

25482

**NECESIDAD DE INVESTIGACIONES DE APOYO  
EN LA EVALUACION SISTEMATICA DE PASTURAS  
DENTRO DE LA RIEPT**

III REUNION DEL COMITE ASESOR  
CALI, OCTUBRE 15-18, 1985

RED INTERNACIONAL DE EVALUACION  
DE PASTOS TROPICALES

**C I A T**  
CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL

## C O N T E N I D O

Investigación de apoyo en la evaluación sistemática de pasturas dentro de la RIEPT. E.A.Pizarro.....	I: 1-14
Ajuste de fertilización en pasturas tropicales. J.G. Salinas y W.J. Goedert.....	F: 1-21
Estrategias para la integración de la rizobiología en programas de selección de leguminosas forrajeras. R.S. Bradley y F. Munévar.....	R: 1-28
Metodologías para la evaluación de plagas y enfermedades en forrajeras tropicales. J. Lenné, M. Calderón y C. Valles.....	P-E: 1-32
Integración de la investigación y la multiplicación de semillas dentro de la RIEPT. J.E. Ferguson y C. Reyes.....	S: 2-43

INVESTIGACIONES DE APOYO EN LA EVALUACION SISTEMATICA  
DE PASTURAS DENTRO DE LA RIEPT

Esteban A. Pizarro

INTRODUCCION

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

- estudiar el rango de adaptación de 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.
- promover el desarrollo tecnológico de la producción de pasturas mediante el intercambio de técnicas de investigación, información y capacitación científica.

La metodología acordada establece una secuencia de evaluación desde la introducción de nuevo germoplasma a una localidad, hasta la evaluación de las pasturas seleccionadas bajo pastoreo. Dentro de la misma, los Ensayos Regionales A (ERA) permiten evaluar la supervivencia de un elevado número de entradas (80-150) en pocos lugares representativos de los ecosistemas mayores caracterizados por Cochrane (1982). Los Ensayos Regionales B (ERB), incluyen materiales seleccionados en los ERA, para los cuales se estima la productividad estacional (en períodos de máxima y mínima precipitación), obteniéndose así información que integra adaptabilidad y potencial de productividad en condiciones de subecosistemas dentro del ecosistema mayor. Estos ensayos agronómicos son realizados con metodologías uniformes, que permiten el análisis combinado dentro y entre ecosistemas, lo que provee bases para extrapolación.

Las gramíneas y leguminosas seleccionadas para cada subecosistema son luego evaluadas bajo pastoreo mediante los Ensayos Regionales C y D (ERC y ERD). Los ERC, con un número reducido de selecciones (5-10), asocia pasturas sometiéndolas al pisoteo de los animales bajo diferentes manejos, para evaluar el efecto de éste sobre la estabilidad y persistencia de los componentes. Con las pasturas seleccionadas en las etapas anteriores (ERA, ERB y ERC), se estima en los Ensayos Regionales D (ERD), la producción de las mismas en términos de producto animal (ej.: carne, leche, terneros) en comparación con un testigo local adecuado y en condiciones 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 que faciliten la marcha integral de la Red. Resultados de estas reuniones son los manuales sobre "Colección, preservación y caracterización de los recursos forrajeros tropicales" (G.O.Mott [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" (C. Lascano y E.A. Pizarro [eds.], 1985).

El constante desarrollo de la RIEPT entre 1978 y 1985 se muestra en el Cuadro 1. La distribución de los diferentes ensayos regionales dentro de la RIEPT se observan en el Cuadro 2. Como se aprecia, el 87% de las pruebas son a nivel agronómico (ERA, ERB y ER de apoyo) y el 13% son evaluaciones bajo pastoreo (ERC y ERD). A la fecha, nuevos ensayos de pastoreo y de apoyo vienen siendo propuestos y montados.

El rápido progreso de la RIEPT, experimentado en los últimos años, ha generado, como era de esperar, la necesidad de responder a nuevas incógnitas y dar así respuesta a problemas que surgen en la evaluación progresiva y sistemática del germoplasma, las cuales son de naturaleza complementaria a dicha evaluación. En consecuencia, metodologías apropiadas serán necesarias para la resolución de tales incógnitas. Es a ese conjunto de metodologías que se ha denominado "investigación de apoyo", la cual puede ser visualizada como investigación paralela y complementaria del flujo principal de evaluación, a la cual debe alimentar y con la que debe interactuar. Durante esta reunión, al igual que en los talleres anteriores en que se

Cuadro 1. Ensayos regionales activos\* en la RIEPT entre 1978 y 1985  
(ERA-ERB-ERC-ERD-ER APOYO).

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
MEXICO	-	-	-	1	1	7	12	19
NICARAGUA	-	-	2	3	3	3	1	3
PANAMA	-	-	3	3	3	10	7	10
PARAGUAY	-	-	-	-	1	3	3	3
PERU	3	3	5	7	11	13	13	19
REPUBLICA 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

\* Activos = Ensayos Regionales reportando información, o con un máximo de dos años de establecidos.

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

Tipo de ensayo regional	No. de ensayos activos	%
ERA	24	16
ERB	83	55
ERC	12	8
ERD	7	5
ER Apoyo	24	16
TOTAL	150	100

definieron metodologías uniformes y/o alternas para los ERA, ERB, ERC y ERD, se presentarán opciones metodológicas para la investigación de apoyo, con el objetivo de facilitar este tipo de investigación de ajuste de la tecnología a nivel local.

Esperamos que en esta reunión, podamos discutir los aspectos más importantes sobre el ajuste de fertilización en pasturas tropicales, las técnicas para evaluar la fijación de N<sub>2</sub> en leguminosas forrajeras; las metodologías a utilizar en la evaluación de plagas y enfermedades y la multiplicación e investigación en producción de semillas de plantas forrajeras.

Lógicamente, existen otros factores a considerar, pero los enumerados han sido los detectados por los miembros de la RIEPT, como las más relevantes.

A continuación presentamos una justificación muy breve de por qué consideramos que los temas propuestos merecen especial atención en este momento.

Es necesario señalar nuevamente, tal como se presentó en la introducción de los talleres "Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas-ERC" y "Evaluación de pasturas con animales-ERD", que desde muy temprano, debemos visualizar el sistema de producción y condiciones para las cuales el germoplasma es seleccionado.



## AJUSTE DE FERTILIZACION EN PASTURAS

Para un establecimiento exitoso, es de primordial importancia conocer el efecto de macro y micronutrientes antes de desarrollar métodos de establecimiento y manejo de pasturas.

Reconociendo que si localmente las variaciones físicas y químicas del suelo podrían afectar el comportamiento de los materiales seleccionados, dentro de suelos oxisoles y ultisoles, surge la necesidad de evaluar y ajustar en siembras puras y asociadas la fertilización para establecimiento.

En la presente propuesta se menciona la necesidad de realizar pruebas de campo, teniendo en cuenta lo sostenido por varios autores (Rayment y Helyar, 1980) que los estudios de síntomas visuales y los análisis de tejidos vegetales y suelos aislados en macetas, tienen poca relación con las pruebas de requerimientos de nutrientes para establecimiento y mantenimiento de gramíneas y leguminosas a nivel de campo.

### ESTUDIOS RIZOBIOLOGICOS EN EL PROCESO DE SELECCION DE LEGUMINOSAS FORRAJERAS

El déficit de nitrógeno es el elemento más limitante, tanto para las gramíneas asociadas como para la producción animal. En consecuencia, gran parte de la investigación conducida por la RIEPT está dirigida a identificar leguminosas persistentes, productivas y que aporten N al sistema.

En la misma forma que para los requerimientos de nutrientes para establecimiento, debemos reconocer que, aún con especies adaptadas y rizo-

bio seleccionado, existe la posibilidad de que la simbiosis y efectividad de la fijación de N<sub>2</sub> sea afectada por cambios menores en el suelo y clima de cada localidad de selección de germoplasma.

La capacidad efectiva de fijación de N<sub>2</sub>, ya sea por leguminosa en simbiosis con cepas nativas o cepas de rizobio seleccionadas, es necesario evaluarla a nivel local para optimizar la fijación de N<sub>2</sub> de las futuras pasturas.

Las técnicas recomendadas para la evaluación de la fijación de N<sub>2</sub> citadas en la literatura, 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 ellas muestran que, a pesar de su sofisticación en costo y funcionalidad, no son completamente satisfactorias para estimar la fijación simbiótica de nitrógeno, la liberación del N fijado en el suelo y su subsecuente transferencia a las especies no fijadoras de nitrógeno. Así se cuente con recursos financieros satisfactorios, sería tremendamente costoso construir el equipo necesario para replicarlo en cantidad suficiente, con el fin de utilizarlo en ensayos de pastoreo donde es esperada una considerable variación en composición botánica. Al mismo tiempo, es necesario resal-

tar que la mayoría de estas técnicas se han desarrollado fuera de los programas de evaluación sistemática de pasturas, requisito éste fundamental.

Creemos que la estimación del potencial de fijar nitrógeno en leguminosas forrajeras tropicales, puede llevarse a cabo sin métodos sofisticados, puesto que el seleccionar leguminosas que fijan nitrógeno con cepas nativas está al alcance de la mayoría de las instituciones nacionales, ya que la utilidad o no de una leguminosa, depende en gran parte de su capacidad de fijar nitrógeno.

#### EVALUACIONES DE ENFERMEDADES Y PLAGAS DE PLANTAS FORRAJERAS EN LA RIEPT

En primera instancia, debemos reconocer que América tropical, por ser el centro de origen de varias leguminosas forrajeras (Centrosema, Macroptilium, Stylosanthes, Leucaena, etc.), es también el centro de origen de 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 plagas y enfermedades son más comunes en sistemas más intensivos de producción que en ecosistemas naturales. Podemos entonces inferir que el incremento de plagas y enfermedades con la intensificación de los sistemas de producción en base a una nueva tecnología de menor costo de operación y más productiva, traerá consigo crecientes problemas de plagas y enfermedades. Con la finalidad de conocer las relaciones ecosistema/hospedero/hospedante, deben realizarse estudios multilocacionales sobre resistencia a plagas y enfermedades en pasturas tropicales.

El control de plagas y enfermedades puede realizarse químicamente, biológicamente, por medio de prácticas culturales y genéticamente.

El uso de algunas de estas alternativas estarán ligadas, en forma general, al sistema de producción en el cual se utilizarán estos materiales. La necesidad de una tecnología de bajos insumos enfatiza el control basado en la tolerancia y/o resistencia a enfermedades y/o plagas específicas, pues se reducen costos, es compatible con otros métodos de control y sumado a ello, posee la ventaja de no contaminar el medio ambiente.

Los ensayos de apoyo en plagas y enfermedades tienen ya una trayectoria dentro de la RIEPT y consideramos que, sumado a la propuesta que presentan Lenné, Calderón y Valles, que básicamente es la utilizada por la RIEPT en las pruebas agronómicas (ERA y ERB), deberíamos enfatizar la necesidad de capacitación en la identificación de plagas y enfermedades a nivel regional.

La discusión de estas propuestas permitirá facilitar el estudio de los problemas a nivel local de factores bióticos que afectan la productividad y supervivencia de las pasturas.

Surge la duda de, si la evaluación de plagas y enfermedades por localidades es suficiente sin considerar el medio ambiente, pues debemos recordar que trabajos como los realizados por Allee (1926a-1926b) y Janzen y Schoener (1968), llaman la atención para estudios integrados, donde la densidad, tamaño de la biomasa, diversidad de la biomasa y épocas del año, juegan un papel muy importante para poder estimar o predecir el balance natural. La cuantificación de estos factores será de gran importancia.

## INVESTIGACION EN PRODUCCION DE SEMILLAS

Como se observa en los Cuadros 1 y 2, la RIEPT ha crecido, no solamente en el rango de localidades, sino también en el número de accesiones bajo evaluación. Sumado a este crecimiento, desde la realización de los talleres sobre evaluación de pasturas con animales en 1983 y 1984, el número de pruebas regionales tipo C y D ha aumentado y hubiera crecido, sin duda alguna, a ritmo más acelerado si las instituciones nacionales tuvieran cantidad suficiente de semilla de las accesiones ya probadas en las pruebas tipo A y B (ERA y ERB).

Nadie discute que la llave para el éxito en la adopción de un nuevo cultivar radica fundamentalmente en la disponibilidad de semilla de alta calidad y a bajo costo. Sin embargo, el divorcio entre lo esperado y las acciones tomadas para lograr dicho objetivo son evidentes.

La caracterización sistemática del potencial de producción de semilla en pruebas agronómicas (ERA y ERB), ya está siendo considerado por varios colaboradores, pero que aún no ha llegado a tomar cuerpo. El paso dado a pruebas de pastoreo y a la investigación de apoyo, sin duda alguna acelerará el proceso. El trabajo a presentar por Ferguson y Reyes, describe detalladamente las etapas en la organización para la investigación en la producción de semillas forrajeras y enumera y enfatiza los requerimientos básicos para multiplicación de semillas en una gramínea y una leguminosa.

En esta ocasión, nuevamente solicitamos al Comité Asesor de la RIEPT (constituído en septiembre de 1982) y a los especialistas invitados,

discutir alternativas metodológicas para la investigación de apoyo y complementaria a la evaluación sistemática de pasturas que se ejecuta dentro de la RIEPT.

#### REFERENCIAS

- Allee, W.C. 1926a. Measurement of environmental factors in the tropical rain-forest of Panamá. *Ecology*, 7:273-303.
- Allee, W.C. 1926b. Distribution of animals in a tropical rain-forest with relation to environmental factors. *Ecology*, 7:445-468.
- Birch, H.F. and 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. and Nakashima, T. 1967. Reversion of fertilizer in soils. *Proceedings of the Soil Science Society of America*, 31, 648-652.
- Campbell, N.E.R., Dular, R., Lees, H. and Standing, K.G. 1967. The production of  $^{13}\text{N}_2$  by 50-MeV protons for use in biological nitrogen fixation. *Canadian Journal of Microbiology*, 13, 587-599.
- Carr, A.J.H. 1978. Causes of sward change-Diseases. In: Changes in sward composition and productivity. Charles, A.H. and Haggart (ed.). Occasional Symposium Nº 10. British Grassland Society. 161-166.
- Clements, R.O. and Henderson, I.F. 1978. Insects as a cause of botanical change in swards. In: Changes in sward composition and productivity. Charles, A.H. and Haggart (ed.). Occasional Symposium Nº 10. British Grassland Society. 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. and Lowe, A.G. 1977. Nitrogen fixation by white clover in hill pasture. *Journal of the British Grassland Society*, 32, 57-63.
- Janzen, D.H. and 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.(ed.) 1985. Evaluación de Pasturas con Animales-ERD (En prensa).
- McAuliffe, C., Chamblee, D.S., Uribe-Arango, H. and Woodhouse, Jr.W.W. 1958. Influence of inorganic nitrogen on nitrogen fixation by legumes as revealed by  $N^{15}$ . *Agronomy Journal*, 50, 334-337.
- Mitchell, R.L. 1970. Crop growth and culture. The Iowa State University Press-Ames, 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. and 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 Journal of Agricultural Research*, 12, 691-696.

- Paladines, O. y Lascano, C.(ed.) 1983. Germoplasma Forrajero bajo Pastoreo en pequeñas parcelas. Metodologías de Evaluación. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. 185 p.
- Phyllips, D.A. and Bennett, J.P. 1978. Measuring symbiotic nitrogen fixation in rangeland plots of Trifolium subterraneum L. and Bromus mollis L. Agronomy Journal, 70, 671-675.
- Rayment, G.E. and Helyar, K.R. 1980. Estimation of maintenance fertilizer need. Tropical Grasslands 14:210-217.
- Stewart, W.D.P., Fitzgerald, G.P. and Burris, R.H. 1967. Acetylene reduction by nitrogen fixing blue green algae. Proceedings of the National Academy of Science (Washington), 58, 2071-2078.
- Toledo, J.M. 1982. Manual para la Evaluación Agronómica. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. CIAT, Cali, Colombia 168 p.
- Vallis, I., Henzell, E.F. and Evans, T.R. 1977. Uptake of soil nitrogen by legumes in mixed swards. Australian Journal of Agricultural Research, 28, 413-425.
- Williams, W.A., Jones, M.B. and Delwikche, C.C. 1977. Clove N-fixation measurements by total-N difference and <sup>15</sup>N A-values in lysimeters. Agronomy Journal, 69, 1023-1024.



25484

INVESTIGACION DE APOYO EN LA EVALUACION SISTEMATICA  
DE PASTURAS TROPICALES DENTRO DE LA RIEPT

ENSAYOS DE AJUSTE DE FERTILIZACION EN PASTURAS TROPICALES

José G. Salinas  
CIAT-PPT

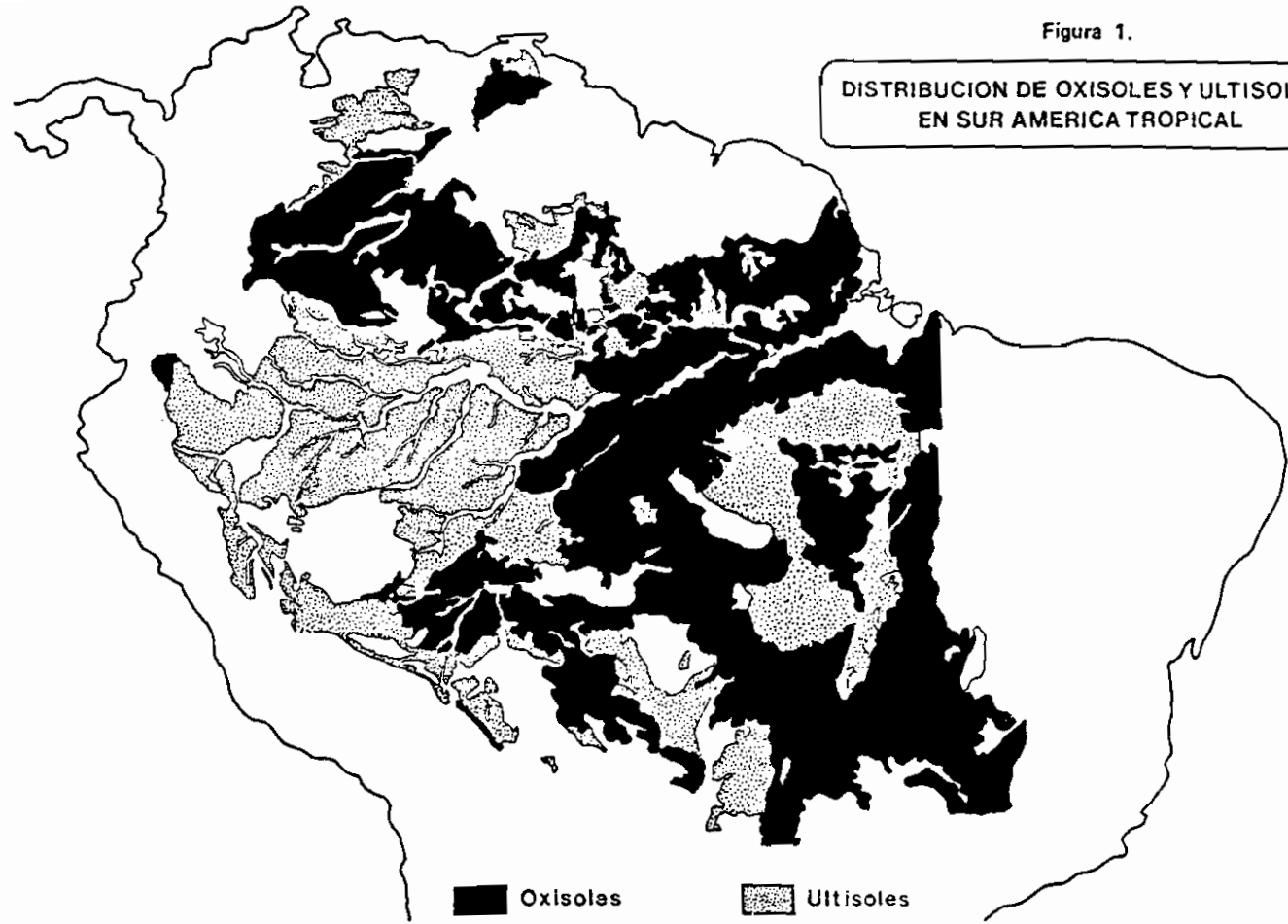
Wenceslao Goedert  
EMBRAPA-CPAC

1. INTRODUCCION

Los logros alcanzados durante los últimos años por la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), son producto del esfuerzo conjunto de instituciones nacionales y el Programa de Pastos Tropicales del CIAT, hacia el objetivo común de desarrollar una tecnología de pasturas mediante un enfoque prioritario en el desarrollo y evaluación de germoplasma y pasturas, para ecosistemas del trópico latinoamericano con suelos ácidos y de baja fertilidad natural. Estas áreas de trópico y subtrópico cubren alrededor de 850 millones de hectáreas predominando los tipos de vegetación de sabanas y bosques. Dos tercios de esta área presentan suelos clasificados como Oxisoles y Ultisoles (Figura 1), donde por razones de limitaciones edafológicas y ecobiológicas (suelo, clima, incidencia de plagas y enfermedades), lo mismo que por carencia de infraestructura (vías de comunicación, suministros adecuados de insumo, mercado, créditos, etc.) la producción agrícola y pecuaria es extensiva y de baja productividad (CIAT, 1982). Sin embargo, estas áreas presentan

Figura 1.

DISTRIBUCION DE OXISOLES Y ULTISOLES  
EN SUR AMERICA TROPICAL



un alto potencial para ser transformadas en regiones de alta producción de ganado de carne y leche, lo mismo que dependiendo de la distancia a mercados e infraestructura existente, en áreas de producción de cultivos como arroz, sorgo, maní, etc.

Aunque el área tropical en referencia tiene en común denominador suelos ácidos y de baja fertilidad (en su mayoría Oxisoles y Ultisoles), esta área presenta una diversidad en cuanto a ecosistemas, entre los cuales han sido identificados seis ecosistemas principales (CIAT, 1984).

El amplio rango de condiciones de suelo, clima y factores bióticos incluídos en América tropical, lo mismo que la heterogeneidad de los sistemas de producción, dependiendo de infraestructura y distancia a los mercados, hacen que se requiera el desarrollo de múltiples y nuevas opciones de gramíneas y leguminosas forrajeras adaptadas y con un manejo enfocado al uso eficiente de los recursos naturales (fertilidad natural del suelo, lluvia, etc.) y mínimos insumos.

Con este propósito, el Programa de Pastos Tropicales y la RIEPT, han concretado los esfuerzos en la selección de nuevo germoplasma tanto en centros de selección mayor en sitios principales representativos de cada ecosistema así como la evaluación multilocacional de germoplasma y pasturas a través de los ecosistemas y subecosistemas de América tropical.

