y de desarrollo de tecnología de producción de semillas en parcelas independientes de los ensayos de evaluación de pasturas (ERC y ERD). Se pueden establecer metas para la multiplicación de semillas dentro de la institución a que pertenece el programa, con el fin de abastecer a otros investigadores de especies forrajeras. La persona responsable debe recibir capacitación en semillas y apoyo institucional para desarrollar los recursos necesarios que le permitan ampliar sus metas de producción total.

## **Fase 4**

De esta fase se hace cargo una persona responsable durante su tiempo completo de trabajo, bien capacitada o motivada, y ubicada en un lugar que favorezca la producción de semillas; desde allí, posiblemente, desarrollará actividades en varios lugares, lo que requiere una gran autonomía para movilizarse. La multiplicación de semillas se hace en cantidades de medianas a grandes para responder a las metas nacionales señaladas por los investigadores en forrajeras. Se exigen también en esta fase más normas, tanto en los campos de multiplicación como en los lotes de semilla, para asegurar mejor la calidad de ésta; por consiguiente, el acceso a los servicios de análisis de semillas debe ser fácil. Se logra así en esta fase un desarrollo significativo de la tecnología de producción de semillas. Cuando se consideren prácticos, se establecen contratos de producción con terceros o en compañía con otras entidades; obviamente, estas actividades implican fondos y otros recursos disponibles. Finalmente, el responsable de esta fase se halla muy comprometido con el proceso de liberación de cualquier cultivar nuevo; en otras palabras, lleva a cabo un programa integral de semillas.

## Referencias

- Andrade, R. P. de 1984. O papel do sector oficial na multiplicação e pesquisa em sementes de forrageiras tropicais. Contribución al Primer Curso de Semillas de Pastos Tropicales. CIAT, Cali, Colombia.
- Arvier, A. C. 1983. Storage of seed in warm climates. Queensland, Dept. Primary Industries, Brisbane, Australia. Miscellaneous publication, Qld. Fort. 22 p.
- Douglas, J. E. (comp., ed.). 1982. Programas de semillas; guía de planeación y manejo. Trad. de la 1a. ed. inglesa. CIAT, Cali, Colombia. 358 p.
- Ferguson, J. E. 1985. An overview of the release process for new cultivars of tropical forages. *Seed Sci. Technol.* 13(3): 741-758.
- y Sánchez, M. 1984. Estrategias para mejorar la disponibilidad de semillas forrajeras. *Revista Semillas (ACOSEMILLAS, Bogotá)* 9:14-24.
- García, D. A. y Ferguson, J. E. 1984. Cosecha y beneficio de la semilla de *Andropogon gayanus*. Serie Boletines Técnicos, Programa de Pastos Tropicales, no. 1. CIAT, Cali, Colombia. 36 p.
- Hopkinson, J. M. 1977. Siratro seed production. *Trop. Grassl.* 11(1):33-39.
- y Eagles, D. A. 1980. Seed production and processing. En: Clements, R. J. y Cameron, D. E. (eds.). *Collecting and testing tropical forage plants.* CSIRO, Melbourne, Australia. p. 88-101.
- y Loch, D. S. 1977. Seed production of stylo in North Queensland. *Qld. Agric. J.* 103:116-125.
- y Reid, R. 1979. Significancia del clima en producción de semillas de leguminosas forrajeras tropicales. En: Tergas, L. E. y Sánchez, P. A. (eds.). *Producción de pasturas en suelos ácidos del trópico.* CIAT, Cali, Colombia. p. 363-387.
- Humphreys, L. R. 1976. Producción de semillas pratenses tropicales. FAO, Roma. 112 p.
- Jones, R. J. y Roe, R. 1976. Seed production, harvesting and storage. En: Shaw, N. N. y Bryan, W. L. (eds.). *Tropical pasture research; principles and methods.* Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops. Bull. no. 51. Farnham Royal, England.
- Justice, O. L. y Bass, L. N. 1978. Principles and practices of seed storage. *Agricultural Handbook no. 506.* USDA, Washington, D. C.
- Linnett, B. 1977. Processing seeds of tropical pasture plants. *Seed Sci. Tech.* 5:199-224.
- Loch, D. S. 1980. Selection of environment and cropping system for tropical grass seed production. *Trop. Grassl.* 14:159-168.

- 't Mannetje, L. 1984. Pasture development and animal production in Queensland since 1960. *Trop. Grassl.* 18:1-18.
- Toledo, J. M. y Schultze-Kraft, R. 1982. Metodología para la evaluación agronómica de pastos tropicales. En: Toledo, J. M. (ed.). *Manual para la Evaluación agronómica; Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales*. CIAT, Cali, Colombia. p. 91-110.



# Metodologías para la evaluación de enfermedades y plagas de especies forrajeras tropicales

Jillian M. Lenné\*  
Mario Calderón\*\*  
César R. Valles\*\*\*

## Introducción

Desde la primera reunión de la RIEPT en octubre de 1979, los programas nacionales que investigan en pastos tropicales en América Latina han colaborado activamente con el Programa de Pastos Tropicales del CIAT. Más de 130 ensayos agronómicos han sido sembrados y evaluados por ellos (CIAT, 1984) y el resultado de esa labor ha sido la identificación de algunas leguminosas y gramíneas consideradas como muy promisorias en los mayores ecosistemas probados.

De 1979 a 1985, las enfermedades y plagas presentes en diversos ecosistemas fueron evaluadas sistemáticamente en especies de más de 15 géneros de leguminosas forrajeras tropicales y en tres géneros de gramíneas forrajeras tropicales, en 134 sitios de la RIEPT ubicados en más de ocho países. Enfermedades causadas por 30 géneros diferentes de hongos, bacterias, virus, nematodos y micoplasmas (Lenné et al., 1985) y más de 36 géneros de insectos plaga (Calderón, 1981) pertenecientes a 194 especies (Calderón y Arango, 1985) han sido hallados en asociación con el germoplasma forrajero. Tanto en unas como en otros se han identificado problemas serios de protección vegetal que limitan aquellas especies de leguminosas y gramíneas de características agronómicas muy promisorias. Surgió pues la necesidad de hacer investigaciones específicas de sanidad vegetal que apoyaran las actividades de selección del germoplasma promisorio.

---

\* Fitopatóloga, Programa de Pastos Tropicales, CIAT.  
\*\* Entomólogo, CPATU-EMBRAPA, Belém, Brasil.  
\*\*\* Fitopatólogo, CIPA IX, INIPA, Tarapoto, Perú.

# Enfermedades y plagas importantes de las forrajeras tropicales

## Distribución de enfermedades y plagas por sitios, ecosistemas y países

Han sido detectados e identificados 30 patógenos en las leguminosas forrajeras de los géneros *Aeschynomene*, *Centrosema*, *Desmodium*, *Macroptilium*, *Pueraria*, *Stylosanthes* y *Zornia* en los ecosistemas de sabana y de trópico húmedo (Cuadro 1). Se detectaron pocas enfermedades en las gramíneas forrajeras tropicales promisorias porque casi todas las que se probaron provenían de Africa, alejadas por tanto de los patógenos que evolucionaron con ellas en su centro de origen. En cambio, casi todas las leguminosas promisorias probadas son nativas de los trópicos de América y se hallan en el centro de diversidad de sus patógenos específicos. Consecuentemente, en la actualidad las leguminosas enfrentan más problemas fitosanitarios que las gramíneas en los ecosistemas en que ambas se evalúan. Se detectaron también 36 géneros diferentes de plagas, representados en 194 especies, en las leguminosas y gramíneas de los diferentes ecosistemas de sabana y en el trópico húmedo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Distribución de las enfermedades y plagas de leguminosas y gramíneas forrajeras tropicales, y de los sitios donde son detectadas en los ecosistemas mayores de las tierras bajas y marginales de América tropical.

Sitio o problema	Distribución en el ecosistema: <sup>a</sup>		
	SBDH	SBDT	TH
Sitios de ensayos (no.)	29	18	87
Países <sup>b</sup>	Br, Co, Cu, R. D., E, P, V, A. C.	Br	Bo, Br, Co, A. C.
Enfermedades identificadas (géneros, no.)	28	23	25
Plagas identificadas (géneros, no.)	28	12	26

a. SBDH = Sabana bien drenada isohipertérmica; SBDT = Sabana bien drenada isotérmica; TH = Trópico húmedo.

b. Bo = Bolivia; Br = Brasil; Co = Colombia; Cu = Cuba; R. D. = República Dominicana; E = Ecuador; P = Perú; V = Venezuela; A. C. = América Central.

Las enfermedades más importantes fueron descritas por Lenné (1982) y Lenné et al., (1983) y las plagas más importantes por Calderón (1982) y Calderón y Varela (1982).

## Diferente distribución entre ecosistemas

Durante los últimos cinco años se identificaron problemas importantes que son específicos de ciertas leguminosas y gramíneas, y están relacionados con sitios o con ecosistemas particulares. Este hecho exigió el montaje de experimentos sobre sanidad vegetal (Fitopatología, Entomología) con el fin de evaluar la variabilidad genética del germoplasma de las especies forrajeras promisorias y descubrir su resistencia varietal a patógenos e insectos dañinos. El desarrollo de la RIEPT y la ayuda de los colaboradores de los programas nacionales han sido esenciales para conocer las diferencias que distinguen a los ecosistemas entre sí.

Las principales enfermedades identificadas en las leguminosas fueron éstas: la antracnosis en *Stylosanthes*, una enfermedad importante de este género en los ecosistemas de sabana (SBDH y SBDT); la mancha foliar causada por *Cercospora* spp. en *Centrosema pubescens*; el añublo por *Rhizoctonia*, en *C. brasilianum* de las sabanas isohipertérmicas (SBDH) y del trópico húmedo (TH); la costra por *Sphaceloma*, en *Zornia* spp. del SBDH, y un virus no identificado en el SBDT; el nematodo de los nudos aéreos y la falsa roya, en el SBDH; el nematodo de los nudos radicales en *Desmodium ovalifolium* del TH; la hoja pequeña causada por micoplasma, en *Desmodium* spp. de los ecosistemas de sabana (SBDH y SBDT). No se identificaron enfermedades importantes de las gramíneas en los ecosistemas mayores; no obstante, en dos de ellos, SBDT y TH, donde las pasturas degradadas de *Panicum maximum* de tipo 'Colonial' son comunes, se detectaron dos enfermedades de consideración: la mancha foliar por *Cercospora* y el carbón causado por *Tilletia ayresii* (Cuadro 2).

Las plagas más importantes halladas en esa área fueron: los barrenadores del tallo de *Stylosanthes* sp., *Caloptilia* spp., y algunas especies de Curculionidae, en los ecosistemas de sabana; los perforadores de botones, *Stegasta bosquella* (Lepidoptera) y *Apion* spp. (Curculionidae), en el ecosistema SBDH; los insectos chupadores del follaje (Cicadellidae, 28 especies) y los comedores de follaje (Chrisomelidae, 11 especies), enemigos de las leguminosas —sobre todo de especies de *Stylosanthes* y *Centrosema*— en todos los ecosistemas. En las gramíneas, el 'salivazo' (especies de *Zulia*, *Aeneolamia*, *Deois*, de la familia Cicadellidae) es la plaga más importante, especialmente en los géneros *Brachiaria* y *Panicum*, en los ecosistemas SBDT y TH (Cuadro 3).

Cuadro 2. Enfermedades importantes de leguminosas y gramíneas forrajeras tropicales promisorias, en los ecosistemas mayores de las tierras bajas y marginales de América tropical.

Leguminosa (género)	Enfermedad	Agente causal	Importancia en ecosistema. <sup>1</sup>			
			SBDH	SBDT	TH	TH
<i>Stylosanthes</i>	Antracnosis	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	I	I	NI	NI
<i>Centrosema</i>	Mancha foliar	<i>Cercospora</i> spp.	Icp	NI	Icp	Icp
	Añublo	<i>Rhizoctonia</i> sp.	Icb	NI	Icb	Icb
<i>Zornia</i>	Costra	<i>Sphaeloma zorniae</i>	I	NI	NI	NI
	Virosis	(no identificado)	I	I	I	I
<i>Desmodium</i>	Nematodo de los nudos aéreos	<i>Pterotylenchus cecidogenus</i>	Ido	-	-	-
	Nematodo de los nudos radicales	<i>Meloidogyne</i> spp.	NI	NI	I	I
	Falsa roya	<i>Synchytrium desmodii</i>	Ido	-	-	-
	Hoja pequeña	<i>Mycoplasma</i> sp.	Ith	Ith	NI	NI
<i>Panicum</i>	Mancha foliar	<i>Cercospora fusimaculans</i>	NI	I	I	I
	Carbón	<i>Tilletia ayresii</i>	NI	I	I	I

1. I = importante; NI = no importante; - = ausente; cp = *Centrosema pubescens*; cb = *Centrosema brasilianum*; do = *Desmodium ovalifolium*; ds = *Desmodium* spp., en sitios específicos; dh = *Desmodium heterocarpon*, la más afectada. Ver Cuadro 1, nota a.

FUENTE: Lenné et al., 1983.

Cuadro 3. Plagas importantes de leguminosas y gramíneas forrajeras tropicales promisorias en los ecosistemas mayores de las tierras bajas y marginales de América tropical.

Leguminosa o gramínea (género)	Plaga	Agente causal	Importancia en ecosistema: <sup>a</sup>		
			SBDH	SBDT	TH
<i>Stylosanthes</i>	Barrenadores del tallo	<i>Caloptilia</i> spp.	I	I	NI
	Picudo barrenador del tallo	Curculionidae	I	I	NI
	Perforador de botones	<i>Stegasta bosquella</i>	I	NI	NI
	Chupadores	Cicadellidae	I	I	I
<i>Centrosema</i>	Chupadores	Cicadellidae	I	I	I
	Comedores	Chrisomelidae	I	I	I
<i>Brachiaria</i>	Salivazo	<i>Zulia</i> spp., <i>Deois</i> spp., <i>Aeneolamia</i> spp.	NI	I	I
	Salivazo	<i>Zulia</i> spp., <i>Deois</i> spp., <i>Aeneolamia</i> spp.	NI	I	I

a. SBDH = Sabana bien drenada isohipertérmica; SBDT = Sabana bien drenada isotérmica; TH = Trópico húmedo. I = importante; NI = no importante.  
FUENTE: Calderón y Varela, 1982.

## Pérdidas causadas por algunas enfermedades y plagas

Los estudios sobre las enfermedades y plagas de ciertas leguminosas y gramíneas se basan en su efecto en la producción de materia seca de las plantas (Cuadro 4). Los resultados de estos estudios muestran que las enfermedades y las plagas pueden reducir seriamente la producción de leguminosas y gramíneas forrajeras promisorias y, en consecuencia, la producción animal. Es entonces necesario establecer ensayos específicos para explorar la variabilidad genética de esas especies promisorias y hallar en ella resistencia a patógenos e insectos.

## Objetivos de esta investigación de apoyo

Los objetivos de los ensayos específicos en patología y entomología de las especies forrajeras tropicales están ligados a las diferentes etapas de investigación agronómica de ese germoplasma. Los métodos de control de enfermedades y plagas deben ajustarse al objetivo principal de los programas de pastos en las tierras bajas y marginales de América tropical, a saber: aumentar la producción de pastos empleando insumos mínimos. Ahora bien, se considera que el material vegetal con resistencia a los problemas de campo es el recurso más práctico y económico dentro de un sistema de producción de pastos con insumos mínimos. Por ello, cuando en un ensayo regional A o B se identifica un problema específico que afecte una región, o un ecosistema, es recomendable hacer una investigación de apoyo para evaluar ese problema. La evaluación incluye dos actividades:

- Buscar, dentro de un rango de variabilidad del germoplasma, resistencia o tolerancia a la enfermedad o a la plaga específica —o a una y otra— que haya sido identificada en un ERA o en un ERB modificados. A veces, es necesario determinar también el efecto de enfermedades o plagas en el rendimiento de una leguminosa o gramínea promisorias; esta situación se presenta cuando concluye un ensayo regional A o B con resultados que describen una entrada como muy promisorias, de gran producción, pero vulnerable a una enfermedad o plaga durante cierta época del año. Dos ejemplos son el añublo foliar por *Rhizoctonia* y el salivazo en la época lluviosa.
- Evaluar la importancia de la enfermedad o plaga específicamente por su efecto en el rendimiento de materia seca, cuando se duda que aquéllas puedan causar daños económicos. Esta labor corresponde a los ensayos regionales B, C y D modificados; si se hace en asociaciones de leguminosas y gramíneas bajo pastoreo, es tema que se discutirá más adelante en este capítulo.

Cuadro 4. Pérdidas causadas por enfermedades y plagas importantes en las leguminosas y gramíneas forrajeras tropicales promisorias.

Enfermedad o plaga	Hospedante	Pérdidas de materia seca (%)	Referencia
Antracnosis	<i>Stylosanthes guianensis</i>	64-100	CIAT, 1981
	<i>S. hamata</i>	26-58	Lenné y Sonoda, 1982
Añublo por <i>Rhizoctonia</i>	<i>Centrosema brasilianum</i>	20-50	Lenné et al., 1983
			CIAT, 1985
Costra por <i>Sphaceloma</i>	<i>Zornia latifolia</i>	55	CIAT, 1980
Perforadores de botones	<i>Stylosanthes</i> spp.	2.5-23.0	CIAT, 1982.

# Metodologías para evaluar enfermedades y plagas en forrajeras tropicales

## Antecedentes

Desde hace cinco años, la RIEPT definió las investigaciones específicas de apoyo y aceptó coordinar su ejecución. Entre 1978 y 1980 la evaluación del germoplasma forrajero respecto a su resistencia a enfermedades y plagas en los ensayos regionales agronómicos de tipos A y B de la RIEPT señalaron claramente la necesidad de emprender estudios más profundos y detallados sobre la antracnosis en el género *Stylosanthes*, sobre el salivazo en *Brachiaria*, y sobre el nectotado de los nudos radicales en *Desmodium ovalifolium*. Desde 1982 hasta octubre de 1985, 17 ensayos sobre plagas y enfermedades específicas fueron establecidos y evaluados por los programas nacionales que investigaban en pastos tropicales en varios países, en colaboración con el Programa de Pastos del CIAT (Cuadro 5).

Con el fin de facilitar el establecimiento, el manejo y la evaluación de los ensayos paralelos, se convino en utilizar básicamente la metodología, bien probada y conocida, de los ERA y ERB para evaluar la resistencia a plagas y enfermedades (Toledo y Schultze-Kraft, 1982). Se introdujeron ciertas modificaciones relacionadas con la evaluación más intensiva de la enfermedad o plaga específica. Esta metodología es conocida por los colaboradores de la RIEPT en diferentes países y permite el uso de los mismos formularios de evaluación, con ligeras modificaciones; éstos facilitan a su vez la recopilación, el procesamiento y el análisis de la información obtenida y la comparación de datos de distintos sitios.

## Metodologías para el ERA modificado

Un ERA tiene como objetivo probar y evaluar el comportamiento preliminar o la supervivencia de un alto número de entradas (hasta 100) en parcelas pequeñas desde 1 x 1 m hasta 2 x 2 m. Este ensayo funciona bien cuando se investiga en protección vegetal con el propósito de evaluar las reacciones diferenciales de muchas entradas de una especie —o de varias especies de un género— a una o dos enfermedades o plagas importantes. La metodología para el ERA está documentada con detalles en Toledo y Schultze-Kraft (1982).

Se han hecho modificaciones específicas a los siguientes ensayos de evaluación: al de *Stylosanthes* spp. respecto a su resistencia a la antracnosis, a los barrenadores del tallo, y al perforador de los botones; al de *Zornia* spp.

Cuadro 5. Esquema histórico de las investigaciones de apoyo de la RIEPT que evalúan plagas y enfermedades de las forrajeras tropicales.

Identificación <sup>a</sup>	Instituto nacional de investigación		Ensayo de apoyo	
	Localidad	País	Objetivo	Inicio (año)
IBTA	Chipirri	Bolivia	Evaluación de <i>Brachiaría</i> spp: resistencia a salivazo	1984
EPAMIG	Acauá, MG	Brasil	Evaluación de <i>Stylosanthes capitata</i> : resistencia a antracnosis	1982
CEPEC/CEPLAC	Itaju do Colonia, BA	Brasil	Evaluación de <i>Stylosanthes</i> spp: resistencia a antracnosis	1982
ICA	Villavicencio	Colombia	Evaluación de <i>Brachiaría</i> spp: resistencia a salivazo	1983
ICA	San José del Nus	Colombia	Evaluación de <i>Brachiaría</i> spp: resistencia a salivazo	1984
ICA	Macagual	Colombia	Evaluación de <i>Brachiaría</i> spp: resistencia a salivazo	1984
IVITA	Pucallpa	Perú	Evaluación de <i>Stylosanthes guianensis</i> : resistencia a antracnosis	1982
INIPA	Tarapoto	Perú	Evaluación de <i>Stylosanthes guianensis</i> : resistencia a antracnosis	1983
			Evaluación de <i>Desmodium ovalifolium</i> : resistencia al nematodo de los nudos radicales	1984
			Evaluación de <i>Brachiaría</i> spp: resistencia a salivazo	1984

Continúa

Cuadro 5. Continuación.

Identificación <sup>a</sup>	Instituto nacional de investigación		Ensayo de apoyo	
	Localidad	País	Objetivo	Inicio (año)
INIPA	Moyobamba-Calzada	Perú	Evaluación de <i>Stylosanthes guianensis</i> : resistencia a antracnosis	1984
			Evaluación de <i>Brachiaria</i> spp: resistencia a antracnosis	1984
INIPA	Yurimaguas	Perú	Evaluación de <i>Stylosanthes guianensis</i> : resistencia a antracnosis	1983
			Evaluación de <i>Brachiaria</i> spp: resistencia a salvazo	1982
INIPA/UNC	Pto. Bermúdez	Perú	Evaluación de <i>Desmodium ovalifolium</i> : resistencia al nematodo de los nudos radicales	1984
ID/IAIP	Varios sitios	Panamá	Evaluación de <i>Brachiaria</i> spp: resistencia a salvazo	1984
FON/IAIP	El Tigre	Venezuela	Evaluación de <i>Stylosanthes capitata</i> : resistencia a antracnosis y al barrenador del tallo	1982

a. Ver Apéndice F, Símbolos y abreviaturas.

respecto a su resistencia a la costra por *Sphaceloma*; al de *Desmodium* spp. por su resistencia al nematodo de los nudos radicales; y al de *Centrosema* spp. por su resistencia a las manchas foliares, a chupadores y a comedores del follaje. Estas modificaciones aparecen en los Apéndices A, B y C junto con los formularios modificados para la evaluación de cada enfermedad. Se sugirieron cambios sobre modificaciones en el manejo del ensayo; por ejemplo, en la frecuencia de los cortes para facilitar la evaluación de un problema específico de sanidad. Se añadieron también métodos de evaluación específicos para cada plaga y enfermedad.