Al momento, una serie de Ensayos Regionales de tipo A y B (ERA y ERB) se encuentran en ejecución desde inicios de 1979. Los resultados obtenidos muestran que dentro de los ecosistemas considerados se destacan materiales por su mejor comportamiento en sanidad y producción.

Dentro de las características predominantes de bajo pH, alta saturación de Al, bajo P y CEC de los Oxisoles y Ultisoles, existen diferencias químicas y físicas que pueden influir en el rendimiento y comportamiento aún de plantas adaptadas. Con esto en mente, y reconociendo que las pruebas de adaptación (ER-A y B) se hacen sólo sobre algunos suelos representativos, será necesario evaluar la fertilización bajo diferentes suelos identificando los requerimientos para un exitoso establecimiento. Por tanto, se requiere de un ajuste en la fertilización con aquellos nutrimentos identificados como los más limitantes en cada región para el buen establecimiento y persistencia de las pasturas.

## 2. OBJETIVOS

La presente propuesta tiene como objetivo general, presentar a la RLEPT una metodología de investigaciones de apoyo para ajustar la fertilización para el establecimiento de pasturas, sean éstas en monocultivo o asociadas.

Los objetivos específicos son:

1. Determinar las dosis de fertilización por nutrimento, que optimicen el buen establecimiento o re-establecimiento de gramíneas y leguminosas promisorias.
2. Estimar el potencial de productividad de leguminosas y gramíneas promisorias puras y asociadas con diferentes niveles de fertilización.
3. ENSAYOS PROPUESTOS PARA EL DIAGNOSTICO DE ELEMENTOS CRITICOS EN EL ESTABLECIMIENTO DE PASTURAS

El objetivo del diagnóstico es identificar los nutrimentos que son limitantes para el establecimiento de plantas forrajeras en suelos representativos del área de influencia de un punto de la RIEPT. La importancia de conocer las principales deficiencias nutricionales es un pre-requisito para una buena formación de pasturas, especialmente las asociadas. Este diagnóstico consiste en tres etapas.

### 3.1 Etapa 1: Levantamiento y Complementación de la Información

#### Existente

A nivel regional (área de influencia de una localidad) se realizará un levantamiento de la información existente, como:

- a. Resultados obtenidos en ensayos de fertilización con germoplasma forrajero.
- b. Caracterización física y química del perfil del suelo.
- c. Análisis de tejido de plantas forrajeras existentes en la región.

- d. Mapas, descripción y clasificación de suelos.
- e. Condiciones climáticas de la región.

De estas fuentes de información se debe extractar con claridad:

1. Gramíneas y leguminosas promisorias para los ERC y/o ERD.
2. Suelos más representativos y sus limitaciones físicas y químicas más comunes.
3. Deficiencias nutricionales más comunes para las plantas forrajeras de la región.

### 3.2 Etapa 2: Ensayos en Invernadero

En este tipo de ensayos se considera las técnicas del elemento faltante (Middleton y Toxopeus, 1959) y/o la técnica del elemento aditivo (CIAT, 1984), para evaluar diferentes suelos representativos por sus deficiencias nutricionales para las especies adaptadas y seleccionadas como promisorias en los ERB y ser utilizadas en los ERC y/o ERD. Esto puede hacerse a nivel de región, ej. suelos existentes en la Red Nacional de los Cerrados-Brasil, suelos de los Llanos de Colombia, etc. Normalmente se espera que estos ensayos sean ejecutados por puntos de la red donde existan instituciones bien equipadas con facilidades de invernadero, laboratorios, etc.

Las técnicas de diagnóstico nutricional recomendadas fueron seleccionadas de ensayos previos utilizando especies adaptadas a suelos ácidos y de baja fertilidad natural, donde sin la aplicación de P no se obtiene desarrollo de la planta y por consiguiente no se detectan

tiene desarrollo de la planta y por consiguiente no se detectan requerimientos de otros nutrimentos. Así mismo, al usar especies adaptadas a suelos ácidos no se recomienda la aplicación de cal, pero sí una dosis básica de Ca como nutrimento y mejorador del suelo.

El Cuadro 1 muestra los nutrimentos y dosis recomendadas para la técnica del elemento aditivo. Estas dosis son el resultado de varios años de investigación evaluando en condiciones de campo e invernadero germoplasma forrajero (CIAT 1980-1984). Para la técnica del elemento faltante se consideran los tratamientos: Control Negativo, Positivo y el Positivo menos un nutrimento en forma secuencial (Ejemplo: Control Positivo - N; Control Positivo - P, etc.).

Los ensayos se realizarán en macetas de 3 kg de capacidad, siendo los parámetros a ser evaluados los siguientes:

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

La duración de estos ensayos deberá ser de 2 a 4 meses, dependiendo del material de siembra (semilla o material vegetativo).

Estos ensayos permiten definir los nutrimentos más limitantes en los diferentes suelos estudiados.

### 3.3 Etapa 3: Ensayos de Campo

En base a la información obtenida en las Etapas 1 y 2 se decidirá cuál

Cuadro 1. Nutrimiento y dosis utilizados en invernadero con la técnica del elemento aditivo.

Tratamiento	N*	P	Ca	K	Mg	S	Zn	Cu	B
Control Negativo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Control Positivo	15	20	100	30	20	20	3	2	1
NPCa + KMgS	15	20	100	30	20	20			
NPCa + KMg	15	20	100	30	20				
NPCa + KS	15	20	100	30		20			
NPCa + K	15	20	100	30					
NPCa + Mg	15	20	100		20				
NPCa + S	15	20	100			20			
NPCa	15	20	100						
NPCaKMgS + ZnCu	15	20	100	30	20	20	3	2	
NPCaKMgS + ZnB	15	20	100	30	20	20	3		1
NPCaKMgS + CuB	15	20	100	30	20	20		2	1
NPCaKMgS + Zn	15	20	100	30	20	20	3		
NPCaKMgS + Cu	15	20	100	30	20	20		2	
NPCaKMgS + B	15	20	100	30	20	20			1

\* Dosis aplicada cada 30 días a gramíneas y leguminosas. Al evaluar leguminosas inoculadas con cepas de Rhizobium recomendadas debe eliminarse la aplicación de N.

nutrimiento o nutrimentos serán estudiados en condiciones de campo. Estos ensayos pueden ser excesivamente grandes y complejos en su análisis e interpretación. Por tal motivo, es esencial identificar 2 ó 3 elementos más limitantes para la definición de tratamientos y utilizar un diseño experimental sencillo con pocos tratamientos.



### 3.3.1 Ensayos de Ajuste de Fertilización para el Establecimiento de Pasturas Puras y Asociadas

#### A. Germoplasma

Este tipo de evaluación utiliza los materiales con potencial identificados para los Ensayos Regionales tipo C. Además, deben incluir testigos locales con fines comparativos.

La identificación de gramíneas y leguminosas, así como también las asociaciones, es responsabilidad de los agrónomos de cada localidad utilizando la información de sus propios ensayos y la del Banco de Datos de la RIEPT.

#### B. Suelos y Fertilización

Los sitios serán seleccionados por las características y representatividad de sus suelos. Los suelos en estos sitios deben ser de preferencia ácidos y de baja fertilidad natural (Oxisoles, Ultisoles e Inceptisoles). El Cuadro 2 muestra parámetros y rangos de características químicas de suelos que sirvan de guía para seleccionar áreas representativas para estos ensayos en cada localidad.

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 resultados previos en invernadero o información ya existente en la región, deberán priorizarse los nutrimentos claves a ser estudiados en cada sitio.

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

Parámetros del suelo	Nivel de acidez (A) y fertilidad (F)			
	(A) Muy ácido (F) Bajo	Acido Medio	Lig. ácido Alto	Neutro Muy alto
pH (H <sub>2</sub> O: Suelo = 1:1)	< 4,5	4,5-5,5	5,5-6,5	> 6,5
P (ppm) <sup>1</sup>	< 2	2-5	5-10	>10
K (meq/100 g) <sup>1</sup>	< 0,05	0,05-0,10	0,10-0,15	> 0,15
Mg (meq/100 g) <sup>2</sup>	< 0,08	0,08-0,12	0,12-0,20	> 0,20
Saturación Al (%) <sup>2</sup>	>80	60-80	30-60	<30
Saturación Ca (%) <sup>2</sup>	<20	20-40	40-60	>60
Saturación Mg (%) <sup>2</sup>	< 5	5-15	15-30	>30
S (ppm)	<10	10-15	15-20	>20
Zn (ppm) <sup>3</sup>	< 0,5	0,5-1,0	1,0-1,5	> 1,5
Cu (ppm) <sup>3</sup>	< 0,5	0,5-1,0	1-3	> 3
B (ppm) <sup>3</sup>	< 0,3	0,3-0,5	0,5-1	> 1
Mn (ppm) <sup>3</sup>	< 1	1-5	5-10	10
Mn (ppm) <sup>4</sup>	>80	50-80	20-50	<20

1/ Extractante solución Bray-II (Ref. Salinas y García, 1979).

2/ Extractante con KCl 1N y calculados individualmente en base porcentual en relación a Al, Ca y Mg (Ref. Salinas y García, 1979).

3/ Extractante ácido doble 1:4 (Ref. Salinas y García, 1979).

4/ Extractante KCl 1N. Los contenidos de Mn se refieren al grado de toxicidad del elemento y no a requerimiento nutricional.

Fuente: Salinas, J.G. y R. García, 1979.

El propósito de estos ensayos es utilizar al máximo el alto grado de adaptación de gramíneas y leguminosas provenientes de los ERB en cada región o ecosistema y tomar ventaja de esos atributos para aprender a manejar la fertilización en forma estratégica y eficiente a base de algunos nutrimentos críticos en cada sitio.

Para estos ensayos, se sugiere la utilización de fuentes comunes de fertilizante tales como superfosfato triple, cloruro de K, sulfato de Mg, cal dolomítica, etc., a fin de poder comparar los resultados a nivel de la red.

### C. Diseño Experimental

El procedimiento básico para derivar recomendaciones sobre el uso de fertilizantes (2 ó más nutrimentos), incluye la conducción de ensayos de campo con los que se varían simultáneamente las dosificaciones de más de un nutrimento. Mediante técnicas de regresión, se calcula una ecuación del rendimiento experimental como función de las dosis de los fertilizantes aplicados. Esta ecuación se usa para calcular el tratamiento de fertilización adecuado (óptimo fisiológico a los niveles de 80, 90 ó 100% y el óptimo económico a los niveles indicados).

La diversidad de diseños experimentales usando fertilizantes ha causado dificultades de interpretación debido principalmente al sesgo y a la imprecisión de la ecuación del rendimiento (Hernández et al., 1973). De ahí que para los ensayos propuestos, seleccionando 2 ó 3 nutrimentos limitantes, se tuvo muy en cuenta la Eficiencia Relativa

de varios diseños para la recomendación (Hernández et al. y Rojas, 1980, 1981). Los diseños sugeridos para los ensayos propuestos son el San Cristobal para 3 factores con 12 tratamientos y 3 repeticiones y los diseños del Cuadrado Doble modificado por Escobar (1967) para 2 factores ambos con 13 tratamientos y 3 repeticiones. El Cuadro 3 muestra un ejemplo de la relación de valores para 2 factores. Los valores están codificados debido a que las dosis y nutrimentos cambian de acuerdo al rango e intervalos de las dosis a evaluar.

En el caso del diseño San Cristobal que consta de 12 tratamientos con 3 repeticiones, el Cuadro 4 muestra un ejemplo de la relación de los valores codificados. La ventaja de este diseño es que con pocos tratamientos se observa el rango completo de respuesta de la planta a la fertilización.

Cuadro 3. Relación de los niveles de dos nutrimentos a evaluar con el diseño del Cuadrado Doble modificado por Escobar.

Número de 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. Relación de los niveles de los nutrimentos en código.

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 niveles de los nutrimentos en el Cuadro 6 están codificados y los tratamientos expresados en unidades se obtienen al dividir las dosis máximas a estudiar por 1.5 y multiplicando por los niveles respectivos del tratamiento. Por ejemplo, un experimento de fósforo, potasio y magnesio, cuyas dosis máximas por ensayar sean 90, 60 y 30 kg/ha, respectivamente, el tratamiento 7 será 0-40-20 kg/ha, respectivamente, el tratamiento 11 será 30-60-10 kg/ha, respectivamente.

D. Tamaño de Parcelas, Fertilización, Cortes y Evaluaciones

1. Tanto en parcelas puras de gramíneas y de leguminosas, así como en asociación (gramíneas + leguminosas), el número total de surcos será de 10 distanciados a 50 cm y cada uno de 4 m de largo. En la asociación, la gramínea y leguminosa serán

sembradas en forma alterna dando 5 surcos de leguminosa y 5 surcos de gramínea (ver Figura 2). El área total de la parcela será de 20 m<sup>2</sup>.

2. Con excepción del P que será en banda, los demás nutrientes serán aplicados al voleo, antes de la siembra e incorporados con rastra o rastrillos a 20 cm de profundidad.
3. En gramíneas puras se aplicará nitrógeno en forma fraccionada (100 kg N/ha/año), en aplicaciones después de 30 días de la siembra y después de cada corte durante la época lluviosa.
4. Para las evaluaciones se tomarán los 6 surcos centrales, dejándose a cada lado 2 surcos y 1.0 m a cada extremo sobre un área de cosecha de 3.0 x 2 m, sean parcelas puras o asociadas (Figura 2).
5. Durante el año, los cortes se harán por surco separando gramínea de leguminosa en caso de asociación a una altura de corte de acuerdo con las especies evaluadas de acuerdo al Manual para la Evaluación Agronómica-RIEPT (Toledo y Schultze-Kraft, 1982).
6. Los cortes de evaluación durante el año de establecimiento se iniciarán en forma flexible cuando las plantas lleguen a acumular un nivel de altura y cobertura predeterminados (Erectas más de 1 m de altura y más de 50% de cobertura; postradas: más de 30 cm de altura y más de 50% de cobertura).

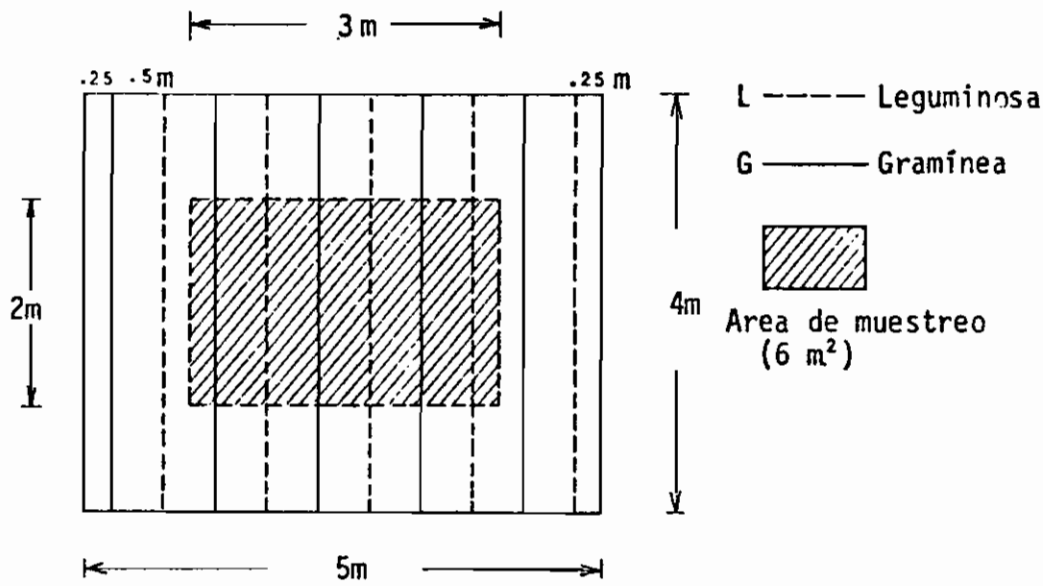


Figura 2. Parcela del ensayo.

7. Los datos a tomar son:

- a. Después de la siembra cada 4 semanas: número de plantas/m lineal de surco, porcentaje de cobertura y altura de planta (Toledo y Schultze-Kraft, 1982).
- b. Producción de materia seca (gramínea, leguminosa y total). Cuando las parcelas alcancen más del 50% de cobertura (aproximadamente 16 semanas), se dará un corte de uniformidad para iniciar las evaluaciones de producción de materia seca en cortes sucesivos cada 6 semanas en época lluviosa y cada 8 semanas en época seca.
- c. Análisis de tejido foliar al primero y segundo corte de evaluación en época lluviosa.
- d. Análisis de suelo previo al establecimiento del ensayo y al final de éste (Salinas, 1982).
- e. Observación visual sobre deficiencia nutricional (Salinas, 1982).

E. Requerimientos Básicos por Ensayo

Area requerida: 800 m<sup>2</sup> por especie (leguminosa o gramínea) o asociación (leguminosa x gramínea).

Estacas de madera: 60 por especie o asociación.

Fertilizantes: En base a los nutrimentos a estudiar en cada región.



Semilla: Proporcionada por CIAT o disponible localmente y testigos locales (inst. nacional).

F. Duración de los Ensayos

Estos ensayos tendrán una duración de 1 año para la evaluación de establecimiento y producción de forraje.

3.2.2 Ensayos de Fertilización para el Re-establecimiento de Componentes de una Pastura

A menudo, áreas donde fueron establecidas pasturas asociadas presentan, por causas diversas (mal establecimiento, competencia nutricional, poca agresividad, mal manejo, etc.), situaciones de dominancia por parte de la gramínea o leguminosa sembrada, disminuyendo así el aporte efectivo de una asociación. Esta situación podría solucionarse con una resiembra del componente ausente y fertilizándolo con una dosis adecuada para re-establecer la asociación.

A. Objetivos

Los objetivos de una fertilización para el re-establecimiento, son: (a) evaluar la habilidad de la especie (gramínea o leguminosa) a re-establecerse en medios dominados por otra especie forrajera (gramínea o leguminosa); y (2) determinar los requerimientos de fertilización

(elementos críticos) para favorecer el re-establecimiento de la asociación.

#### B. Diseño Experimental, Fertilización y Resiembra

El diseño del ensayo es similar al ensayo de ajustes de fertilización, donde los tratamientos serían impuestos en la pastura establecida con un componente dominante. Es decir, seleccionar áreas de una pastura para implantar el ensayo y protegerlas en caso de estar pastoreando. La aplicación de los tratamientos de fertilizantes será a la especie a resembrar para favorecer su re-establecimiento. En el caso de que los componentes de las asociaciones sean especies erectas o semierectas, la fertilización será aplicada en surco. Si el componente dominante es postrado deberán abrirse franjas de 1 m de ancho, aplicar los fertilizantes en franja y resembrar en surco dentro de la franja. En cualquier situación, la única preparación del suelo será abrir el surco o franja para aplicar el fertilizante y resembrar.

Estos ensayos pueden ser simulados en parcelas con la siembra anticipada (más de 12 semanas) del componente dominante. Esta opción permitiría un mejor control de la distancia y condición de la planta ejerciendo competencia sobre las plántulas de la otra especie. En cualquier caso, al momento de la siembra de la especie a re-establecer debe hacerse un corte de uniformación de la otra.

#### C. Evaluación del Ensayo

Las evaluaciones de estos ensayos serán similares a las indicadas en el párrafo D del anterior ensayo de establecimiento. En este caso,

además de las evaluaciones sobre las plántulas en establecimiento, debe evaluarse el estado de desarrollo (altura, cobertura y MS disponible) de la planta ejerciendo competencia.

## BIBLIOGRAFIA

- Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1980-82. Informes Anuales del Programa de Pastos Tropicales. CIAT, Cali, Colombia.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1982. Manual para la Evaluación Agronómica - Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. J.M. Toledo (ed.). CIAT, Cali, Colombia. 168 p.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1983. Informe Anual de Pastos Tropicales. CIAT, Cali, Colombia.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1984. Informe Anual de Pastos Tropicales. CIAT, Cali, Colombia.
- Hernández, R., A. Turrent e I. Méndez. 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. and P.J. White. 1979. Sulphur deficiency in pastures on the Darling Downs. *Queensland Agricultural Journal* 105(1): 45-51.
- Middleton, K.O. and M.R.T. Toxopeus. 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 Cristobal en investigaciones sobre fertilizantes. p. 188-196. *Memorias de la 5a. Conferencia ITAV, México.*
- Rojas, B. 1981. Planeación y Análisis de los Experimentos de Fertilizantes. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, México. 43 p.

- Salinas, J.G. y R. García. 1979. Métodos Analíticos para Suelos Acidos y Plantas. CIAT, Cali, Colombia. 54 p.
- Salinas, J.G. 1982. Muestreo de Suelo y Tejido Vegetal en los Ensayos Regionales A y B. pp. 111-116. In: J.M. Toledo (ed.), Manual para la Evaluación Agronómica - Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. CIAT, Cali, Colombia.
- Salinas, J.G., J.I. Sanz y R. García. 1982. Síntomas Foliares de Deficiencias y Toxicidades Minerales en Pastos Tropicales. pp. 73-81. In: J.M. Toledo (ed.), Manual para la Evaluación Agronómica - Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. CIAT, Cali, Colombia.
- Toledo, J.M. y R. Schultze-Kraft. 1982. Metodología para la Evaluación Agronómica de Pastos Tropicales. pp. 91-110. In: J.M. Toledo (ed.), Manual para la Evaluación Agronómica - Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. CIAT, Cali, Colombia.

ESTRATEGIAS PARA LA INTEGRACION DE LA RIZOBIOLOGIA EN PROGRAMAS DE  
SELECCION DE LEGUMINOSAS FORRAJERAS TROPICALES

Rosemary Sylvester-Bradley<sup>1</sup> y Fernando Munevar Martínez<sup>2</sup>

El papel de las leguminosas tropicales en asociación con gramíneas para la producción de forrajes de alto contenido protéico es ampliamente conocido. Los programas de investigación en pasturas de América tropical han establecido la RIEPT (Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales) con el fin de seleccionar líneas y variedades de gramíneas y leguminosas forrajeras adaptadas a las condiciones locales de suelo, clima y factores bióticos dominantes. En este proceso es importante optimizar la fijación de  $N_2$ , lo cual se logra asegurando una simbiosis de las plantas con cepas efectivas de rizobios.

Con el fin de evaluar la efectividad de los rizobios nativos y en inoculantes, es importante la colaboración de un microbiólogo con el agrónomo responsable del programa de selección de leguminosas. Con frecuencia los microbiólogos capacitados trabajan en diferentes instituciones a las de los agrónomos, o en proyectos que no consideran la selección de leguminosas como el objetivo principal. Tanto el establecimiento de enlaces entre los microbiólogos y los agrónomos responsables de la selección de leguminosas, como la definición clara

1/ CIAT, Programa de Pastos Tropicales, Cali, Colombia.

2/ ICA, División de Disciplinas Agrícolas, Bogotá, Colombia.

de estrategias apropiadas son claves en el desarrollo de efectivos programas para optimizar la fijación de  $N_2$  en pasturas.

En esta propuesta se evalúan diferentes estrategias para la selección de leguminosas forrajeras tropicales, tomando en cuenta la simbiosis con rizobios nativos o inoculados, con el fin de identificar la metodología más apropiada para ser utilizada en la RIEPT. Aunque no siempre será posible, se considera que en la RIEPT se debe optimizar la inoculación durante el proceso de selección, para evitar el riesgo de eliminar germoplasma que podría demostrar atributos deseables si fuera inoculado con cepas efectivas de rizobios. Leguminosas que no requieren inoculación también serían incluidas.

Se considera que esto se justifica en vista de los efectos que se han observado del nivel de N en el suelo y de la inoculación en el rendimiento de ciertas leguminosas en Carimagua (Sylvester-Bradley, 1984; CIAT, 1985a). En caso de existir la posibilidad de incluir la inoculación como parte de la tecnología mejorada en las diferentes áreas participantes de la RIEPT, será necesario determinar en cada área representativa si la efectividad de las cepas nativas e inoculadas varía, y formular recomendaciones para la inoculación de las leguminosas según las condiciones locales.

Parte importante del trabajo requerido para asegurar que se están seleccionando leguminosas en presencia de cepas efectivas, puede hacerse mediante evaluaciones de nodulación y rendimiento bajo niveles establecidos de N disponible en el suelo con o sin inoculación con cepas seleccionadas. Estas evaluaciones deben complementar la selección de germoplasma basada en otros atributos deseables, resultando en la selección de germoplasma con la mejor combinación de

atributos: nodulación efectiva, producción de semillas, calidad nutricional, compatibilidad con gramíneas, etc.

Aunque la evaluación de nodulación y rendimiento con niveles establecidos de N disponible en el suelo no es una medida directa de la fijación de  $N_2$ , es adecuado para estimaciones relativas, y la facilidad del método permite trabajar con grandes cantidades de accesiones y comparar suelos de diferentes sitios representativos.

La adopción de métodos más sofisticados antes de tener una buena selección de leguminosas, podría desviar los esfuerzos y recursos que se requieren para evaluar un rango suficientemente amplio de germoplasma. Por eso así sólo consideramos métodos sencillos que se pueden usar en el campo con el apoyo de un laboratorio bacteriológico sin necesidad de equipos sofisticados.

#### Estrategias de Selección

Las evaluaciones de rizobios llevados a cabo por un programa de selección de leguminosas pueden tener los siguientes objetivos, que requieren diferentes condiciones de establecimiento:

- 1) Seleccionar leguminosas que forman nódulos efectivos con cepas nativas.
- 2) Seleccionar las leguminosas más adaptadas inoculando con rizobios efectivos cuando se necesita.
- 3) Seleccionar combinaciones leguminosa-rizobio por su mayor capacidad para fijar  $N_2$ .

En este trabajo sólo se consideran las estrategias necesarias para alcanzar los Objetivos 1 y 2. El Objetivo 3 es relevante en el



caso de haber identificado una leguminosa con deficiencias genéticas en su capacidad de fijar  $N_2$ , que requiere un mejoramiento específico en cuanto a esta característica. Sólo se usa esta estrategia cuando ya existe mucha información básica sobre la capacidad de la leguminosa de fijar  $N_2$ .

Existen tres etapas de selección y evaluación de leguminosas-rizobios; o sea, 1) la etapa inicial del programa cuando hay que evaluar grandes cantidades de accesiones según varios parámetros; 2) la evaluación de las respuestas a inoculación de las leguminosas seleccionadas; y 3) los efectos de las prácticas de manejo sobre las combinaciones leguminosas-rizobios. En esta propuesta se considera la relación de estas evaluaciones con las etapas usadas en la RIEPT (ERA-ERD), utilizando la información obtenida sobre las respuestas a inoculación para mejorar el rendimiento y fijación de  $N_2$  por las leguminosas en la RIEPT. Luego se considera la experimentación mínima, precauciones y recursos necesarios para efectuar las evaluaciones.

Durante las etapas iniciales del programa de selección, es preciso evaluar grandes cantidades de accesiones según varios parámetros y, por tanto, puede resultar imposible incluir diferentes tratamientos. Al máximo, podrían seleccionarse uno o dos de los tres posibles tratamientos definidos para evaluar leguminosas-rizobios: un nivel bajo de N disponible sin inoculación; un nivel bajo de N con inoculación, o un nivel alto de N. Aquí se considera el uso de diferentes combinaciones de estos tratamientos y la interpretación de los datos, para alcanzar los diferentes objetivos especificados. También se considera el caso de programas donde no es posible

establecer estas condiciones definidas, en la primera etapa de selección pero donde se pueden conducir ensayos paralelos para definir las necesidades de inoculación de las leguminosas seleccionadas. Es importante tenerse en cuenta que aunque no se utilicen condiciones definidas en cuanto a niveles de N disponible e inoculación en las etapas iniciales de selección, las condiciones utilizadas necesariamente afectarán el rendimiento de las leguminosas y pueden afectar el potencial de fijación de  $N_2$  de las leguminosas seleccionadas.

#### Objetivo 1

Se puede aplicar el Objetivo 1, o sea, el de seleccionar leguminosas que nodulan efectivamente con cepas nativas, en situaciones donde se considera imposible que los agricultores inoculen, por problemas de distribución, extensión y control de calidad de los inoculantes. Por lo tanto, se deben seleccionar leguminosas no inoculadas por su alto rendimiento y nodulación bajo condiciones de poco N disponible. Después de esta primera etapa de selección, es preciso ensayar las leguminosas seleccionadas en diferentes suelos, también bajo las mismas condiciones (poco N disponible y sin inoculación), ya que las poblaciones de rizobios nativos varían de un suelo a otro. Para evaluar la eficiencia relativa de las cepas nativas, puede incluirse un testigo fertilizado con N. Es importante tenerse en cuenta que la habilidad de nodular con cepas nativas puede ser desventajosa una vez que mejore la disponibilidad de inoculantes (ver Objetivo 2).

## Objetivo 2

Por lo general, en la selección de nuevas especies de leguminosas forrajeras adaptadas a condiciones locales, lo cual es el objetivo de la RIEPT, la inoculación puede ser una parte de la tecnología nueva, aunque no siempre sea necesaria.

Para lograr este objetivo, se deben establecer condiciones mediante las cuales sea posible seleccionar dos clases de leguminosas: 1) las que nodulan efectivamente con cepas nativas, y 2) las que nodularían efectivamente si se las inoculara con cepas recomendadas o seleccionadas localmente.

Conviene señalar la importancia de escoger ambas clases de leguminosas: aquéllas que nodulan efectivamente o semi-efectivamente con cepas nativas pueden presentar problemas cuando se siembran con inoculantes, porque el nivel de competencia de cepas inoculadas con las cepas nativas es mayor que en el caso de leguminosas más específicas. Por lo tanto, si es posible inocular, el poder que tiene una leguminosa de nodular con cepas nativas puede ser desventajosa si éstas no son completamente efectivas. Este caso ha ocurrido con la soya en los Estados Unidos, donde las variedades comerciales nodulan con las cepas naturalizadas que no son muy efectivas pero muy competitivas. Se ha sugerido que en ese país se deben seleccionar variedades más específicas de soya (Ellis et al., 1984). Además, una leguminosa que nodula efectivamente con las cepas nativas en un sitio, puede tener dificultades en otros sitios donde la población nativa sea diferente. Por otro lado, las leguminosas más específicas tienen 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, leguminosas que nodulan solamente con las cepas nativas más efectivas, y que además respondan a la inoculación con cepas seleccionadas. Las cepas seleccionadas deben ser efectivas y competitivas. Una combinación de una leguminosa selectiva por cepas efectivas y competitivas aumentaría la probabilidad de obtener éxito con la inoculación y aumentar los niveles de fijación de  $N_2$  y también reducir el riesgo de fallar en la inoculación.

Aceptando que no siempre será posible conseguir este tipo de germoplasma, se trata de seleccionar el mejor germoplasma dentro de lo que actualmente está disponible, es decir, los de mayores rendimientos con las mejores cepas disponibles; no obstante, si todas las demás características incluyendo el rendimiento de diferentes ecotipos inoculadas fueron iguales o mejores, se seleccionaría una leguminosa que no exija la inoculación.

Es necesario tener información sobre rendimiento y nodulación en tratamientos inoculados y no inoculados con alto y bajo N disponible, y compararlo con los otros atributos de las leguminosas, para poder usar la nodulación como parámetro de selección. Esto se debe al hecho de que, aunque las leguminosas formen nódulos abundantes de un color interno rojo, no necesariamente son efectivos, ya que tanto las cepas efectivas como inefectivas pueden formar nódulos rojos. El método más sencillo para determinar si los nódulos rojos son totalmente efectivos es el de comparar el rendimiento de la planta con el de un tratamiento fertilizado con N.

Se considera que las leguminosas que no responden a N, que tienen una nodulación adecuada en el tratamiento con poco N y que tienen buenos rendimientos están expresando su capacidad total para fijar  $N_2$  (Jenkins y Bottomley, 1984).

Si la planta responde a la aplicación de N, es indicación de que la simbiosis con cepas nativas no es suficientemente efectiva en fijación de  $N_2$  como para que la leguminosa alcance su potencial genético de productividad. Esto implica que una cepa de rizobio más efectiva podría aumentar el rendimiento de la leguminosa. En este caso, es necesario ensayar nuevamente las leguminosas que respondieron a N con el fin de seleccionar cepas más efectivas para aumentar su rendimiento a través de la inoculación.

Este método puede funcionar para la mayoría de leguminosas, pero existe la posibilidad de que hayan leguminosas que no respondan a la fertilización con N, aunque respondan a la inoculación. En estos casos habría que usar la respuesta a inoculación en la selección sin tomar en cuenta la respuesta a N. Además, el rendimiento y la nodulación bajo condiciones de baja disponibilidad de N no dan una medida confiable para comparar la capacidad de fijar  $N_2$  de diferentes leguminosas, porque siempre existe variación en su capacidad de absorber N mineral. Con este método solamente se pretende evaluar el potencial relativo de las cepas para cada leguminosa y no comparar la habilidad de fijar  $N_2$  entre leguminosas.

El Cuadro 1 muestra dos posibles estrategias por medio de las cuales se pueden seleccionar tanto las leguminosas que nodulan efectivamente con cepas nativas como las que responden a la inoculación (Estrategias 2 y 3). La estrategia que se emplea depende de la

posibilidad de utilizar dos tratamientos en la etapa inicial de la evaluación de las leguminosas. En caso afirmativo, el procedimiento se acorta en un paso (Cuadro 1).

#### Objetivo 2, Etapa 1

a) 1 Tratamiento.- Aunque idealmente se debería utilizar dos tratamientos (Estrategia 3), se incluye la Estrategia 2 con un solo tratamiento en la primera etapa de selección porque en muchos casos sólo es posible emplear un tratamiento en esta etapa (por ejemplo los ERB generalmente sólo llevan un tratamiento). Por tanto, conviene considerar las implicaciones de aplicar un solo tratamiento y las posibles interpretaciones de los resultados. En el caso de existir potencial para el uso de inoculantes, que es el caso del Objetivo 2, los tratamientos más apropiados si solamente se puede usar un tratamiento, son o (a) fertilizado con N, o (b) inoculado. Como no es posible evaluar la efectividad de las cepas con un solo tratamiento, parecería ser más lógico agregar suficiente N para que no se limite el crecimiento y emplear como base de selección otros parámetros que no estén relacionados con la fijación de  $N_2$ . Sin embargo, la fertilización con N puede estimular más el crecimiento de leguminosas con menor capacidad de fijar  $N_2$ . Entonces, aún en el caso de utilizar la fertilización con N, no se debe utilizar el rendimiento como parámetro de selección. Por eso, puede ser preferible inocular que fertilizar con N.

Sin embargo, aun cuando se inocule, no se deben evaluar las leguminosas por su rendimiento, porque aún empleando las mejores cepas

disponibles, no se puede saber todavía cuáles son más efectivas bajo condiciones locales. Además, es probable que no existan cepas seleccionadas para todas las leguminosas que se están evaluando. Existe entonces la posibilidad de que las leguminosas menos rendidoras cuando han sido inoculadas en esta etapa puedan ser las más productivas, una vez que los rizobios apropiados estén disponibles.

Por consiguiente, se recomienda usar el parámetro de rendimiento cuidadosamente cuando se opta por usar un solo tratamiento. Deben primar otros criterios y parámetros de selección que, aunque contribuyen a buenos rendimientos, no requieren estimaciones de rendimiento como tal. No se deben eliminar leguminosas por falta de vigor. Se debe tomar una decisión en cuanto a cuál de los dos tratamientos (inoculado o fertilizado con N) es preferible según las condiciones de cada sitio y la disponibilidad de inoculantes. Esto se refiere a los ERA y los ERB. En los ERC y ERD claramente no es posible fertilizar con N, y entonces se debe inocular si es necesario.

b) 2 Tratamientos.- Cuando se pueden emplear dos tratamientos en las etapas preliminares de selección, la combinación que resulta en la mayor información posible es con baja disponibilidad de N sin inoculación, y alto N (Estrategia 3, Cuadro 1). Esto permite identificar (1) leguminosas con la capacidad de nodular efectivamente con cepas nativas (nodulan en condiciones de bajo N, rinden bien y no responden a fertilización con N); (2) leguminosas que nodulan semi-efectivamente o inefectivamente con cepas nativas (nodulan y responden a N); (3) leguminosas que no nodulan con cepas nativas (no hay nódulos, hay fuerte respuesta al N; y (4) leguminosas que no se adaptan a condiciones locales (poco rendimiento en ambos tratamientos). Se

pueden eliminar las leguminosas del tipo (4), pero las otras deberían ser incluidas en posteriores evaluaciones para determinar su rendimiento y otras características cuando son inoculadas con cepas efectivas. El uso de dos tratamientos en las etapas preliminares de la selección proporciona suficiente información para incluir un rango de germoplasma más amplio en cuanto a su potencial de rendimiento con o sin inoculación, que cuando se usa solamente un tratamiento.

### Etapa 2

Las evaluaciones necesarias para determinar la necesidad de inocular y seleccionar cepas bajo condiciones locales para las leguminosas más promisorias, se llaman "Etapa 2". La estrategia usada en la Etapa 2 depende de si en la Etapa 1 se utilizaron uno o dos tratamientos (Cuadro 1). Al haber empleado un solo tratamiento (Estrategia 2), la Etapa 2 puede requerir dos pasos. El primero sería un ensayo para determinar la "necesidad de inocular" con el fin de saber cuáles de las leguminosas seleccionadas responde a inoculación y fertilización con N.

Tales ensayos sobre la necesidad de inocular se pueden llevar a cabo en el invernadero o en el campo aunque, en el primer caso, podría ser necesario confirmar algunos de los resultados en el campo.

Un ensayo para determinar la necesidad de inocular puede incluir dos o tres tratamientos. Los dos tratamientos indispensables para poder determinar la necesidad de inocular son los mismos de la Etapa 1 de la Estrategia 3 (Cuadro 1), o sea: a) no inoculado con poco N disponible, y b) fertilizado con N. Sin embargo, si se pueden conseguir inoculantes recomendados, se puede incluir un tercer



tratamiento; c) inoculado sin N, para establecer si se necesita seleccionar cepas bajo condiciones locales. Si se obtiene una respuesta mayor a N que a la inoculación, se puede concluir que la cepa utilizada no es efectiva para las condiciones locales y se deben llevar a cabo otros ensayos para seleccionar cepas más adaptadas. Sólo se seleccionan cepas para estas leguminosas ya que los demás no necesitan inoculación o la cepa recomendada es adecuada para las condiciones locales. Este tipo de ensayo fue sugerido por Date (1977) y su objetivo es reducir al mínimo el trabajo de selección de cepas bajo condiciones locales, es decir, sólo se estudian más detalladamente las leguminosas que realmente lo necesitan.

Al haber empleado dos tratamientos en la Etapa 1 (Estrategia 3) ya se sabe si las leguminosas requieren inoculación en el sitio donde se efectuó el ensayo, entonces se puede proceder directamente con la selección de cepas si es necesario (Etapa 2, Paso 1, Cuadro 1).

Si existen diferentes suelos representativos de la región, es necesario conducir ensayos de necesidad de inocular en todos los suelos, para determinar si la efectividad de las cepas nativas varía de sitio a sitio.

#### Selección de Cepas

Si hay necesidad de seleccionar cepas para ciertas combinaciones de leguminosa-suelo, es preciso obtener un rango de cepas "probablemente" efectivas y luego llevar a cabo una prueba de selección.

Aunque se puede obtener un rango de cepas probablemente efectivas de otros laboratorios, también vale la pena aislar cepas a nivel local. Es muy probable que las cepas del mismo genotipo que ha sido

cultivado bajo condiciones locales durante varios años, serán efectivas debido a un proceso lento de selección natural bajo las fuentes dadas de estrés. Sin embargo, es difícil pronosticar cuáles cepas serán efectivas ya que una sola planta puede tener nódulos efectivos y no efectivos (Mytton, 1984).

Después de haber obtenido un rango adecuado de cepas, se debe comparar su efectividad bajo condiciones de invernadero en suelo bajo en N. Si no hay un invernadero disponible, se puede comparar las cepas bajo condiciones de poco N en el campo. Por ejemplo, se puede sembrar la leguminosa en surcos bien separados en una pradera de una gramínea nativa o pre-establecida e inocular cada surco con una cepa diferente. En cualquier caso, es necesario probar en el campo las cepas seleccionadas en el invernadero. Se ha encontrado que en la selección de cepas para especies de leguminosas forrajeras tropicales, usando cepas aisladas del mismo género, en casi todos los casos por lo menos una cepa de cada cuarenta es efectiva (CIAT, 1985b). Si se evalúan cepas seleccionadas por ser efectivas en otros laboratorios, la probabilidad de encontrar una respuesta positiva es mucho mayor. Sylvester-Bradley (1984) describe los resultados de varias selecciones hechas en suelo de Carimagua. El Cuadro 2 muestra las cepas actualmente recomendadas para leguminosas forrajeras tropicales por el CIAT.

Se recomienda seleccionar cepas en el suelo y no en arena estéril con solución nutritiva ("jarras de Leonard", Vincent, 1975) porque en la mayoría de los suelos tropicales existen condiciones de estrés que son difíciles de simular en jarras. También es necesario probar las cepas en suelo no esterilizado para poder seleccionarlas bajo condi-

ciones de competencia con las cepas nativas. Bajo esas condiciones sólo se seleccionan las cepas capaces de competir con las nativas ya que las no competitivas, aun cuando son efectivas, no producirán aumentos en rendimiento con relación al testigo sin inocular.

Se debe comprobar en más de un ensayo la capacidad de las cepas para incrementar rendimientos antes de seleccionarlás. Algunas cepas son genéticamente inestables y pueden perder la capacidad de fijar  $N_2$ . Por otra parte, es importante seleccionar cepas con un rango de especificidad amplio, así que es conveniente probar las cepas "buenas" con diferentes leguminosas para poder seleccionar la cepa con el espectro más amplio.

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

### Factores de Manejo; Etapa 3

Se conducen los ensayos de necesidad de inocular y selección de cepas bajo condiciones definidas donde se espera observar respuestas a la inoculación, si las cepas nativas no son adecuadas en cuanto a número o efectividad. Sin embargo, si se cambian las condiciones de establecimiento, se puede afectar la expresión de la respuesta a inoculación. Si la nodulación de leguminosas seleccionadas parece ser inadecuada en ensayos posteriores (por ejemplo ERC y ERD) puede ser necesario conducir ensayos para detectar interacciones con los diferentes factores de manejo. Por ejemplo tipos de inoculantes,

métodos de establecimiento y niveles de fertilidad pueden afectar la nodulación y fijación de  $N_2$ .

En este tipo de ensayo se establecen condiciones diferentes de manejo y en sub-parcelas se imponen tratamientos inoculados y no inoculados. Para evaluar el efecto del manejo sobre la respuesta a inoculación, se analizan las diferencias en el "índice de efectividad de inoculación" (IEI):

$$IEI=100x \frac{(\text{rendimiento de N inoculado}-\text{rendimiento de N no inoculado})}{\text{rendimiento de N inoculado}}$$

Los resultados pueden indicar factores de manejo que favorecen la fijación de  $N_2$ , o que afectan la necesidad de inocular o la cepa que se demuestre más efectiva.

#### Requerimientos Mínimos de Experimentación

Aquí consideraremos la experimentación mínima necesaria para llegar a una recomendación confiable para la inoculación de los ERC.

El trabajo mínimo requerido para las Etapas 1 y 2 sería la utilización de fertilización con N en los ERB (aunque se podría emplear inoculación, esto requiere trabajo adicional), que representarían la Etapa 1. Después de haber seleccionado las leguminosas en los ERB, sería necesario conducir ensayos de necesidad de inocular y selección de cepas (Etapa 2). Sería posible reducir los pasos de la Etapa 2 en uno solo al emplear cinco tratamientos en lugar de los dos o tres que se utilizan normalmente para las pruebas de necesidad de inoculación (o sea, usar a) un tratamiento sin inoculación, b), c) y d) tres cepas individuales recomendadas, y

e) fertilización con N) en el campo principal utilizado para evaluar las leguminosas. Esto aumenta la probabilidad de seleccionar una cepa adaptada que si se usa solamente una cepa. Dada su simplicidad, podría fácilmente repetirse en varias localidades representativas de suelos diferentes de la región de influencia del programa de investigación. Sería necesario llevar a cabo un experimento de este tipo para cada leguminosa seleccionada. Se describen algunos métodos detallados para este tipo de experimento hecho con leguminosas forrajeras tropicales en el Manual de Métodos (CIAT, 1985a).

Si fuera posible conducir los ERB con 2 tratamientos (no inoculado y fertilizado con N) y evaluar la nodulación en los tratamientos no inoculados, se aumentaría considerablemente el volumen de información disponible sobre la habilidad de las leguminosas de nodular efectivamente con cepas nativas. Esto proporcionaría más información para la selección racional de las leguminosas y para determinar si hay necesidad de evaluar cepas inoculadas para cada leguminosa. Sin embargo, este trabajo podría traer problemas, ya que implicaría la necesidad de minimizar la disponibilidad de N mineral en el suelo, probablemente sembrando las leguminosas en asociación con una gramínea.

Probablemente entonces es más recomendable seguir la "estrategia mínima" ilustrada en la Figura 1, aunque en algunos casos podría considerarse la introducción de 2 tratamientos en los ERB.