Las modificaciones sugeridas para los formularios facilitan la evaluación más intensiva de una enfermedad o plaga; las nuevas secciones del formulario concentran la labor de evaluación en la enfermedad o plaga que se estudia (Figuras 1A, 1B, 1C y 2C).

Cuando se evalúa más de una enfermedad o plaga, es necesario jerarquizarlas según su importancia y emplear la metodología apropiada. Si dos o más de esos problemas se consideran importantes, será necesario, probablemente, establecer ensayos separados, ya que la evaluación combinada de más de un problema fitosanitario en el mismo ensayo puede dificultar mucho el manejo de éste. Por ejemplo, la evaluación de los daños causados por el perforador de los botones (*Stegasta bosquella*) supone la presencia de inflorescencias y semillas, pero éstas pueden influir en el manejo de los cortes del mismo ensayo cuando simultáneamente se evalúan las plantas respecto a la antracnosis.

Durante los últimos cuatro años, los colaboradores de varios programas nacionales de pastos tropicales han usado la metodología del ERA para evaluar tanto la antracnosis en varias especies de *Stylosanthes* como el nematodo de los nudos radicales en *D. ovalifolium*. La experiencia adquirida en ese tiempo ha enseñado muy claramente que, con pocas modificaciones, esa metodología se ajusta bien a los ensayos en que se investigan ambas enfermedades.

En varias localidades del trópico húmedo se percibió, en 1982, la necesidad de evaluar respecto a la antracnosis un rango más amplio de variabilidad de la especie *Stylosanthes guianensis*. Los resultados de las evaluaciones de *S. guianensis* CIAT 136 y 184 en varios ensayos regionales A y B, especialmente en Perú, demostraron claramente la alta resistencia a la antracnosis y el alto potencial agronómico de estos dos ecotipos. Los mismos ecotipos, en cambio, no sobrevivieron más de 8 ó 10 meses en los ecosistemas de sabana, por su gran susceptibilidad a la antracnosis. El interés de evaluar más germoplasma de *S. guianensis* fue expresado por colaboradores del IVITA y del INIPA que trabajaban en estaciones experimentales de la selva del Perú. En 1982 y 1983 se sembraron dos ensayos con selecciones de germoplasma de *S. guianensis* para evaluar un rango de variabilidad de esa leguminosa respecto a la resistencia a la antracnosis, en primer lugar, así como al complejo de enfermeda-

des y plagas de la región. Además, se comparó el comportamiento de las dos accesiones sobresalientes de *S. guianensis*, CIAT 136 y 184, con el de otras accesiones de la leguminosa.

En Pucallpa, Perú, 14 de las 27 accesiones ensayadas mostraron una adaptación calificada entre buena y excelente, así como alta resistencia a la antracnosis (Cuadro 6). Las mejores accesiones fueron CIAT 21, CIAT 1248, CIAT 1165 y la variedad *pauciflora* CIAT 1283; las accesiones CIAT 136 y CIAT 184 estuvieron entre las más promisorias (adaptación general de buena a excelente). En Tarapoto, Perú, 9 de 30 accesiones ensayadas se consideraron muy vigorosas y con moderada a alta resistencia a la antracnosis (Cuadro 7); como ocurrió en Pucallpa, CIAT 136 y CIAT 184 figuraron entre las más promisorias.

Para evaluar a *S. guianensis* en busca de resistencia a la antracnosis, y para comparar el comportamiento de CIAT 136 y CIAT 184 —accesiones sobresalientes en dos ensayos anteriores— se modificó la metodología de mantenimiento y de evaluación de los ensayos. Esta experiencia permitió mejorar los nuevos ensayos que, en efecto, se establecieron en Moyobamba, Perú, en

Cuadro 6. Reacción a la antracnosis y adaptación general de las mejores accesiones de *Stylosanthes guianensis* común, en Pucallpa, Perú, entre septiembre de 1982 y septiembre de 1984.<sup>a</sup>

Accesión CIAT	Reacción a antracnosis (promedio)	Adaptación general
21	1.41	E
1283	1.53 <sup>b</sup>	E
1248	1.60	E
1165	1.69 <sup>b</sup>	E
184	1.49	B/E
1113	1.59	B/E
64	1.65	B/E
1177	1.75	B/E
1280	1.00 <sup>b</sup>	B
10136	1.45 <sup>b</sup>	B
68	1.57	B
136	1.69	B
1164	2.01	B
1017	2.08	B

a. Responsable del ensayo: Ing. Hugo Ordoñez, IVITA, Pucallpa, Perú. Reacción a antracnosis: 0 = planta sana; 5 = planta muerta. Adaptación general: E = excelente; B = buena.

b. Susceptible a *Rhizoctonia solani* durante los meses húmedos.

Cuadro 7. **Reacción a la antracnosis y adaptación general de las mejores accesiones de *Stylosanthes guianensis* común, en Tarapoto, Perú, de enero de 1983 a septiembre de 1984.<sup>a</sup>**

Accesión CIAT	Reacción a antracnosis (promedio)	Adaptación general
184	1.3	B/E
128	2.0	B/E
1165	3.3	B/E
136	1.0	B
64	1.2	B
21	1.7	B
1160	1.9	B
1017	2.3	B
1164	2.3	B

a. Responsable del ensayo: Ing. César Valles, INIPA, Tarapoto, Perú. Reacción a la antracnosis: 0 = planta sana; 5 = planta muerta. Adaptación general: E = excelente, B = buena.

1984, con la colaboración del INIPA, y en Puerto Bermúdez, Perú, en 1985, con la colaboración del convenio INIPA/UNC.

De manera parecida, los resultados de los ensayos regionales A y B establecidos por INIPA en Tarapoto, en 1979, revelaron el extraordinario potencial de *Desmodium ovalifolium*. Sin embargo, el nematodo de los nudos radicales (*Meloidogyne* spp.) fué detectado en *D. ovalifolium* y en otras especies del género en 1980. Los colaboradores de la RIEPT que trabajaban con el INIPA en Tarapoto manifestaron interés en evaluar más germoplasma de *D. ovalifolium* para buscar resistencia al nematodo; por ello, en 1984 se sembró una colección de 76 accesiones de esa leguminosa y se empleó la metodología del ERA modificado para la evaluación específica del nematodo (Apéndice B). Otro ensayo similar se estableció en Puerto Bermúdez, Perú, en 1984, en colaboración con INIPA/UNC.

## Metodologías para el ERB modificado

El ERB, cuyo objetivo es evaluar la productividad de un número reducido de entradas (10 a 20) en parcelas más grandes (p. ej. 2.5 x 5 m) durante las épocas de máxima y mínima precipitación, funciona bien como ensayo para investigar enfermedades y plagas cuando se persiguen tres objetivos: evaluar reacciones diferenciales para identificar entradas más resistentes o tolerantes al problema fitosanitario; evaluar el rendimiento de las entradas; y, más importante aún, evaluar el efecto de la enfermedad o plaga en el rendimiento de materia seca de las entradas aplicando productos químicos para proteger parte del ensayo del daño causado por una u otra. Con este tipo de ensayos se evalúa bien el daño del salivazo en *Brachiaria* spp., sobre todo su efecto en la

producción de la gramínea. Además, por su distribución desigual, esta plaga no puede evaluarse en parcelas pequeñas.

La metodología para el ERB ha sido ya descrita cuidadosamente (Toledo y Schultze-Ktaft, 1982). Las modificaciones específicas del ensayo para la evaluación de *Stylosanthes* spp. respecto a su resistencia a la antracnosis, de *Centrosema* spp. respecto a su resistencia a varias enfermedades y plagas, del nematodo de los nudos radicales en *Desmodium* spp., y de *Brachiaria* spp. por su resistencia al salivazo, están indicadas en el Apéndice D, donde aparecen también los formularios modificados para la evaluación de los problemas fitosanitarios mencionados. Estas modificaciones se refieren a las recomendaciones para el manejo de los ensayos específicos, y en particular para hacer los cortes con que se evalúa el efecto de la enfermedad o plaga en el rendimiento; a los métodos y escalas de evaluación; y a los agroquímicos recomendados para poder cuantificar las pérdidas causadas por enfermedades y plagas.

Los formularios fueron modificados también para registrar una evaluación más intensiva de cada enfermedad o plaga. En el formulario 2 de los ERB (*Mediciones durante el establecimiento...*) cambió solamente una parte donde se destaca la evaluación de la antracnosis en *Stylosanthes* (Ap. D, Figura 2D), del nematodo de los nudos radicales en *Desmodium* spp. (Ap. D, Figura 4D), del salivazo en *Brachiaria* spp. (Ap. D, Figura 6D), y de varias enfermedades y plagas en *Centrosema* spp. (Ap. D, Figura 8D). Las modificaciones del formulario 3 (*Mediciones en producción...*) aparecen bajo cada uno de los problemas antes mencionados (Figuras 3D, 5D, 7D, y 9D del Apéndice D).

Durante los últimos cuatro años, los colaboradores de la RIEPT pertenecientes a varios programas nacionales han empleado la metodología modificada del ERB para evaluar el salivazo en varias especies de *Brachiaria*, y para evaluar la antracnosis en varias especies de *Stylosanthes*. El salivazo es una plaga de las gramíneas, especialmente de *Brachiaria* spp., conocida y temida por cuantos trabajan con pastos tropicales en América tropical. Desde hace algunos años, los colaboradores de la RIEPT consideraron necesarios los ensayos específicos que evalúen un rango amplio de variabilidad en el género *Brachiaria* en busca de resistencia genética al salivazo. Por ello se iniciaron estos ensayos con *Brachiaria* spp. en 1982; el primero se estableció en Yurimaguas, Perú, y a la fecha nueve de ellos evalúan colecciones de *Brachiaria* en Bolivia, Colombia, Perú y Panamá.

En Tarapoto, Perú, colaboradores del INIPA evaluaron 26 accesiones de *Brachiaria* spp. de 1984 a 1985. A los 194 días después de la siembra, las accesiones que presentaron menor infestación de salivazo fueron: *B. brizantha* CIAT 6294 y 6297, y *B. ruziziensis* CIAT 660 (Cuadro 8). Las más atacadas resultaron ser *B. brizantha* CIAT 667, 6009 y 6012; *B. ruziziensis* CIAT 654 y

Cuadro 8. Reacción al salivazo y adaptación general de algunas accesiones de *Brachiaria* spp. en Tarapoto, Perú, 194 días después de la siembra, de 1984 a 1985.<sup>a</sup>

<i>Brachiaria</i> sp.		Adaptación general	Reacción al salivazo (ninfas/m <sup>2</sup> )
Accesión CIAT	Especie		
6294	<i>B. brizantha</i>	B/R	0.0
6297	<i>B. brizantha</i>	B	0.0
660	<i>B. ruzizensis</i>	M	0.4
679	<i>B. humidicola</i>	R	0.4
6013	<i>B. humidicola</i>	R	0.7
675	<i>B. humidicola</i>	B/R	0.8
6133	<i>B. dictyoneura</i>	E	0.8
6020	<i>B. radicans</i>	M	1.2
682	<i>B. humidicola</i>	B/E	1.2
6369	<i>B. dictyoneura</i>	R	1.7
6003	<i>Brachiaria</i> sp.	M	1.9
6291	<i>B. ruzizensis</i>	M	2.5
665	<i>B. brizantha</i>	R/B	3.6
6134	<i>B. eminii</i>	M	4.4
6058	<i>Brachiaria</i> sp.	B/E	4.7
6298	<i>B. sp. híbrido</i>	R	4.8
6132	<i>B. decumbens</i>	M	5.0
6016	<i>B. brizantha</i>	B/R	5.3
655	<i>B. ruzizensis</i>	M	5.7
6241	<i>B. eminii</i>	M/R	6.5
667	<i>B. brizantha</i>	R	7.0
6012	<i>B. brizantha</i>	M	8.1
654	<i>B. ruzizensis</i>	M	8.5
6130	<i>B. ruzizensis</i>	M	8.7
6009	<i>B. brizantha</i>	M	9.9
6131	<i>B. decumbens</i>	M	10.0

a. Responsable del ensayo: Ing. César Valles, INIPA, Tarapoto, Perú. Adaptación general: E = excelente; B = buena; R = regular; M = mala.

6130; y *B. decumbens* CIAT 6131. Las mejores accesiones, por su comportamiento general y por estar menos infestadas de salivazo, fueron *B. dictyoneura* CIAT 6133 y *B. humidicola* CIAT 682.

En Macagual, Colombia, los colaboradores del ICA evaluaron 27 accesiones de *Brachiaria* spp. (Cuadro 9). De 1983 a 1984, las mejores accesiones, es decir, las menos infestadas y dañadas por el salivazo, y además de buena producción, fueron: *B. brizantha* CIAT 6294 y 6297. La más atacada —alta población de ninfas y baja producción— resultó ser *B. ruzizensis* CIAT 656. Se registraron poblaciones relativamente altas de ninfas, poco daño y buena producción en *B. humidicola* CIAT 675 y CIAT 679, accesiones conocidas por su habilidad para soportar poblaciones de salivazo.

Cuadro 9. Reacción al salivazo y producción de *Brachiaria* spp. en Macagual, Colombia, de 1983 a 1984.<sup>a</sup>

<i>Brachiaria</i> sp.		Reacción al salivazo (ninfas/m <sup>2</sup> )	Daño (esc. 1 – 5)	Producción de MS (t/ha)
Accesión CIAT	Especie			
664	<i>B. brizantha</i>	6.0	1.7	2.1
665	<i>B. brizantha</i>	1.8	1.0	3.1
667	<i>B. brizantha</i>	6.2	1.3	3.8
6012	<i>B. brizantha</i>	6.5	2.3	4.6
6021	<i>B. brizantha</i>	0.5	0.3	2.0
6294	<i>B. brizantha</i>	0	1.0	4.0
6297	<i>B. brizantha</i>	0.5	1.3	4.2
6009	<i>B. brizantha</i>	2.7	1.3	1.6
606	<i>B. decumbens</i>	0.5	1.7	2.2
6370	<i>B. decumbens</i>	3.5	1.3	1.6
6133	<i>B. dictyoneura</i>	1.3	1.0	3.9
6369	<i>B. dictyoneura</i>	5.5	1.3	3.2
6134	<i>B. eminii</i>	3.2	1.3	3.8
6241	<i>B. eminii</i>	4.2	2.0	4.3
675	<i>B. humidicola</i>	14.2	1.0	4.0
679	<i>B. humidicola</i>	7.5	1.3	3.4
682	<i>B. humidicola</i>	6.0	1.0	3.5
6013	<i>B. humidicola</i>	6.3	1.3	3.9
654	<i>B. ruzizensis</i>	4.5	1.3	1.6
655	<i>B. ruzizensis</i>	2.7	1.3	4.2
656	<i>B. ruzizensis</i>	16.2	1.7	1.8
660	<i>B. ruzizensis</i>	4.2	1.3	1.7
6130	<i>B. ruzizensis</i>	1.7	1.7	3.1
6291	<i>B. ruzizensis</i>	4.2	1.7	4.4
6008	<i>Brachiaria</i> sp.	0.2	1.7	2.7
6298	<i>B. sp. híbrido</i>	1.7	1.3	2.2

a. Responsable del ensayo: Ing. Alfonso Acosta, ICA, Macagual, Colombia. Daño en escala de 1 a 5. MS = materia seca.

Los resultados antes presentados indican que estos ensayos, donde específicamente se evalúa la resistencia al salivazo en especies de *Brachiaria* que abarcan un rango suficiente de variabilidad, han funcionado bien. En dos ensayos hechos en diferentes países, aunque en un mismo ecosistema, se seleccionaron las mismas accesiones por su resistencia al salivazo; además, por sugerencia de los colaboradores, se mejoró aún más la metodología de evaluación del salivazo (Apéndice D).

Por su parte, los resultados de los ensayos realizados por colaboradores de EPAMIG en varios sitios de Minas Gerais, Brasil, en 1978, señalaron la gran capacidad de adaptación al suelo y al clima y la alta producción de *Stylosanthes capitata*, así como su extrema susceptibilidad a la antracnosis. Minas

Gerais está situado en los Cerrados de Brasil, que corresponden al ecosistema de sabana bien drenada isotérmica (SBDT). En respuesta al interés de los colaboradores de la RIEPT vinculados a EPAMIG en Sête Lagoas, se sembró, en 1982, una colección de 100 accesiones de *S. capitata* en Acauá, un sitio bien representativo de la región, para investigar la resistencia de esa leguminosa a la antracnosis. En la actualidad, este ensayo ha empleado una combinación de las metodologías modificadas de los ERA y ERB.

Después de dos años, las accesiones menos afectadas por la antracnosis y las más vigorosas y productivas fueron CIAT 2251, 2253 y 2254, originarias de Ceará; CIAT 2138, 2044 y 2221, de Bahía; y CIAT 1356 y 1899, de Venezuela (Cuadro 10). Los resultados mostraron claramente las ventajas del ensayo regional B modificado para evaluar las enfermedades del germoplasma promisorio; en efecto, aquél no sólo da resultados sobre la reacción de una especie forrajera a la enfermedad que más la aqueja, sino también sobre su rendimiento y adaptación general. Ambos resultados son necesarios para interpretar acertadamente el comportamiento de las accesiones sobresalientes.

Como se explicó anteriormente, hay dos alternativas para modificar la metodología del ERB cuando se desea determinar el efecto de la plaga y de la enfermedad en el rendimiento de la especie forrajera. Son las siguientes:

- Si hay suficiente semilla, se pueden sembrar en cada repetición dos parcelas de cada entrada o accesión: una de las dos sirve de testigo, mientras que la otra se trata periódicamente con el agroquímico recomendado para controlar la enfermedad o plaga específica que se evalúa.
- Si no hay suficiente semilla para sembrar parcelas adicionales, se puede manejar, en cada repetición, un tratamiento con protección y un tratamiento sin protección, colocando divisiones o barreras en cada parcela durante la aplicación del agroquímico. Cuando es posible aplicar productos granulados, se facilita la aplicación y se evita contaminar otros tratamientos.

Las modificaciones hechas a los formularios 2 y 3 son mínimas: solamente se añadió una columna donde se anotaron los datos del tratamiento y, en su parte inferior, el nombre del agroquímico. Una lista de productos plaguicidas con recomendaciones para su uso en ensayos de evaluación aparece en el Apéndice E.

## **Metodologías para pasturas bajo pastoreo**

Por su diseño, los ERA y los ERB establecen todas sus entradas en parcelas puras de tamaño pequeño. Por otra parte, hay pruebas de que la severidad

Cuadro 10. Reacción a la antracnosis, adaptación general y rendimiento en las épocas de máxima y mínima precipitación, de algunas accesiones de *Syzyosanthus capitata* en Acauá, Minas Gerais, Brasil, de 1982 a 1984.<sup>a</sup>

Accesión CIA.T	Origen	Evaluación <sup>b</sup> de antracnosis	Adaptación <sup>c</sup> general	Producción de MS (g/parcela)		Promedio <sup>f</sup>
				Máxima pr. <sup>d</sup>	Mínima pr. <sup>e</sup>	
2251	Ceará	1.3	E	529.1	62.5	354.1
2253	Ceará	1.3	B	427.4	39.0	281.8
2254	Ceará	1.3	M	385.4	50.0	259.6
2138	Bahía	1.5	R	371.3	45.1	249.0
1356	Venezuela	1.5	E	371.6	38.3	246.6
2044	Bahía	1.5	B	368.3	37.3	244.2
1899	Venezuela	1.5	R	368.3	30.2	241.5
2221	Bahía	1.5	B	354.2	40.3	226.5

a. Responsable del ensayo: Ing. Nuno Maria de Sousa Costa, EPAMIG, Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil. MS = materia seca.

b. 1 = planta sana; 5 = planta muerta.

c. E = excelente, B = buena, R = regular, M = mala.

d. Promedio de cinco cosechas; pr. = precipitación.

e. Promedio de tres cosechas; pr. = precipitación.

f. De ocho cosechas.

de algunas enfermedades y plagas puede aumentar o disminuir en las asociaciones de gramíneas y leguminosas, y cuando la pastura está bajo pastoreo por la presencia de los animales. Por consiguiente, es necesario desarrollar metodologías para evaluar la importancia económica de las enfermedades y plagas en ambas situaciones.

Cuando el germoplasma promisorio avanza a pruebas de pastoreo en los ensayos regionales C y D, importa considerar la necesidad de evaluar en ellos enfermedades y plagas en los siguientes casos:

- Cuando se ha seleccionado, con destino a un ensayo agronómico, una accesión sobresaliente por su comportamiento general, en la cual se acepta una enfermedad o plaga que cause un nivel bajo de daño.
- Cuando una enfermedad o plaga adquiera en los potreros una importancia que no tenía cuando fue evaluada en las parcelas pequeñas de un ensayo agronómico; o cuando la enfermedad o plaga no fue detectada ni evaluada previamente en los ensayos regionales A y B, pero aparece en los potreros sometidos a pastoreo.

Los parámetros críticos que se han de evaluar en ambos casos son: la asociación y el animal.

**La asociación:** el componente sano afecta el desarrollo de una enfermedad o plaga del otro componente. Por ejemplo, una gramínea asociada con una leguminosa enferma o infestada puede agravar o aminorar la severidad de la enfermedad o plaga porque afecta los siguientes aspectos: el microclima (sombra, humedad, etc.); la diseminación del inóculo o el movimiento de insectos porque actúa como barrera de control; y la competencia por nutrientes con la leguminosa. En un ensayo en que se evaluaba el efecto que tendría, en el desarrollo de la antracnosis que ataca a *S. guianensis*, asociar con *Andropogon gayanus* varias accesiones de esa leguminosa, se halló que, en las más susceptibles a la enfermedad, ésta aumentó más rápidamente en asociación con *A. gayanus* porque la gramínea modificó el microclima (CIAT, 1983).