Esta "estrategia mínima" es equivalente a la Estrategia 2 en el Cuadro 1, sólo que se combinan los pasos 1 y 2 de la Etapa 2 en un solo paso. La Figura 3 muestra los resultados de un ensayo de este tipo hecho en Carimagua en 1984.

La realización de estos ensayos de "estrategia mínima" no requiere mucha infraestructura, ni un nivel de conocimiento muy avanzado sobre la fijación de  $N_2$ . El CIAT está desarrollando una unidad audiotutorial sobre este tipo de experimento y además puede proporcionar inoculantes con cepas recomendadas para la mayoría de las leguminosas en la RIEPT (Cuadro 2).

Existen ciertos casos donde no es posible probar necesidad de inocular y seleccionar cepas antes del ERC, pero existe la posibilidad de adoptar el uso de inoculantes en la región. En estos casos sería aconsejable siempre fertilizar con N o inocular (ERA-ERD), y conducir ensayos de "necesidad de inocular" antes de liberar las leguminosas comercialmente.

#### Precauciones Necesarias para Establecer los Tratamientos

Para todos estos estudios se necesita tener en cuenta ciertas precauciones en cuanto al establecimiento de los tratamientos escogidos, tanto en el invernadero como en el campo. También, la selección de las diferentes estrategias depende de la disponibilidad de materiales y de personal para establecer estas condiciones, ya que algunos tratamientos son más fáciles de establecer que otros.

Para evaluar fijación de  $N_2$  en el campo, se debe asegurar que los niveles de N en el suelo son suficientemente bajos para no inhibir la fijación de  $N_2$ . Es sorprendente, pero difícilmente se consiguen sitios adecuados para efectuar estos experimentos, sobre todo en las estaciones experimentales, aunque la deficiencia de N puede ser común en los campos de los agricultores. Para poder asegurar que el N del

suelo es bajo, puede ser necesario sembrar un cultivo que inmovilice el N, incorporar un substrato con alto contenido de carbono (ej., bagazo o paja de arroz), sembrar las leguminosas en asociación con una gramínea o cereal o establecer la leguminosa con labranza reducida. Se puede evaluar la disponibilidad de N mineral al incubar muestras de suelo y determinar el  $\text{NO}_3^-$  producido a través del 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 como la lixiviación es reducida en las macetas, los niveles de N mineral pueden ser más altos en ensayos de invernadero que en el campo. Se puede evitar este problema al usar cilindros de suelo no disturbado (Sylvester-Bradley *et al.*, 1983) o incorporando material alto en carbono. También se puede sembrar una gramínea en la misma maceta para competir por N mineral con la leguminosa. Sin embargo, se debe tener cuidado con este último método aplicando suficiente fertilizante para corregir deficiencias de otros nutrientes en la leguminosa, causadas por competencia con la gramínea.

En los ensayos de macetas los niveles de nutrientes pueden llegar a limitar el crecimiento más rápidamente que en el campo, así que puede ser necesario usar niveles de fertilización más altos que se usarían en el campo para evitar la limitación de la fijación de  $\text{N}_2$  provocado por bajos niveles nutricionales.

Cuando se fertiliza con N, se debe aplicar suficiente para que las leguminosas muestren su potencial de crecimiento. Bajo condiciones tropicales en el campo, muchas veces se requieren aplicaciones frecuentes de tasas bajas de N (ej., 20 kg N/ha cada 2

semanas para leguminosas forrajeras). De los tres tratamientos considerados, el de alto N es el más fácil de establecer.

Cuando se evalúa la efectividad de cepas nativas en tratamientos no inoculados, es importante tener en cuenta el efecto de cultivar leguminosas siempre en el mismo sitio. Esto puede resultar en la modificación gradual de la población de rizobios nativos, lo cual causa niveles de nodulación y rendimientos diferentes a los niveles observados en lugares donde no se ha sembrado leguminosas anteriormente.

Cuando se emplean inoculantes, es importante asegurar que son de buena calidad. Si se envían los inoculantes por correo, pueden haber sido expuestos a temperaturas altas o demoras excesivas. Carga aérea puede haber sido sometida a temperaturas bajo cero. Se deben tomar medidas para evitar esto (ej., empaques aislantes, llevar los inoculantes personalmente). La legislación sobre cuarentena también puede ocasionar demoras, por tanto se debe conseguir toda la documentación requerida antes de que se despachen los inoculantes.

También es importante asegurar que las cepas para inoculación son recomendadas para suelos similares y que fueron seleccionadas en la misma especie y preferiblemente en el mismo genotipo. Puede ser problemático inocular muchas muestras de semillas inmediatamente antes de sembrarlas. Esto es necesario porque el secamiento del inoculante en las semillas causa la muerte de los rizobios durante el primer día después de la inoculación. Por eso no debe haber demora entre la inoculación y la siembra. Una forma de evitar este problema es inocular el suelo en lugar de las semillas, pero esto puede requerir cantidades de inoculante demasiado altas. El uso de inoculantes



especiales que sobrevivan en las semillas (ej., inoculantes liofilizados suspendidos en aceite) facilitaría el proceso.

A veces se recomienda mezclar cepas de rizobios para disminuir el riesgo de que una falle. Sin embargo, algunos resultados indican que algunos inoculantes que contienen mezclas no son tan efectivos como los de una sola cepa (Bromfield, 1984), por tanto es importante probar la mezcla antes de usarla. El uso de mezclas de cepas efectivas y no efectivas puede favorecer la selección de líneas de leguminosas capaces de nodular selectivamente con cepas efectivas (Barnes et al., 1984).

#### Requerimientos para Establecer los Experimentos

Se requiere un laboratorio dotado de ciertos equipos para poder establecer tratamientos bajos en N e inoculados y también para evaluar las respuestas a los tratamientos por medio de rendimiento de N. Un laboratorio bacteriológico sencillo es necesario para evaluar la calidad de los inoculantes, aislar cepas locales y preparar cantidades pequeñas de inoculantes para experimentos. La evaluación de la calidad del inoculante se facilita si se emplean inoculantes estériles con base en turba u otro inoculante libre de contaminación.<sup>1</sup> También se pueden llevar a cabo estudios de rizobiología en laboratorios pre-establecidos de fitopatología o de bacteriología animal.

Se requiere un aparato digestor Kjeldahl para evaluar el porcentaje de N en el tejido de la planta. Se requieren análisis de N para poder evaluar la capacidad del suelo para la mineralización de N.

Además el análisis de otros nutrientes en el tejido de la planta puede facilitar considerablemente el determinar los factores nutritivos que pueden afectar la respuesta a la inoculación. Un invernadero no es del todo necesario pero puede reducir en forma considerable la cantidad de trabajo requerida a nivel de campo. Se podría establecer estas condiciones en un solo centro del país o región para proveer dichos servicios a varias sub-estaciones. Un listado de los requerimientos básicos se presenta en el Cuadro 3.

Sin embargo, el requisito más importante para el éxito de estos experimentos es la estrecha colaboración entre el microbiólogo y el agrónomo. Ninguno de los dos científicos necesitaría dedicar tiempo completo a la evaluación de la fijación de  $N_2$ ; ellos necesitarían el apoyo institucional con el fin de lograr mejores resultados.

Es importante que los programas nacionales decidan si la fijación de  $N_2$  es un componente importante de los programas de selección de leguminosas y que se identifiquen equipos de agrónomos y microbiólogos para trabajar conjuntamente con base en objetivos y estrategias definidos. Debe considerarse la capacitación de tales equipos de profesionales como prioritario en el diseño de cursos internacionales de fijación de  $N_2$ .

1/ Se pueden conseguir estos inoculantes a través del CIAT en Colombia, NifTAL en Hawái o CSIRO en Australia.

Referencias

- Barnes, D K; Heichel G H; Vance G P; y Ellis W R. 1984. A multiple-trait breeding program for improving the symbiosis for  $N_2$  fixation between Medicago sativa L. and Rhizobium meliloti. Pl 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. 1985a. Colección de Rhizobium. Cepas para Leguminosas Forrajeras. 3a edición.
- CIAT. 1985b. Audiotutorial y Manual de Métodos.
- Date, R A. 1977. Inoculation of tropical forage legumes. In Exploiting the legume-Rhizobium Symbiosis in Tropical Agriculture, eds. J M Vincent and J Bose. Univ. of Hawaii NIFTAL Project, Univ. Hawaii Comm. Trop. Agric. Misc. Publ. 145, 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 and Temple S R. 1984. Selection for improved nitrogen fixation in Glycine max (L) Mer. and Phaseolus vulgaris L. Pl 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, W R Root, K E Dashiell y J Hohenberg. 1984. Breeding

soybeans for the tropics capable of nodulating effectively with indigenous Rhizobium spp. Pl Soil 82, 387-396.

Mytton L R. 1984. Developing a breeding strategy to exploit quantitative variation in symbiotic nitrogen fixation. Pl Soil 82, 329-335.

Mytton L R, Brockwell J y Gibson A H. 1984. The potential for breeding an improved Lucerne-rhizobium symbiosis. 1. 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. Pl. Soil 82, 377-386.

Sylvester-Bradley, R. 1984. Rhizobium inoculation trials designed to support a tropical forage legume selection programme. Pl. Soil 82, 377-386.

Sylvester-Bradley R, Ayarza M A, Mendez 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. Pl Soil 74, 237-247.

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

Cuadro 1. Dos posibles estrategias para la selección de las leguminosas más adaptadas inoculándolas con cepas seleccionadas cuando sea necesario (Objetivo 2). La Estrategia elegida depende de si se pueden usar 2 tratamientos en la Etapa 1.

Estrategia	Selección de Leguminosas		
	Etapa 1: Muchas accesiones; pocos sitios	Etapa 2: Accesiones seleccionadas	
		Paso 1	Paso 2
2	<p><u>Tratamiento:</u> (sólo uno)</p> <p>a) Con alta fertilización N sin inocular.</p> <p>b) Inoculado (mejor cepa disponible) y sin fertilización N.</p> <p><u>Criterio de Selección:</u> Rendimiento y fijación de N no deben ser importantes. Otros parámetros como resistencia a factores bióticos, climáticos, etc., deben primar.</p>	<p>Evaluar necesidad de inocular:</p> <p><u>Tratamientos y Criterios de Selección</u> Igual a Estrategia 3 Etapa 1.</p>	<p>Seleccionar cepas para las leguminosas que lo necesitan (alta respuesta a N).</p>
3	<p>Probar necesidad de inocular en sitio de mayor importancia.</p> <p><u>Tratamientos:</u> (2 mínimo)</p> <p>a) No inoculado y sin N</p> <p>b) Con alta fert. N sin inocular.</p> <p><u>Criterios de selección:</u></p> <p>a) Alta capacidad de nodulación, no responde a N.</p> <p>b) Alta respuesta a N.</p>	<p>Seleccionar cepas si es necesario (alta respuesta a N)</p>	<p>No necesario</p>

CUADRO 2. Cepas efectivas con leguminosas forrajeras tropicales (Abril 1985).

<u>LEGUMINOSA</u> <sup>a</sup>	<u>CEPA</u>
<u>Arachis pintoi</u> 17434	2138*, 3101, 3806, 3810*
<u>Centrosema brasilianum</u> 5234	1670* 3334
<u>C. macrocarpum</u> 5062	3101*, 3111, 3196
<u>C. macrocarpum</u> 5065, 5744, 5887, 5713, 5737, 5740	590, 1670*, 1780*, 2290, 3101*, 3174
<u>C. sp.</u> 5112	3196, 3334, 49, 590, 1670*, 2290 3101, 3694, 3714, 1780*
<u>C. sp.</u> 5568	3101*
<u>C. sp.</u> 5277	3714, 3101*
<u>C. híbrido</u> 5931	311, 3196, 2348, 3334*
<u>C. pubescens</u> 438	1670*, 49, 1780*, 590
<u>Desmodium heterophyllum</u> 349	2469*
<u>D. ovalifolium</u> 350	46, 2335*, 3143
<u>D. ovalifolium</u> 3666	2335*, 2469*, 3418*
<u>D. ovalifolium</u> 3784	2335*, 2469*, 2413, 3418*
<u>D. heterocarpon</u> 365	3418*
<u>D. incanum</u> 13032	1502, 2372, 2383, 2487*, 3030*
<u>Pueraria phaseoloides</u> 9900	2434*, 2453, 3221, 643, 3648
<u>Stylosanthes capitata</u>	1460, 2138*, 995*, 2400, 2403, 308, 870*, 3232

\* Cepas recomendadas para la inoculación separadamente o en mezcla.

a.: Para leguminosas no indicadas aquí, consultar con la sección de Microbiología del Programa de Pastos Tropicales del CIAT.

CUADRO 3. Requisitos básicos para evaluar leguminosas-rizobios en programas de selección.

---

Tierra, cercas  
 Invernadero, potes, cilindros  
 Fertilizantes  
 Hornos y molinos  
 Digestor Kjeldahl  
 Análisis de macronutrientes (N, P, K, Ca, S, Mg) en suelo y tejido vegetal  
 Laboratorio sencillo de bacteriología para evaluar calidad de inoculantes\*  
 Personal entrenado

---

- Equipo y vidriería

Mechero Bunsen	Botellas para diluciones
Autoclave	Cultivos puros de las cepas bajo estudio
Medidor de pH (potenciómetro)	Rastrillo para distribuir bacterias
Cámara estéril	Perlas de vidrio
Incubadora (no esencial)	Vasos esterilizables para inoculación
Balanza (0,1g)	Espátulas
Destilador de agua	Frascos Erlenmeyer
Agitadora para frascos Erlenmeyer	Pipetas
Nevera	Cajas de petri
Microscopio	

---

- Reactivos y medios

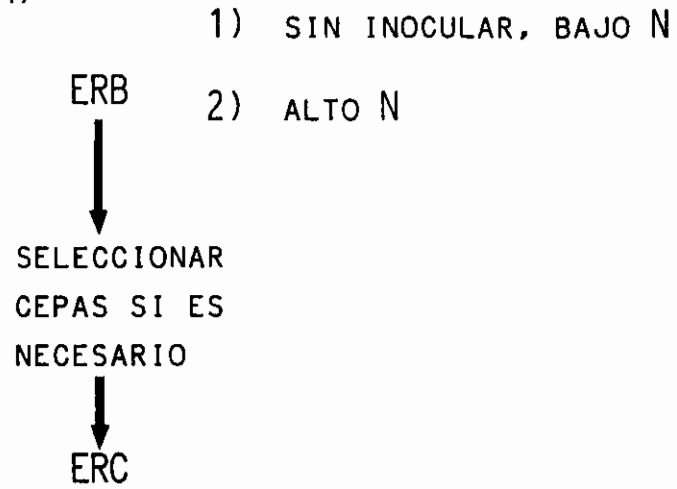
Manitol	Tween 40 u otro dispersante
Levadura	Azul de bromotímol
$K_2HPO_4$	Purpúrea de bromocresol
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	Rojo Congo
NaCl	Verde brillante
$FeCl_3 \cdot 6H_2O$	Alcohol
$CaCl_2$	Goma arábica u otro adhesivo
Agar	

---

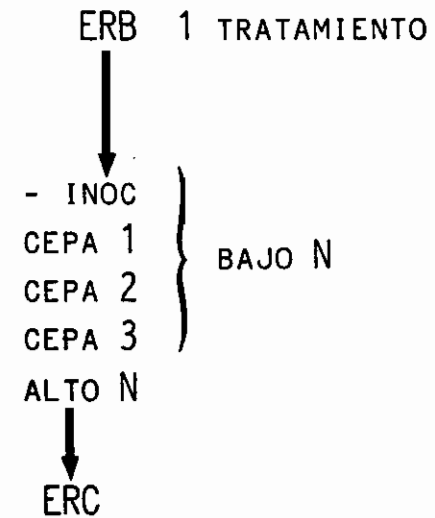
FIGURA 1

DOS ALTERNATIVAS PARA EVALUACION DE RIZOBIOS EN LOS ENSAYOS REGIONALES

(A)



(B) "ESTRATEGIA MINIMA"





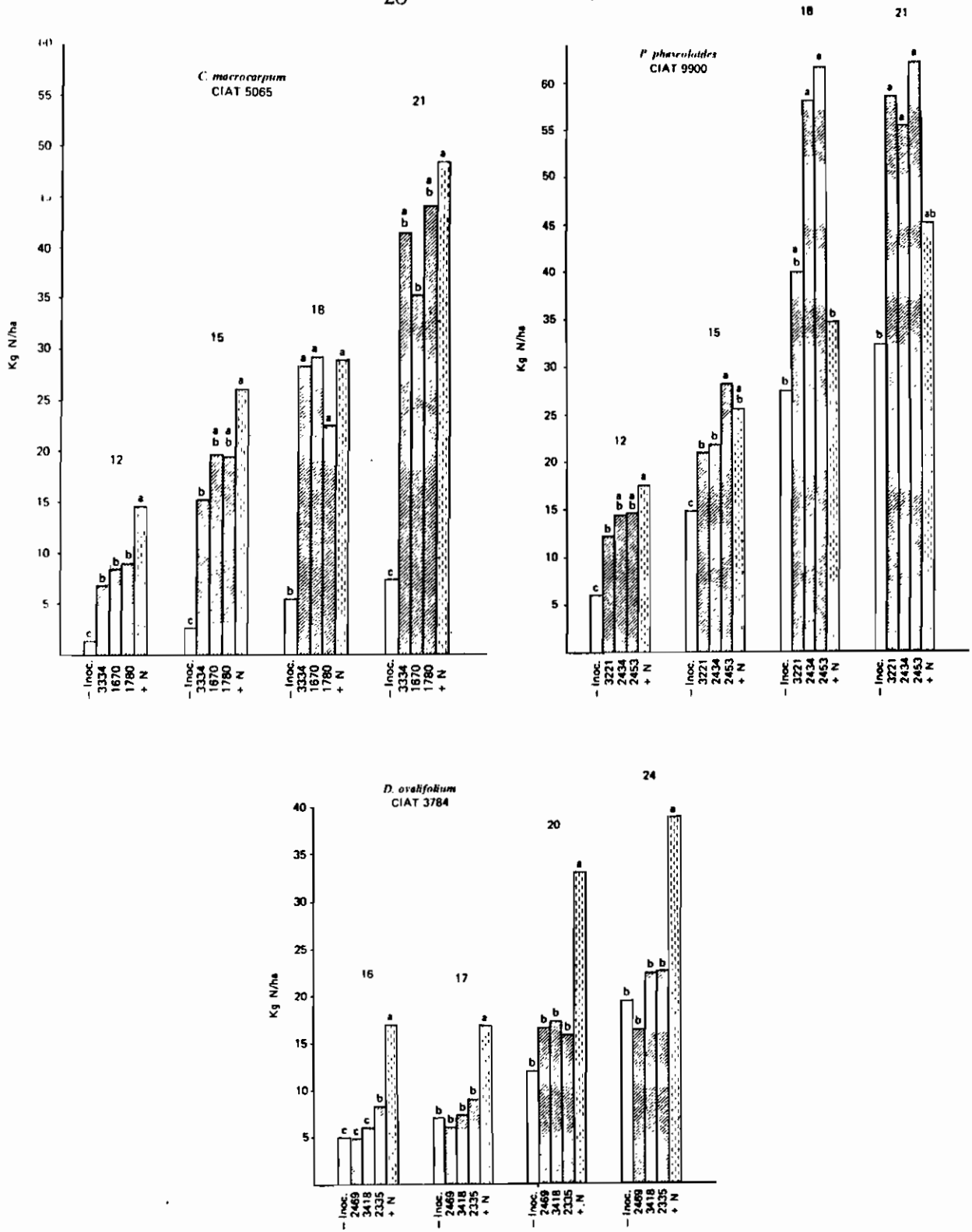


Figura 2. Rendimiento de N de *Centrosema macrocarpum* 5065, *Pueraria phaseoloides* 9900 y *Desmodium ovalifolium* 3784 en Carimagua (Hato 4) con diferentes tiempos (semanas) después de la siembra (letras diferentes representan diferencias significativas dentro de cada corte. (MSPT-172) □ sin inocular ▨ inoculado ▩ fertilizado con N

25486

NECESIDAD DE INVESTIGACIONES DE APOYO EN LA EVALUACION  
SISTEMATICA DE PASTURAS DENTRO DE LA RIEPT

METODOLOGIAS PARA LA EVALUACION DE ENFERMEDADES Y PLAGAS  
EN FORRAJERAS TROPICALES

Jillian M. Lenné, Fitopatóloga, Programa de Pastos Tropicales,  
CIAT, Cali, Colombia.

Mario Calderón, Entomólogo, CPATU-EMBRAPA, Belem, Brasil.

César R. Valles, Fitopatólogo, CIPA IX, INIPA, Tarapoto,  
Perú.

III Reunión de Trabajo de RIEPT

CIAT, Cali, Colombia

15-18 Octubre, 1985

## INTRODUCCION

Desde la primera reunión de la Red Internacional de Pastos Tropicales efectuada en Octubre de 1979, una muy activa participación de los programas nacionales de investigación de pastos tropicales de los trópicos de América Latina con el Programa de Pastos Tropicales del CIAT ha ocurrido especialmente a nivel de evaluación agronómica de germoplasma en los ensayos tipo A y B. Con el objetivo principal de evaluar la adaptación de germoplasma de pastos tropicales a las condiciones de clima, suelo, plagas y enfermedades en los mayores ecosistemas de las tierras bajas y marginales con suelos ácidos e infértiles de los trópicos de América Latina, más de 130 ensayos agronómicos han sido sembrados y evaluados por los programas nacionales (CIAT, 1984). Muchos de ellos ya han completado sus objetivos para probar y evaluar el comportamiento preliminar o supervivencia, así como la adaptación de las gramíneas y leguminosas en el ecosistema, mediante los ensayos de tipo A y para evaluar la productividad durante las épocas de máxima y mínima precipitación en los ensayos de tipo B (Toledo, 1982). Algunas leguminosas y gramíneas han sido sobresalientes como muy promisorias en los mayores ecosistemas.

Desde 1979 hasta 1985, las enfermedades y plagas presentes en los diferentes ecosistemas, fueron evaluadas sistemáticamente en especies de más de 15 géneros de leguminosas forrajeras tropicales y 3 géneros de gramíneas forrajeras tropicales en 134 sitios de la RIEPT correspondientes a más de 8 países. Treinta diferentes géneros de enfermedades incluyendo hongos, bacterias, virus, nemátodos y micoplasmas (Lenné et al., 1985) y más de 36 géneros de insectos-plagas (Calderón, 1981), los cuales incluyen 194

especies (Calderón y Arango, 1985), han sido detectados e identificados en asociación con el germoplasma. Entre ellos se han identificado problemas serios de enfermedades y plagas en especies de leguminosas y gramíneas con características agronómicas muy promisorias. Con base en esta consideración, surgió la necesidad de hacer investigaciones específicas de sanidad, en apoyo a las actividades y evaluaciones de selección de materiales promisorias.