**El animal:** el pisoteo, la defoliación y el movimiento del animal causados por el pastoreo afectan las enfermedades y plagas de las especies forrajeras. El animal puede influir en el desarrollo y en la severidad de la enfermedad o plaga por varias razones: pisotea la planta causándole heridas por donde entran más fácilmente patógenos o plagas; pastorea la pastura defoliando las plantas, disminuyendo el inóculo, y reduciendo el forraje, acciones que alteran el microclima en que se desarrolla la enfermedad o plaga; finalmente, se mueve por el potrero favoreciendo la diseminación del inóculo.

En realidad, hay poca información sobre metodologías de evaluación de enfermedades y plagas en ensayos de pastoreo; sin embargo, dos ensayos han

producido resultados interesantes: el primero (A.) es un estudio del efecto del añublo causado por *Rhizoctonia* en *C. brasilianum* en asociación con *A. gayanus* bajo pastoreo, y el segundo (B.), un estudio del efecto del salivazo en *B. decumbens* asociado con *D. ovalifolium* bajo pastoreo. Estas metodologías y los resultados obtenidos subrayan la necesidad de dirigir en el futuro el esfuerzo de investigación hacia esta área específica.

### **A. Añublo de *Rhizoctonia* en *C. brasilianum*/*A. gayanus* bajo pastoreo**

Para determinar el efecto del añublo foliar causado por *Rhizoctonia* sp. en *C. brasilianum* CIAT 5234, junto con el efecto producido en uno y otra por la asociación de la leguminosa con *A. gayanus* y por el animal, se planeó un factorial completo con ocho tratamientos y seis repeticiones, así:

$$(\pm \text{pastoreo}) \times (\pm \text{A. gayanus}) \times (\pm \text{fungicida})$$

El ensayo se estableció en Carimagua, en junio de 1984. Los tratamientos sin pastoreo se hicieron en jaulas de 1 x 1 x 1 m con parcelas de 1 x 1 m marcadas con estacas según el tratamiento; se seleccionaron sitios donde crecía *C. brasilianum* puro y en buena asociación con *A. gayanus* para evaluar la acción de la gramínea sobre la leguminosa; finalmente, con el fungicida Benlate se diseñaron tratamientos con protección, haciendo aplicaciones cada 15 días, y sin protección (testigos). Todos los sitios en que se hizo la evaluación habían sido seleccionados porque en ellos la enfermedad alcanzaba un nivel moderado. Los resultados de más de un año de evaluación se muestran en el Cuadro 11. \*

Esos resultados indicaron que el añublo causado por *Rhizoctonia* puede modificar considerablemente el rendimiento de *C. brasilianum* CIAT 5234. Sin pastoreo, las pérdidas de la leguminosa por el añublo fueron casi iguales con asociación (29.4%) que sin ella (36.4%); bajo pastoreo, en cambio, la pérdida de *C. brasilianum* CIAT 5234 por el añublo en asociación (53.6%) fue más grande que la pérdida sin asociación (36.4%). La gramínea asociada, en ambos casos, fue *A. gayanus*. Parece que esta asociación bajo pastoreo favorece el desarrollo de la enfermedad por su posible efecto en el microclima.

### **B. Sistema de pastoreo y carga animal afectan el salivazo en la asociación *B. decumbens*/*D. ovalifolium*.**

Se planeó el ensayo con tres sistemas de pastoreo (continuo, alterno 14/14, y rotacional 14/42), con tres cargas animales (3.45, 2.30 y 1.15 an/ha, respectivamente), y con dos repeticiones. Se calculó, en cada tratamiento, el número de ninfas de salivazo por metro cuadrado y se midió la altura de la gramínea,

para correlacionar estas variables con cada sistema de manejo de la pradera. El análisis de varianza señaló efectos simples significativos ( $P < 0.05$ ) del sistema de pastoreo y de la carga animal en el número de ninfas, y una interacción ( $P < 0.05$ ) del sistema de pastoreo con la carga en relación con la altura de la gramínea; esta interacción fue mayor en el pastoreo rotacional y con la carga baja (Cuadro 12). Al cambiar de pastoreo continuo a alterno o rotacional, y al emplear cargas más bajas, se produjo un aumento significativo ( $P < 0.05$ ) en el número de ninfas (Cuadro 13).

Cuadro 11. Efecto del añublo foliar causado por *Rhizoctonia* sp. en *C. brasilianum* CIAT 5234 asociada con *A. gyanus*, bajo pastoreo. Junio 1984-septiembre 1985.

Tratamiento	Evaluación de añublo en la leguminosa					
	Con pastoreo			Sin pastoreo		
	Daño por añublo <sup>a</sup>	Rendimiento <sup>b</sup> (g MS/m <sup>2</sup> )	Pérdida (%)	Daño por añublo <sup>a</sup>	Rendimiento <sup>b</sup> (g MS/m <sup>2</sup> )	Pérdida (%)
+ <i>A. gyanus</i> + Fungicida	1.03 (0-3)	22.2		0.90 (0-3)	46.9	
+ <i>A. gyanus</i> - Fungicida	1.51 (0-4)	10.3	> 53.6	1.49 (0-4)	33.1	> 29.4
- <i>A. gyanus</i> + Fungicida	1.03 (0-3)	21.7		1.19 (0-3)	58.2	
- <i>A. gyanus</i> - Fungicida	1.69 (0-4)	14.4	> 33.6	2.06 (0-4)	37.0	> 36.4

a. Promedio de 12 evaluaciones en escala 0-5. Las cifras entre paréntesis indican el rango de variación de la evaluación.

b. Promedio de cinco cortes.

Cuadro 12. Efecto del sistema de pastoreo y de la carga animal en la altura de *B. decumbens* cuando se asocia con *D. ovalifolium* (Carimagua, 1984).

Sistema de pastoreo	Altura de gramínea (cm) en carga animal: <sup>a</sup>			
	Alta	Media	Baja	Promedio
Continuo	12.9	23.9	42.1	26.3
Alterno <sup>b</sup>	20.4	24.6	36.4	27.1
Rotacional <sup>c</sup>	25.4	29.8	40.7	32.0
Promedio	19.6	26.1	39.7	

a. Carga alta: 3.45 an/ha; carga media: 2.30 an/ha; carga baja: 1.15 an/ha.

b. 14/14 días (ocupación/descanso).

c. 14/42 días (ocupación/descanso).

Cuadro 13. **Incidencia del salivazo en *B. decumbens* asociado con *D. ovalifolium* bajo diferentes manejos (Carimagua, 1984).**

Sistema de pastoreo	Población de salivazo (ninfas/m <sup>2</sup> ) en carga animal: <sup>a</sup>			
	Alta	Media	Baja	Promedio
Continuo	2.1	2.7	3.8	2.9 a
Alternob	2.7	3.3	4.8	3.6 b
Rotacional <sup>c</sup>	2.7	3.8	5.2	3.9 b
Promedio	1.7 a	1.9 b	2.1 c	

a. Medias con letras diferentes son distintas significativamente ( $P < 0.05$ ). Carga alta : 3.45 an/ha; carga media: 2.30 an/ha; carga baja: 1.15 an/ha.

b. 14/14 días (ocupación/descanso).

c. 14/42 días (ocupación/descanso).

## Conclusiones

Durante los últimos seis años, las enfermedades y plagas de especies forrajeras tropicales fueron evaluadas sistemáticamente en más de 15 géneros de leguminosas y 3 géneros de gramíneas, en cerca de 130 ensayos de la RIEPT. La identificación de las enfermedades y plagas importantes creó la necesidad de establecer investigaciones de apoyo para evaluar a unas y otras. Las metodologías propuestas en este capítulo, y ya empleadas en los últimos años, han experimentado un proceso de desarrollo y perfeccionamiento gracias a la valiosa ayuda recibida de los colaboradores de la RIEPT. Estas metodologías, una vez discutidas por los participantes de la tercera reunión de trabajo de la RIEPT, mejorarán mucho en eficacia.

Es casi imposible pronosticar cuándo es necesario hacer evaluaciones de enfermedades y plagas específicas; sin embargo, conviene subrayar que estos ensayos no son difíciles porque su metodología, excepto unas pocas modificaciones, ya es conocida de los colaboradores de la RIEPT. Es necesario, no obstante, que se reciba adiestramiento dirigido a conocer y evaluar los daños causados por enfermedades y plagas específicas.

## Referencias

- Calderón, M. A. 1981. Insect pests of tropical forage plants in South America. Proceedings, 14th International Grassland Congress. Kentucky, E. U. p. 778-780.
- . 1982. Evaluación del daño causado por insectos. En: Toledo, J. M. (ed.). Manual para la evaluación agronómica; Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. CIAT, Cali, Colombia. p. 57-72.

- y Varela, F. A. 1982. Descripción de las plagas que atacan los pastos tropicales y características de sus daños. CIAT, Cali, Colombia. [Serie 04SP-03.01]. 52 p.
- y Arango, G. 1985. Insectos asociados con especies forrajeras en América tropical. CIAT, Cali, Colombia. 46 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1981-1986. Informes Anuales del Programa de Pastos Tropicales, 1980-1985. Cali, Colombia.
- Lenné, J. M. 1982. Evaluación de enfermedades en pastos tropicales en el área de actuación. En: Toledo, J. M. (ed.). Manual para la evaluación agronómica; Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. CIAT, Cali, Colombia. p. 45-56.
- y Sonoda, R. M. 1982. Effect of anthracnose on yield of the tropical forage legume *Stylosanthes hamata*. Phytopath. 72:207-209.
- ; Vargas, A. H. y Torres, C. G. 1983. Descripción de las enfermedades de las principales leguminosas forrajeras tropicales. CIAT, Cali, Colombia. 50 p.
- ; Pizarro, E. A. y Toledo, J. M. 1985. Importance of diseases as constraints to pasture legume adaptation in the tropical American lowlands. Proceedings, 15th International Grassland Congress. Kyoto, Japan. p. 810-812.
- Toledo, J. M. y Schultze-Kraft, R. 1982. Metodología para la evaluación agronómica de pastos tropicales. En: Toledo, J. M. (ed.). Manual para la evaluación agronómica; Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. CIAT, Cali, Colombia. p. 91-110.



# Informes de los grupos de trabajo

## Grupo 1

### Metodologías para evaluar plagas y enfermedades en especies forrajeras tropicales

Relator: *R. Schultze-Kraft*

#### Integrantes

Aldo Barrientos	Carlos Ortega
Luis Alfredo Hernández	José Angel Oporta
Rafael Argüello	Mario Calderón
Nuno M. Sousa Costa	Julie Stanton
John Miles	Jillian Lenné
César Valles (moderador)	Rainer Schultze-Kraft (relator)

#### Temas tratados

1. ¿Cuándo se debe tomar la decisión de hacer investigaciones en fitopatología y entomología para los ensayos regionales de la RIEPT?
2. ¿Son las metodologías y formularios propuestos (ver Capítulo 5) para la evaluación de enfermedades y de insectos plaga los más adecuados?

## Tema 1

### Momento apropiado para decidir sobre la investigación de apoyo

Este tema se discutió ampliamente. Respecto a los ensayos de la RIEPT (ERA, ERB, ERC, ERD), en los cuales debe hacerse investigación de apoyo en fitopatología y entomología, la decisión que se tome debe ser muy flexible porque depende en gran manera de factores específicos: la especie forrajera en estudio, la información disponible —tanto en la localidad como en otros sitios y en otros ecosistemas— sobre su potencial, el objetivo particular de la investigación propuesta, y el problema fitosanitario considerado. Se concluyó que la decisión mencionada supone dos requisitos:

- establecer el *valor promisorio* de la especie forrajera;
- identificar un *problema fitosanitario* que necesite una investigación intensiva, y definirlo bien.

En este contexto desempeña un papel muy importante el intercambio de información; por consiguiente, se recomienda reservar un espacio para comunicaciones informales sobre el tema en el boletín del Programa de Pastos Tropicales del CIAT (**pasturas tropicales — boletín**); en él se comunicarían más directamente los colaboradores de la RIEPT para intercambiar información sobre la dinámica de los insectos plaga y de las enfermedades. El grupo invita a los colaboradores de la RIEPT a hacer uso de este espacio, y de otras secciones, del mismo boletín.

## Tema 2

### Metodologías propuestas

Se recomienda aceptar las metodologías propuestas y los respectivos formularios para el registro de datos, teniendo en cuenta, sin embargo, las siguientes observaciones y las modificaciones sugeridas:

- a. Metodología para evaluar la antracnosis, el barrenador del tallo, y el perforador de los botones en *Stylosanthes* spp. — ERA modificado (Apéndice A).

Se acepta sin modificación. No obstante, se subraya la necesidad de jerarquizar, según su importancia, los tres problemas fitosanitarios considerados y establecer, para cada uno, un ensayo *separado*. Evaluar más de un problema en el mismo ensayo puede ocasionar dificultades en el manejo de éste. Por ejemplo, la evaluación del daño causado por *Stegasta bosquella* requiere inflorescencias y frutos, mientras la evaluación del daño de antracnosis puede requerir solamente el estado vegetativo de la planta.

b. Metodología para evaluar el nematodo de *Desmodium* spp. y varios problemas fitosanitarios en especies de *Zornia* y *Centrosema* — ERA modificado (Apéndices B y C).

Se recomiendan las metodologías propuestas, que se consideran muy similares a la metodología propuesta en el Apéndice A.

c. Metodología para evaluar la antracnosis en *Stylosanthes*, los nematodos en *Desmodium*, y el salivazo en *Brachiaria* en parcelas y potreros — ERB modificado (Apéndice D).

Sin olvidar que la evaluación de *Brachiaria* spp. por su resistencia al salivazo es un tópico muy complejo, se recomienda aceptar la metodología propuesta, pero introduciéndole las siguientes modificaciones:

- En el ERB modificado:
  - *Cambios en la terminología.* Emplear las expresiones ‘época lluviosa’ y ‘época seca’ en vez de ‘invierno’ y ‘verano’, respectivamente; asimismo, ‘parcelas con plantas de crecimiento postrado’ y ‘parcelas con plantas de crecimiento no postrado’ en vez de ‘parcelas decumbentes’ y ‘parcelas con macollas’, respectivamente.
 

*Definición más precisa.* La metodología de evaluación del salivazo en gramíneas de crecimiento no postrado debe definirse con más precisión y especificidad con relación al número óptimo de plantas o macollas por muestreo. De este modo, los resultados serán comparables con los obtenidos en muestreos de plantas de crecimiento postrado respecto al área.
  - *Referencias bibliográficas.* Conviene citar las que sustenten la metodología propuesta para la investigación relacionada con la evaluación del salivazo.
  - *Dos aclaraciones.* Primera, las evaluaciones deben iniciarse tres semanas después del comienzo de las lluvias. Segunda, el potrero del ensayo debe estar rodeado de especies de gramíneas reconocidas como hospedantes del salivazo; estas plantas se siembran en un franja de 10 m de ancho, como mínimo, para asegurar un foco de infestación.
- En evaluaciones hechas en potreros bajo pastoreo:
  - Especificar el diámetro de la red entomológica (35 cm).
  - Especificar las horas más apropiadas para el muestreo (entre 8 y 10 a.m.) y subrayar la necesidad de hacer siempre las evaluaciones dentro de este lapso.

- Registrar la historia del potrero del ensayo, el manejo que ha recibido (sistema de pastoreo adoptado, fecha en que fue ocupado el potrero, carga animal, fertilización, etc.) y las especies de salivazo encontradas en él.
- Recomendar que no se usen plaguicidas cuando se evalúa el efecto del salivazo en potreros *bajo pastoreo*, porque el producto puede afectar al ganado; la aplicación de plaguicidas debería limitarse a parcelas pequeñas bajo corte.

d. Evaluación de enfermedades de especies forrajeras bajo pastoreo (Apéndice D)

Se discutió, como tópico adicional no incluido en las propuestas anteriores, la metodología apropiada para evaluar la **incidencia** de enfermedades en las forrajeras sometidas a pastoreo. Para evaluar además las **pérdidas** causadas por esas enfermedades, se recomienda la metodología ya disponible para la evaluación tanto del añublo causado por *Rhizoctonia* en *Centrosema*, como de la costra por *Sphaceloma* en *Zornia*, y de la falsa roya en *Desmodium ovalifolium*. Para evaluar finalmente otras enfermedades en especies forrajeras pastoreadas, es necesario desarrollar las respectivas metodologías, que deben contemplar tanto asociaciones como siembras puras de gramíneas y leguminosas. Se recomendó la elaboración de un apéndice que contenga estas metodologías.

## Grupo 2

### La rizobiología en los programas de selección de especies forrajeras

Relator: *C. Lascano*

#### Integrantes

Mirta López	Clotilde de Villagra
Oswaldo Paladines	Adalberto Flores
Rolaín Borel	José Toledo
Pedro Argel	Rosemary S. Bradley
Wilson Soares	Carlos Lascano (relator)
Fernando Munévar (moderador)	

#### Temas tratados

- La investigación mínima en microbiología en los ensayos regionales.
- Investigación complementaria sobre rizobiología considerada como un apoyo a los ensayos de la RIEPT.
- La metodología que se aplica a los estudios de rizobiología.

#### Estrategia

Se logró el consenso de adoptar en la RIEPT una estrategia de selección de dos tipos de leguminosas: las que fijan efectivamente el N con las cepas nativas de rizobios, y las que lo fijan como respuesta a la inoculación de su semilla con cepas comerciales de rizobios.

#### Investigación mínima

Se definió como investigación mínima aquella que debe hacerse en la secuencia de los ensayos regionales cuando éstos no cuentan con el apoyo de un programa nacional de microbiología. Para los ERA y los ERB se hacen las mismas recomendaciones iniciales (ver el **Manual para la Evaluación Agro-**

nómica de la RIEPT) ya sea con el apoyo de un microbiólogo o sin él. En los ERC y los ERD se recomienda inocular, y que un microbiólogo nacional aporte la información obtenida en los ensayos paralelos para mejorar las recomendaciones hechas sobre inoculación.

### **Ensayos regionales A, ERA**

Se discutió la posibilidad de ensayar la fertilización con N en los ERA. Sin embargo, y de común acuerdo, no se aplicará el N como fertilización general, sino más bien según la recomendación vigente de aplicarlo únicamente cuando se detecte clorosis o falta de vigor en alguna accesión forrajera. Con esta estrategia se minimiza el riesgo de seleccionar leguminosas con capacidad para utilizar el N mineral, y se pueden establecer además diferencias entre las leguminosas que sufran clorosis porque no se adaptan a la localidad o porque les falta una cepa de rizobio apropiada.

Se recomendó que el formulario de los ERA se modificara para incluir información sobre la respuesta que den al N aplicado las accesiones aquejadas de clorosis.

Se consideró importante recomendar también que, una vez finalizado un ERA, se hiciera un muestreo de nódulos en aquellas entradas seleccionadas para el ERB. Estos nódulos serían enviados al Programa de Pastos Tropicales del CIAT o a un laboratorio local para aislar las cepas nativas de rizobios. Las cepas aisladas podrían utilizarse más tarde en ensayos donde se comparen cepas.

### **Ensayos regionales B, ERB**

Para los ERB se recomendó inocular todas las entradas con las mejores cepas de rizobios de que disponga el Programa de Pastos Tropicales del CIAT para suministrar a la RIEPT. Cuando se presente una clorosis, aun habiendo inoculado, se recomienda aplicar N, pero se harán las anotaciones pertinentes sobre la respuesta a este elemento en una columna adicional del formulario de registro de datos.

### **Ensayos paralelos a los ensayos regionales C y D**

Para establecer pruebas de pastoreo, bien sea en un ERC o en un ERD, se recomienda inocular siempre con las mejores cepas de rizobios disponibles; éstas pueden provenir del CIAT o de la institución nacional cuando el ensayo cuente con el apoyo de un microbiólogo.

Se recomienda establecer ensayos de respuesta a la inoculación, como investigación mínima paralela a los ERD, cuando no exista el apoyo del microbiólogo. La meta de estos ensayos es generar la información necesaria para recomendar la inoculación (I) que se hará a las leguminosas cuando éstas sean liberadas. La prueba recomendada comprende las leguminosas que se evalúen en el ERD y tres tratamientos: -I, +I y +N. El inoculante que se utilice en estos ensayos debe ser el mismo que se aplicó en el ERD. Puesto que no hay ayuda de un microbiólogo, y por ello se carece de información sobre la calidad del inoculante, la falta de respuesta a la inoculación de una leguminosa tiene que interpretarse con cuidado.

Se recomienda además, como prueba opcional dentro de la investigación mínima en rizobiología, establecer ensayos con dos tratamientos por leguminosa (-I y +N). Estos ensayos darían información sobre la efectividad de las cepas nativas en un rango más amplio de leguminosas, en el cual se daría preferencia a las que se seleccionen en los ERB.

## **Investigación complementaria**

Se definió como investigación complementaria en microbiología aquella que se realiza en centros mayores de selección de germoplasma y en instituciones nacionales de investigación que cuenten con el apoyo de un microbiólogo. El objetivo de esta investigación es saber si es necesario inocular o no lo es, y comparar cepas bajo condiciones locales. Se asume que en esta investigación se harán pruebas de campo o de invernadero con leguminosas seleccionadas en los ERB; sus resultados ayudarán a refinar las recomendaciones dadas para inocular leguminosas cuando se establecen los ERC o los ERD y cuando, finalmente, éstas son liberadas.

Se recomienda que en esta investigación se haga, como prueba básica, un ensayo de campo con los siguientes tratamientos, como mínimo: -I, R1, R2, R3 y +N.

Se ensayarán las mejores cepas disponibles a nivel internacional o nacional. Donde haya un gran número de entradas de leguminosas forrajeras, y donde la variabilidad de los suelos sea alta, se recomienda además hacer una prueba previa solamente con los tratamientos -I y +N. Esta prueba permitirá excluir del ensayo en que se evalúen las cepas las combinaciones leguminosa  $\times$  suelo que no necesiten inoculación.

Los ensayos de prueba de cepas deberán hacerse con un equipo técnico que incluya un agrónomo y un microbiólogo. Debe enfatizarse que en estas pruebas es fundamental asegurar un número adecuado de rizobios por semilla, responsabilidad que recae en el microbiólogo.