#### ENFERMEDADES Y PLAGAS IMPORTANTES IDENTIFICADAS EN LEGUMINOSAS Y GRAMINEAS FORRAJERAS TROPICALES EN LOS MAYORES ECOSISTEMAS

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

Treinta patógenos o grupos de patógenos diferentes, han sido detectados e identificados en especies de leguminosas incluyendo Aeschynomene, Centrosema, Desmodium, Macroptilium, Pueraria, Stylosanthes y Zornia en los ecosistemas de sabanas y el trópico húmedo (Tabla 1). Se detectaron pocas enfermedades en gramíneas forrajeras tropicales promisorias, debido a que casi todas las que se probaron, provienen de Africa, lejos de los patógenos que evolucionaron con estas especies en su centro de origen. Por otro lado, casi todas las leguminosas promisorias probadas son nativas de los trópicos de América y están en su centro de diversidad de sus patógenos específicos. Consecuentemente, en la actualidad, las leguminosas tienen más problemas fitosanitarios que las gramíneas en los ecosistemas en que se evaluaron. Además, se detectaron 36 diferentes géneros de plagas, representadas por 194 especies, en leguminosas y gramíneas en los diferentes ecosistemas de sabanas y en el trópico húmedo (Tabla 1).

Tabla 1. Distribución de los sitios, enfermedades y plagas en leguminosas y gramíneas forrajeras tropicales en los mayores ecosistemas de las tierras bajas y marginales de América Latina.

Parámetro	Ecosistema <sup>1</sup>		
	SBDH	SBDT	TH
Sitios de ensayos (No.)	29	18	87
Países <sup>2</sup>	Br, Co, Cu, V, C. Am.	Br.	Bo, Br, Co, R.D, E, P, V, C. Am.
Enfermedades identificadas (No. de géneros)	28	23	25
Plagas identificadas (No. de géneros)	28	12	26

1/ SBDH = Sabana bien drenada isohipertérmica, SBDT = Sabana bien drenada isotérmica; TH = Trópico húmedo.

2/ Bo = Bolivia; Br = Brasil; Co = Colombia; Cu = Cuba; R.D. = República Dominicana; E = Ecuador; P = Perú; V = Venezuela; C. Am. = Centroamérica.

La identificación de las enfermedades más importantes fue descrita por Lenné (1982) y Lenné et al. (1983) y la de las plagas más importantes, por Calderón (1982) y Calderón y Varela (1982).

## 2. Diferencias en distribución entre ecosistemas

Durante los últimos cinco años, se identificaron algunos problemas importantes y específicos a ciertas leguminosas y gramíneas, los cuales están relacionados con sitios y/o ecosistemas específicos; esto hizo necesario el desarrollo de experimentos específicos sobre sanidad vegetal (Fitopatología-Entomología) con el fin de evaluar la variabilidad genética del germoplasma de leguminosas y gramíneas dentro de las especies promisorias, para buscar resistencia varietal a estos patógenos e insectos. El desarrollo y creci-

miento de la RIEPT y la ayuda de los colaboradores de los programas nacionales, fueron esenciales para el conocimiento de las diferencias entre ecosistemas.

Entre las enfermedades identificadas en leguminosas, las más importantes incluyen la antracnosis en Stylosanthes, una enfermedad importante de Stylosanthes en los ecosistemas de sabana (SBDH y SBDT); la mancha foliar por Cercospora en Centrosema pubescens; el añublo por Rhizoctonia en C. brasilianum en las sabanas isohypertérmicas (SBDH) y el trópico húmedo (TH); la costra por Sphaceloma en Zornia spp. en la SBDH y el virus en la SBDT; el nemátodo de los nudos aéreos y la falsa roya en la SBDH y el nemátodo de los nudos radiculares en el TH en Desmodium ovalifolium y la hoja pequeña causada por micoplasma en Desmodium spp. en los ecosistemas de sabana (SBDH y SBDT) (Tabla 2). Aunque realmente no fueron identificadas enfermedades muy importantes de gramíneas en los ecosistemas mayores, en los ecosistemas de SBDT y TH, donde pasturas degradadas de Panicum maximum tipo "Colonial" son comunes, dos enfermedades consideradas importantes: la mancha foliar por Cercospora y el carbón (Tabla 2).

Entre las plagas, las más importantes incluyen los barrenadores del tallo del Stylosanthes, causado por Caloptilia spp. y algunas especies de Curculionidae, en los ecosistemas de sabana; los perforadores de botones, causado por Stegasta bosquella-Lepidoptera y Apion spp., Curculionidae, en ecosistema SBDH; insectos chupadores de follaje (Cicadellidae, 28 especies), y los comedores de follaje (Crisomelidae, 11 especies) son importantes en

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

Género	Enfermedad	Agente Causal	SBDH	Ecosistema <sup>1.</sup>	
				SBDT	TH
<u>Stylosanthes</u>	Antracnosis	<u>Colletotrichum gloeosporioides</u>	I <sup>2</sup>	I	NI
<u>Centrosema</u>	Mancha foliar	<u>Cercospora</u> spp.	I <sup>3</sup>	NI	I <sup>4</sup>
	Añublo	<u>Rhizoctonia</u>	I <sup>4</sup>	NI	I <sup>4</sup>
<u>Zornia</u>	Costra	<u>Sphaceloma Zornia</u>	I	NI	NI
	Virosis	?	-	I	-
<u>Desmodium</u>	Nemátodo de los nudos aéreos	<u>Pterotylenchus cecidogenus</u>	I <sup>5</sup>	-	-
	Nemátodo de los nudos radicales	<u>Meloidogyne</u> spp.	NI	NI	I
	Falsa roya	<u>Synchytrium desmodii</u>	I <sup>5</sup>	-	-
	Hoja pequeña	<u>Mycoplasma</u> sp.	I <sup>7</sup>	I <sup>7</sup>	NI
<u>Panicum</u>	Mancha foliar	<u>Cercospora fusimaculans</u>	NI	I	I
	Carbón	<u>Tilletia ayresii</u>	NI	I	I

1. Fuente: Lenné et al. (1983).

2. I = Importante, NI = No importante, - = Ausencia

3. Centrosema pubescens; 4. Centrosema brasilianum, 5. Desmodium ovalifolium, 6. Desmodium spp. en sitios específicos, 7. Desmodium heterocarpon la más afectada.

las leguminosas pero con especialidad en especies de Stylosanthes y Centrosema en todos los ecosistemas. En relación a las gramíneas, el "salivazo" es la plaga más importante, especialmente en los géneros Brachiaria spp., y Panicum spp., en los ecosistemas SBDT y TH (Tabla 3).

### 3. Pérdidas causadas por algunas enfermedades y plagas.

La importancia de algunas enfermedades y plagas en ciertas leguminosas y gramíneas promisorias está reconfirmada por sus efectos severos en el rendimiento de materia seca (Tabla 4). En dos estudios diferentes, la antracnosis causó 64-100% de pérdida en materia seca en Stylosanthes guianensis y 26-58% de pérdida en S. hamata; los resultados de dos estudios sobre el efecto de añublo causado por Rhizoctonia spp. en Centrosema brasilianum revelaron pérdidas en materia seca de 20 a 50%; mientras que pérdidas de 55% se han encontrado en Zornia latifolia causadas por la costra por Sphaceloma. Además, en algunos estudios del perforador de botones Stegasta bosquella realizados en Quilichao, se encontró pérdidas de 2.5 a 23% en producción de semillas de algunas especies de Stylosanthes (Tabla 4).

Los resultados mostraron que las enfermedades y plagas tienen potencial alto para reducir mucho la producción de leguminosas y gramíneas forrajeras promisorias y consecuentemente la producción animal.

#### OBJETIVOS DE INVESTIGACION DE APOYO EN LA EVALUACION DE ENFERMEDADES Y PLAGAS FORRAJERAS TROPICALES.

Los objetivos de los ensayos específicos en patología y entomología de forrajeras tropicales están determinados por las diferentes etapas de inves-



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

Género	Plaga	Agente causal	Ecosistema <sup>1.</sup>		
			SBDH	SBDT	TH
<u>Stylosanthes</u>	Barrenadores del tallo	<u>Caloptilia</u> spp.	I <sup>2.</sup>	I	NI
	Picudo barrenador del tallo	Curculionidae	I	I	NI
	Perforador de botones	<u>Stegasta bosquella</u>	I	NI	NI
	Chupadores	Cicadellidae	I	I	I
<u>Centrosema</u> spp.	Chupadores	Cicadellidae	I	I	I
	Comedores	Crisomelidae	I	I	I
<u>Brachiaria</u> spp.	Salivazo	<u>Zulia</u> spp., <u>Deois</u> spp.,			
		<u>Aeneolamia</u> spp.	NI	I	I
<u>Panicum</u> spp.	Salivazo	<u>Zulia</u> spp., <u>Deois</u> spp.,			
		<u>Aeneolamia</u> spp.	NI	I	I

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

2. I = Importante; NI = No importante.

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

Enfermedad o Plaga	Hospedante	Pérdidas en Materia Seca (%)	Fuente
Antracnosis	<u>Stylosanthes guianensis</u>	64-100	CIAT, 1981
	<u>S. hamata</u>	26-58	Lenné & Sonoda, 1982
Añublo por <u>Rhizoctonia</u>	<u>Centrosema brasilianum</u>	20-50	Lenné, 1983 CIAT, 1985
Costra por <u>Sphaceloma</u>	<u>Zornia latifolia</u>	55	CIAT, 1980
Perforadores de botones	<u>Stylosanthes</u> spp.	2.5-23.0	CIAT, 1982

tigación de germoplasma como plantas forrajeras. Los métodos de control de enfermedades y plagas deben estar relacionados con el objetivo principal de los programas de pastos en las tierras bajas y marginales de América Latina, para aumentar la producción de pastos bajo mínimos insumos. Se considera que la utilización de material vegetal con resistencia es el sistema más práctico y económico dentro de un sistema de producción de pastos con mínimos insumos. Entonces cuando son identificados problemas específicos a nivel de ensayos regionales A y B, a veces en un sitio, o en una región, o a nivel de ecosistema, es recomendable hacer una investigación de apoyo para evaluar el problema específico con el objeto de:

1. Buscar resistencia y/o tolerancia a la enfermedad y plaga específica, evaluando un rango de variabilidad entre la especie promisoría (pertinente a un ensayo regional A o B modificado).

Al mismo tiempo, es necesario a veces determinar el efecto de una enfermedad o plaga en el rendimiento de una leguminosa o gramínea promisoría. Esta situación se presenta cuando se termina un ensayo regional A o B con resultados que muestran que una entrada es muy promisoría, tiene alta producción, pero por una época del año es afectada por una enfermedad o plaga y no se está seguro si este problema tiene suficiente efecto para causar daños económicos y pérdidas significativas. En esta situación, se recomienda hacer investigación de apoyo para evaluar el problema específico con el objeto de:

2. Evaluar la importancia de una enfermedad o plaga y específicamente su efecto en rendimiento de materia seca (pertinente a un ensayo regional B modificado y/o ensayos regionales C y D modificados).

La aplicación del segundo objetivo a la evaluación de la importancia de una plaga o enfermedad en pastos con asociaciones de leguminosas y gramíneas bajo pastoreo también tiene mucho valor y se discutirá después.

## METODOLOGIAS PARA LA EVALUACION DE ENFERMEDADES Y PLAGAS EN FORRAJERAS TROPICALES

### 1. Los antecedentes

La necesidad de llevar a cabo investigaciones específicas de apoyo, en la evaluación de plagas y enfermedades en el germoplasma forrajero tropical utilizado en la RIEPT, fue definida y aceptada hace ya 5 años.

Entre los años 1978 y 1980, las evaluaciones de germoplasma sobre su resistencia a enfermedades y plagas de los ensayos regionales agronómicos tipo A y B de la RIEPT, mostraron claramente la necesidad de establecer estudios más profundos y detallados sobre la antracnosis de Stylosanthes spp., el salivazo en Brachiaria spp. y el nemátodo de los nudos radiculares del Desmodium ovalifolium. Desde 1981 hasta Octubre de 1985, 18 ensayos de investigación de plagas y enfermedades específicas, fueron sembrados y evaluados por los programas nacionales de investigación de pastos tropicales en varios países, en colaboración con el programa de pastos del CIAT (Tabla 5).

Para facilitar el establecimiento, manejo y evaluación de los ensayos paralelos, se decidió que era mejor utilizar la metodología bien probada y conocida de los ensayos regionales tipo A (Toledo y Schultze-Kraft, 1982), con respecto a evaluaciones sobre la resistencia a varias enfermedades; y de los ensayos regionales tipo B (Toledo y Schultze-Kraft, 1982) con respecto a evaluaciones sobre la resistencia a salivazo y algunas enfermeda-

Tabla 5. Historia de investigaciones de apoyo para la evaluación de plagas y enfermedades en forrajeras tropicales en la RIEPT.

Instituto Nacional <sup>1</sup> .	Sitio	País	Ensayo	Año de Establecimiento
IBTA	Chipiriri	BOLIVIA	Evaluación de <u>Brachiaria</u> spp. para resistencia a <u>salivazo</u> .	1984
EPAMIG	Acauá, MG.	BRASIL	Evaluación de <u>Stylosanthes capitata</u> para resistencia a <u>antracnosis</u>	1982
CEPEC/CEPLAC	Itaju do Colonia, BA	BRASIL	Evaluación de <u>Stylosanthes</u> spp. para resistencia a <u>antracnosis</u>	1982
ICA	Villavicencio	COLOMBIA	Evaluación de <u>Brachiaria</u> spp. para resistencia a <u>salivazo</u> .	1983
ICA	San José del Nus	COLOMBIA	Evaluación de <u>Brachiaria</u> spp. para resistencia a <u>salivazo</u> .	1984
ICA	Macagual	COLOMBIA	Evaluación de <u>Brachiria</u> spp. para resistencia a <u>salivazo</u> .	1984
IVITA	Pucallpa	PERU	Evaluación de <u>Stylosanthes guianensis</u> para resistencia a <u>antracnosis</u> .	1982
INIPA	Tarapoto	PERU	Evaluación de <u>Stylosanthes guianensis</u> para resistencia a <u>antracnosis</u>	1983
			Evaluación de <u>Desmodium ovalifolium</u> para resistencia al <u>nemátodo</u> de los nudos radiculares.	1984
			Evaluación de <u>Brachiaria</u> spp. para resistencia a <u>salivazo</u> .	1984

Continua...

Tabla 5. (Continuación)

Instituto Nacional	Sitio	País	Ensayo	Año de Establecimiento
INIPA	Moyobamba-Calzada	PERU	Evaluación de <u>Stylosanthes guianensis</u> para resistencia a antracnosis	1984
			Evaluación de <u>Brachiaria</u> spp. para resistencia a salivazo.	1984
INIPA	Yurimaguas	PERU	Evaluación de <u>Stylosanthes guianensis</u> para resistencia a antracnosis.	1983
			Evaluación de <u>Brachiaria</u> spp. para resistencia a salivazo.	1982
INIPA/UNC	Pto. Bermudez	PERU	Evaluación de <u>Desmodium ovalifolium</u> para resistencia al nemátodo de los nudos radiculares.	1984
IDIAP	Varios sitios	PANAMA	Evaluación de <u>Brachiaria</u> spp. para resistencia a salivazo.	1984
FONAIAP	El Tigre	VENEZUELA	Evaluación de <u>Stylosanthes capitata</u> para resistencia a antracnosis y barrenador del tallo.	1982

1. IBTA = Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria; EPAMIG = Empresa de Pesquisa Agropecuaria de Minas Gerais, ICA = Instituto Colombiano Agropecuario; IVITA = Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura; INIPA = Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria; UNC = Universidad de North Carolina; IDIAP = Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá; FONAIAP = Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias.

con las apropiadas modificaciones relacionadas a la evaluación más intensiva de la enfermedad o plaga específica.

Esta metodología facilita el establecimiento y manejo del ensayo, es conocida por los colaboradores en los diferentes países y permite el uso de los mismos formatos de evaluación, con pocas modificaciones, que a su vez también facilitan la recopilación, procesamiento y análisis de la información obtenida.

## 2. Metodologías para el ensayo regional A modificado.

El ensayo regional A con sus objetivos para probar y evaluar el comportamiento preliminar o supervivencia de un alto número de entradas (hasta 100) en parcelas pequeñas (Ej: 1 x m hasta 2 x 2 m), funciona bien para ensayos de investigación de enfermedades y plagas cuando el objetivo principal es para evaluar las reacciones diferenciales de un alto número de entradas de una especie o algunas especies entre un género a una o dos enfermedades o plagas importantes para identificar, las entradas más resistentes o tolerantes al problema. La metodología para el ensayo regional tipo A está documentado en detalle, (Toledo y Schultze-Kraft (1982).

Las modificaciones específicas para los ensayos de evaluación de Stylosanthes spp. para resistencia a antracnosis y evaluación de Desmodium spp. para resistencia al nemátodo de los nudos radiculares, están incluidos en los anexos 1 y 2 respectivamente, junto con los formatos modificados para la evaluación de cada enfermedad.

Durante los últimos cuatro años, los colaboradores en varios programas

nacionales de pastos tropicales, han usado la metodología para ensayo regional A, para evaluar la antracnosis en varias especies de Stylosanthes y el nemátodo de los nudos radiculares en Desmodium ovalifolium. La experiencia en los últimos cuatro años ha mostrado muy bien, que con pocas modificaciones, la metodología para el ensayo agronómico tipo A funciona bien para los ensayos de investigación de las dos enfermedades.

La necesidad de evaluar antracnosis en un rango más amplio de variabilidad entre la especie Stylosanthes guianensis fué realizado en varios sitios en el trópico húmedo en 1982. Los resultados de las evaluaciones de S. guianensis CIAT 136 y 184 en varios ensayos regionales A y B especialmente en Perú, mostraron claramente la alta resistencia a antracnosis y el alto potencial agronómico de estos dos ecotipos en contraste a su comportamiento en los ecosistemas de sabana donde no sobrevivieron por mas de 8 a 10 meses por su alta susceptibilidad a antracnosis. El interés en la posibilidad de evaluar más germoplasma de S. guianensis fue expresado por colaboradores de IVITA e INIPA en estaciones experimentales en la selva de Perú. En 1982 y 1983, se sembraron dos ensayos con colecciones de germoplasma de S. guianensis con el objeto de evaluar un rango de variabilidad entre S. guianensis, para buscar resistencia a antracnosis específicamente, pero también al complejo de enfermedades y plagas de la región y para comparar el comportamiento de las dos accesiones sobresalientes CIAT 136 y 184 con otras accesiones de la misma especie.

En Pucallpa, Perú, 14 de 27 accesiones, mostraron de buena a excelente adaptación y alta resistencia a antracnosis (Tabla 6). Las mejores accesiones



fueron CIAT 21, 1248, 1165 y var. pauciflora CIAT 1283. Las accesiones CIAT 136 y 184 estuvieron entre las más promisorias.

Tabla 6. Reacción a antracnosis y adaptación general de accesiones de Stylosanthes guianensis común en Pucallpa, Perú, durante Septiembre 1982 a Septiembre de 1984.\*

No. Accesoión	Promedio de reacción a Antracnosis	Adaptación General
21	1.41	E
1283	1.53**	E
1248	1.60	E
1165	1.69**	E
184	1.49	B/E
1113	1.59	B/E
64	1.65	B/E
1177	1.75	B/E
1280	1.00**	B
10136	1.45**	B
68	1.57	B
136	1.69	B
1164	2.01	B
1017	2.08	B

\* Responsable: Ing. Hugo Ordoñez, IVITA, Pucallpa, Perú.

\*\* Susceptible a Rhizoctonia solani durante los meses húmedos.  
Reacción a antracnosis: 0 = sanas; 5 = plantas muertas.  
Adaptación general: E = Excelente; B = Buena.

Además en Tarapoto, Perú, 9 de 30 accesiones fueron mas vigorosas con moderada a alta resistencia a antracnosis (Tabla 7). Como vimos en Pucallpa, CIAT 136 y 184 figuraron entre las más promisorias.

Entonces, los objetivos para evaluar un rango de variabilidad entre S. guianensis para buscar resistencia a antracnosis y para comparar el compor-

tamiento de las accesiones sobresalientes CIAT 136 y 184 de ensayos anteriores, se realizaron y por algunas sugerencias de los colaboradores, se modificó la metodología para mejorar el mantenimiento y evaluación de futuros ensayos. Se establecieron nuevos ensayos en Moyobamba, Perú en 1984 en colaboración con INIPA y en Puerto Bermudez, Perú en 1985, en colaboración con INIPA/UNC.

Tabla 7. Reacción a antracnosis y adaptación general de accesiones de Stylosanthes guianensis común en Tarapoto, Perú, durante Enero de 1983 a Septiembre de 1984\*.

No. Accesion	Promedio de reacción a Antracnosis	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

\* Responsable: Ing. César Valles, INIPA, Tarapoto, Perú.  
Reacción a antracnosis: 0 = Sana; 5 = Planta muerta.  
Adaptación general: E = Excelente, B = Buena.

De la misma manera, los resultados de ensayos regionales A y B realizados por INIPA en Tarapoto en 1979, mostraron el alto potencial de Desmodium ovalifolium. Sin embargo, el nemátodo de los nudos radiculares Meloidogyne spp., se conocía como una plaga de cultivos en la región y fue detectado en D. ovalifolium y otras especies del género en 1980.

Se expresó interés por parte de los colaboradores de la RIEPT en INIPA, Tarapoto en la posibilidad de evaluar más germoplasma de D. ovalifolium

para buscar resistencia al nemátodo, y en 1984 se sembró una colección de 76 accesiones de la leguminosa, usando la metodología del ensayo regional A modificado para evaluaciones específicas de nemátodos (Anexo 2). Otro ensayo se estableció en Puerto Bermudez, Perú en 1984 en colaboración con INIPA/UNC.

La metodología para el ensayo regional tipo A también tiene aplicación a la evaluación de otras enfermedades y plagas en mas detalle. Se incluyó en el Anexo 3, el formato y la metodología modificada para la evaluación de Zornia spp. para resistencia a la costra por Sphaceloma, el marchitamiento bacteriano y otras enfermedades y plagas específicas al género Zornia y el formato y la metodología modificada para la evaluación de Centrosema spp. para resistencia a la mancha foliar por Cercospora; el añublo foliar por Rhizoctonia y chupadores y comedores.