Este grupo de trabajo prevé que, en la medida en que se fortalezcan los grupos de trabajo de microbiología en las instituciones de la RIEPT, habrá necesidad de estudiar las interacciones de los rizobios con el manejo dado a la especie forrajera o a la pastura, el cual comprende, por ejemplo, el tipo de inóculo, la preparación del suelo, y la fertilización.

## **Metodología para ensayos paralelos y complementarios**

**Sitio:** área con gramínea (nativa o mejorada).

**Siembra:** en surcos.

**Area de siembra mínima:** 3 surcos de 6 m (con calles de 3 m).

**Cortes:** dos, como mínimo: el primero, a las 9-12 semanas de la siembra;  
· el segundo, a los 3-4 meses de la siembra.

**Parámetros** que se evalúan:

- a. Rendimiento
- b. Nitrógeno en el follaje
- c. Nodulación

**Métodos** empleados:

Conforme al manual de métodos para la evaluación de la simbiosis leguminosa-rizobio (CIAT, 1987), se deben, de una parte, estandarizar los métodos que se emplearán en las siguientes actividades:

- establecimiento,
- inoculación y control de calidad,
- evaluación de la nodulación,
- cortes;

y de otra, definir las denominadas precauciones especiales. Cuando se modifiquen estos métodos, se deben detallar las variaciones aplicadas en el informe del ensayo.

## **Fuentes de inoculantes para la investigación mínima y complementaria**

- En la investigación mínima: los inoculantes liofilizados que suministre el Programa de Pastos Tropicales del CIAT (PPT).
- En la investigación complementaria: inoculantes hechos en el país con cepas del PPT o nacionales y con turba estéril proporcionada por el PPT.

## Grupo 3

### Ajuste de la fertilización para establecer pasturas tropicales

Relator: *M. Y. Soto de Rosa*

#### Integrantes

José Marques Pereira	James Spain
Hernán Caballero del Pino	Anthony Rees Evans
Gustavo Cubillos	Miles Fisher
José Alfonso Ortega	José G. Salinas
Pablo E. Mendoza	Miriam Yokasta Soto de Rosa
Angel Ramos Sánchez	(relator)
(moderador)	

#### Propuesta

El grupo de trabajo acepta la propuesta, en términos generales (ver Capítulo 2). Recomienda, no obstante, que la metodología sugerida se emplee principalmente en estudios de asociación de gramíneas y leguminosas y, con un período experimental corto, en la fase de establecimiento de la asociación. Se reconoce además que el uso de esta metodología en parcelas de gramíneas solas debe ser flexible.

Se sugieren los siguientes cambios o adiciones a la propuesta:

- En lugar de referirse a 'monocultivos o especies asociadas' debería decir: estén estas especies asociadas o en monocultivo. La asociación es más importante en estos ensayos.
- En lugar de decir 'estimar el potencial', puesto que se habla además de la fase de establecimiento, debería decir: caracterizar la productividad de leguminosas y gramíneas promisorias, asociadas y puras, aplicando diferentes niveles de fertilización.

#### Temas tratados

Los temas propuestos para análisis y discusión respecto a la fase de establecimiento fueron los siguientes:

- Ensayos de fertilización en las asociaciones de gramíneas y leguminosas, así como en esas especies sembradas en monocultivo.
- Técnicas de diagnóstico nutricional en el invernadero.
- Diseño experimental en los ensayos de campo.
- Duración del ensayo, tamaño de las parcelas, fertilización, cortes, uso del material cortado, y evaluaciones.
- Ensayos de restablecimiento de pasturas.

### **Fertilización de gramíneas y leguminosas asociadas y puras**

Debatido este punto, se acordó que el ensayo sobre ajuste de la fertilización se hará con material estudiado en los ERB. De este modo el énfasis recaerá en la asociación y en los diferentes suelos representativos de una región. La propuesta se acepta, pues, como fue presentada.

### **Diagnóstico nutricional de invernadero**

Se recomienda publicar un manual sobre la metodología de la técnica factorial con macro y micronutrientes.

### **Diseño experimental en ensayos de campo**

La propuesta presentada al grupo (ver en Capítulo 2, *Ajuste de fertilización...*) fue aceptada, pero se recomienda estudiar otros diseños para comparar su exactitud, sus costos, y su facilidad de interpretación.

### **Duración del ensayo, parcelas, fertilización, cortes y evaluación**

**Duración:** Un año, como indica la propuesta, fue el tiempo aceptado. Se convino en que 20 semanas será el tiempo máximo para evaluación de las especies durante su establecimiento. Se recomendó hacer más tarde observaciones para determinar, en forma aproximada, el comportamiento de la pradera después de su establecimiento; este tiempo adicional abarcaría de 5 a 7 meses. Los períodos antes descritos completarían un año. Se evaluarán dos aspectos de la pastura: composición botánica y cobertura.

**Tamaño de las parcelas:** La propuesta presentada al grupo (ver Cap. 2, *ibidem*) se aceptó. El grupo solicitó además que continuara la siembra en surcos en los ensayos regionales C y D.

**Fertilización:** Los tratamientos de fertilización corriente, y los de algunos nutrimentos que conviene estudiar en cada región, deben aplicarse en los surcos. Esta metodología se recomienda fundamentalmente en las asociaciones. Las leguminosas deben ser inoculadas con las cepas de *Rhizobium* spp. que les corresponden y no se debe aplicar fertilización nitrogenada.

**Cortes:** Cuando no se hacen cortes sucesivos, la restitución del material cortado a las parcelas no modifica la evaluación.

### **Fertilización para restablecimiento de pasturas**

Se acordó que la propuesta presentada sobre estos ensayos debe ser más amplia, es decir, que incluya otros factores como el manejo, el control de insectos plaga y de enfermedades, y la presencia de las malezas; estos factores pueden tener una influencia similar a la de la fertilización. Este grupo de trabajo sugiere que los centros de investigación mayores y el CIAT elaboren esta metodología más amplia.

## Grupo 4

# Producción de semillas de forrajeras tropicales

Relator: *R. Vera*

### Integrantes

John Ferguson	Armando Peralta
Juan Paretas	Carlos Morán
Hector Hugo Li-Pun	Iván Urdaneta
Conrado Burgos	Ricardo Samudio
Pablo Mendoza (moderador)	Raúl Vera (relator)

### Multiplicación actual

Este grupo de trabajo hizo una rápida evaluación del estado actual de la multiplicación de semillas forrajeras tropicales, así como del avance logrado por cada uno de los países representados en la reunión —y de los planes que tengan a corto plazo— en la investigación en producción de semillas. Son notorias las diferencias entre un país y otro, pero en la mayor parte de los países encuestados o bien hay actividades de multiplicación y, en menor escala, de investigación de las semillas forrajeras que interesan a la RIEPT, o bien existen planes y recursos para comenzar tales actividades a corto plazo. Ambos resultados son muy positivos. No obstante, es previsible que, en breve tiempo, los niveles de multiplicación no sean suficientes para atender la demanda de los ERC y los ERD que han sido planeados.

### Recomendaciones

#### A. Semilla promisorio: multiplicación local

Se reconoció unánimemente la prioridad que debe atribuirse a tales actividades, y se recomendó a todos los participantes de la RIEPT prestar especial atención a la multiplicación local de semilla experimental de las accesiones identificadas como promisorias en los ERA y en los ERB. Se considera que en esta etapa de evaluación del germoplasma hay varias estrategias posibles para hacer una multiplicación inicial, en escala reducida, de dichas accesiones. Se proponen las cuatro estrategias siguientes:

1. Identificar, al cabo del primer año de evaluación de los ERB, las accesiones más promisorias y solicitar al CIAT semilla básica para establecer campos de multiplicación. Esta actividad se puede complementar con alguna de las otras estrategias.
2. Cosechar semilla en los ERA en la medida de lo posible; asimismo, mantener los ERB un tercer año con la exclusiva finalidad de cosechar semilla de las accesiones promisorias.
3. Cuando haya experiencia previa en la evaluación del germoplasma, adquirida en el manejo de los ensayos ERA y ERB, separar una de las repeticiones de un ERB para destinarla, en el transcurso del segundo año de evaluación, a la multiplicación de semilla. Se hace énfasis en que esta estrategia es de mayor riesgo que las anteriores porque exige tomar decisiones sobre las virtudes del germoplasma sólo un año después de su evaluación en un ERB.
4. En condiciones especiales de clima y de ecosistema, o por otros motivos justificados, postergar en lo posible el primer corte de un ERB (corte de uniformidad) hasta después de que la planta produzca la semilla; así se multiplica la semilla de todas las accesiones que serán evaluadas.

## **B. Semilla suficiente**

Aparte de la estrategia seguida, el grupo cree conveniente señalar tres puntos:

- Casi con seguridad, la semilla que se coseche de accesiones eventualmente incorporadas a futuros ensayos de evaluación, como los ERC, no será suficiente para esos mismos ensayos.
- Estos esfuerzos por multiplicar la semilla en los ensayos regionales A y B, aunque dignos de consideración, no constituyen por sí solos un programa de multiplicación de semilla, ni serán suficientes para abastecer la demanda de semilla en etapas más avanzadas de evaluación del germoplasma forrajero; sin embargo, sirven para establecer parcelas y campos de multiplicación destinados a tal fin.
- A partir del primer año de evaluación de los ERB, se debe planear con tiempo la multiplicación de accesiones promisorias que servirán para establecer más tarde algunos ensayos de tipo C. Igualmente, durante el transcurso de estos últimos ensayos, y con suficiente antelación, se debe programar la multiplicación de la semilla destinada a los ERD y, posiblemente, a etapas ulteriores de evaluación.

### **C. Planeación**

El grupo de trabajo recomienda también el nombramiento, en cada país, de un comité de planeación integrado por el coordinador nacional de la RIEPT, el especialista en evaluación de germoplasma, y el especialista en semillas. Este comité identificará, de común acuerdo, las accesiones que se multiplicarán, elegirá la estrategia de dicha multiplicación, señalará metas realistas de producción de semillas, tanto en volumen como en tiempo, y dispondrá de los recursos apropiados para el logro de esas metas.

### **D. Proyectos y requisitos**

Recomienda asimismo este grupo que el coordinador nacional de la red tome la iniciativa en la elaboración de un proyecto de multiplicación de semilla y, eventualmente, de otro para el desarrollo de tecnología de la producción de semilla; por consiguiente, elegirá un agrónomo adecuado para esa labor y destinará recursos para tales proyectos. En relación con esta iniciativa se hacen las siguientes recomendaciones:

1. El candidato para tal labor debe estar bien capacitado. Por ello, se recomienda al CIAT intensificar los cursos de capacitación, especialmente los organizados en los países de la región, y dar en ellos prioridad a los candidatos que provengan de los programas nacionales de forrajes o pastos; aquellos candidatos pertenecientes a programas generales de producción de semillas se atenderán en segundo lugar.
2. El especialista en semillas (del país o región) deberá ser parte integral del equipo de evaluación de forrajes, para evitar un divorcio entre ambas actividades.
3. Se recomienda igualmente al CIAT la prestación de asesorías destinadas a asegurar el establecimiento y desarrollo exitoso de los programas de multiplicación e investigación discutidos en esta propuesta.
4. Se recomienda también hacer investigación en producción de semillas en los propios campos de multiplicación, aunque esta última actividad debe ser prioritaria. Esta estrategia logrará que el encargado de la multiplicación de semillas reciba el crédito científico necesario para su avance profesional.
5. Se recomienda a los participantes de la RIEPT hacer, de manera sistemática y organizada, observaciones fenológicas y sobre la formación de la semilla en las accesiones evaluadas en los ERA o en los ERB. Los parámetros específicos que se determinarán son: a) fecha de inicio de la floración; b) fecha de máxima floración; c) intensidad de la floración

(escala: 1 a 5); y d) fecha de maduración de la semilla. Se sugiere que los formularios correspondientes tengan espacios para registrar tales observaciones. Conviene señalar que este conjunto de observaciones, hechas en varios países y en muchos sitios, permitirá identificar lugares apropiados para la eventual ubicación de los campos de multiplicación.

6. Se recomienda también al CIAT la divulgación de los conocimientos que ha acumulado sobre los requisitos climáticos, edáficos y de manejo de las principales especies forrajeras que interesan a la RIEPT.

### **E. Subcentros de semillas**

El grupo sugiere que el CIAT elabore una propuesta sobre la instalación de dos a tres centros subregionales especializados en la multiplicación de semilla experimental. Este proyecto debe contemplar los siguientes aspectos, que deberán negociarse con instituciones nacionales y con posibles donantes:

1. Fortalecer la institución que hospeda el proyecto por medio de la asignación a éste de especialistas en producción de semillas, de patólogos, y de otros profesionales en cuanto sean necesarios.
2. Controlar cuidadosamente la calidad y el estado fitosanitario de la semilla que se remitirá a otros colaboradores de la RIEPT.
3. Sugerir sitios favorables para la producción de semilla y escogerlos dentro de la zona de influencia de la RIEPT.

### **F. Ubicación**

Se recomienda a los coordinadores nacionales atribuir suma importancia a la elección de los sitios apropiados para la multiplicación de semilla en los países donde actúa la RIEPT. Cuatro criterios orientarán esa elección: a) aspectos climáticos; b) aspectos edáficos; c) latitud; y d) especies para elegir.

### **G. Capacitación y comunicación**

Se recomienda a los coordinadores nacionales escoger con antelación, durante los próximos dos años, los candidatos para los cursos de capacitación en producción de semillas y en los aspectos relacionados con ésta. Para esos cursos se preferirá el personal de los propios programas nacionales de forrajes. Se recomienda que, a su regreso a las instituciones de origen, ese personal capacitado se asigne a aquellas labores para las que fue entrenado.

Cuando se preparen cursos subregionales o nacionales de capacitación en producción de semillas, se recomienda divulgarlos en **pasturas tropicales — boletín**, la publicación periódica del Programa de Pastos Tropicales del CIAT. Con ocasión de estos mismos cursos, se recomienda reunir a los directores de las instituciones nacionales para plantearles la problemática de la producción de semilla de pastos y otras forrajeras, y para incentivarlos a que apoyen estos proyectos.

## **H. Multiplicadores**

Se recomienda, finalmente, que la multiplicación de la semilla experimental de materiales en proceso de evaluación sea una labor exclusiva de las instituciones nacionales. Cuando alguna accesión sobresaliente entre al proceso de liberación, la multiplicación de su semilla básica podría hacerse en cooperación con la industria privada.

## **Sugerencias para concluir**

- Se sugirió que los institutos nacionales de investigación desarrollen programas subregionales de multiplicación de semilla para suministrar este insumo a un grupo determinado de países.
- Se sugirió modificar parcialmente la metodología de los ERA para disponer de información sobre la floración y otros aspectos del desarrollo de las plantas, que podrían ayudar más tarde a seleccionar sitios para la multiplicación de semillas.
- Se solicitó la elaboración de un manual de multiplicación de semilla.
- Se consideró que las regiones deben dar mucha importancia a la elección del lugar en que se hará la multiplicación de semillas.
- Se debe conferir importancia a los programas de capacitación en semillas para investigadores, quienes deben ser concientes de la necesidad de multiplicar semillas para fines de investigación.
- Se propuso finalmente que se consideren los programas nacionales de investigación y la industria privada para la multiplicación de diferentes categorías de semilla, particularmente semilla básica.

# Apéndice



# Apéndice A

## **Evaluación del daño de *Colletotrichum* spp. y de *Caloptilia* sp. en *Stylosanthes* sp., y de *Stegasta bosquella* en *S. guianensis***

### **A. Metodología para la evaluación de *Stylosanthes* spp. por su resistencia a la antracnosis en el ERA modificado**

La antracnosis causada por *Colletotrichum* spp. es la enfermedad más importante y difundida del género *Stylosanthes*: ocurre en todos los ecosistemas de América tropical y en otras regiones del mundo. Hace seis años surgió en América tropical la necesidad de hacer ensayos específicos para evaluar a *Stylosanthes* spp. en busca de su resistencia a la antracnosis. Por ello, desde 1982 hasta octubre de 1985 los colaboradores de la RIEPT sembraron siete ensayos para hacer esa evaluación, cuyos resultados indican que la metodología para el ensayo regional A (Toledo y Schultze-Kraft, 1982), con pocas modificaciones, funciona bien.

Los síntomas de la antracnosis, y de otras enfermedades, están descritos en el **Manual para la Evaluación Agronómica** de la RIEPT, editado por José M. Toledo (1982), y en la guía de estudio de Jillian Lenné et al. (1983) titulada **Descripción de las enfermedades de las principales leguminosas forrajeras tropicales**.

#### **Modificaciones recomendadas sobre la metodología del ERA**

1. **Duración del ensayo.** Se recomiendan tres años porque a veces la multiplicación del inóculo, hasta el nivel necesario para la evaluación, ocurre lentamente.

2. **Tamaño de las parcelas.** Hay dos alternativas:
  - a. Cuando hay suficiente semilla, las subparcelas recomendadas (Toledo, J. M., 1982, p. 92-93) se ajustan bien al ensayo.
  - b. Cuando no hay suficiente semilla disponible, la siembra en filas de 2 m sirve también para estas evaluaciones.  
El método de siembra en filas se probó en Carimagua, Colombia, durante seis años, y en Acauá, Minas Gerais, Brasil, por el Ing. Nuno María de Sousa Costa, de EPAMIG, en el ensayo en que evaluó la resistencia de 100 accesiones de *S. capitata* a antracnosis.
3. **Manejo del ensayo.** El ensayo se debe mantener bajo corte para simular la defoliación que ocurre cuando hay pastoreo. Después de 12 semanas, contando desde la siembra, se recomienda un corte leve, de uniformidad para estimular la producción de puntas de crecimiento, de importancia especial en *S. guianensis*. Se recomienda repetir los cortes cada ocho semanas en la época seca; esta frecuencia depende de las características del ecosistema en que se hace el ensayo. La altura del corte está dada por el hábito de crecimiento de las plantas, así: para *S. guianensis*, de 30 a 40 cm, y para *S. capitata*, de 20 a 30 cm; no obstante, en las accesiones más postradas de cada especie el corte será de 10 a 15 cm.
4. **Datos que se deben registrar.** La información básica se da detalladamente en Toledo, J. M. (1982), p. 96. Cada ocho o nueve semanas se recomienda evaluar los daños causados por la antracnosis y las otras plagas y enfermedades específicas de las accesiones de *Stylosanthes* sp. evaluadas (Cuadro 1A).

La escala de evaluación de los daños causados por la antracnosis es ésta:

- 0 = Sin daño; planta sana.
- 1 = Presencia de antracnosis, pocas manchas pequeñas en hojas o tallos (o en ambos); sin defoliación.
- 2 = Daño leve; manchas pequeñas a grandes en menos del 50% de las plantas en la parcela o fila; sin defoliación.
- 3 = Daño moderado; manchas pequeñas a grandes en más del 50% de las plantas; con defoliación.
- 4 = Daño severo; manchas pequeñas a grandes por toda la parcela o fila; defoliación y muerte descendente general; plantas muertas.
- 5 = Todas las plantas muertas.

La primera evaluación se hace inmediatamente antes del primer corte de uniformidad, a las 12 semanas; las siguientes evaluaciones se hacen cada ocho o nueve semanas, antes de los cortes.

Cuadro 1A. Comparación entre dos manchas foliares causadas una por *Cercospora* sp. y la otra por *Colletotrichum* sp. (antracnosis).

Características	Mancha foliar por <i>Cercospora</i>	Antracnosis o mancha foliar por <i>Colletotrichum</i>
<b>De la mancha</b>		
Forma	Redonda a angular, usualmente con halo clorótico	Redonda a irregular, a veces con necrosis o con clorosis
Color	Negro a marrón oscuro	Inicial: marrón oscuro a negro con centro gris o crema Avanzado: marrón oscuro a negro con necrosis
Textura	Peluda	Lisa
Distribución	Al azar, en la hoja solamente	En márgenes y centro de hojas, y en tallos
Tamaño	De 1 a 3 mm de diámetro	De 2 a 10 mm de diámetro (más variable en forma y tamaño que la de <i>Cercospora</i> )
<b>Del hongo</b>		
Fructificación	Conidióforos en manojos que producen esporas en grupos.	Fructificaciones de esporas que se separan fácilmente
Espora	Larga y pigmentada (4 ó 5 veces más larga que la de <i>Colletotrichum</i> sp.)	Cilíndrica y hialina

**Otras enfermedades y plagas que se evalúan en *Stylosanthes* spp.**

Enfermedades	Plagas
Secamiento Pudrición de la inflorescencia Añublo por <i>Rhizoctonia</i> Mancha foliar por <i>Cercospora</i> Hoja pequeña Chancro del tallo Nematodo de los nudos radicales Moho gris Roya Clorosis	Barrenador del tallo Perforador de botones Comedores Chupadores: - Hemípteros - Pulguilla, Homópteros

Los síntomas de los daños causados por las enfermedades y plagas indicadas en el cuadro anterior han sido documentados detalladamente en las siguientes obras: Lenné (1982), Lenné et al. (1983), Calderón (1982), y Calderón y Varela (1982). La metodología para evaluar los daños causados por el barrenador del tallo y el perforador de los botones se describe más adelante en este apéndice.

## **B. Metodología para la evaluación de *Caloptilia* sp., el barrenador del tallo, en *Stylosanthes* spp., en el campo**

La evaluación del daño causado por *Caloptilia* sp. y otros barrenadores del tallo es difícil por el hábito de vida del insecto: éste pasa parte de su vida dentro de los tallos. Es pues necesario, al evaluar, arrancar la planta y abrir sus tallos para buscar en ellos túneles con larvas o pupas. Otra dificultad de esta evaluación es el número tan bajo de plantas en la parcela, cuya área es pequeña y no contendrá suficientes plantas para un año de evaluación.

Aceptadas estas limitaciones, se ha adoptado la siguiente metodología: la evaluación debe comenzar cuatro meses después de la siembra para permitir un buen desarrollo del tallo. Se recomienda examinar las partes basal y media del tallo porque allí se presenta la mayor infestación: 57% en el cuello o base de la planta y 32% en la parte media de ésta. Se evalúan principalmente las plantas de tallos gruesos, y las de tallo fino que presenten algún sobrecrecimiento similar a las agallas, las cuales son una respuesta de la planta contra un agente externo.

En la evaluación se toma al azar cierto número de tallos representativos del tamaño de la parcela que debe evaluarse; los tallos se abren y se examina su interior para saber si hay galerías o túneles, larvas, pupas o ambos instares del insecto. Con esos datos se procesa la siguiente información:

$$\text{Daño (\%)} = \frac{\text{Tallos lesionados (no.)}}{\text{Tallos evaluados (no.)}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{Intensidad de infestación} = (\text{lv./pl.}) \times \text{pls.} = (\text{lv./tl.}) \times \text{tls.} \quad (2)$$

donde: lv./pl. = larvas por planta, promedio;  
 lv./tl. = larvas por tallo, promedio;  
 pls., tls = plantas o tallos evaluados.

lv.  
Ejemplo:  $2.5 \text{ —} \times 5 \text{ pls.} = 12.5 \text{ lv.} = \text{intensidad de infestación}$   
pl.

Las evaluaciones deben hacerse cada dos meses, tomando tres plantas de cada parcela; habrá por tanto suficiente material para evaluar durante tres años.

### C. Metodología para la evaluación de *Stegasta bosquella*, el perforador de los botones, en *S. guianensis*, en el campo

Las evaluaciones comienzan al empezar la floración de las plantas de *Stylosanthes* sp. y se hacen semanalmente. En el campo, se revisan los botones o inflorescencias antes de cosechar la leguminosa para la evaluación, porque es indispensable que los botones tengan, al menos, una semilla formada cuando se evalúa (por conteo) el daño de la semilla.

Se cosechan inflorescencias completas, es decir, los pedúnculos con uno o varios botones florales en sus extremos, de tal manera que se corten tantos pedúnculos como sean necesarios para que la muestra de botones sea representativa. Si esa muestra es de 30 botones, por ejemplo, se cortan 8, 12, ó 15 pedúnculos, y no 3 pedúnculos con 10 botones cada uno.

En el campo se examinan y cosechan 30 inflorescencias al azar, se diagnostica si están atacadas o no, y con estos datos se calcula el daño:

$$\text{Daño (\%)} = \frac{\text{Inflorescencias con daño (no.)}}{\text{Inflorescencias evaluadas (no.)}} \times 100 \quad (3)$$

En el laboratorio se cuenta el número total de semillas por inflorescencia, y de ellas las semillas que han sido dañadas; con estos datos se calcula la intensidad del daño:

$$\text{Intensidad de daño (\%)} = \frac{\text{Semillas con daño (no.)}}{\text{Total semillas examinadas (no.)}} \times 100 \quad (4)$$

A la vez, se cuenta el número de larvas por inflorescencia para calcular la infestación:

$$\text{Infestación (\%)} = \frac{\text{Larvas encontradas (no.)}}{\text{Total inflorescencias examinadas (no.)}} \times 100 \quad (5)$$

El daño en las semillas es más importante que en las mismas inflorescencias porque la larva puede perforar un botón, abandonarlo, y pasar a otro donde se alimentará de las semillas. Es también importante ese daño porque incide directamente en la producción total de semilla —fin último de la leguminosa— y, por ende, en su regeneración y persistencia.

**El formulario.** El formulario 2 modificado para evaluar la adaptación de especies de *Stylosanthes* en el ERA modificado (Figura 1A) es casi igual al formulario original. Se modificaron solamente las columnas 57 y 69 para destacar la evaluación de las enfermedades más importantes del género *Stylosanthes*.

RED INTERNACIONAL DE EVALUACION DE PASTOS TROPICALES, RIEPT

ENSAYOS REGIONALES A

CODIGO DE LA LOCALIDAD

1-4



FORMULARIO 2 MODIFICADO PARA EVALUAR LA ADAPTACION DE *Stylosanthes* spp.\*

País \_\_\_\_\_ Localidad \_\_\_\_\_ Institución \_\_\_\_\_

Colaborador \_\_\_\_\_

Fecha de siembra del ensayo     Día

Fecha de último corte     6-7 18-16

Fecha de evaluación del ensayo     24-25

Mes     9-10 18-19 27-28

Año     12-13 21-22 30-31

33	Repetición	
35	Familia (G o L)*	
37	Género	
38	Especie	
40	No. de la entrada	
41		
42		
43		
45	Grado de adaptación**	
47	Trips-Acaros	Dato por insecta
48	Pulgilla-Homópteros	
49	Comedores	
50	Hemipteros	
51	Salivazo	
52	Barrenador del tallo	
53	Perforador del botón	
54	Otro	
55	Otro	
57	Antracnosis	
58	Secamiento	
59	Pudrición inflor.	
60	<i>Rhizoctonia</i> -Añublo	
61	<i>Cercospora</i> -M. Fol.	
62	Mancha clorótica	
63	Hoja pequeña	
64	Chancro del tallo	
65	Nemat. nudo radical	
66	Moho gris	
67	Roya	
68	Clorosis	
69	Otra	
71	Plantas/parcela	
72		
74	Cobertura (%)	
75		
77	Producción de MS/m <sup>2</sup>	
78	(opcional)	
79		
80		

\* G = gramínea, L = leguminosa, inf = inflorescencia, M, Fol = mancha foliar, Nemat = nematodo  
 \*\* E = exacto, B = bueno, R = regular, M = malo. Esta calificación debe integrar productividad, vigor y salud de la planta.

## Apéndice B

### **Metodología para la evaluación de *Desmodium* spp. por su resistencia al nematodo de los nudos radicales en el ERA modificado**

El nematodo causante de los nudos radicales (NNR) pertenece, en realidad, a más de una especie del género *Meloidogyne*. Es un grupo de patógenos diseminado por todas las regiones del mundo donde se cultiva *Desmodium* spp. Se ha detectado ya en todos los ecosistemas de América tropical, donde se considera un problema potencial para las pasturas de *Desmodium* sp. Hace tres años surgió, en algunos sitios del trópico húmedo de Perú, la necesidad de hacer ensayos específicos para evaluar *Desmodium* spp. en busca de su resistencia a este nematodo. Los colaboradores de la RIEPT en Perú sembraron dos ensayos específicos para evaluar aproximadamente 75 accesiones de *D. ovalifolium* por su resistencia al NNR, aplicando la metodología del ensayo regional A con pocas modificaciones.

#### **Modificaciones recomendadas a la metodología del ERA**

1. **Duración del ensayo.** Se recomiendan tres años, como mínimo, para estos ensayos con nematodos por su lenta multiplicación, su ciclo de vida más largo que el de otros patógenos (como hongos y bacterias), y la suspensión normal de su actividad durante la época seca.
2. **Tamaño de las parcelas.** Las subparcelas recomendadas (Toledo, J. M., 1982, p. 92-93) funcionan bien. La siembra en una fila no se recomienda para ensayos con nematodos.

3. **Manejo del ensayo.** El ensayo se debe mantener bajo corte para estimular la defoliación que causaría el pastoreo. También se recomienda inocular artificialmente todo el ensayo con trozos de raíces, preferiblemente de *Desmodium* spp., afectados por el nematodo, para uniformar la presencia del patógeno. La distribución del NNR en el suelo es, generalmente, muy irregular.
4. **Datos que se deben registrar.** La información básica está contenida en detalle en Toledo, J. M. (1982), p. 96. Se recomienda evaluar los daños causados por el nematodo, y por otras enfermedades y plagas de *Desmodium* spp., inmediatamente antes del corte de uniformidad, y cada ocho o nueve semanas.

La evaluación de los daños causados por el NNR comprende dos aspectos:

- a. Evaluación de los síntomas de la parte aérea de las plantas: una evaluación de clorosis y marchitamiento.
- b. Evaluación del daño causado en las raíces.

La escala de evaluación de los síntomas de la parte aérea es la siguiente:

- 0 = Sin daño; planta sana.
- 1 = Presencia de clorosis; folíolos cloróticos, sin marchitez ni defoliación.
- 2 = Daño leve; menos del 50% de las plantas con folíolos cloróticos y marchitez; sin defoliación.
- 3 = Daño moderado; más del 50% de las plantas con folíolos cloróticos y marchitez; defoliación moderada, sin muerte descendente.
- 4 = Daño severo; clorosis y marchitamiento severo por toda la parcela; defoliación severa y muerte descendente; hay plantas muertas.
- 5 = Todas las plantas están muertas.

Es necesario hacer también una evaluación de las raíces pues hay otras enfermedades de *Desmodium* spp. que pueden causar clorosis y marchitamiento, como la hoja pequeña.

La escala de evaluación de las raíces es la siguiente:

- 0 = Sin daño; raíces sanas, sin agallas.
- 1 = Presencia de 1 ó 2 agallas en las raíces; raíces vigorosas.
- 2 = Daño leve; 3 a 10 agallas en las raíces; raíces vigorosas.
- 3 = Daño de moderado a leve; 11 a 30 agallas en las raíces; raíces generalmente vigorosas, ligera pudrición.
- 4 = Daño de moderado a severo; 31 a 100 agallas en las raíces; raíces con pudrición y muerte descendente.

5 = Daño severo; más de 100 agallas en las raíces; raíces con pudrición severa y muerte descendente.

5. **Epocas y métodos de evaluación.** Tres épocas se recomiendan:

*Los dos primeros años:* para establecer la presencia de agallas en las raíces se hace en ellas una evaluación visual sin destruir la planta y procurando causarle la menor perturbación posible. Se recomienda excavar al azar tres huecos pequeños de 10 cm de profundidad en cada subparcela, cerca de la planta, en la zona de las raíces; se evalúan allí las raíces y luego se restituye el suelo. Es obvio que esta operación se hace más fácilmente en los suelos arenosos; en los menos arenosos se recomienda evaluar las raíces solamente en la época lluviosa, cuando haya suficiente humedad para excavar el suelo sin perturbar el funcionamiento de las raíces.

*Cada cuatro meses:* se recomienda un muestreo de raíces con agallas para confirmar microscópicamente la presencia de nematodos del género *Meloidogyne*.

*Del tercer año en adelante:* se recomienda una evaluación destructiva, desarraigando la planta 'representativa' de cada parcela, para determinar la presencia de agallas y el nivel de daño. Los síntomas de la planta elegida deben ser muy representativos de los de otras plantas de la parcela. También se recomienda un conteo de los nematodos asociados con las raíces para cuantificar más los daños, si el colaborador de la RIEPT tiene el equipo necesario.

**El formulario.** El formulario 2 modificado para evaluar la adaptación de *Desmodium* spp. en el ensayo regional de tipo A modificado (Figura 1B) es casi igual al formulario 2. Se cambiaron solamente las columnas 57 a 69 para enfocar la evaluación hacia las enfermedades específicas de *Desmodium* spp.

**Otras enfermedades y plagas para evaluar en *Desmodium* spp.**

Enfermedades	Plagas
Nematodo de los nudos aéreos Falsa roya Hoja pequeña Mildeo polvoso Mancha foliar por <i>Cercospora</i>	Comedores de follaje

Los síntomas de los daños causados por las enfermedades y plagas indicadas en el cuadro anterior han sido documentados en detalle en Lenné (1982), Lenné et al. (1983), Calderón (1982), y Calderón y Varela (1982).





## Apéndice C

**Metodologías para la evaluación de *Zornia* spp. por su resistencia a la costra causada por *Sphaceloma*, al marchitamiento bacteriano, a los trips y ácaros y a otras enfermedades y plagas específicas del género *Zornia* en el ERA modificado**

**Metodologías para la evaluación de *Centrosema* spp. por su resistencia a la mancha foliar causada por *Cercospora*, al añublo foliar por *Rhizoctonia*, y a los chupadores y comedores de follaje en el ERA modificado**

Los síntomas de las enfermedades y plagas de *Zornia* spp. y de *Centrosema* spp. están bien presentados en el **Manual para la Evaluación Agronómica** de la RIEPT (Toledo, 1982) y en las guías de estudio donde se describen las enfermedades de las principales leguminosas forrajeras tropicales (Lenné et al., 1983) y las plagas importantes de éstas (Calderón y Varela, 1982).

### A. Enfermedades y plagas importantes de *Zornia* spp.

Enfermedades	Plagas
Costra causada por <i>Sphaceloma</i> sp.	Perforador de botones
Marchitamiento bacteriano	Trips y ácaros
Mancha foliar causada por <i>Drechslera</i> sp.	Chupadores
Mancha foliar de antracnosis	Comedores
Complejo fungoso del tallo	(Minadores)

1. Escala de evaluación del daño producido por la costra de *Sphaceloma* sp.:
  - 0 = Sin daño; planta sana
  - 1 = Presencia de costra; pocas manchas rojas pequeñas en las hojas, pecíolos o tallos; sin defoliación.
  - 2 = Daño leve; manchas, de pequeñas a grandes, en las hojas, pecíolos o tallos; sin conjunción ni formación de costra; sin defoliación; menos del 50% de las plantas afectadas.
  - 3 = Daño moderado; manchas rojas y costras pequeñas a grandes en más del 50% de las plantas; defoliación.
  - 4 = Daño severo; manchas rojas y costras extensas en hojas y tallos por toda la parcela; defoliación severa; muerte descendente; plantas muertas.
  - 5 = Todas las plantas muertas.
  
2. Escala de evaluación del daño producido por el marchitamiento bacteriano:
  - 0 = Sin daño; planta sana.
  - 1 = Presencia de clorosis; pocas hojas afectadas; sin defoliación.
  - 2 = Daño leve; clorosis y marchitez de los tallos en menos del 50% de las plantas; sin defoliación.
  - 3 = Daño moderado; clorosis y marchitez de los tallos en más del 50% de las plantas; defoliación.
  - 4 = Daño severo; clorosis y marchitez en toda la parcela; defoliación severa y muerte descendente; plantas muertas.
  - 5 = Todas las plantas muertas.
  
3. Escala de evaluación del daño producido por las manchas foliares:
  - 0 = Sin daño; planta sana
  - 1 = Presencia de manchas pequeñas en las hojas; sin defoliación.
  - 2 = Daño leve; manchas de pequeñas a grandes en menos del 50% de las plantas; sin defoliación.
  - 3 = Daño moderado; manchas de pequeñas a grandes en más del 50% de las plantas; defoliación.
  - 4 = Daño severo; manchas de pequeñas a grandes por toda la parcela; defoliación severa.
  - 5 = Todas las plantas muertas.\*

---

\* Hasta el presente no se conoce de la muerte de plantas de *Zornia* spp. causada por manchas foliares.

4. Escala de evaluación del daño producido por el complejo fungoso del tallo:

- 0 = Sin daño; planta sana
- 1 = Presencia del complejo; pocas manchas, oscuras y pequeñas, en los tallos; sin defoliación.
- 2 = Daño leve; manchas oscuras pequeñas en los tallos en menos del 50% de las plantas de la parcela; sin defoliación.
- 3 = Daño moderado; manchas oscuras, de pequeñas a extensas, en los tallos de más del 50% de las plantas; defoliación.
- 4 = Daño severo; manchas oscuras extensas en los tallos en toda la parcela; defoliación y muerte descendente severa; plantas muertas.
- 5 = Todas las plantas muertas.

5. La metodología para evaluar el daño causado por el perforador de los botones se describe en el Apéndice A.

6. La metodología para evaluar el complejo trips-ácaros (TA) es la siguiente:

**Arañas** (orden Acarina). Los ácaros son artrópodos que se ubican en el envés de las hojas, donde causan lesiones al follaje en general. *Zornia*, *Centrosema*, *Pueraria*, *Stylosanthes* y *Dioclea* son algunos géneros de leguminosas forrajeras atacadas por los ácaros. La presencia de los ácaros se advierte por un amarillamiento en la haz de las hojas, que luego se generaliza; más tarde las hojas se tornan coriáceas y quebradizas.

**Trips** (orden Thysanoptera). Los trips son insectos cuyo aparato bucal es raspador-chupador. Tienen el cuerpo delgado y miden entre 1 y 3 mm. Ponen sus huevos en los tejidos de las plantas, y algunas especies los insertan en la nervadura central por el envés de las hojas. Los adultos y las ninfas habitan en el envés de las hojas. Los trips pasan por una metamorfosis gradual, con cuatro o más estadios ninfales dañinos; los estadios mayores no se alimentan y pueden ser completamente inactivos. Las leguminosas que sufren el ataque de los trips son *Zornia* spp., *Centrosema* spp. y *Pueraria phaseoloides*. Las hojas atacadas exhiben manchas cloróticas irregulares, se deforman, y presentan arrugamiento o encrespamiento.

El daño causado por el complejo TA se evalúa con una escala de 1 a 5:

- 1 = Presencia de algunos insectos o algunos ácaros; la parcela presenta una coloración normal, y no se observa daño causado por ellos.
- 2 = Daño leve; la parcela presenta plantas con puntos o pequeñas manchas amarillas en el follaje (daño de trips o de ácaros), o con

- endurecimiento y enrollamiento inicial del follaje que toma apariencia coriácea (daño de trips solamente).
- 3 = Daño moderado; plantas con apariencia de secamiento casi generalizado (trips); presencia de puntos amarillos y zonas necróticas, y encrespamiento del follaje (ácaros).
  - 4 = Daño grave; plantas con follaje completamente seco y quebradizo, y defoliación casi completa (trips); follaje encrespado y quebradizo, defoliación, y gran cantidad de artrópodos en el envés de las hojas (ácaros).
  - 5 = Planta muerta.
7. La metodología para evaluar el daño causado por comedores y chupadores del follaje de esta leguminosa se describirá más adelante (B., 3. y 4.).

**El formulario.** El formulario modificado para evaluar la adaptación de *Zornia* spp. en el ensayo regional A modificado (Figura 1C) es casi igual al formulario 2. Se cambiaron solamente las columnas 57 a 69 para dirigir la evaluación hacia las enfermedades más importantes de *Zornia* spp.

### B. Enfermedades y plagas importantes de *Centrosema* spp.

Enfermedades	Plagas
Mancha foliar causada por <i>Cercospora</i> Añublo causado por <i>Rhizoctonia</i>	Comedores Chupadores

1. Escala de evaluación del daño producido por la mancha foliar de *Cercospora*:
- 0 = Sin daño; planta sana.
  - 1 = Presencia de *Cercospora* sp.; pocas manchas oscuras angulares en las hojas; sin defoliación.
  - 2 = Daño leve; manchas oscuras angulares, de pequeñas a grandes, en menos del 50% de las plantas; sin defoliación.
  - 3 = Daño moderado; manchas oscuras angulares, de pequeñas a grandes, en más del 50% de las plantas; defoliación.
  - 4 = Daño severo; manchas oscuras angulares, de pequeñas a grandes, en toda la parcela; defoliación severa.
  - 5 = Todas las plantas muertas.\*

\* Hasta el presente no se conoce de la muerte de plantas de *Centrosema* spp. causada solamente por esta mancha foliar.

RED INTERNACIONAL DE EVALUACION DE PASTOS TROPICALES, RIEPT

ENSAYOS REGIONALES A

CODIGO DE LA LOCALIDAD

1-4



FORMULARIO 2 MODIFICADO PARA EVALUAR LA ADAPTACION DE *Zornia* spp.\*

(3)

País \_\_\_\_\_ Localidad \_\_\_\_\_ Institución \_\_\_\_\_

Colaborador \_\_\_\_\_

Fecha de siembra del ensayo

Fecha de último corte

Fecha de evaluación del ensayo

Día

6-7  
18-16  
24-25

Mes

9-10  
18-19  
27-28

Año

12-13  
21-22  
30-31

	33	Repetición	
	35	Familia (G o L)*	
	37	Género	
	38	Especie	
	40		
	41	No. de la entrada	
	42		
	43		
	45	Grado de adaptación**	
	47	Trips-Acaros	Dado por insectos
	48	Pulgilla-Homópteros	
	49	Comedores	
	50	Hemipteros	
	51	Salivazo	
	52	Barrenador del tallo	
	53	Perforador del botón	
	54	Otro	
	55	Otro	Dado por enfermedades
	57	Costra de <i>Sphaceloma</i>	
	58	<i>Drechslera</i> -M. Fol.	
	59	Marchit. bacteriano	
	60	Complejo Virus-Hongo	
	61	Antracnosis	
	62	Roya	
	63	Complejo Fung.-Tallo	
	64	Mancha clorótica	
	65	<i>Rhizoctonia</i> -Añubio	
	66	Otra	
	67	Otra	
	68	Otra	
	69	Otra	
	71	No. de plantas/parcela	
	72		
	74	Cobertura (%)	
	75		
	77	Producción de MS/m <sup>2</sup>	
	78	(opcional)	
	79		
	80		

\* G = gramínea; L = leguminosa; M.Fol. = mancha foliar; Fung. = fungo; Marchit. = marchitamiento.

\*\* F = excretic; B = bazo; K = regular; M = malo; Esta calificación debe indicar productividad, vigor y salud de la planta.

Figura 1C. Formulario 2 modificado para evaluar la adaptación de *Zornia* sp.

2. Escala de evaluación del daño producido por el añublo de *Rhizoctonia*:

- 0 = Sin daño; planta sana.
- 1 = Presencia del añublo; pocas manchas pequeñas angulares de colores crema o café pálido a gris en las hojas; sin defoliación.
- 2 = Daño leve; manchas angulares crema o de gris a café pálido en las hojas, en uno o dos focos pequeños en la parcela; sin defoliación.
- 3 = Daño moderado; focos de infección que cubren hasta el 50% de la parcela; manchas angulares en las hojas y hojas completas afectadas y pegadas con el micelio del hongo; defoliación.
- 4 = Daño severo; focos de infección que cubren más del 50% de la parcela; manchas angulares en las hojas y muchas hojas completas afectadas y pegadas con micelio; defoliación severa.
- 5 = Todas las plantas muertas.

3. Evaluación de comedores del follaje. En este grupo se encuentran los insectos masticadores de follaje pertenecientes a los órdenes Coleoptera (principalmente *Chrysomelidae*), Orthoptera (Grillos), Hymenoptera (hormigas), y Lepidoptera (mariposas).