### 3. Metodologías para el ensayo regional B modificado.

El ensayo regional B con su objetivo para evaluar la productividad durante las épocas de máxima y mínima precipitación de un número reducido de entradas (10-20) en parcelas más grandes (Ej: 2.5 x 5 m) funciona bien para ensayos de investigación de enfermedades y plagas cuando el objetivo no es solamente para evaluar reacciones diferenciales para identificar entradas más resistentes o tolerantes al problema pero también para evaluar el rendimiento y, más importante, para evaluar el efecto de la enfermedad o plaga en el rendimiento de materia seca usando pesticidas para proteger una parte del ensayo del daño por la enfermedad o plaga. Este tipo de ensayo tiene buena aplicación a la evaluación de salivazo en Brachiaria spp. donde no

sirven parcelas pequeñas por la distribución desigual de esta plaga y facilita mucho la evaluación del efecto de la plaga en producción de la gramínea.

La metodología para el ensayo regional tipo B está documentada en detalle (Toledo y Schultze-Kraft, 1982). Las modificaciones específicas para los ensayos de evaluación de Stylosanthes spp. para resistencia a antracnosis; de Centrosema spp. para resistencia a varias enfermedades y plagas; del nemátodo de los nudos raadiculares en Desmodium spp. y de Brachiaria spp. para resistencia a salivazo, están incluidas en el Anexo 4 junto con los formatos modificados para la evaluación de cada problema.

Durante los últimos cuatro años, los colaboradores en varios programas nacionales han usado la metodología modificada para ensayo regional B, para evaluar el salivazo en varias especies de Brachiaria y para evaluar la antracnosis en varias especies de Stylosanthes. Aunque las modificaciones necesarias para manejar ensayos evaluando enfermedades y plagas a nivel del ensayo B, funcionan bien.

El problema de salivazo como una plaga importante de las gramíneas, especialmente de Brachiaria spp., es conocido por casi todas las personas que están trabajando con pastos tropicales en América Latina. La necesidad de hacer ensayos específicos para evaluar un rango amplio de variabilidad entre especies de Brachiaria para buscar resistencia genética a la plaga se ha conocido desde hace algunos años.

Por el interés de algunos colaboradores de la RIEPT, se inició en 1982 la red de ensayos de Brachiaria spp. para evaluar resistencia a salivazo, con el primer ensayo localizado en Yurimaguas, Perú. Hasta el momento, hay nueve ensayos activos evaluando colecciones de Brachiaria spp. localizados en Bolivia, Colombia, Perú y Panamá.

En Tarapoto, Perú, fueron evaluadas 26 accesiones de Brachiaria spp. por colaboradores de INIPA. A los 194 días después de la siembra, las accesiones que presentaron menor infestación de salivazo fueron B. brizantha CIAT 6294, 6297; B. ruzizensis CIAT 660 y B. brizantha CIAT 667 (Tabla 8).

Las más atacadas resultaron B. brizantha CIAT 667, B. ruzizensis CIAT 654 y B. brizantha CIAT 6012, B. ruzizensis 6130, B. brizantha 6009 y B. de cumbens 6131. Las mejores accesiones por su comportamiento general y su menor infestación de "salivazo" fueron B. dictyoneura CIAT 6133 y B. humidicola CIAT 682.

En Macagual, Colombia, se evaluaron 27 accesiones de Brachiaria spp., por los colaboradores del ICA (Tabla 9). Después de dos años, las mejores accesiones por su menor infestación y daño por salivazo y por su producción, fueron B. brizantha CIAT 6294 y 6197. La más atacada con alta población de ninfas y baja producción resultó B. ruzizensisi CIAT 656. Se registró las altas poblaciones de ninfas; poco daño y buena producción en B. humidicola CIAT 675 y 679, accesiones conocidas por su habilidad para soportar poblaciones altas de la plaga.

Tabla 8. Reacción a salivazo (No. de ninfas/m<sup>2</sup> y adaptación general de accesiones de Brachiaria spp. en Tarapoto, Perú, 194 días después de la siembra\*.

No. Accesoión CIAT	Especie	Adaptación General	No. de Ninfas/m <sup>2</sup>
6294	<u>B. brizantha</u>	B/R	0.0
6297	<u>B. brizantha</u>	B	0.0
660	<u>B. ruziziensis</u>	M	0.4
679	<u>B. humidicola</u>	R	0.4
6013	<u>B. humidicola</u>	R	0.7
675	<u>B. humidicola</u>	B/R	0.8
6133	<u>B. dictyoneura</u>	E	0.8
6020	<u>B. radicans</u>	M	1.2
682	<u>B. humidicola</u>	B/E	1.2
6369	<u>B. dictyoneura</u>	R	1.7
6003	<u>Brachiaria sp.</u>	M	1.9
6291	<u>B. ruziziensis</u>	M	2.5
665	<u>B. brizantha</u>	R/B	3.6
6134	<u>B. eminii</u>	M	4.4
6058	<u>Brachiaria sp.</u>	B/E	4.7
6298	<u>B. sp. híbrida</u>	R	4.8
6132	<u>B. decumbens</u>	M	5.0
6016	<u>B. brizantha</u>	B/R	5.3
655	<u>B. ruziziensis</u>	M	5.7
6241	<u>B. eminii</u>	M/R	6.5
667	<u>B. brizantha</u>	R	7.0
6012	<u>B. brizantha</u>	M	8.1
654	<u>B. ruziziensis</u>	M	8.5
6130	<u>B. ruziziensis</u>	M	8.7
6009	<u>B. brizantha</u>	M	9.9
6131	<u>B. decumbens</u>	M	10.0

\* Responsable: Ing. César Valles, INIPA, Tarapoto, Perú.  
Adaptación general: E = Excelente; B = Buena; R = Regular; M = Mala.

Tabla 9. Reacción a salivazo, poblaciones de ninfas y producción de Brachiaria spp. en Macagual, Colombia, durante 1983 a 1984\*.

No. Accesoión CIAT	Especie	No. Ninfas (No./m <sup>2</sup> )	Daño (1-5)	Producción MS (t/ha)
664	<u>B. brizantha</u>	6.0	1.7	2.1
665	<u>B. brizantha</u>	1.8	1.0	3.1
667	<u>B. brizantha</u>	6.2	1.3	3.8
6021	<u>B. brizantha</u>	0.5	0.3	2.0
6294	<u>B. brizantha</u>	0	1.0	4.0
6297	<u>B. brizantha</u>	0.5	1.3	4.2
606	<u>B. decumbens</u>	0.5	1.7	2.2
6009	<u>B. brizantha</u>	2.7	1.3	1.6
6012	<u>B. brizantha</u>	6.5	2.3	4.6
6130	<u>B. ruziziensis</u>	1.7	1.7	3.1
6370	<u>B. decumbens</u>	3.5	1.3	1.6
6133	<u>B. dictyoneura</u>	1.3	1.0	3.9
6369	<u>B. dictyoneura</u>	5.5	1.3	3.2
6134	<u>B. eminii</u>	3.2	1.3	3.8
6241	<u>B. eminii</u>	4.2	2.0	4.3
675	<u>B. humidicola</u>	14.2	1.0	4.0
679	<u>B. humidicola</u>	7.5	1.3	3.4
682	<u>B. humidicola</u>	6.0	1.0	3.5
6013	<u>B. humidicola</u>	6.3	1.3	3.9
654	<u>B. ruziziensis</u>	4.5	1.3	1.6
655	<u>B. ruziziensis</u>	2.7	1.3	4.2
656	<u>B. ruziziensis</u>	16.2	1.7	1.8
660	<u>B. ruziziensis</u>	4.2	1.3	1.7
6291	<u>B. ruziziensis</u>	4.2	1.7	4.4
6008	<u>Brachiaria</u> sp.	0.2	1.7	2.7
6298	<u>B. sp. híbrida</u>	1.7	1.3	2.2

\* Responsable: Ing. Alfonso Acosta, ICA, Macagual, Colombia.

De la misma manera, resultados de ensayos realizados por EPAMIG en varios sitios de Minas Gerais, Brasil en 1978, mostraron el alto potencial de Stylosanthes capitata por su adaptación al suelo y clima y su alta producción pero también su alta susceptibilidad a antracnosis. Minas Gerais está localizado en los cerrados de Brasil, que corresponden al ecosistema de sabana bien drenada isotérmica (SBDT). Por el interés de colaboradores de la RIEPT en EPAMIG, Sete Lagoas, se sembró en 1982, una colección de 100 accesiones de S. capitata en Acauá, un sitio bien representativo de la región, para buscar resistencia a antracnosis. En la actualidad, este ensayo ha tenido una combinación de las metodologías modificadas de los ensayos A y B.

Después de dos años, las menos afectadas por antracnosis y las accesiones más vigorosas y productivas fueron CIAT 2251, 2253 y 2254 de Ceará; 2138, 2044 y 2221 de Bahía y 1356 y 1899 de Venezuela (Tabla 10). Los resultados mostraron claramente las ventajas del ensayo regional tipo B modificado en la evaluación de enfermedades de germoplasma promisorio, pues no tiene solamente los resultados de la reacción de la especie a su enfermedad más importante, sino también su rendimiento. Ambos resultados son necesarios para la interpretación del comportamiento de las accesiones sobresalientes.

Como se explicó anteriormente, puede modificarse la metodología para el ensayo regional tipo B para determinar el efecto de la plaga y la enfermedad en el rendimiento de la especie usando dos alternativas:

1. Si hay suficiente semilla, se puede sembrar dos parcelas de cada replica-



Tabla 10. Reacción a antracnosis, adaptación general y rendimiento en las épocas de máxima y mínima precipitación de accesiones de Stylosanthes capitata en Acauã, Minas Gerais, Brasil de 1982 a 1984.

No. CIAT	Origen	Evaluación <sup>1</sup>	Adaptación <sup>2</sup>	Producción Promedia de MS		
		Antracnosis	General 1984	(gm/parcela)		Promedio <sup>5</sup>
				Máxima <sup>3</sup>	Mínima <sup>4</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	Sel. 2044	1.5	B	354.2	40.3	226.5

\* Responsable: Ing. Nuno Maria de Sousa Costa, EPAMIG, Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil.

1. 1 = Sana; 5 = Planta muerta.
2. E = Excelente, B = Buena, R = Regular, M = Mala.
3. Promedio de cinco cosechas.
4. Promedio de tres cosechas.
5. Promedio de ocho cosechas.

ción de cada entrada; uno de las dos parcelas queda como testigo, mientras que la otra queda para tratar periódicamente con el pesticida recomendado para controlar la enfermedad o plaga específica bajo evaluación.

2. Si no hay suficiente semilla para sembrar más parcelas, puede manejar cada replicación como tratamiento con protección y tratamiento sin protección, usando divisiones o barreras por cada parcela durante la aplicación del pesticida.

Una lista de pesticidas y recomendaciones para su uso en la evaluación del efecto de varias enfermedades y plagas en varias leguminosas y gramíneas se incluye en el Anexo 5.

#### 4. Metodologías para la evaluación de enfermedades y plagas en pastos bajo pastoreo.

Por su diseño, los ensayos regionales A y B tienen todas sus entradas en parcelas puras y pequeñas. Aunque este diseño sirve para los objetivos de estos ensayos, hay evidencia de que la severidad de algunas enfermedades y plagas pueden aumentar o disminuir en asociación con gramíneas y bajo pastoreo con la influencia del animal. Entonces, es necesario desarrollar metodologías para evaluar la significancia de enfermedades y plagas en asociación y bajo pastoreo.

Cuando el germoplasma promisorio avanza a pruebas de pastoreo en ensayos regionales tipos C y D, es importante considerar la necesidad de evaluar enfermedades y plagas en estos ensayos especialmente bajo las siguientes situaciones:

1. Cuando la selección a nivel de ensayos agronómicos acepta un nivel de daño bajo causado por una enfermedad o plaga en una accesión sobresaliente en su comportamiento general  
y/o
2. Cuando una enfermedad o plaga aumenta en su importancia en potreros en contraste con su importancia evaluada en parcelas pequeñas en ensayos agronómicos o cuando una enfermedad o plaga aparece en los potreros bajo pastoreo, que no fue detectada ni evaluada en ensayos regionales tipos A y B, anteriormente.

Los parámetros importantes para evaluar son:

1. La asociación - el efecto del componente sano en el desarrollo de la enfermedad o plaga en el otro componente.

Por ejemplo, una gramínea en asociación con una leguminosa enferma puede aumentar o disminuir la severidad de la enfermedad o plaga por su efecto en el microclima (sombra, humedad, etc.); por su efecto como una barrera a la diseminación del inóculo o el movimiento de insectos y por su competencia con la leguminosa para nutrientes. Se encontró en un ensayo en el cual se evaluaba el efecto de la asociación con Andropogon gayanus en el desarrollo de antracnosis en varias accesiones de Stylosanthes guianensis que en las accesiones más susceptibles a antracnosis, la enfermedad aumentó más rápidamente en asociación con A. gayanus por su efecto en el microclima (CIAT, 1983).

2. El animal - los efectos de pisoteo, defoliación y del movimiento del animal por el potrero.

El animal puede tener influencia en el desarrollo y la severidad de la enfermedad o plaga por su efecto de pisoteo causando heridas donde pueden entrar más fácilmente patógenos o plagas, por su efecto de pastoreo (defoliación) disminuyendo inóculo y cantidad de forraje consecuentemente cambiando el microclima para el desarrollo de la enfermedad o plaga; y por su movimiento por el potrero que puede favorecer la diseminación de inóculo.

Realmente existe poca información sobre metodologías de evaluación de enfermedades y plagas en ensayos de pastoreo, sin embargo, hay resultados interesantes de dos ensayos (1) estudio de efecto de añublo por Rhizoctonia en Centrosema brasilianum en asociación con A. gayanus bajo pastoreo y (2) estudio del efecto de salivazo en B. decumbens en asociación con Desmodium ovalifolium bajo pastoreo. Estas metodologías y los resultados representan algunas posibilidades por estudios de enfermedades y plagas bajo pastoreo y enfatizan la necesidad para concretar nuestros esfuerzos en esta área específica de investigación en el futuro.

(1) Efecto del añublo por Rhizoctonia en Centrosema brasilianum CIAT 5234 en asociación con A. gayanus y bajo pastoreo.

Para determinar el efecto del añublo foliar por Rhizoctonia en C. brasilianum CIAT 5234 junto con el efecto de la asociación con A. gayanus y el efecto del animal, un factorial completo con ocho tratamientos y seis replicaciones

fue planeado así:

Tratamientos

1. + pastoreo + A. gayanus + fungicida
2. + pastoreo + A. gayanus - fungicida
3. + pastoreo - A. gayanus + fungicida
4. + pastoreo - A. gayanus - fungicida
5. - pastoreo + A. gayanus + fungicida
6. - pastoreo + A. gayanus - fungicida
7. - pastoreo - A. gayanus + fungicida
8. - pastoreo - A. gayanus - fungicida

El ensayo se estableció en Carimagua en Junio 1984. Se realizaron los tratamientos sin pastoreo con jaulas de 1 x 1 x 1 m usando parcelas de 1 x 1 m marcadas con estacas por tratamientos; se seleccionó sitios de C. brasilianum puro y en buena asociación con A. gayanus para evaluar el efecto de la gramínea y con el fungicida Benlate se realizaron tratamientos con y sin protección haciendo aplicaciones cada 15 días. Al inicio, todos los sitios bajo evaluación fueron seleccionados por un nivel moderado de la enfermedad. Los resultados después de un año de evaluación se muestran en la Tabla 11.

Los resultados mostraron que después de un año, el añublo por Rhizoctonia puede tener un efecto considerable en el rendimiento de C. brasilianum CIAT 5234. Sin pastoreo, las pérdidas por el añublo fueron casi iguales con y sin asociación, 29.8% y 29.0%, respectivamente, pero bajo pastoreo, la pérdida de C. brasilianum CIAT 5234 por añublo en asociación a 46.1%

Tabla 11. Efecto del añublo foliar por Rhizoctonia en C. brasilianum CIAT 5234 en asociación con A. gayanus y bajo pastoreo de Junio 1984 a Mayo 1985.

Tratamiento	Evaluación de Añublo			
	Con Pastoreo		Sin Pastoreo	
	Daño por Añublo <sup>1</sup> . (1-5)	Rendimiento <sup>2</sup> . gm MS/m <sup>2</sup>	Daño por Añublo (1-5)	Rendimiento gm/MS/m <sup>2</sup>
+ <u>A. gayanus</u> + Fungicida	1.2 (1-3)	30.6	1.1 (1-3)	73.9
- <u>A. gayanus</u> + Fungicida	1.3 (1-2)	34.1	1.7 (1-3)	73.8
+ <u>A. gayanus</u> - Fungicida	1.6 (1-4)	16.5	1.1 (1-4)	51.9
- <u>A. gayanus</u> - Fungicida	1.9 (1-4)	23.3	1.9 (1-4)	52.4

1. Promedio y variabilidad de 9 evaluaciones.

2. Promedio de tres cortes.

fue más grande que la pérdida de 31.7% sin asociación con A. gayanus. Parece que la asociación con A. gayanus bajo pastoreo favorece el desarrollo de la enfermedad posiblemente por su efecto en el microclima.

2. Efecto del sistema de pastoreo y carga animal en la población de salivazo en Brachiaria decumbens en asociación con Desmodium 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) con dos repeticiones. Se cuantificó en cada tratamiento el número de ninfas de salivazo por m<sup>2</sup> y se midió la altura de la gramínea, para así correlacio-

nar estas variables con cada sistema de manejo de la pradera.

El análisis de varianza mostró efectos simples significativos ( $P < .05$ ) de sistema de pastoreo y carga sobre el número de ninfas y una interacción ( $P < .05$ ) de sistema de pastoreo por carga para altura de la gramínea, la cual fue mayor en pastoreo rotacional y en carga baja (Tabla 12). Al cambiar de pastoreo continuo a alterno o rotacional, o al utilizar cargas más bajas se produjo un aumento significativo ( $P < .05$ ) en el número de ninfas (Tabla 13).

Tabla 12. Efecto de sistema de pastoreo y carga animal en la altura de B. decumbens con D. ovalifolium (Carimagua, 1984).

Sistema de Pastoreo	Carga Animal <sup>1</sup>			$\bar{X}$
	Alta	Media	Baja	
----- Altura (cm) -----				
Continuo	12.9	23.9	42.1	26.3
Alterno <sup>2</sup>	20.4	24.6	36.4	27.13
Rotacional <sup>3</sup>	25.4	29.8	40.7	31.96
$\bar{X}$	19.56	26.1	39.73	

1. 3.45, 2.30 y 1.15 a/ha<sup>-1</sup> carga alta, media y baja, respectivamente.
2. 14/14 días ocupación/descanso
3. 14/42 días ocupación/descanso

Tabla 13. Incidencia de salivazo en B. decumbens asociado con D. ovalifolium bajo diferentes manejos (Carimagua, 1984).

Sistema de Pastoreo	Carga Animal			Promedio
	Alta	Media	Baja	
----- No. Ninfas/m <sup>2</sup> -----				
Continuo	2.1	2.7	3.8	2.9a
Alterno	2.7	3.3	4.8	3.6b
Rotacional	2.7	3.8	5.2	3.9b
x	1.7a	1.9 b	2.1c	

Medias con letras diferentes son distintas significativamente  $P < 0.05$ .

### CONCLUSIONES

Durante los últimos seis años, las enfermedades y plagas fueron evaluadas sistemáticamente en especies de mas de 15 géneros de leguminosas y 3 géneros de gramíneas forrajeras tropicales en mas de 130 ensayos de la RIEPT. Por la identificación de enfermedades y plagas importantes se evolucionó la necesidad de investigaciones de apoyo en la evaluación de enfermedades y plagas en forrajeras tropicales. Las metodologías para la evaluación de enfermedades y plagas en cinco géneros promisorios de forrajeras tropicales está propuesta para discusión con los miembros de la RIEPT en esta reunión. Estaá claro que la necesidad de hacer evaluaciones específicas de enfermedades y plagas específicas, es casi imposible de predecir. Pero es importante enfatizar que estos ensayos no son difíciles de hacer porque con pocas modificaciones sus metodologías son conocidas por los colaboradores de la RIEPT. Sin embargo, existe la necesidad de hacer entrenamientos en el conocimiento y la evaluación de los daños causados por enfermedades y plagas específicas.



REFERENCIAS

- Calderón, M. A. (1981). Insect pests of tropical forage plants in South America. Proceedings of the XIV International Grassland Congress. Kentucky, U.S.A. June 1981, pp. 778-780.
- Calderón, M. A. (1982). Evaluación del daño causado por insectos. pp. 57-72 del Manual para la evaluación agronómica RIEPT. Ed. J. M. Toledo, CIAT, Cali, Colombia.
- Calderón, M. A. 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.
- CIAT (1981-1984). Informes Anuales del Programa de Pastos Tropicales. CIAT, Cali, Colombia.
- Calderón, M. A. y Arango, G. (1985). Insectos asociados con especies forrajeras en América tropical. CIAT, Cali, Colombia. ISBN 84-89206-42-2.
- Lenné, J. M. (1982). Evaluación de enfermedades en pastos tropicales en el área de actuación. pp. 45-56 del Manual para la evaluación agronómica-RIEPT. Ed. J. M. Toledo, CIAT, Cali, Colombia.
- Lenné, J. M., Vargas, A. H. y Torres, C. G. (1983). Descripción de las enfermedades de las principales leguminosas forrajeras tropicales. CIAT, Cali, Colombia. Serie 04SP-03.03.
- Lenné, J. M., Pizarro, E. A. y Toledo, J. M. (1985). Importance of diseases as constraints to pasture legume adaptation in the tropical American lowlands. Proceedings of XV International Grasslands Congress, Kyoto, Japan, 1985.
- Toledo, J. M. y Schultze-Kraft, R. (1982). Metodología para la evaluación agronómica de pastos tropicales. pp. 91-110 del Manual para la evaluación agronómica-RIEPT. Ed. J. M. Toledo, CIAT, Cali, Colombia.

A N E X O S

1. Metodología para la evaluación de Stylosanthes spp. para resistencia a antracnosis por el ensayo tipo A modificado.
2. Metodología para la evaluación de Desmodium spp. para resistencia al nemátodo de los nudos radicales por el ensayo tipo A modificado.
3. Metodologías para la evaluación de Zornia spp. para resistencia a la costra por Sphaceloma, el marchitamiento bacteriano y otras enfermedades y plagas específicas al género Zornia y metodologías para la evaluación de Centrosema spp. para resistencia a la mancha foliar por Cercospora, el añublo por Rhizoctonia y chupadores y comedores por el ensayo tipo A modificado.
4. Metodologías para las evaluaciones de Stylosanthes spp. para resistencia a antracnosis; de Desmodium spp. para resistencia al nemátodo de los nudos radicales y de Brachiaria spp. para resistencia a salivazo por el ensayo tipo B modificado.
5. Pesticidas y recomendaciones para su uso en la evaluación del efecto de varias enfermedades y plagas en varias leguminosas y gramíneas.