**Crisomélidos** (orden Coleoptera). Las especies más importantes de crisomélidos masticadores son *Diabrotica* sp., *Cerotoma* sp. y *Colaspis* sp., corrientemente denominados cucarrones o escarabajos de las hojas. Los adultos son de colores variados; pueden medir de 0.12 a 1.25 cm y se alimentan del follaje causándole daño. Este grupo de insectos se encuentra ampliamente distribuido en todos los ecosistemas. Atacan principalmente las leguminosas forrajeras, como los de los géneros *Pueraria*, *Desmodium*, *Centrosema*, *Macroptilium* y *Calopogonium*. Dañan el follaje con perforaciones redondeadas o alargadas, fáciles de observar en el campo, y pueden causar la pérdida física del follaje

**Grillos** (orden Orthoptera). Los grillos, conocidos como chapules, chapulines y saltamontes, pertenecen a varias familias de las cuales tres son de importancia económica: *Acrididae*, *Grillidae* y *Tettigonidae*. Estos insectos atacan los géneros *Desmodium*, *Centrosema*, *Stylosanthes*, *Panicum*, *Andropogon* y *Brachiaria*.

**Hormigas** (orden Hymenoptera). Las hormigas plaga, tanto de pasturas como de cultivos, son especies del género *Atta* (familia *Formicidae*). Estos insectos cortan irregularmente las hojas ocasionándoles un daño que se puede identificar fácilmente: el consumo se extiende de los bordes de la hoja hacia su interior (hacia la nervadura) en áreas de forma alargada. El daño causado es muy importante, especialmente durante el establecimiento de las plantas. Las especies forrajeras susceptibles al ataque de las hormigas pertenecen a los géneros *Desmodium*, *Centrosema*, *Pueraria*, *Stylosanthes*, *Brachiaria*, *Andropogon* y *Panicum*.

**Mariposas y polillas** (orden Lepidoptera). Los lepidópteros causan daño a las plantas porque, en su estado larval, consumen el follaje. Las principales familias de importancia económica son: Pyralidae, Noctuidae, Hesperidae, Geometridae, Lycaenidae y Arctidae. Las especies forrajeras pertenecientes a los géneros *Desmodium*, *Centrosema*, *Stylosanthes*, *Panicum*, *Brachiaria* y *Andropogon* son las más atacadas.

Los síntomas de daño son diferentes a los descritos para los otros comedores de hojas, pues las larvas consumen el follaje de modo uniforme: una vez consumida una hoja, pasan a la siguiente hasta que, en ocasiones, defolian totalmente la planta.

El daño causado por los insectos comedores de follaje se evalúa mediante una escala de 1 a 5:

- 1 = Presencia de algunos insectos; la parcela no presenta áreas foliares consumidas.
  - 2 = Daño leve; se observa en la parcela del 1 al 10% del follaje consumido.
  3. = Daño moderado; el consumo del follaje en la parcela es del 11 al 20%.
  4. = Ataque grave; más del 20% del follaje de la parcela ha sido consumido por el insecto.
  5. = Planta muerta.
4. Evaluación de chupadores del follaje. Este grupo comprende principalmente el orden Homoptera.

**Chupadores** (orden Homoptera). Estos insectos, llamados también saltahojas o chicharritas, afectan las leguminosas. Pertenecen a la familia Cicadellidae y especialmente a los géneros *Empoasca*, *Hortensia* y *Eri-throgonia*. Los adultos son más grandes en algunas especies (pueden medir 1.25 cm) pero en promedio su tamaño es de 0.3 a 0.6 cm.

Los chupadores succionan los jugos vegetales en las hojas y partes tiernas de la planta, ocasionándole a ésta un daño que se observa inicialmente como un decoloración o como presencia de manchas claras en las hojas. En ocasiones la decoloración de la lámina foliar es total. Algunos investigadores señalan que el daño causado por *Empoasca* sp. se debe a una toxina que inyecta el insecto, pero otros indican que es el resultado del taponamiento que sufren los haces vasculares. Se ha descubierto que el daño de los chupadores sólo es de tipo físico y consiste en una granulación y desorganización de los plastidios de la célula, ocasionadas por la penetración del estilete del insecto.

El daño del complejo pulguilla-homópteros se evalúa por la decoloración observada en el follaje, cuya causa es la succión de savia hecha por los

chupadores, o por el deterioro del follaje que ocasionan las pulgillas al raspar la epidermis de las hojas. El daño se califica de 1 a 5, así:

- 1 = Presencia de algunos insectos; plantas con el follaje normal.
- 2 = Daño leve; la parcela presenta plantas con el terminal o cogollo raspado (por pulgilla) o con decoloración o moteado (por homópteros); este daño se puede extender a las hojas medias hasta cubrir 1/3 del follaje.
- 3 = Ataque moderado; la parcela presenta plantas en que un color blancuzco cubre aproximadamente 2/3 del follaje (homópteros), o plantas con el follaje trasparente o traslúcido (pulgilla).
- 4 = Ataque grave; parcelas con necrosis generalizadas y defoliación (homópteros); plantas con follaje sin epidermis, de apariencia trasparente generalizada (pulgillas).
- 5 = Planta muerta.

**El formulario.** El formulario 2 modificado para evaluar la adaptación de *Centrosema* en el ensayo regional A modificado (Figura 2C) es casi igual al formulario 2. Se cambiaron solamente las columnas 57 a 69 para dirigir la evaluación hacia las enfermedades más importantes de *Centrosema*.





## Apéndice D

**Metodologías para la evaluación de *Stylosanthes* spp. por su resistencia a la antracnosis, de *Desmodium* spp. por su resistencia al nematodo de los nudos radicales, de *Brachiaria* spp. por su resistencia al salivazo, y de *Centrosema* spp. por su resistencia a varias enfermedades y plagas, en el ERB modificado y también en potreros**

### **A. Resistencia de *Stylosanthes* spp. a la antracnosis**

Se recomiendan las siguientes modificaciones a la metodología del ERB (Toledo y Schultze-Kraft, 1982; p. 97-110):

1. **Duración.** El ensayo debe durar 3 años.
2. **Parcela.** Su tamaño será de 5 m x 3 m.
3. **Area de muestreo y manejo del ensayo.** Como se sugirió al calcular el efecto de la enfermedad o plaga en el rendimiento de la especie, hay dos alternativas:
  - a. Si hay suficiente semilla, se pueden sembrar, con cada entrada, dos parcelas en cada repetición: una de las dos queda como testigo, mientras que la otra se trata con el pesticida recomendado para controlar la enfermedad. Cuando se emplea esta metodología, las recomendaciones para el área de muestreo (Op. cit., p. 98-99) no necesitan modificación.

- b. Si no hay suficiente semilla para sembrar muchas parcelas, cada repetición se maneja como tratamiento con protección y tratamiento sin protección, colocando divisiones o barreras en cada parcela durante las aplicaciones del pesticida. En este caso, las cuatro hileras del centro de la parcela destinada al muestreo se deben dividir en dos grupos de dos hileras: un grupo protegido y otro sin protección. Así, las dimensiones totales de las parcelas efectivas o de muestreo son  $1\text{ m} \times 4\text{ m} = 4\text{ m}^2$ , tal como se aprecia en la Figura 1D.

En el año de establecimiento se recomienda un corte *leve* después de 12 semanas de siembra para estimular la producción de puntas de crecimiento, especialmente en parcelas de *S. guianensis*. La altura de corte durante el tiempo restante depende del hábito de crecimiento de las plantas, así: para *S. guianensis*, de 30 a 40 cm; y para *S. capitata*, de 20 a 30 cm, con excepción de las más postradas de cada especie que se cortan a una altura de 10 a 15 cm.

El pesticida recomendado se debe aplicar al momento de la detección de la antracnosis, en el ensayo, y se repite la aplicación con la frecuencia recomendada. En este caso, el fungicida recomendado es Benlate, que se aplica cada 15 días en la época lluviosa y posiblemente con menos

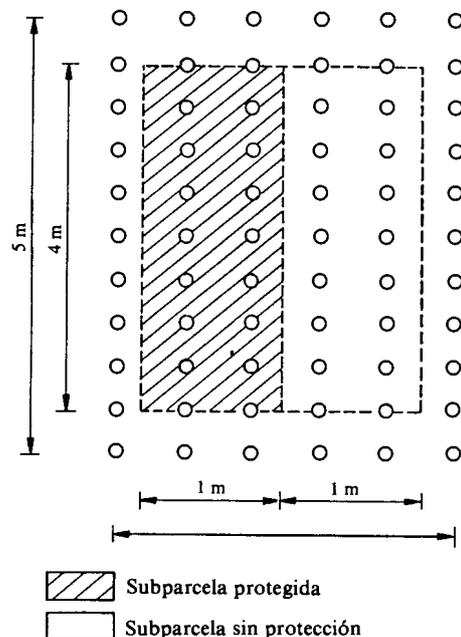


Figura 1D. Arreglo de una parcela de los ensayos de evaluación de antracnosis que contiene dos tratamientos, uno protegido y el otro sin protección.

frecuencia en la época seca, siempre dependiendo del desarrollo de la enfermedad. Las recomendaciones para aplicar pesticidas aparecen en el Apéndice E.

4. **Datos que se deben evaluar y cómo hacerlo.** La escala de evaluación respecto a antracnosis está explicada en el Apéndice A. El resto de la metodología está bien documentada en Toledo y Schultze-Kraft (1982), p. 102-110.

**Los formularios.** Los formularios 2 y 3, modificados para evaluar la adaptación de *Stylosanthes* sp. durante su establecimiento y su producción (Figuras 2D y 3D), son casi iguales a los formularios 2 y 3 del ensayo regional B. En el formulario 2 se cambió la columna 19: ahora contiene el tratamiento con el agroquímico; además, se abrió una línea abajo, al final de las columnas, para escribir en ella el nombre del producto y su descripción. Se modificaron también las columnas 61 a 74 para enfocar la evaluación en las enfermedades específicas de *Stylosanthes* spp. En el formulario 3 se hicieron cambios equivalentes tanto en la columna 20 como en las columnas 63 a 67.

## **B. Resistencia de *Desmodium* spp. al nematodo de los nudos radicales**

Se recomiendan las siguientes modificaciones a la metodología del ERB (Toledo y Schultze-Kraft, 1982; p. 97-110)

1. **Area de muestreo y manejo del ensayo.** Para evaluar la resistencia de *Desmodium* spp. al nematodo de los nudos radicales, solamente sirve la primera alternativa de las antes mencionadas —parcelas con tratamiento del agroquímico y sin él, separadas— por la necesidad de tratar el suelo con el nematicida. Además, es necesario incorporar el nematicida al suelo antes de la siembra en las parcelas definidas como protegidas. En este caso, el nematicida recomendado es Furadan. Otras recomendaciones se dan en el Apéndice E.
2. **Datos que se deben evaluar y cómo hacerlo.** Las escalas de evaluación del nematodo se describen en el Apéndice B; la metodología restante está bien documentada en Toledo y Schultze-Kraft (1982), p. 102-110.

**Los formularios.** Los formularios 2 y 3 fueron modificados para evaluar la adaptación de *Desmodium* spp. durante su establecimiento y su producción (Figuras 4D y 5D) y son casi iguales a los denominados 2 y 3 del ensayo regional B. En el formulario 2 cambió la columna 19, que ahora contiene el tratamiento con el pesticida (su nombre y las recomendaciones para su uso se mencionan al pie del cuadro); se modificaron también las columnas 61 a 74

para dirigir la evaluación hacia las enfermedades específicas del género *Desmodium*. En el formulario 3 se hicieron cambios equivalentes tanto en la columna 20 como en las columnas 63 a 67.

### C. Resistencia de *Brachiaria* spp. al salivazo

Se recomiendan las siguientes modificaciones a la metodología del ERB (Toledo y Schultze-Kraft, 1982; p. 97-110).

#### 1. Evaluación del salivazo en las parcelas

Las evaluaciones de la población de ninfas del salivazo (Homoptera, Cercopidae) se hacen cada 15 días en la época lluviosa y cada dos meses en la época seca; en la primera, deben iniciarse tres semanas después de las lluvias. Los cortes para producción de forraje se hacen cada dos meses en cualquier época. El ensayo debe estar rodeado de especies de gramíneas reconocidas como hospedantes del salivazo; éstas se siembran en una franja de 10 m de ancho, como mínimo, que asegure un foco de infestación.

#### Recomendaciones generales

- Tamaño de la parcela: 4 m × 4 m
- Utilizar el siguiente marco: 0.25 × 0.25 m (1/16 de 1 m<sup>2</sup>).
- No contar los adultos del insecto en las parcelas porque se considera que, en parcelas tan pequeñas, este recuento no es un indicativo de la población.
- Hacer un recuento acumulativo de ninfas que se expresará así:

$$\frac{\text{Ninfas (no.)}}{0.5 \text{ m}^2} \quad \text{o también:} \quad \frac{\text{Ninfas (no.)}}{\text{Macollas evaluadas (no.)}}$$

- Hacer cuatro mediciones de la altura del pasto en cada parcela.

#### En parcelas de plantas de crecimiento postrado

- a. Lanzar el marco al azar ocho veces en la parcela, para contar acumulativamente las ninfas del insecto. Ejemplo: en el sitio (1) hay 2 ninfas, en el sitio (2) 1 ninfa, en el sitio (3) 1 ninfa, en el sitio (4) ninguna, en el sitio (5) 1, en el sitio (6) 2, en el sitio (7) 2, en el sitio (8) 1. En total, 10 ninfas en 0.5 m<sup>2</sup>. Este recuento se expresa como 5 ninfas/m<sup>2</sup>.
- b. Tomar 5 medidas, en cm, de la altura del pasto en cada parcela. Para evaluar la producción de forraje, en cada parcela se corta o cosecha, a una altura de 20 cm, el pasto contenido en 8 marcos, que se toman como una muestra (todos juntos) y se pesan; este peso verde se expresa en



RED INTERNACIONAL DE EVALUACION DE PASTOS TROPICALES, RIEPT

ENSAYOS REGIONALES B

CODIGO DE LA LOCALIDAD     (1-4)

FORMULARIO 3 MODIFICADO PARA MEDICIONES DE PRODUCCION DE *Stylosanthes* spp.

(5)

País \_\_\_\_\_ Localidad \_\_\_\_\_ Institución \_\_\_\_\_ Colaborador(es) \_\_\_\_\_

Fecha de corte de uniformidad: día   <sup>6</sup> mes   <sup>6-7</sup> año   <sup>8</sup>   <sup>8-9</sup> año   <sup>10</sup>   <sup>10-11</sup>

Fecha de la evaluación: día   mes   año

Periodo de precipitación:   <sup>12</sup>   <sup>12-13</sup> (Mn. 6 Mx.)

Edad del pasto (semanas)		Repetición no.		Pesticida (+ o -)*		Género		Especie		Código de la entrada		Plantas/m <sup>2</sup>		Cobertura (%)		Altura de plantas, $\bar{X}$ (cm)		Producción			Daños por insectos										Daños por enfermedades**																																
Peso fresco muestra (g/m <sup>2</sup> )		Peso fresco aceción (g)		Peso seco aceción (g)		Trips-Acaros		Pulgüilla-homópteros		Comedores		Hemipteros		Salivazo		Barrenador del tallo		Perforador de botones		Otro		Otro		Antracnosis		Secamiento		Pudrición inf.		<i>Rhizoctonia</i> -Añubio		<i>Cercospora</i> -M.Fol.		Mancha clorótica		Hoja pequeña		Chancro del tallo		Nematodo nudo rad.		Moho gris		Roya		Clorosis/ Marchit.		Otra															
15	16	18		20		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	

Formulario 3 modificado

\* Agruimiento (pesticida) = macha foliar; rad. = radical; Marchit. = marchitamiento; Mn. = mínima; Mx. = máxima

\*\* Inf. = inflorescencia; M. Fol. = mancha foliar; rad. = radical; Marchit. = marchitamiento; Mn. = mínima; Mx. = máxima

Original: Banco de Datos de la RIEPT, Ensayos Regionales (CIAT)  
 Copia 1: Colaborador de la RIEPT  
 Copia 2: Archivo del Comité Asesor de Ensayos Regionales (CIAT)

Figura 3D. Mediciones para determinar la producción de *Stylosanthes* spp.





g/m<sup>2</sup>. Este material se obtiene de la primera repetición; con material similar de las otras repeticiones de la misma accesión se completan 250 g de forraje, que serán el peso verde (peso fresco) de la accesión.

- c. Secar la muestra de la accesión y tomarle el peso seco. En el laboratorio se muele este material para hacerle un análisis de tejido (N, P, K, S, sílice y lignina); si su peso no llega a los 250 g se analiza el peso que se obtenga, indicándolo en el formulario u hoja de evaluación.

### En parcelas de plantas no postradas

- a. Para evaluar gramíneas no postradas (es decir, formadoras de macollas), se determina el número de macollas/m<sup>2</sup>, teniendo en cuenta que el tamaño de las parcelas será 4 x 4 m y que las plantas se sembrarán a 0.5 m de distancia entre sí. Inicialmente, estas dimensiones permiten evaluar 4 macollas/m<sup>2</sup>. En cada evaluación se contarán las plantas para establecer su densidad y el número de plantas que se deben evaluar.
- b. Para evaluar la producción de forraje, se cosechan, a una altura de 20 cm, las macollas evaluadas y se toman como una muestra, cuyo peso verde se expresa en gramos. De este material, que se obtiene en todas las repeticiones de la misma accesión o ecotipo, se toman partes iguales para completar los 250 g que serán el peso verde de la accesión. Esta se seca, se toma su peso seco, se muele, y se lleva al laboratorio para analizar en sus tejidos N, P, K, sílice y lignina.

## 2. Evaluación del salivazo en los potreros

### Recomendaciones

Utilizar el siguiente marco: 0.25 × 0.25 m (1/16 de m<sup>2</sup>).

- Una lectura de adultos: 10 golpes con red entomológica de 35 cm de diámetro (≈1 m<sup>2</sup>).
- Una lectura de ninfas: 16 marcos de 0.25 × 0.25 m (1 m<sup>2</sup>).

Para 1 ha: - 20 lecturas de adultos (20 sitios o lecturas × 10 golpes de red/lectura = 200 golpes);  
 - 20 lecturas de ninfas (20 sitios o lecturas × 16 marcos/lectura = 320 puntos de muestreo);  
 - 20 lecturas de altura del pasto (20 sitios diferentes dentro del potrero).

Para más de 5 ha: - 30 lecturas de adultos;  
 - 30 lecturas de ninfas;  
 - 30 lecturas de altura del pasto.

Se camina en zigzag tratando de cubrir toda el área del potrero. El marco se lanza al azar; los recuentos de ninfas y las lecturas de altura del pasto se hacen en 20 sitios diferentes, al azar. Las horas recomendadas para el muestreo son de 8 a 10 a.m.

Es necesario conocer la historia y el manejo del potrero donde se hace la evaluación en términos del sistema de pastoreo, de la carga, de la fertilización, y de las especies de salivazo predominantes. También se recomienda no usar pesticidas en potreros bajo pastoreo por la posible toxicidad del químico; la aplicación de pesticidas debería limitarse a parcelas pequeñas bajo corte.

**Los formularios.** Los formularios 2 y 3 modificados para evaluar a *Brachiaria* spp. durante su establecimiento y su producción (Figuras 6D y 7D) respecto a su resistencia al salivazo, son casi iguales a los denominados 2 y 3 en el ERB. En el formulario 2 cambió la columna 19: ahora contiene el tratamiento con el agroquímico cuyo nombre y descripción aparecen abajo, al pie de la columna. Se modificaron también las columnas 55 a 60 para dirigir la evaluación hacia la plaga del salivazo. En el formulario 3 se hicieron cambios equivalentes tanto en la columna 20 como en las columnas 57 a 62.

#### **D. Resistencia de *Centrosema* spp. a varias enfermedades y plagas (ERB modificado)**

En los formularios 2 y 3 modificados, similares a los de evaluaciones anteriores, se registra esta evaluación (Figuras 8D y 9D). La metodología recomendada es igual a la que se empleó para evaluar la antracnosis en *Stylosanthes* spp. (Apéndice D, sección A.).



**RED INTERNACIONAL DE EVALUACION DE PASTOS TROPICALES, RIEPT**

ENSAYOS REGIONALES B CODIGO DE LA LOCALIDAD     (1-4)

**FORMULARIO 3 MODIFICADO PARA MEDICIONES DE PRODUCCION DE *Brachiaria spp.***

(3)

País \_\_\_\_\_ Localidad \_\_\_\_\_ Institución \_\_\_\_\_ Colaborador(es) \_\_\_\_\_

Fecha de corte de uniformidad: día   mes   año

Fecha de la evaluación día   mes   año

Período de precipitación:       (Mn. 6 Mx.)

Datos (no constata decimales)	
15	Edad del pasto (semanas)
16	Repetición no.
17	Pesticida (+ o -)*
18	Género
19	Especie
20	Código de la entrada
21	Plantas/m <sup>2</sup>
22	Cobertura (%)
23	Altura de plantas, $\bar{X}$ (cm)
24	Peso fresco muestra (g/m <sup>2</sup> )
25	Peso fresco acesión (g)
26	Peso seco acesión (g)
27	Producción
28	Trips-Acaros
29	Pulguita-Homópteros
30	Comedores
31	Hemipteros
32	Barrenador del tallo
33	Perforador de botones
34	Salivazo
35	Otro
36	Ninfas/0.5 m <sup>2</sup>
37	Negra
38	Marrón
39	Naranja
40	Crema
41	Marrón polvosa
42	Naranja polvosa
43	Negra
44	Marrón
45	'Chancro'
46	Marchitez y muerte
47	Clorosis y muerte
48	Inflorescencia pagajosa
49	Inflores. gris pegajosa

Formulario 3

\* Agrupamiento (pequeño): \_\_\_\_\_  
Mn. = mínimo; Mx. = máximo.

Figura 7D. Mediciones de la producción de *Brachiaria spp.*

Original: Banco de Datos de la RIEPT, Ensayos Regionales (CIAT)  
Copia 1: Colaborador de la RIEPT  
Copia 2: Archivo del Comité Asesor de Ensayos Regionales (CIAT)



# RED INTERNACIONAL DE EVALUACION DE PASTOS TROPICALES, RIEPT

ENSAYOS REGIONALES B CODIGO DE LA LOCALIDAD     (1-4)

## FORMULARIO 3 MODIFICADO PARA MEDICIONES DE PRODUCCION DE *Centrosema spp.*

País \_\_\_\_\_ Localidad \_\_\_\_\_ Institución \_\_\_\_\_ Colaborador(es) \_\_\_\_\_

Fecha de corte de uniformidad: día   mes   año

Fecha de la evaluación: día   mes   año

Período de precipitación:   <sup>2</sup>/<sub>12,13</sub> (Mn. 6 Mx.)

15	Edad del pasto (semanas)	
16	Repetición no.	
18	Pesticida (+ o -)*	
20	Género	
21	Especie	
22	Código de la entrada	
23	Plantas/m <sup>2</sup>	
24	Cobertura (%)	
25	Altura de plantas, $\bar{X}$ (cm)	
26	Peso fresco muestra (g/m <sup>2</sup> )	
27	Peso fresco acésion (g)	
28	Peso seco acésion (g)	
29	Trips-Acaros	
30	Pulguita-Homópteros	
31	Comedores	
32	Hemípteros	
33	Salvazo	
34	Barrenador del tallo	
35	Perforador de botones	
36	Otro	
37	Otro	
38	Cercospora-M. Fol.	
39	Rhizoclonia-Añublo	
40	Bacteriosis	
41	Alternaria-M. Fol.	
42	Antracnosis-M. Fol.	
43	Antracnosis-vaina	
44	Mancha clorótica	
45	Virus	
46	Otra	
47	Otra	
48	Otra	
49	Otra	
50	Otra	
51	Otra	
52	Otra	

Formulario 3

\* Agrológico (pesticida);  
\*\* M. Fol. = mancha foliar; Mn. = mínimo; Mx. = máximo.

Original: Banco de Datos de la RIEPT, Ensayos Regionales (CIAT)  
Copia 1: Laboratorio de la RIEPT  
Copia 2: Archivo del Comité Asesor de Ensayos Regionales (CIAT)

Figura 9D. Mediciones para evaluar la producción de *Centrosema spp.*

## Referencias

- Calderón, M. A. 1982. Evaluación del daño causado por insectos. En: Toledo, J. M. (ed.). Manual para la evaluación agronómica; Red Internacional de Pastos Tropicales. CIAT, Cali, Colombia. p. 57-72.
- y Varela, F. A. 1982. Descripción de las plagas que atacan los pastos tropicales y características de sus daños. CIAT, Cali, Colombia. [Serie 04SP-03.01]. 52 p.
- Lenné, J. M. 1982. Evaluación de enfermedades en pastos tropicales en el área de actuación. En: Toledo, J. M. (ed.). Manual para la evaluación agronómica; Red Internacional de Pastos Tropicales. CIAT, Cali, Colombia. p. 45-56.
- ; Vargas, A. H. y Torres, C. G. 1983. Descripción de las enfermedades de las principales leguminosas tropicales. CIAT, Cali, Colombia. 50 p.
- Nilakhe, S. A. 1982. Amostragem de ninfas de cigarinhas em pastagens de *Brachiaria decumbens* Stapf. Boletim de Pesquisa, no. 2. EMBRAPA-CNPQC, Campo Grande, M.S., Brazil.
- ; Da Silva, A. A. y de Souza Filho, J. A. G. 1984. Sampling procedures for spittlebug adults in pastures of *Brachiaria decumbens*. Pesq. Agropecu. Bras. (Brasilia) 19:1065-1074.
- ; Hewit, G. B.; Paschoal, G. O.; Buainain, C. M. y Souza, A. R. R. 1985. Influence of collection method and collection time on survival, sexual proportion and number of spittlebug adults captured.
- Toledo, J. M. (ed.). 1982. Manual para la evaluación agronómica; Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. CIAT, Cali, Colombia. 168 p.
- y Schultze-Kraft, R. 1982. Metodología para la evaluación agronómica de pastos tropicales. En: Toledo, J. M. (ed.). Manual para la evaluación agronómica; Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. CIAT, Cali, Colombia. p. 91-110.



# Apéndice E

## Recomendaciones para el uso de agroquímicos en los ensayos regionales B (ERB) modificados

### Agroquímicos recomendados

#### A. Insecticidas

Plaga	Insecticida		
	Nombre común	Nombre comercial	Dosis (i.a.)
<b>En leguminosas</b>			
<i>Chupadores</i>			
Afidos	malatión	Malathion	1 lt/ha
	pirimicarb	Pirimor	0.2-0.5 kg/ha
Acaros	carbaril	Sevin	1.0 kg/ha
	monocrotofos	Azodrin	0.5-1.0 lt/ha
	triazofos	Hostathion	0.4 lt/ha
	endosulfan	Thiodan	1.0-1.5 lb/ha
Arañita roja	tetradifon	Tedion V-18	0.5 lb/ha
	dinocap	Karathane	0.5 kg/ha
	dicofol	Kelthane	0.8 kg/ha
	metamidofos	Tamaron	0.5-1.0 kg/ha

Continúa

## A. Continuación.

Plaga	Insecticida		
	Nombre común	Nombre comercial	Dosis (i.a.)
Saltahojas (cicadélidos)	carbaril	Sevin	1.0-1.5 kg/ha
	monocrotofos	Azodrin	0.5 t/ha
	dimetoato	Trimetion	0.5-1.0 t/ha
	carbofuran	Furadan	0.6-1.0 kg/ha
<i>Comedores de follaje</i>			
Crisomélidos	carbaril	Sevin	1.0-1.5 kg/ha
	diazinón	Basudin	0.5 t/ha
	paratión	Parathion	0.5 t/ha
	endosulfan	Thiodan	1.0 t/ha
Perforador de semillas (Perforador del botón)	monocrotofos	Azodrin	1.0 t/ha
	dimetoato	Trimetion	0.5-1.0 t/ha
Barrenador del tallo	timet	Timek*	0.5-3.0 kg/ha
	carbofuran	Furadan	0.5-3.0 kg/ha
	dimetoato	Trimetion	0.5-1.0 t/ha
<b>En gramíneas</b>			
<i>Comedores de follaje</i>			
Grillos, hormigas	mirex	Dechlorane	10 g/m <sup>2</sup>
	HHDN, aldrín	Aldrin	0.5-5.0 kg/ha (5 g/m <sup>2</sup> )
	triclorfón	Dipterex	0.3-2.0 kg/ha
	carbofuran	Furadan	0.5-3.0 kg/ha
<i>Chupadores</i>			
Mión (salivazo) (otros homópteros)	carbaril	Sevin	0.5-4.0 kg/ha
	timet	Timek*	0.5-3.0 kg/ha
	carbofuran	Furadan	0.5-3.0 kg/ha
	fenitrotion	Nuvanól	0.5-1.5 kg/ha
	clorpirifos	Dursban	1.0 t/ha

\* Thimet (phorate) en Estados Unidos.

**B. Fungicidas**

Enfermedad	Fungicida		
	Nombre común	Nombre comercial	Dosis (i.a.)
<b>En leguminosas</b>			
Antracnosis	benomyl	Benlate	6-42 g/25 lt (0.2-1.4 lb/100)
	tiabendazol	Mertect	45-210 g/25 lt (1.5-7.0 lb/100 gal agua)
Añublo foliar ( <i>Rhizoctonia</i> )	benomyl	Benlate	6-42 g/25 lt (0.2-1.4 lb/100 gal agua)
Mancha foliar ( <i>Cercospora</i> )	mancozeb	Dithane M-45	0.73-7.3 kg/ha (1.6-16.0 lb/ha)
Costra de <i>Sphaceloma</i>	benomyl	Benlate	6-42 g/25 lt (0.2-1.4 lb/100 gal agua)

**C. Bactericidas**

Enfermedad	Bactericida		
	Nombre común	Nombre comercial	Dosis (i.a.)
Marchitamiento bacteriano	hidróxido de cobre	Kocide	0.9-4.5 kg/ha (2-10 lb/ha)

**D. Nematicidas**

Enfermedad	Nematicida		
	Nombre común	Nombre comercial	Dosis (i.a.)
Nematodo de los nudos radicales	carbofuran	Furadan	6-10 kg/ha

## **Frecuencia de aplicación**

La periodicidad o frecuencia de aplicación de los agroquímicos (pesticidas) depende de su efecto residual, es decir, de la duración de su actividad. En consecuencia, se recomienda leer detenidamente la etiqueta del agroquímico que se aplica para determinar los intervalos de aplicación.

## **Equipos para aplicar los agroquímicos**

Los equipos de espalda, ya sea de palanca o de motor, son los mejores para asperjar parcelas pequeñas.

Las formulaciones de mayor consumo son: en los productos sólidos, los gránulos, los polvos para espolvorear, los polvos mojables, y los polvos solubles; en los líquidos, los concentrados emulsionables, los concentrados solubles, y los concentrados de bajo volumen.

## **Calibración de equipos de espalda**

La más alta eficiencia de un producto agroquímico se logra con equipos correctamente calibrados. Las bombas de espalda —tanto de palanca como de presión constante y de motor— se pueden calibrar así:

- 1) Deposite en el tanque un volumen bien medido de agua.
- 2) Aplicando una presión de palanca uniforme —o manteniendo constantes las revoluciones del motor o fijando la posición del regulador de salida, según el caso— tome el tiempo empleado en descargar el volumen medido.
- 3) Determine correctamente la anchura de la faja cubierta.
- 4) Determine el área que puede cubrir, a paso uniforme, con un volumen igual al que midió antes, empleando la misma presión y el mismo tiempo que en 2).
- 5) Con los datos obtenidos averigüe la descarga por unidad de área.
- 6) Dosifique ahora el producto agroquímico que asperjará y determine las cantidades que correspondan a una bomba de espalda o a un recipiente de preparación (caneca o bidón).

La calibración se debe repetir en distintas etapas del desarrollo vegetativo de la especie forrajera. Téngase presente que el tamaño del paso y la velocidad de aplicación de cada operario son variables; por tanto, para que el error sea

mínimo, cada obrero debe recibir instrucción sobre el tema y someterse al proceso de calibración.

Las calibraciones se deben hacer siempre con los mismos aditamentos del equipo, especialmente con las mismas boquillas. Si varía el tamaño del orificio de salida de las boquillas, cambia la descarga; por esta razón, los agricultores y los operarios no deben tratarlas con clavos o herramientas que las puedan dañar. Una boquilla obstruida se destapa con aire a presión o se lava cuidadosamente con agua y un cepillo; en este caso, el agua de lavado se vierte en el suelo en sitios retirados de pozos o aguas corrientes. El cumplimiento de estas instrucciones evitará intoxicaciones de personas o animales, daños a los pastos y contaminación del ambiente, y controlará además adecuadamente las plagas.

### **Preparación y aplicación de agroquímicos, y precauciones recomendadas**

Nunca olvide la siguiente recomendación:

**ANTES DE USAR CUALQUIER PLAGUICIDA LEA LA ETIQUETA EN SU TOTALIDAD!**

#### **Plaguicidas líquidos: soluciones y emulsiones.**

##### **Preparación**

- Agite el envase (caneca, frasco) antes de usar el producto.
- En el tanque de aspersión, o en el recipiente auxiliar, vierta agua limpia por lo menos hasta la mitad; luego vierta la cantidad indicada del producto (concentrado emulsionable, concentrado soluble, o líquido) agitando fuertemente la suspensión resultante mientras efectúa la operación. Complete con agua limpia el volumen final calculado para el área que asperjará.
- Es recomendable aplicar la mezcla preparada lo más pronto posible, ojalá el mismo día de su preparación.
- Cuando se prepara una mezcla con varios agroquímicos —especialmente un fungicida más otro agroquímico formulado como concentrado emulsionable, concentrado soluble, o líquido— es aconsejable diluir el concentrado o el líquido en un poco de agua antes de agregarlo al caldo fungicida.
- Cuando se mezclan plaguicidas líquidos con otros productos, y se desconoce su compatibilidad, se recomienda hacer pruebas previas con pequeñas cantidades.

### **Aplicación**

- El equipo que se utilice debe ser el adecuado, y estará correctamente calibrado para que la descarga sea uniforme y se logre así un cubrimiento parejo de las áreas que se tratarán.
- Una calibración efectiva del equipo se obtiene, fundamentalmente, de la buena correlación entre velocidad de aplicación, presión de salida, y tamaño de los orificios de salida.
- Para las aplicaciones terrestres son útiles las siguientes recomendaciones:
  - Los tratamientos se pueden aplicar durante las horas del día, siempre y cuando la velocidad del viento no exceda de 22 km/h.
  - Si las plantas tienen una altura menor de 30 cm se utiliza una sola boquilla por surco, y se aplica un volumen de agua de 15 a 30 lt/ha con máquina de motor y de 200 a 300 lt/ha con bomba de espalda ('motochila').
  - Si las plantas tienen de 30 a 60 cm de altura, se deben usar dos boquillas por surco para aplicar un volumen de agua de 30 a 50 lt/ha con el primer tipo de máquina, y con el segundo de 300 a 800 lt/ha.
  - Si las plantas alcanzan una altura mayor de 60 cm, se utilizan tres boquillas por surco con un gasto de agua de 50 a 100 lt/ha para máquinas de motor, y de 800 a 1500 lt/ha para bombas de espalda.
  - Para asperjar plaguicidas se emplean boquillas de cono hueco, que se disponen simétricamente ya sean ellas muchas o pocas. Las boquillas deben descargar la mezcla de 15 a 25 cm por encima de las plantas.

### **Precauciones**

Todos los plaguicidas, sean éstos líquidos, concentrados emulsionables, o concentrados solubles, son tóxicos para el hombre, los animales domésticos y la fauna silvestre, en mayor o menor grado, según su clasificación toxicológica; por tanto, hay que manejarlos guardando todas las precauciones del caso. Las siguientes precauciones son importantes:

- Evítese la inhalación de los vapores durante la aspersión y la absorción de gases y líquidos a través de la piel.
- Después de manejar un producto agroquímico, el cuerpo, o por lo menos las manos y la cara, deben bañarse bien con jabón y agua abundante; la ropa debe cambiarse. No se debe comer ni fumar durante la preparación del producto, ni soplar con la boca las mangueras de los aparatos de aspersión. El producto no debe ponerse en contacto con los ojos o el

- vestido; si ello ocurriera, los ojos deben lavarse con abundante agua limpia durante 15 minutos.
- Terminada la aspersión, todo el equipo (mangueras, toberas, boquillas, y tanques) debe lavarse y enjuagarse muy bien; esta operación debe hacerse lejos de estanques, lagunas o acequias para no envenenar —o contaminar— las aguas y causar la muerte de los peces. El producto no debe almacenarse cerca de los alimentos ni al alcance de los niños. Todos los animales domésticos deben quedar fuera del alcance de los vapores que emite el producto y de los lugares tratados con él.
  - La mayor parte de los plaguicidas (líquidos, concentrados emulsionables, o concentrados solubles) son inflamables; se recomienda, por tanto, mantenerlos alejados del fuego, tanto al almacenarlos como al momento de usarlos.

## **Plaguicidas sólidos: polvos mojables**

### **Preparación**

Tome la cantidad de polvo mojable o soluble indicada en la etiqueta del recipiente, y agréguele un poco de agua hasta formar una pasta homogénea; vierta ésta en el recipiente que contiene la cantidad de agua requerida, y agite fuertemente hasta que la mezcla esté lista para ser aplicada.

Cuando sea necesario preparar dos polvos mojables o solubles, es conveniente hacer las dos pastas por separado, y mezclarlas luego en el recipiente de aplicación; por agitación se homogeneiza enseguida la preparación.

### **Aplicación**

Use el equipo adecuado y calíbrelo para obtener un cubrimiento uniforme en toda el área que se tratará. Las aplicaciones se deben hacer cuando los insectos inician su ataque a las plantas, a criterio del ingeniero agrónomo. Repita el tratamiento cada vez que se presenten infestaciones económicas del insecto.

### **Precauciones**

Los pesticidas formulados como polvos mojables o solubles son venenosos para el hombre y los animales domésticos. No se deben respirar sus vapores y debe evitarse que caigan sobre la piel. Manténgase el producto tapado y en lugar seco, alejado de alimentos, de niños y de animales domésticos. Después de aplicar los productos, el operario debe lavarse muy bien el cuerpo con agua y jabón y cambiarse de ropa.

## **Plaguicidas sólidos: polvos para espolvoreo**

### **Preparación**

Esta formulación viene lista para ser aplicada directamente a las áreas de siembra.

### **Aplicación**

Los agroquímicos formulados como polvos para espolvoreo —cuya acción está dirigida principalmente a insectos del suelo— se pueden aplicar antes de la siembra o al momento de ella, en surcos o a voleo, incorporándolos a una profundidad de 6 a 15 cm. Esta operación se puede hacer con azadón en las parcelas pequeñas. Estos productos se aplican también mezclados con las semillas o con los fertilizantes en las tolvas de las sembradoras o abonadoras.

Para obtener buenos resultados se espolvorea el producto cuando la velocidad del viento no sobrepase los 16 km/h, evitando así que el polvo sea transportado a otros predios.

### **Precauciones**

Las mismas que se recomendaron para los polvos mojables.

## **Plaguicidas granulados**

### **Preparación**

La formulación de los plaguicidas granulados viene lista para ser aplicada en el campo.

### **Aplicación**

Se puede hacer con equipos terrestres o aéreos. Los primeros son de dos clases: manuales, que son equipos caseros como tarros con orificios en su fondo y botellas o frascos con orificios en la tapa para que salgan los gránulos; y mecánicos, es decir, máquinas manuales y equipos mecanizados para espolvoreo. Antes de iniciar una aplicación hay que calibrar el peso del operario y el equipo, para descargar la dosis recomendada.

Los equipos aéreos están provistos de aditamentos especiales, los cuales, como en el caso anterior, deben ser calibrados para la dosis que se empleará.

### **Precauciones**

Las mismas que se recomendaron para los polvos mojables.

## **Acaricidas**

### **Preparación**

Vierta el agua hasta la mitad en el tanque de aspersión; agite luego el recipiente que contiene el acaricida y mida la dosis indicada. Agréguela al tanque y agite fuertemente. Complete luego el volumen requerido con agua limpia.

### **Aplicación**

Debe usarse un equipo adecuado y debidamente calibrado para obtener un cubrimiento uniforme de las plantas con la cantidad de líquido que se ha preparado. Haga la aplicación al iniciarse el ataque de los ácaros. Repítala cada vez que se presente una nueva generación económica de la plaga, de acuerdo con el criterio del ingeniero agrónomo.



# Apéndice F

## A. Símbolos y abreviaturas

### De instituciones

AGATUM	Asociación de Ganaderos del Catatumbo (Venezuela)
CARDI	Caribbean Agricultural Research and Development Institute (Trinidad)
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Costa Rica)
CENIP	Centro de Investigaciones Pecuarias (República Dominicana)
CEPEC	Centro de Pesquisa do Cacau (Brasil)
CEPLAC	Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (Brasil)
CIID	Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (Canadá, América Latina)
CIPA	Centro de Investigación y Promoción Agropecuarias (Perú)
CNPGC	Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (Brasil)
CPATU	Centro de Pesquisa Agropecuária do Tropicó Humido (Brasil)

CSIRO	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (Australia)
ERA	Ensayos Regionales A (recolección de germoplasma)
ERB	Ensayos Regionales B (pruebas agronómicas)
ERC	Ensayos Regionales C (pastoreo en pequeñas parcelas)
ERD	Ensayos Regionales D (pasturas con animales)
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Brasil)
EPAMIG	Centro de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Brasil)
FONAIAP	Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (Venezuela)
GREDPAC	Grupo Regional de Pastos y Forrajes de América Central, México y el Caribe (Panamá)
IBTA	Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (Bolivia)
ICA	Instituto Colombiano Agropecuario (Colombia)
IDIAP	Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá
IITA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (Costa Rica)
INIA	Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (México)
INIPA	Instituto Nacional de Investigaciones y Promoción Agraria (Perú)
IPAGRO	Instituto de Pesquisas Agronómicas (Brasil)
IST	Instituto Superior Tecnológico (Perú)
IVITA	Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (Perú)
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería (Costa Rica)
MIDINRA	Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria (Nicaragua)
NifTAL	Nitrogen Fixation for Tropical Agricultural Legumes (Hawai, E. U.)
RIEPT	Red Internacinal de Evaluación de Pastos Tropicales
UNC	University of North Carolina (Estados Unidos)

## De expresiones técnicas y unidades

an (an.)	animal
Ap.	apéndice
CE	concentrado emulsionable
CIC	capacidad de intercambio catiónico
DE	desviación estándar
g	gramo
gal	galón
h	hora
ha	hectárea
i.a.	ingrediente activo
kg	kilogramo
lb	libra
lt	litro
meq	miliequivalente (químico)
mg	miligramo
ml	mililitro
MS	materia seca
no.	número
Op. cit.	<i>opus citatum</i> (= en la obra antes citada)
PM	polvo mojable
PS	polvo soluble
SBDH	Sabana Bien Drenada Isohipertérmica
SBDT	Sabana Bien Drenada Isotérmica
t	tonelada métrica
TH	Trópico Húmedo

## B. Tecnicismos

acondicionar	=	Mejorar la calidad (pureza física y germinación) de un lote de semillas sometiéndolo a ciertas operaciones en la planta de tratamiento de semillas.
acondicionamiento	=	Acción y efecto de acondicionar la semilla.
plaguicida	=	Compuesto químico, generalmente sintético e industrial, destinado a controlar hongos (fungicida), bacterias (bactericida), y también insectos (insecticida) o ácaros (acaricida); todos estos agentes dañinos se consideran 'plagas' de los cultivos. (La voz 'pesticida' es un anglicismo.)
pesticida	=	Ver <i>plaguicida</i> .