INTEGRACION DE  
LA MULTIPLICACION Y LA INVESTIGACION DE SEMILLAS  
DENTRO DE LA RIEPT

J. E. Ferguson<sup>1</sup> y C. Reyes<sup>2</sup>

Contribución sometida al Taller sobre:  
"NECESIDAD DE INVESTIGACIONES DE APOYO EN LA EVALUACION SISTEMATICA  
DE PASTURAS DENTRO DE LA RIEPT"

CIAT, Cali, Colombia, 15-18 de Octubre, 1985

- 1/ Agrónomo, Semillas de Pastos, Programa de Pastos Tropicales,  
CIAT, Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia.
- 2/ Agrónomo, Programa de Pastos, IVITA, Apartado Postal 245,  
Pucallpa, Perú

INTERACCION DE  
LA MULTIPLICACION Y LA INVESTIGACION DE SEMILLAS  
DENTRO DE LA RIEPT

J. E. Ferguson y C. Reyes

TABLA DE CONTENIDO

- I. RESUMEN
- II. INTRODUCCION
- III. NATURALEZA DE LAS SEMILLAS
  - A. Clases de semilla
  - B. Cadena de demanda
- IV. EL PAPEL DE LAS SEMILLAS EN LA RIEPT
  - A. Insumo genético
  - B. Mecanismo de entrega y transferencia
  - C. Area para investigación
  - D. Implicaciones principales
- V. ESTRATEGIAS PARA ESTABLECER PROGRAMAS DE SEMILLAS DENTRO DE LA RIEPT
  - A. Interrelaciones con los esfuerzos de evaluación
  - B. Proyectos principales
    - 1. Multiplicación
    - 2. Desarrollo de tecnología
  - C. Orientación específica en cada país
  - D. Posibles participantes a nivel nacional
  - D. Colaboración del CIAT
- VI. UN PROGRAMA MODELO DE SEMILLAS
  - A. Organización
  - B. Recursos mínimos
  - C. Actividades generales
    - 1. Multiplicación
    - 2. Desarrollo de tecnología
  - D. Fases del desarrollo
- VII. LITERATURA CITADA

## LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

- CUADRO 1 Clases de semilla en especies de pastos tropicales.
- CUADRO 2 Identidad de los usuarios y clases de semilla durante las etapas de desarrollo de pasturas.
- CUADRO 3 Alternativas para el suministro de semillas para la evaluación del germoplasma y pasturas dentro de la RIEPT.
- CUADRO 4 Participantes y posibles contribuciones a los proyectos de multiplicación y desarrollo de tecnología en semillas de forrajeras.
- CUADRO 5 Modelo de un plan de multiplicación vigente para 1985-1986.
- CUADRO 6 Modelo del resumen de lotes de multiplicación existentes.
- CUADRO 7 Modelo para los saldos de semillas.
- CUADRO 8. Resumen de los ensayos de desarrollo de tecnología de producción de semillas.

## I. RESUMEN

Inicialmente se describen las diversas clases de semilla desde el punto de vista de su multiplicación y utilización. También se describe una cadena de demanda que existe entre estas clases, pues cada clase tiene usuarios diferentes. Se enfatiza la escasez de semillas lo cual es un limitante para el desarrollo de pasturas, tanto en el campo de la investigación como en la adopción de cultivares por parte de los ganaderos.

Debido a una combinación de razones históricas, la fuente principal de semillas para la RIEPT ha sido el CIAT. Sin embargo, en el futuro, para alcanzar los volúmenes de semillas para mantener el ritmo de abastecimiento requerido por la RIEPT, es necesario que las instituciones nacionales de cada país dediquen más énfasis y recursos a los programas de semillas de forrajeras. Tales programas deben evolucionar en forma paralela con los programas de evaluación de germoplasma y pasturas.

En el desarrollo de programas de semillas dentro de la RIEPT, se contemplan las siguientes estrategias:

- a. Una estrecha interrelación con los esfuerzos de evaluación;
- b. Los proyectos principales, como,
  1. la multiplicación de semillas, y
  2. el desarrollo de tecnología de producción de semillas;

- c. una orientación específica dentro de cada país;
- d. La participación de varias instituciones nacionales y particulares; y
- e. Colaboración del CIAT predefinida.

Se describe un programa modelo de semillas, enfatizando las diversas actividades de multiplicación y desarrollo de tecnología, el papel clave de la persona responsable y la localización principal del programa. Se contempla un desarrollo progresivo en sus distintas fases.

## II. INTRODUCCION

Hasta el presente, las actividades de la RIEPT han enfatizado las actividades de evaluación de germoplasma y pasturas. La RIEPT ha extendido estas actividades en términos del número de participantes, el rango de acción de los ensayos avanzados bajo pastoreo y el número de accesiones involucradas.

Todas estas crecientes actividades tuvieron un efecto significativo sobre el incremento de la demanda total de semillas, haciéndose cada vez más claro el papel esencial que juega la multiplicación y el desarrollo de tecnología de producción de semilla dentro de la RIEPT. Además de lo anterior, dicho papel clave se extiende también a la fase de transferencia de los resultados de la investigación a los productores de semillas y a los ganaderos.

Históricamente, la falta de semilla experimental y de semilla básica han impedido el flujo de germoplasma promisorio manejado a nivel de evaluación agronómica, hacia un nivel avanzado bajo pastoreo donde se logra evaluar el comportamiento animal para luego proveer este germoplasma a los ganaderos. Tal fenómeno refleja un descuido o falta de equilibrio dentro de las instituciones de investigación al asignar recursos para las actividades semillistas.

Para lograr que los esfuerzos de evaluación de germoplasma y pasturas sean continuos y efectivos y que posteriormente estén disponibles los



nuevos cultivares para uso de los ganaderos, es requisito enfatizar las actividades semillistas en forma paralela con la investigación en evaluación de germoplasma. Un conjunto de esfuerzos complementarios (es decir, de la evaluación de germoplasma y de la producción de semillas) es lo más correcto para lograr avances en la investigación en forrajes y su adopción por parte de los ganaderos.

Este documento tiene tres objetivos:

1. Concientizar a los investigadores de forrajeras sobre la naturaleza de las semillas y el papel que desempeña en las actividades totales de la RIEPT.
2. Incentivar a las instituciones nacionales para que tomen acción y dediquen recursos dirigidos a los programas de semilla de forrajeras.
3. Ofrecer guías para iniciar y desarrollar programas de semillas que incluyan (a) la multiplicación de semilla experimental y de semilla básica, y (b) la investigación para el desarrollo de tecnología de la producción de semillas.

### III. LA NATURALEZA DE LAS SEMILLAS

#### A. Clases de semilla

En el mundo de los pastos, el término "semilla" se utiliza con mayor frecuencia en el sentido botánico que en el sentido de su utilización. Por el contrario, al hablar de especies de cultivos de grano, el término semilla se refiere a los casos de utilización para la multiplicación de más semilla, mientras que el término "grano" se refiere a la semilla botánica utilizada para otros fines, e.g. consumo. Así mismo, en el caso de especies de grano (arroz, maíz, sorgo, etc.) existen múltiples cultivares que exigen el desarrollo de programas de certificación de semillas para ofrecer a los agricultores garantías sobre la identidad de los 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 semillas de especies de pastos; por lo tanto existen menos conocimientos sobre las diversas clases de semilla disponibles.

Las clases de semilla posibles en el caso de pastos se describen en el Cuadro 1. Cada clase de semilla tiene ciertas características determinados por las normas de verificación de: identidad genética, la pureza física, la calidad de las semillas, las condiciones de campo, etc. (está por fuera del alcance de este documento definir estas normas en más detalle).

Cuadro 1. Clases de semilla de especies de pastos tropicales

CLASE	DESCRIPCION
PRE-BASICA (o del fitomejorador o genetista)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Semillas que representan la fuente original de una accesión o cultivar, incluyendo la verificación genética apropiada.</li> <li>2. Su multiplicación es responsabilidad de una sección de germoplasma, de agronomía o de fitomejoramiento dentro de un programa de pastos.</li> <li>3. Se utiliza para multiplicación de semilla básica.</li> </ol>
EXPERIMENTAL (o para fines de investigación)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Progenie de la semilla pre-básica, básica o su equivalente, de una <u>accesión</u> dentro de un programa de investigación (es decir no como parte de un programa de certificación de un cultivar).</li> <li>2. Su multiplicación se lleva a cabo (a) inicialmente como una actividad asociada a la evaluación de germoplasma y (b) luego como un programa de multiplicación (independiente de actividades de evaluación) para lograr una meta de producción más significativa. Tal programa debe ser conducido de manera similar a la multiplicación de semilla básica. Sin embargo, esto no es factible con recursos limitados cuando el proyecto involucra múltiples accesiones de numerosas especies. Como consecuencia, cada programa define sus propias normas.</li> <li>3. Es utilizada por los investigadores para establecer ensayos dentro de un programa de evaluación de germoplasma y de pasturas. No se vende y normalmente su distribución está restringida a los investigadores dentro de las instituciones oficiales.</li> </ol>
BASICA (o de fundación)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Progenie de la semilla prebásica de un cultivar.</li> <li>2. Su multiplicación es responsabilidad de un programa de multiplicación, pero según normas predefinidas. Las normas son definidas por una autoridad apropiada.</li> <li>3. Se utiliza para la multiplicación de semilla certificada, fiscalizada o comercial. Normalmente está asociada con la liberación de un cultivar nuevo.</li> </ol>
CERTIFICADA	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Progenie de semilla básica de un cultivar.</li> <li>2. Su multiplicación la lleva a cabo los cultivadores de semillas y las empresas semillistas, pero según normas predefinidas por una autoridad certificadora.</li> <li>3. Se utiliza para siembra de pasturas vía ventas comerciales.</li> </ol>
FISCALIZADA	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Progenie de semilla fiscalizada o comercial de un cultivar.</li> <li>2. Su multiplicación la lleva a cabo los cultivadores de semillas y las empresas semillistas, pero según normas predefinidas por una autoridad fiscalizadora. Estas normas son menos exigentes que aquellas para las semillas certificadas y se refieren más que todo a normas mínimas de calidad una vez en el mercado.</li> <li>3. Se utilizan para ventas comerciales, para siembras de pasturas u ocasionalmente para la producción de semilla comercial.</li> </ol>
COMERCIAL	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Progenie de semilla comercial más que todo (o a veces de semilla básica cuando no existe un programa de certificación o fiscalización) de un cultivar.</li> <li>2. Su multiplicación la lleva a cabo los agricultores, ganaderos, cultivadores de semilla y empresas semillistas, pero sin normas predefinidas.</li> <li>3. Se utiliza en ventas comerciales para siembra de pasturas, u ocasionalmente para producción de semilla comercial adicional.</li> </ol>

Hoy en día, la gran mayoría de los investigadores en pastos conocen solamente la llamada clase comercial. Debido a un historial de liberación informal en el caso de la mayoría de los cultivares existentes (Ferguson, 1985), el carácter y el papel de las demás clases son poco conocidos.

Sin embargo, debe indicarse que para la RIEPT, como consecuencia de su interés genético en accesiones de germoplasma, la clase de semillas más importante es la semilla experimental (o "para fines de investigación"). En contraste con la semilla comercial, no existe un mercado comercial para semillas experimentales. Por lo tanto, la multiplicación de esta clase de semilla debe ser considerada como parte integral y esencial del proceso de investigación hacia el desarrollo de nuevas tecnologías de pasturas.

#### B. Una cadena de demanda

La demanda por semillas es el fenómeno fundamental que incentiva el desarrollo del suministro de las varias clases de semilla. El tipo de demanda para cada clase de semilla, aunque es diferente en cada caso debido a las características particulares de los usuarios, no impide que existan interrelaciones entre ellas lo que permite hablar de "una cadena de demanda".

En el caso de la semilla comercial (la más conocida), la demanda es por los cultivares y los usuarios son los ganaderos. Sus medidas son tonelada/año y \$/kg. En otras palabras, la demanda en este caso

tiene una dimensión económica significativa y los productores de semillas se sienten atraídos hacia la multiplicación, motivados por la posibilidad de obtener ganancias económicas.

Por el contrario, si examinamos el caso de la semilla experimental, los usuarios son los investigadores de los programas de evaluación de germoplasma y pasturas. La demanda es dirigida hacia las accesiones vigentes de interés para sus investigaciones. Sus medidas son gramos o kg/ensayo, (no kg/año) porque casi cada año cambian las accesiones vigentes. A pesar de tener un alto valor genético, no tiene valor económico (\$/kg) porque las accesiones no son liberadas (como los cultivares) y son de uso restringido a los programas de investigación. Las instituciones de investigación se ven obligadas a obtener sus propios recursos para efectuar su multiplicación. Las demás clases, tales como la semilla prebásica y básica, tienen implicaciones similares.

Las actividades de evaluación de germoplasma y pasturas pueden resultar en propuestas para liberar un cultivar nuevo. En tales casos el puente de contacto entre el programa de investigación y los ganaderos para que la accesión sobresaliente llegue hasta el status de nuevo cultivar, es el proceso de liberación, descrito por Ferguson (1985). Un componente clave en este proceso es la disponibilidad de un volumen determinado de la clase de semilla denominada básica. En el caso de la semilla básica, la demanda proviene de la institución promotora de la liberación y de los primeros productores de semillas. Nuevamente, es obligación de la institución promover la liberación

asegurando la disponibilidad de semilla básica para iniciar el suministro de semilla comercial.

En resumen, para finalmente lograr un suministro de semilla comercial de un cultivar, se requiere la disponibilidad previa de varias clases de semilla según una cadena de demanda dinámica y contrastante. El Cuadro 2 ofrece una perspectiva sencilla de la secuencia del desarrollo global de pasturas basado en el germoplasma y las fuentes contrastantes de la demanda para las diversas clases de semilla. Debe notarse el papel clave de la semilla experimental al dar inicio a esta secuencia.

Cuadro 2. Identidad de los usuarios y de las clases de semillas durante las etapas de desarrollo de pasturas.

ETAPA DE DESARROLLO	CLASE DE SEMILLA MAS REQUERIDA	USUARIOS QUE GENERAN LA DEMANDA
I. EVALUACION DE GERMOPLASMA Y PASTURAS	Semilla experimental	Los Investigadores
II. PROCESO DE LIBERACION DE UN CULTIVAR NUEVO	Semilla básica	a) Las instituciones oficiales encargadas de promover la liberación b) Los productores de semilla comercial
III. ESTABLECIMIENTO DE PASTURAS COMERCIALES	Semilla comercial	Los ganaderos

#### IV. EL PAPEL DE LA SEMILLA EN LA RIEPT

Dentro de la RIEPT en su totalidad, la semilla tiene tres papeles contrastantes. Estos son:

##### A. Un insumo genético

Para establecer los proyectos de evaluación de germoplasma y pasturas (es decir los Ensayos Regionales A, B, C y D), la semilla cumple un papel clave como insumo físico y genético. La inclusión de accesiones de germoplasma crea la demanda por semilla experimental de estas accesiones. La inclusión de cultivares crea la demanda de semilla comercial.

##### B. Un mecanismo de entrega y transferencia

Cuando una accesión específica presenta un comportamiento sobresaliente en los ensayos avanzados de evaluación, se da la base técnica para promover la liberación de un nuevo cultivar.

En tales casos la institución nacional tiene la obligación de disponer de un determinado volumen de semilla básica y distribuirlo a los primeros productores de semilla comercial. En este sentido, la semilla básica cumple la función de un mecanismo de entrega de un recurso genético entre las instituciones de investigación y el sector comercial (ganadero y semillista).



### C. Un área para investigación

Para los ganaderos adoptar y utilizar los cultivares y pasturas desarrolladas en los Ensayos Regionales A, B, C y D de la RIEPT, se requiere de la disponibilidad de semilla comercial a precios razonables. Históricamente, la disponibilidad y los precios de semilla de gramíneas y leguminosas han variado mucho y se han convertido en un limitante serio para la adopción de pasturas mejoradas por parte de los ganaderos, Mannetje (1984). La responsabilidad de desarrollar tecnología de producción de semillas corresponde a las instituciones de investigación. Esta necesidad es más sentida en el caso de nuevos cultivares en la agricultura y en el caso de las leguminosas. En América Latina, la RIEPT debe intentar minimizar los limitantes potenciales que frenan la adopción de nuevas pasturas mediante énfasis en la investigación en el área de semillas lo cual debe evolucionar paralelamente con los esfuerzos de evaluación de germoplasma.

### D. Implicaciones principales

1. La expansión y el avance en las actividades de evaluación de germoplasma y pasturas dentro de la RIEPT está creando nuevas expectativas en la investigación en forrajeras en América Latina Tropical. Simultáneamente, para mantener el ritmo de crecimiento de la RIEPT, se requiere mayor cantidad de fuentes y más productividad total de semilla experimental. Es oportuno que las

instituciones nacionales acepten un papel más amplio en la multiplicación de semilla experimental para los futuros Ensayos Regionales de tipo C y D, como una actividad válida y de alta prioridad.

En la evolución de la RIEPT, el CIAT ha tenido la obligación (y una ventaja comparativa de recursos) de ser la fuente inicial y principal de semilla experimental. El CIAT viene cumpliendo esta función pero al mismo tiempo la RIEPT está expandiéndose. Con el desarrollo de la RIEPT en cada país y la evolución progresiva hasta llegar al inicio de los Ensayos Regionales tipo D, la logística global del suministro de semillas se amplía dramáticamente, alcanzando una dimensión que el CIAT no puede abastecer por sí solo. Esta situación (que ya es una realidad y no un pronóstico) obliga a considerar otras fuentes para el suministro de semilla experimental. El Cuadro 3 contempla la totalidad de las posibles fuentes en un momento dado para conseguir semillas para las varias actividades de evaluación de germoplasma y pasturas de la RIEPT.

2. Es necesario y oportuno desarrollar programas de semillas para complementar los programas existentes de evaluación de pasturas. Estos programas deben incluir dos proyectos principales:
  - a. Multiplicación de semilla (clases de semilla experimental y semilla básica), y
  - b. Desarrollo de tecnología de producción de semilla, relevante para la clase comercial.

Cuadro 3. Alternativas para el suministro de semillas para la evaluación del germoplasma y pasturas dentro de la RIEPT.

FUENTE Y FORMA	CLASE DE SEMILLA		
	a	b	c
A.1 ENVIO DEL PPT, CIAT (COLOMBIA)			
i. Existencia	x		
ii. Multiplicación pendiente	x	x	
B.1 COMPRA EN EL MERCADO LOCAL			x
B.2 INSTITUCION NACIONAL			
i. Existencia	x		x
ii. Multiplicación pendiente	x	x	
B.3 MULTIPLICACION VIA TERCEROS			
i. Por contrato	x	x	
ii. Producción en compañía	x	x	x
C.1 INTERCAMBIO ENTRE MIEMBROS DE LA RIEPT			
i. Directo	x		
ii. Vía CIAT	x		

a = semilla experimental

b = semilla básica

c = semilla comercial

V. ESTRATEGIAS PARA ESTABLECER PROGRAMAS  
DE SEMILLAS DENTRO DE LA RIEPT

A. Interrelaciones con los esfuerzos de evaluación

Desde un principio se debe considerar que los esfuerzos en semillas no deben sucederse antes o independientemente de los esfuerzos en evaluación de germoplasma y de pasturas (es decir, los ensayos existentes y futuros de tipo A, B, C, D de la RIEPT). Al contrario, la orientación para los programas de semillas sería definida en base a los resultados de las evaluaciones sistemáticas en marcha y de las perspectivas para las evaluaciones futuras.

Las especies y accesiones identificadas como las más promisorias en los ensayos de evaluación de tipo A y B serían los materiales seleccionados para los proyectos de multiplicación. Para dar el suficiente tiempo (mínimo de un año) para cumplir un ciclo de multiplicación y disponer de un mayor volumen de semilla para un ensayo de evaluación más avanzado, se requiere no solamente una estrecha relación entre los investigadores en evaluación y de semillas, sino también de una planeación anticipada de la demanda.

El Coordinador Nacional de la Red debe asegurar que los mecanismos para efectuar las interrelaciones entre las actividades de evaluación y el nuevo esfuerzo en semillas estén funcionando.

## B. Proyectos principales

Los programas de semilla pueden ser muy variables de acuerdo con los objetivos propuestos. Douglas (1982) presenta un amplio resumen de tales programas. En los cultivos, es muy común que los proyectos principales estén relacionados con la certificación y el control de calidad.

El carácter de la RIEPT y nuestro enfoque en la especie de forrajeras, requiere de un programa de semillas que involucre los siguientes proyectos:

1. Multiplicación, es decir, un complejo de actividades netamente agronómicas (como propagación, manejo, cosecha, acondicionamiento, etc.) para incrementar la disponibilidad física de semillas de las varias clases (pero principalmente de la clase experimental, y/o básica). Las unidades para medir la productividad de esta actividad están netamente relacionadas con peso, ejemplo: kg; kg/accesión; kg/accesión/año; g/g/ accesión.

2. Desarrollo de tecnología de producción de semillas, es decir, diversas actividades para mejorar nuestros conocimientos sobre la producción y la tecnología de semillas (pero principalmente de la clase de semilla comercial). Estas actividades incluyen: observaciones en el campo, ejecución de ensayos formales, discusión de datos, revisión de literatura, análisis de datos, elaboración de informes y artículos, etc. Las unidades para medir la productividad de esta actividad son:

nuevos conocimientos, publicaciones, artículos, lecturas y mejor eficiencia en la producción de semilla comercial.

Vale la pena recalcar nuestra política fundamental de incluir a la multiplicación de semillas, como un proyecto clave y válido en los programas de semillas dentro de las instituciones nacionales de investigación. Es solamente a través de los proyectos de multiplicación que la RIEPT puede generar la suficiente cantidad de semilla como un insumo físico y genético para mantener e incrementar su ritmo tan exitoso. También existe un grado de compatibilidad natural entre los proyectos de multiplicación y el desarrollo de tecnología de producción que se debe aprovechar.

### C. Orientación específica en cada país

Cada país tiene su propio carácter en tamaño, clima, suelos, sistemas de producción de carne y leche, recursos para la investigación y estado de desarrollo, etc. También la Red Nacional tiene un carácter particular en cada país, según su historia, las especies, cultivares y accesiones adaptadas, liberadas o promisorias, y como siempre, los recursos disponibles para la investigación. En consecuencia, el carácter de un programa nacional de investigación en semilla de forrajeras sería específico en cada país.