### C. Notación decimal

Punto decimal:	0.68; 0.09
Unidades de mil:	antes de diez mil, sin signo (ej: 3400) después de 9999, con coma (ej: 12,860)

### D. Unidades de medida y equivalencias

1	acre	=	0.405 ha
1	lb	=	0.454 kg
1	gal	=	3.79 lt
1	t	=	1000 kg

### E. Productos agroquímicos

aldrín (Aldrin)	=	hexaclorohexahidro-endo, exodimetano naftaleno (HHDN); no menos del 95%
clorpirifos (Dursban)	=	0,0-dietil 0-(3,5,6-tricloro-2-piridil)-fósforotioato
benomil (Benlate)	=	metil 1-(buticarbamoil)-2-bencimidazolcarbamato
carbaril (Sevin)	=	1-naftalenil-metil-carbamato
carbofuran (Furadan)	=	2,3-dihidro-2,2-dimetil-7-benzofuranil metilcarbamato
dinocap (Karathane)	=	2,4-dinitro-6-octil-fenil-crotonato
dicofol (Kelthane)	=	4,4 <sup>1</sup> -dicloro- <i>alfa</i> -tricloro-metil-bencihidrol
dimetoato (Trimetion)	=	0,0-dimetil S-(N-metilcarbamoilmetil) fósforoditioato (= Roxion)
endosulfan (Thiodan)	=	6,7,8,9,10,10-hexacloro-1,5,5a,6,9a-hexahidro-6,9-metano-2,4,3-benzo(e)-dioxatiepín-3-óxido
diazinón (Basudin)	=	0,0-dietil 0-(2-isopropil-4-metil-6-pirimidinil) fósforotioato

fenitrotion (Nuvanol)	=	0,0-dimetil 0-(3-metil-4-nitrofenil) fósforotioato
hidróxido de cobre (Kocide)	=	hidróxido cúprico
malation (Malathion 57)	=	0,0-dimetil-fósforoditioato del dietil-mercaptosuccinato
mancozeb (Dithane M-45)	=	coordinación [ion Zn] [etilén-bisditio-carbamato de Mn]
mirex (Dechlorane)	=	dodecaclorooctahidro-1,3,4-meteno-2H-ciclobuta(cd)pentaleño
monocrotofos (Azodrin)	=	0,0-dimetil-0-(2-metilcarbamoil-1-metil-vinil)-fosfato
metamidofos (Tamaron)	=	0,S-dimetil-fósforomidotioato
pirimicarb (Pirimor)	=	5,6-dimetil-2-dimetilamino-4-pirimidinil dimetilcarbamato
paration (Patharion)	=	0,0-dietil 0-p-nitrofenil fósforotioato
tiabendazol (Mertect)	=	2-(4'-tiazolil) bencimidazol
triclorfón (Dipterex)	=	dimetil (2,2,2-tricloro-1-hidroxietil) fosfonato
timet (Timek)	=	0,0-dietil S-(etiltio)metil fósforoditioato (= phorate, Thimet, en E.U.)
tetradifon (Tedion V-18)	=	4-clorofenil 2,4,5-triclorofenil sulfona
triazofos (Hostathion)	=	1-fenil-1,2,4-triazolil-3-(0,0-dietiltionofosfato)

# Participantes

## Australia

Tony Rees Evans  
CSIRO  
South East Asia Forage Network  
Líder de Proyecto

## Brasil

Mario Antonio Calderón  
EMBRAPA-CPATU-IICA  
Entomología de Pastos, Especialista

Wenceslau J. Goedert  
EMBRAPA-CPAC  
Edafólogo

José Marques Pereira  
CEPLAC  
Jefe de División, Investigador Adjunto

Jessi Soares Pereira  
IPAGRO-MIRCEN  
Farmacéutica

Nuno M. Sousa Costa  
EMBRAPA  
Investigador

Wilson Vieira Soares  
EMBRAPA-CNPGC  
Investigador

### **Colombia**

Héctor Hugo Li Pun  
CIID  
Producción Animal, Representante de Programa

Pablo E. Mendoza  
ICA  
Programa de Pastos, Director Nacional

Fernando Munévar Martínez  
ICA  
División de Disciplinas Agrícolas, Director

Luís Alfredo Hernández  
ICA-CIAT  
CNI Carimagua

### **Costa Rica**

Rafael Argüello Chaverri  
MAG  
División de Producción Pecuaria, Jefe

Rolain Borel  
CATIE  
Sistemas Agroforestales, Jefe

### **Cuba**

Aldo Barrientos Mogená  
Instituto de Ciencia Animal  
Laboratorio de Microbiología de Suelos

Mirtha López G.  
Instituto de Ciencia Animal  
Laboratorio de Microbiología de Suelos

Juan José Paretas  
Ministerio de Agricultura  
Director Técnico

## **Chile**

Osvaldo Paladines  
Universidad Católica de Chile  
Departamento de Zootecnia  
Programa de Pastos Tropicales, Consultor

## **Ecuador**

Hernán Caballero del Pino  
IICA  
Investigación Agrícola, Especialista

## **Guatemala**

Gustavo Cubillos  
IICA  
Investigación Agropecuaria, Especialista

## **Honduras**

Conrado Burgos Guerrero  
Secretaría de Recursos Naturales  
Investigación Pecuaria, Asistente Nacional

## **México**

Armando Peralta M.  
INIA  
Coordinador de Programa

José Alfonso Ortega S.  
INIA  
Forrajes, Coordinador Regional

Angel Ramos Sánchez  
INIA  
Subdirector de Investigación, Zona Sur

## **Nicaragua**

José Angel Oporta Téllez  
MIDINRA  
Pastos y Forrajes, Responsable

**Panamá**

Pedro J. Argel  
Univ. de Rutgers-CIAT-IDIAP  
Asesor IDIAP

Carlos G. Morán R.  
IDIAP-GREDPAC  
Coordinador Regional

Carlos Angel Ortega Vega  
IDIAP  
Investigación Pecuaria, Supervisor  
Región Occidental

**Paraguay**

Ricardo Samudio Britos  
Ministerio de Agricultura y Ganadería  
Investigación Ganadera, Director

Clotilde Romero de Villagra  
Ministerio de Agricultura y Ganadería  
Programa Nacional de Investigación Ganadera  
Jefe de Laboratorio

**Perú**

Hemilcie Izabeta Valdivieso  
INIPA  
Pastos Tropicales, Investigadora

César Reyes  
IVITA  
Pastos Tropicales, Agrónomo

César Ricardo Valles Panduro  
INIPA/CIPA IX  
Pastos Tropicales, Fitopatólogo

**República Dominicana**

Miriam Yokasta Soto de Rosa  
CENIP  
Secretaría de Agricultura, Directora

## **Trinidad y Tobago**

Pascual O. Osuji  
CARDI  
Animal Production Programs, Coordinador

## **Venezuela**

Lupercio Boscán  
AGATUM (Asociación de Ganaderos)  
Presidente

Adalberto José Flores Aguirre  
FONAIAP  
Forrajes, Coordinador Nacional

Iván Urdaneta  
CORPOZULIA-Universidad del Zulia  
Investigador, Coordinador de Programa

## **CIAT**

Programa de Pastos Tropicales

José Toledo  
Agrónomo, Líder

Rosemary S. Bradley  
Microbiología

John Ferguson  
Producción de Semillas

Miles Fisher  
Ecofisiología

Carlos Lascano  
Calidad de Pasturas y Nutrición Animal

Jillian Lenné  
Fitopatología

John Miles  
Fitomejoramiento

Esteban Pizarro  
Ensayos Regionales

José Salinas  
Suelos y Nutrición de Plantas

Rainer Schultze-Kraft  
Germoplasma

James Spain  
Desarrollo de Pasturas

Julie Stanton  
Fitopatología

Raúl Vera  
Sistemas de Producción de Ganado

**Coordinador de la reunión y de las memorias**

Esteban Pizarro

# Índice

- Acaros (ver Plagas), 133, 134, 167  
Accesiones, 11, 30, 57, 95, 107, 114, 118  
    peso verde, 146, 155  
    promisorias, 82, 88, 112, 113  
Agroquímicos, 89, 90, 93, 156, 167, 170  
    aéreos, 174  
    almacenamiento, 65  
    aplicación, 144, 145, 156, 170, 171, 172, 175  
        cubrimiento, 172, 173, 175  
        formulaciones, 170, 174  
        presión, 170, 172  
        velocidad de aplicación, 170, 172  
        volumen aplicado, 170  
    barreras de control, 93, 95  
    concentrados, 144, 171, 172, 173  
    efecto residual, 170  
    equipos, 170, 172  
    mezclas, 171  
    precauciones, 172, 173, 174  
Análisis de tejidos, 9, 18, 25, 155  
    plantas, 18, 25, 42  
*Andropogon gayanus*, 95, 96, 97, 137, 138  
*Brachiaria*, 137, 138, 156, 157, 159  
    ataque de salivazo, 79, 84, 90, 92, 96, 97, 98, 103, 146  
*Calopogonium*, 137  
*Caloptilia* sp. (ver Plagas, barrenador del tallo)  
Capacitación científica, 5, 61, 63, 73, 114, 115, 116  
*Centrosema* spp., 10, 78, 103, 131, 138, 139, 141, 156, 161, 163  
    enfermedades y plagas, 79, 131, 133, 134, 137, 138  
    *C. brasilianum*, 96, 97  
Condiciones climáticas, 15, 18, 29, 30, 115  
Clorosis, 43, 45, 47, 106  
Cortes de evaluación, 24, 25, 87, 108, 110, 111, 118, 144, 146  
Cultivares, 11, 52, 56, 60, 72  
    liberación, 5, 11, 57, 73  
*Curculionidae*, 79  
*Desmodium* spp., 78, 85, 103, 125, 137, 145  
    daño por plagas, 78, 79, 87, 137, 138  
    evaluación de raíces, 126, 127  
    resistencia a nematodos, 84, 89, 125, 143, 145, 146  
Diseño experimental, 18, 22, 23, 110  
    factorial completo, 96, 110  
Ecosistemas, 5, 10, 15, 78, 87, 92, 93, 113, 137  
    América tropical, 117, 125  
    microclima, 95, 96  
    trópico húmedo, 78, 87

- Enfermedades, 10, 77, 78, 80, 84, 93, 95, 98, 101, 111, 143  
 antracnosis, 79, 80, 83, 84, 87, 88, 90, 92, 94, 102, 103, 117, 120, 144, 169  
 añublo (*Rhizoctonia*), 79, 82, 95, 96, 97, 137, 104, 137, 169  
 carbón (*Tilletia ayresii*), 79, 80, complejo fungoso del tallo, 133  
 costra (*Sphaceloma*), 79, 83, 87, 104, 117, 132  
 daño causado, 95, 98, 118, 126, 127, 133, 137  
 clorosis, 126, 132  
 defoliación, 95, 118, 126, 132, 134, 137  
 encrespamiento, 133, 134  
 control, 10, 82, 84, 89, 111  
 evaluación, 10, 82, 84, 95, 98, 101, 104  
 falsa roya, 79, 104  
 manchas, 118, 132, 133  
 angulares oscuras, 134, 137  
 cloróticas, 133  
 foliar (*Cercospora*), 79, 87, 132, 134, 169  
 marchitamiento, 126, 132  
 muerte descendente, 118, 126, 127, 132, 133  
 nematodo de los nudos aéreos, 79, 80, 127  
 nematodo de los nudos radicales (*Meloidogyne* spp.), 79, 80, 87, 89, 90, 125, 126, 145  
 pérdidas causadas, 82, 83, 90, 104  
 perforaciones en follaje, 137  
 pudrición, 126, 127  
 puntos necróticos, 134  
 resistencia, 10, 82, 88, 89  
 Ensayos, 57, 60, 71, 72  
 con cilindros de suelo, 40, 41  
 de apoyo, 10, 82, 98, 102  
 de campo, 9, 22, 107, 110, 121  
 de rizobiología, 30, 32, 35, 105, 107  
 en invernadero, 40, 47, 48  
 técnicas de evaluación, 18, 18, 20, 41  
 en macetas, 19, 40, 41  
 duración, 110, 117, 125, 143  
 formulario de registro, 84, 87, 90, 93, 119, 123, 134, 135, 137, 139, 145, 155, 156, 157, 159, 161, 163  
 modificaciones, 84, 86, 87, 89, 90, 93, 106, 108, 116  
 nacionales, 114, 115, 116  
 'paralelos', 44, 45, 46, 84, 106  
 regionales, 6, 7, 11, 17, 30, 44, 58, 84, 93, 113  
 subregionales, 115, 116  
 Ensayos regionales A (ERA), 17, 44, 61, 93, 112, 119, 125  
 Ensayos regionales B (ERB), 90, 143  
 inoculación de leguminosas, 43, 45, 47, 103, 106  
 evaluación de resistencia a plagas, 84, 89, 93, 145, 156  
 Ensayos regionales C (ERC), 6, 47, 95  
 Especies forrajeras, 52, 59, 61, 68, 72, 108, 131, 133  
 asociaciones, 17, 24, 96, 104, 109, 110, 111  
 deficiencias nutricionales, 18, 19, 25  
 establecimiento, 8, 17, 25, 39, 68, 84, 108, 109, 137  
 monocultivo, 17, 109, 110  
 producción de forraje, 29  
 productividad, 109  
 selección, 105, 107  
 Evaluación, 5, 19, 29, 35, 43, 56, 84, 102, 118  
 con marcos, 146, 155, 156  
 de larvas, 119, 120, 121  
 de ninfas, 146  
 en parcelas, 90, 95, 119, 121, 132, 133  
 escalas, 90, 118, 132, 133, 145  
 recuento de insectos, 146, 156  
 Fertilizantes, 8, 18, 26, 108, 110  
 aplicación, 22, 24, 40, 109  
 respuesta de la planta, 22, 36  
 Floración, 114, 116, 121  
 Forrajeras (ver Especies forrajeras)  
 Germoplasma, 17, 30, 35, 51, 56, 61, 72, 107  
 adaptación, 5, 93  
 accesiones postradas, 118, 144

- evaluación, 5, 15, 17, 31, 51, 52, 57, 72, 113, 114  
 introducción, 6, 33  
 Gramínea (ver Especies forrajeras), 6, 17, 21, 29, 98, 103, 110  
   fertilización, 24, 34  
 Hábito de crecimiento, 118, 144, 146  
 INIPA (Instituto Nacional de Investigaciones y Promoción Agraria), 87, 89, 90  
 Inoculación (ver Rizobios), 30, 33, 37, 39, 44, 46, 47, 105, 107  
   precauciones, 40, 172, 173  
   tratamientos, 31, 37, 39, 46, 48, 107  
 Inoculantes, 29, 34, 36, 37, 41, 42, 45, 47, 107  
   preparación, 42, 108  
 Inóculo, 95, 108, 117, 126, 167  
 Insectos (ver Plagas), 137, 138  
 Instituciones nacionales, 5, 51, 58, 60, 62, 63, 84  
   programas de semillas, 52, 57, 61, 63  
 Insumos, 17, 57, 65, 82  
 Jarras de Leonard, 38  
 Leguminosa forrajera (ver Especies forrajeras), 6, 10, 17, 22, 40, 57, 98, 107, 121, 138  
   inoculación con rizobios, 24, 29, 31, 33, 35, 39, 44, 47, 111  
   selección, 9, 29, 33, 35, 41, 42, 43, 45, 105  
   tropical, 29, 32, 34, 36, 38, 44, 47  
 Localidades de prueba, 11, 18, 21, 34, 60, 64, 73, 115  
   Carimagua, 96, 118  
   Macagual, 91  
   Moyobamba, 88  
   Pucallpa, 88  
   Tarapoto, 88, 89, 90  
   Yurimaguas, 90  
 Macollas, 103, 155  
*Macoptilium*, 78, 137  
 Malezas, 71, 111  
 Materia seca, 82, 89  
   producción, 17, 19, 25, 82  
 Metodologías de evaluación, 6, 17, 30, 45, 84, 90, 95, 101, 104, 109, 117, 119, 133, 143, 146, 156  
 Mión (ver Plagas, salivazo)  
 Nematodos (ver Enfermedades)  
 Ninfas (ver Plagas, salivazo)  
 Nitrógeno, 24, 30, 31  
   deficiencia, 40, 43  
   disponibilidad, 40  
   fertilización, 33, 35, 36, 39, 43, 47, 106  
   fijación, 9, 10, 29, 30, 31, 33, 34, 40, 43  
   niveles, 33, 38, 40, 41  
   rendimiento, 33, 47, 48  
   respuesta de la planta, 39, 43, 47  
 Nodulación, 30, 32, 36, 39, 41, 44, 106, 108  
   evaluaciones, 30, 33, 35  
 Nutrimentos, 17, 19, 22, 23, 25, 40, 111  
   diagnóstico, 18, 19  
   niveles codificados, 23, 24  
*Panicum maximum*, 79, 137, 138  
 Parcelas, 39, 72, 93, 127, 137, 143, 144  
   manejo, 103, 111, 113  
   tamaño, 24, 93, 96, 104, 110, 118, 120, 125, 143, 155  
 Pastoreo, 6, 9, 11, 51, 95, 105, 126  
   carga animal, 96, 97  
   pruebas, 6, 11, 95, 96, 106  
   sistemas, 96, 97, 98  
 Pasturas, 15, 17, 18, 52, 57  
   animales en pastoreo, 103, 104  
   daño causado, 95, 96, 126  
   composición botánica, 9, 110  
   deficiencias nutricionales, 18  
   establecimiento, 6, 9, 17, 26, 110, 144  
   evaluación, 9, 15, 17, 52, 61  
   fertilización, 17, 107, 111  
   persistencia, 6, 17, 122  
 Plagas, 10, 77, 82, 87, 93, 98, 119, 137, 143, 167  
   acaricidas, 175  
   barrenador del tallo, 79, 81, 84, 102, 168  
   *Cerotoma*, 137  
   *Chrisomelidae*, 79

- chupadores de follaje, 81, 87, 134, 138, 167, 168  
 cicadélidos, 79, 138, 168  
*Colaspis*, 137  
 comedores de follaje, 81, 87, 137  
 complejo pulguilla-homópteros, 138  
 complejo trips-ácaros, 133  
 crisomélidos, 168  
 daño causado, 119, 120, 122, 134, 138, 139  
 evaluación, 119, 120, 121  
 intensidad de infestación, 120, 121, 122, 146, 173  
 perforador de botones (*Stegasta bosquella*), 79, 84, 87, 102, 121, 133  
 perforador de semillas, 168 salivazo, (*Zulia Aeneolamia, Deois*) 79, 81, 82, 84, 90, 91, 96, 97, 98, 103, 133, 146, 155, 156  
 trips, 133, 134  
 Potreros, 103, 104, 156  
 Prácticas de manejo, 8, 25, 84, 87, 90, 97, 98, 118, 146, 155  
 Problemas fitosanitarios, 78, 87, 89, 102  
 Producción animal, 6, 9, 82  
 Producción de forraje, 122, 146, 155  
   sistemas de producción en América tropical, 17  
 Programa de Pastos Tropicales del CIAT, 5, 17, 61, 63, 64, 106, 108, 116  
 Protección vegetal, 77, 84, 93, 96  
*Pueraria*, 78, 133, 137  
 Rendimiento de pasturas, 17, 30, 34, 38, 41, 82, 93, 108  
*Rhizoctonia* (ver Enfermedades)  
 RIEPT, 15, 17  
   ensayos regionales, 6, 7, 19, 58, 63, 101, 105  
   estrategias para ensayos, 43, 45, 46, 112, 113  
   investigación de apoyo, 8, 17, 82, 85  
   metodologías de evaluación, 6, 30, 117  
   producción de semillas, 51, 56, 57, 59, 64, 112, 115  
 Rizobiología, 105, 107  
 Rizobios, 9, 34, 37, 39, 41, 43, 106, 111  
   cepas comerciales, 105, 108  
   cepas efectivas, 30, 36, 38, 41, 43, 44, 47  
     evaluación, 29  
   cepas nativas, 10, 36, 105, 106, 107  
     selección, 36, 37, 47  
   comportamiento, 88  
   inoculación, 34, 39, 45, 47, 48, 105, 106  
   nivel de competencia, 35, 36, 38, 95  
 Semilla, 30, 58, 67, 70, 72, 73, 113, 118, 143  
   acondicionamiento, 65, 62, 66, 68  
   actividades de investigación, 53, 57, 60, 61, 63, 71, 112  
   adopción, 11, 52, 57  
   análisis de calidad, 61, 73  
   características, 53  
   calidad, 53, 59, 73  
   clases, 52, 53, 54, 55, 56  
     básica, 52, 54, 57, 68, 116  
     comercial, 53, 55, 57, 71  
     experimental, 52, 54, 59, 61, 63  
     prebásica, 54, 56, 65  
   daños por plagas, 121, 122  
   demanda, 53, 57, 59 disponibilidad, 56, 57, 58  
   distribución, 61  
   multiplicación 11, 51, 57, 59, 63, 65, 66, 67, 68, 71, 112, 114, 115  
   campos, 68, 69, 73 producción, 30, 52, 61, 65, 71, 112, 114, 115, 116  
   disponibilidad de recursos, 57, 58, 61, 65, 66, 68, 73, 112  
   productores, 53, 56, 62  
   propagación, 65, 68  
   programas de certificación, 52, 53, 55, 59, 73  
   proyectos de desarrollo, 52, 60  
   secado, 66  
   suministro, 53, 56, 58, 63  
   tecnología de producción, 52, 59, 60, 62, 64, 71, 73  
 Siembra de ensayos, 26, 108, 118  
 Simbiosis leguminosa-rizobio, 9, 29, 31, 33, 36, 39, 42

- Stegasta bosquella* (ver Plagas, perforador de botones)
- Stylosanthes* spp. 78, 79, 84, 156.  
adaptación, 92, 94, 119, 123, 145  
daños por plagas, 118, 133, 137, 138  
enfermedades, 78, 117, 119, 121, 143
- S. capitata*, 118, 144  
hábito de crecimiento, 118, 144  
reacción a la antracnosis, 79, 93, 94, 103, 117, 143
- S. guianensis*, 88, 95
- Subparcelas, 39, 118, 125, 127
- Suelos, 8, 15, 22, 25, 29, 31, 35, 38, 47, 64, 108, 110  
características químicas, 18, 21  
fertilidad, 15, 39  
fertilización, 110, 111
- Inceptisoles, 21  
mapas, 18  
nivel de N, 30, 40  
Oxisoles, 15, 16, 17, 21  
Ultisoles, 15, 17, 21  
Variabilidad, 107
- Transferencia de tecnología, 8, 10, 15, 30, 34, 51, 114
- Tilletia ayresii* (ver Enfermedades, carbón)
- Tratamientos, 20, 24, 31, 33, 35, 44, 48, 93, 96, 107  
fertilizados con N, 31, 37, 47  
inoculados, 31, 37, 39
- Variabilidad genética, 79, 82, 90, 92
- Zornia*, 78, 79, 84, 103, 104, 131, 134  
enfermedades y plagas, 131, 134  
evaluación de adaptación, 135

**Publicación del CIAT  
Programa de Pastos Tropicales  
y Programa de Capacitación y Comunicaciones  
Unidad de Publicación**

---

Edición:	Francisco Motta
Producción:	Artes Gráficas del CIAT
Impresión:	Editorial XYZ, Cali

---