Aunque damos énfasis al carácter particular en cada país, se contemplan las siguientes decisiones y pasos comunes para establecer un programa de semillas:

1. Decisión del coordinador nacional de la Red para establecerlo.
2. Definición del programa vía un anteproyecto. El énfasis inicial debe darse a la actividad de multiplicación de semilla experimental. Después, dependiendo de un análisis profundo y selectivo para identificar cuáles son los limitantes principales a la producción comercial de los cultivares existentes o nuevos, se debe iniciar un proyecto de desarrollo de investigación de tecnología de producción de semillas. (Queda fuera del alcance de este documento profundizar el análisis nacional respectivo).
3. Selección y nombramiento del responsable y sus colaboradores.
4. Selección del lugar (o lugares) principales.
5. Ejecución de proyectos a nivel de campo.
6. Desarrollo progresivo de los recursos mínimos y posteriormente de equipos especializados.
7. Capacitación de la persona responsable, su equipo y colaboradores
8. Revisión de progreso, anualmente dentro del país y bianual dentro de la RIEPT.

D. Posibles participantes a nivel nacional

Se contempla una contribución variable de diversas organizaciones e individuos en un programa de investigación en semillas.

Por el carácter mismo de la RIEPT y su énfasis en la evaluación de germoplasma y pasturas, se necesita una contribución desde el inicio de los Programas de Pastos en las instituciones nacionales. Ellos

también tienen la responsabilidad de indicar a las demás organizaciones e individuos que puedan contribuir a la investigación en semillas, la identidad de las especies, cultivares y/o accesiones que sean de interés genético para sus esfuerzos de investigación. Sin esta orientación, los pocos recursos disponibles estarían muy repartidos, lo cual reduciría la eficiencia de la investigación total.

Los Programas Nacionales de Semillas deben estar involucrados especialmente en los casos que tengan un interés genético sobre un nuevo cultivar. Dichos programas posiblemente pueden facilitar sus instalaciones para realizar los análisis de semillas y contribuir a la multiplicación y distribución de semilla básica.

Cuando una institución nacional de investigación contempla incorporar la multiplicación de semilla experimental y su suministro a un proyecto de evaluación de pasturas (como un ensayo C o D en la RIEPT), surgirán dos problemas interrelacionados: (a) la escasez de recursos (pueden ser de tierra, maquinaria, capacidad para cosecha, etc.); (b) las presiones ejercidas para las fechas establecidas para alcanzar las metas de producción. Una posible estrategia en estas situaciones es encargar la producción a terceros vía un contrato o mediante la producción en compañía con otra institución, o con un particular con recursos complementarios. Cuando el interés genético está dirigido hacia un cultivar existente, la actividad no se ve complicada por este tipo de preocupaciones encaminadas a mantener un control sobre el material que está siendo multiplicado. Por otro lado, cuando el interés genético está dirigido hacia una accesión promisoría, los



participantes deben respetar la decisión de no liberarlo y el programa de pastos debe mantener el máximo control sobre la multiplicación y distribución de semillas.

Las universidades son participantes que tienen potencial para realizar investigación (especialmente del tipo básico) por medio de trabajos de tesis en proyectos colaborativos.

Las instituciones nacionales o regionales de desarrollo, fomento o capacitación deben ser consideradas en vista de su interés y contribución potencial de acuerdo con sus propias actividades y prioridades. Estos institutos pueden contar y aportar recursos tales como fondos, tierras, o mano de obra.

Las empresas semillistas existentes deben ser consideradas como participantes potenciales, según sus capacidades e interés de colaborar. A veces pueden aportar tierras, experiencia en el manejo, capacidad para cosechar y acondicionar las semillas.

Los particulares, tales como los productores de semillas, los ganaderos o los agricultores también deben ser considerados por razones similares.

En el Cuadro 4 se presenta un resumen de los participantes potenciales y una guía a sus contribuciones respectivas a las actividades de multiplicación y desarrollo de tecnología.

### E. Colaboración del CIAT

El siguiente resumen clarifica el papel del Programa de Pastos Tropicales del CIAT en las actividades totales de la RIEPT:

#### 1. Suministro de semilla de la clase experimental.

Aquí nos referimos al suministro de semilla experimental para establecer los ensayos de evaluación de germoplasma y pasturas (es decir, Ensayos de tipo A, B, C y D).

- a. El CIAT seguirá siendo la fuente principal de semillas para establecer los ensayos de tipo A y B.
- b. El CIAT podrá contribuir, según la disponibilidad, con la semilla para los Ensayos C y D. La institución nacional encargada debe asumir la responsabilidad de suministrar la semilla para estos niveles avanzados de evaluación. Esto implica tener su propio proyecto de multiplicación.

#### 2. Desarrollo de programas nacionales de investigación en semillas.

Con el fin de facilitar y apoyar los esfuerzos nacionales la Sección de Producción de Semillas del Programa de Pastos Tropicales del CIAT, ofrece las siguientes contribuciones:

- a. Asesoría general en la formación del programa.
- b. Semilla básica para iniciar la multiplicación nacional.

- c. Capacitación en producción y tecnología de semillas mediante cursos en el CIAT (el próximo está programado para octubre, 1986) y participación en los cursos nacionales.
- d. Participación en proyectos y ensayos colaborativos de tecnología de semillas.
- e. Registro de proyectos de semillas amparados por la RIEPT.
- f. Edición de avances e informes en el Boletín del Programa de Pastos Tropicales.

Cuadro 4. Participantes y posibles contribuciones a las actividades de multiplicación y desarrollo de tecnología en semillas forrajeras.

PARTICIPANTES	PROYECTO MAS RELEVANTE					
	MULTIPLICACION <sup>1</sup>			DESARROLLO DE TECNOLOGIA <sup>2</sup>		
	Clase de Semilla <sup>1</sup>					
	a	b	c	d	e	f
A. Instituciones nacionales de investigación						
1. Programa de Pastos	X	X			X	X
2. Programa de Semillas		X			X	
B. Universidades de posgrado				X	X	
C. Instituciones de desarrollo, fomento o capacitación	((X)) <sup>3</sup>	(X)	X			X
D. Empresas semillistas	((X))	(X)	X		X	X
E. Cultivadores de semillas, agricultores o ganaderos	((X))	(X)	X			X

1 = a = Semilla experimental; b = Semilla básica; c = Semilla comercial o certificada.

2 = d = Investigación básica; e = Investigación aplicada; f = investigación de adopción.

3 = ( ) implica la necesidad de un acuerdo con una INI (institución nacional de investigación)

(( )) implica un caso muy particular por contrato legal y moral con una INI.

## VI. UN PROGRAMA MODELO DE SEMILLAS

La siguiente descripción está orientada hacia aquellas situaciones donde existe interés en iniciar un programa de investigación en semillas. Este programa debe tener como objetivos la obtención de determinados volúmenes de semilla y el desarrollo de tecnología de semilla relevante. Andrade (1984), Ferguson y Sánchez (1984) y Ferguson (1985), presentan información adicional de importancia en este aspecto.

### A. Organización

El Coordinador Nacional de la Red dentro de la RIEPT debe iniciar una evaluación de los recursos humanos y físicos disponibles y fomentar la organización de un Programa de Semillas. Es posible que ya exista actividades semillistas en algunos países dentro del área objetivo. El CIAT, a través de la Sección de Producción de Semillas del Programa de Pastos, está dispuesto a colaborar en el desarrollo de un Proyecto de Semillas. Inicialmente es aconsejable desarrollar un anteproyecto y someterlo a un debate entre de las instituciones nacionales.

Es necesario seleccionar y nombrar a la persona responsable del programa quien debe ser específicamente un agrónomo. Sería muy ventajoso que tuviese experiencia en especies forrajeras y también en el desarrollo y comportamiento de las pasturas. Dicha persona no debe tener demasiado tiempo asignado a otras responsabilidades, pues para

lograr impulsar el proyecto, se requiere por lo menos el 50% de su tiempo dedicado a actividades semillistas.

Desde el inicio del proyecto, una de las decisiones claves que van a influir en su grado de éxito, es la selección del lugar principal de operación. La influencia fundamental del clima y localización sobre la floración y formación de semilla, el rendimiento de semilla, etc., ha sido enfatizado por Humphreys (1979), Hopkinson y Reid (1979) y Loch (1980). Obviamente el número de alternativas es limitado, pero lo esencial es que las ventajas y desventajas de cada uno sean evaluadas. Aunque la zona de adaptación principal como pastura, posiblemente ofrece las ventajas de una infraestructura ya existente, las condiciones climáticas o del suelo pueden ser desfavorables para obtener altos rendimientos de semilla a cosechar eficientemente. Este hecho se presenta con mucha frecuencia, especialmente en regiones húmedas. Es extremadamente importante elegir el lugar más favorable, que ofrezca un equilibrio total. A medida que evoluciona y se desarrolla el programa es muy ventajoso considerar dos lugares con características complementarias de operación, lo cual daría mayor flexibilidad y seguridad en el cumplimiento de las metas de producción. Cuando el proyecto incluye varias especies diferentes en cuanto a sus requisitos de fotoperíodo, ciclo vegetativo, etc., se hace necesario la disponibilidad de lugares diferentes para realizar las operaciones.

Una vez definida la persona responsable y la localización principal para el programa de semillas, es necesario promover la formación de un

Comité de Planeación. Este comité debe estar integrado por el Coordinador Nacional de la Red nacional, 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 que pueden ser invitados a contribuir, según las necesidades. Este comité debe definir: (a) las especies y accesiones que deben ser multiplicadas; (b) las metas de producción, en peso y en tiempo (sólo en términos reales); (c) las fuentes de semilla prebásica para iniciar la multiplicación; (d) los mecanismos para asegurar la disponibilidad de los recursos (tierra, maquinaria, riego, transporte, mano de obra, fondos, etc.) necesarios para el cumplimiento del proyecto; (d) las prioridades relativas, en casos de escasez de recursos. El comité debe reunirse y cumplir sus deliberaciones con suficiente anticipación a la época de siembra de la zona. El proyecto de multiplicación solamente funcionará en forma eficiente con esta coordinación.

#### B. Recursos mínimos

Los recursos mínimos para iniciar un programa de semillas son:

- Areas de tierra, con características de suelo apropiadas. Se deben seleccionar áreas con características de textura liviana, fertilidad media, buen drenaje, mínimo de malezas problemáticas y poca contaminación con las especies forrajeras involucradas en el proyecto de multiplicación.
- Acceso de maquinaria agrícola básica para la preparación de la tierra, siembras, cortes, transporte de materiales, etc. Obviamente al principio esta maquinaria es la que se encuentra

disponible en el parque de maquinaria de la estación experimental. A través del tiempo, el encargado debe ampliar y diversificar el parque con otros equipos necesarios.

- Insumos básicos, tales como abonos, herbicidas, plaguicidas, etc.
- Espacio en un invernadero o sitio cubierto para efectuar actividades de propagación.
- Equipos pequeños, como azadones, hoces, guantes, carpas, bomba de aspersión, cajones livianos (para el secado).
- Un patio con techo con algunas mallas y zarandas manuales, un ventilador, bolsas plásticas y algunas canecas con cerradura hermética, para efectuar el acondicionamiento y el almacenamiento.
- Mano de obra, de acuerdo con las metas propuestas de producción y con la maquinaria disponible.
- Colaboración de un técnico.
- Acceso a un laboratorio de campo, con una balanza de precisión y un horno de secado.

Se resalta la necesidad de contar con estos requisitos mínimos; pero al mismo tiempo, se niega enfáticamente el concepto de necesitar una infraestructura especial y costosa (como combinadas, planta de acondicionamiento y cuartos fríos, etc.) como prerequisite para iniciar un proyecto. Enfatizamos que es difícil aceptar la falta de recursos como razón que impida la iniciación de un programa de semillas en un programa de pastos.

Una vez iniciado el proyecto, y para cumplir con las metas de multiplicación de cualquier programa de pastos, se requiere el desarrollo



de equipos más especializados, pero de una manera evolutiva. Contando con la disponibilidad general de maquinaria agrícola básica y un mínimo de mano de obra, el limitante siguiente normalmente sería la falta de equipo especializado, tal como:

- para cosechar (como una segadora, una cosechadora por golpe o golpeadora, o una combinada);
- para secado (una ventiladora, hasta una secadora de cajón), especialmente en regiones húmedas;
- para acondicionamiento (como equipo básico, una ventiladora/cribadora versátil, luego una separadora cilíndrica o de gravedad).

Es imposible e impráctico definir de antemano los equipos más eficientes hasta que el proyecto entre en actividad. Cuando ésto ocurra, el Comité de Planeación y la persona responsable deben solicitarlos.

### C. Actividades generales

#### 1. Multiplicación

Las actividades secuenciales en la multiplicación de semillas incluyen (a) planeación, (b) propagación y establecimiento en el campo, (c) manejo precosecha, (d) cosecha, (e) secado, acondicionamiento y almacenamiento, y (f) informes y revisión. Frecuentemente se incluye también las actividades de distribución de semilla (pero ésto no siempre es lógico). Obviamente en un momento dado, varias de estas actividades se encuentran en marcha e interactuando.

La planeación se basa en varias definiciones ya mencionadas por intermedio del Comité de Planeación. Es importante recalcar la necesidad de que el Comité funcione con suficiente anticipación y tome las decisiones claves al respecto, 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 relaciona con el desarrollo de poblaciones de plantas y su establecimiento en lotes de multiplicación en el campo.

Frecuentemente, uno de los factores que limitan la multiplicación de semilla experimental es la escasez de material (semilla o material vegetativo) para iniciar la multiplicación. Esta situación requiere de esfuerzos adicionales para utilizar muy eficientemente el poco material disponible y desarrollar el número máximo de unidades para ser establecidos en los lotes de multiplicación. Se hace necesario desarrollar prácticas de propagación vegetativa en invernaderos; siembras iniciales de semillas individuales en bolsas pequeñas y luego su trasplante como plántulas al campo; y cosechas manuales parciales.

El manejo precosecha de los lotes de multiplicación debe incrementar al máximo la tasa de multiplicación obteniendo altos rendimientos de semilla durante un tiempo mínimo. Esto requiere cultivos vigorosos y condiciones favorables para su desarrollo (fertilización, control de malezas, suficiente humedad, etc.). Obviamente cada especie tiene sus propias exigencias de manejo y cada proyecto de multiplicación va a tener su propia magnitud y disponibilidad de recursos. Para especies de gramíneas, Loch (1980) y Humphreys (1979) disponen de información;

para especies de leguminosas, Hopkinson (1977), Hopkinson y Loch (1979) y Hopkinson y Eagles (1980) disponen de información.

Las labores de cosecha, secado, acondicionamiento y almacenamiento de la semilla requieren un complejo de prácticas manuales y mecánicas, según las metas del proceso 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 prácticas.

Un sistema de informe y revisión es muy necesario para contar el estado del proyecto de multiplicación. La persona responsable debe mantener actualizado:

- a. un plan de multiplicación; es decir, definir las especies y accesiones y sus metas (kg y áreas involucradas, para cada año, semestre o ciclo de operaciones) (Cuadro 5);
- b. un archivo de las áreas destinadas a la multiplicación con detalles sobre su identidad, establecimiento, productividad previa y estimada; (Cuadro 6);
- c. un inventario de saldos de semillas existentes (Cuadro 7);
- d. un informe anual, con un resumen de la producción total, producción por accesión, áreas, problemas, etc.

## 2. Desarrollo de tecnología

En el desarrollo de tecnología para la producción de semillas, se involucran las siguientes actividades:

- a. orientación definida hacia la investigación en semillas;

- b. conocimientos sobre la industria comercial de semillas y sobre los esfuerzos de investigación en pastos en general;
- c. conocimiento de la literatura sobre tecnología de semillas;
- d. un proyecto general de investigación y también propuestas de los ensayos específicos (preparación y revisión);
- e. ejecución de ensayos (campo, laboratorio, oficina);
- f. divulgación de resultados y conocimientos (informes, reuniones, publicaciones, etc.).

En el cuadro 8 se presenta un breve resumen de los ensayos en marcha de desarrollo de tecnología de producción de semillas en IVITA, Pucallpa, Perú. Este grupo de ensayos selectivos reflejan, (a) un complejo de actividades de importancia en un país, institución, lugar y región particular; (b) un énfasis a las especies y cultivares más importantes; y (c) compatibilidad con los proyectos ya en marcha en este lugar de evaluación de germoplasma (Ensayo 1) y de multiplicación de semillas (Ensayos 2 y 3).

Cada proyecto va a tener un carácter particular dependiendo del país y del énfasis relativo dado a la multiplicación, al desarrollo de tecnología y al complejo de especies, cultivares y accesiones relevantes.

#### D. Fases del desarrollo

Considerando (a) el poco interés actual en semillas existente en los programas de pastos, y (b) que el énfasis en semillas evolucionará solamente con base en los progresos logrados a nivel de evaluación de

forrajeras, es necesario visualizar varias fases de desarrollo de un programa de investigación en semillas.

### Fase 1

En esta fase las actividades semillistas tienen poca prioridad y se realizan en las parcelas existentes de germoplasma involucrado en un ensayo de evaluación del comportamiento forrajero; (por ejemplo, en Ensayos de tipo A o B). Aunque se califica como una actividad de multiplicación, esta fase tiene poco potencial porque las metas de multiplicación son muy limitadas. Simultáneamente, representa el inicio y la fuente de semillas locales para ampliar las actividades de multiplicación.

Existen dos posibilidades para maximizar la multiplicación de semillas en base de un ensayo tipo B de evaluación de forrajeras. Estas son:

- a. Una vez terminado el ensayo de evaluación, mantener las parcelas de las accesiones más destacadas por un año adicional y con un manejo que favorezca la producción de semillas.
- b. Durante el segundo año del ensayo, excluir una repetición y someterla a un manejo diferente (sin corte) para favorecer la formación de semilla y recolectarla en las épocas más apropiadas.

La ventaja principal de la Fase 1 es que se puede aplicar en todos los sitios donde se existe un ensayo de evaluación tipo B.

### Fase 2

Esta fase contempla el establecimiento de lotes propios para la multiplicación de semillas (es decir independiente de los ensayos de evaluación de germoplasma y pastura), pero en una escala pequeña o mediana, bajo el cargo de la persona responsable y asignada durante tiempo parcial al trabajo con semillas. Es una fase con muchas variaciones, pero puede darse en más de una localidad en cada país.

Las metas de producción varían de acuerdo con el interés de la persona responsable, los recursos, el clima del lugar, etc.

### Fase 3

En esta fase se contempla una orientación más seria de un programa de semillas. Debe existir una persona responsable que dedique por lo menos medio tiempo al trabajo en semillas. El programa debe estar localizado en un lugar favorable a la producción de semillas de las especies prioritarias a nivel nacional o regional. Se deben realizar actividades de multiplicación y desarrollo de tecnología de producción de semillas en parcelas independientes de los ensayos de evaluación de pasturas (ER C y D). Se pueden establecer algunas metas para la multiplicación de semillas para proveer a otros investigadores en forrajeras dentro de la institución misma. La persona responsable debe recibir capacitación en semillas y apoyo institucional para el desarrollo de los recursos necesarios para ampliar sus metas de producción total.

#### Fase 4

En esta fase, se contempla una persona responsable de tiempo completo, bien capacitado y motivada, localizada en un lugar que favorezca la producción de semillas, posiblemente llevando a cabo actividades en varios lugares. La multiplicación de semillas se efectúa en una escala de mediana a grande, para alcanzar las metas nacionales requeridas por los investigadores en forrajeras. Adicionalmente se logran esfuerzos significativos en el desarrollo de la tecnología de producción de semillas. Cuando sea relevante y práctico, se establecen contratos de producción con terceros o en compañía con otras entidades. Obviamente, esto implica la disponibilidad de fondos y los recursos apropiados.

Cuadro 6. Modelo del resumen de lotes de multiplicación existentes

No.	Lote de multiplicación		Establecimiento			Rend. kg/ha	Semilla esperada	
	Ident. Campo	Especie Accesión o Cultivar	Area (ha)	Fecha	Lote de semilla		Fecha	kg
1	A2	<u>Brachiaria decumbens</u> cv. Basilisk	2.0	Nov/83	83-015	25	Ene/85	50
2	R2	<u>Andropogon gayanus</u> cv. San Martín	1.0	Nov/84	85-110	100	May/85	100
3		<u>Arachis pintoi</u> CIAT 17434	0.20	Dic/84	Estolones de P1		Oct/85	0.6
4	S1	<u>Stylosanthes guianensis</u> cv. Pucallpa	1.25	Dic/84		75	Jun/85	100
5	C4	<u>Centrosema</u> sp. CIAT 5277	0.5	Dic/84	84-0202	100	Jun/85	50
6	Invern.	<u>Desmodium heterophyllum</u> CIAT 349	50 (pots)	Sep/85		-	Feb/86	0.020

1 = Estado actual en febrero, 1985.



Cuadro 5. Modelo de un plan de multiplicación vigente para 1985 - 1986<sup>1</sup>.

Especie	Accesión o Cultivar	Multiplicación			METAS		Fecha	Area de cultivo requerida (ha)	Area pendiente <sup>2</sup> por establecer (ha)	Requisitos para el establecimiento	
		kg	ha	fecha	Clase semilla esperada	Rendimiento semilla esperada (kg/ha)				sem.	mat. veg.
<u>Brachiaria decumbens</u>	Basilisk	50		Abr/86	Comercial	25	Dic/86	2.0	-		
<u>Andropogon gayanus</u>	San Martín	100		Jun/86	Comercial	100	Ene/86	1.0	1.0		
<u>Stylosanthes guianensis</u>	Pucallpa	100		Sep/86	Básica	75	Ago/86	1.25	1.0		
<u>Arachis pintoii</u>	CIAT 17434	-	X30	Sep/86	Experimental			0.20	0.2		
<u>Centrosema sp.</u>	CIAT 5277	50		Sep/86	Experimental	100	Ago/86	0.5	$\frac{0.5}{2.7}$		

1 = Plan de multiplicación aprobado por el Comife de Planeación en octubre, 1985.

2 = Todas las áreas por ser establecidas antes de diciembre 10, 1985.

Cuadro 7. Modelo para los saldos de semillas.

Especie e Identidad	Clases de semilla	Saldos de semilla (kg)	Observaciones
<u>Andropogon</u> <u>gayanus</u> cv. San Martín	Básica	14.0	En proceso de acondicionamiento
	Comercial	10.0 aprox.	
<u>Brachiaria</u> <u>decumbens</u> cv. Basilisk	Comercial	14.0	
<u>Arachis</u> <u>pintoi</u> CIAT 17434	Experimental	0.200	Reservadas para proyecto
<u>Centrosema</u> sp. CIAT 5277	Experimental	0.1	Reservadas para Ing. Agr.
<u>Stylosanthes</u> <u>guianensis</u> cv. Pucallpa	Básica	2.5	

Cuadro 8. Resumen de los ensayos de desarrollo de tecnología de producción de semillas<sup>1</sup>.

1. FENOLOGIA Y FORMACION DE SEMILLAS EN ESPECIES PROMISORIAS

Observaciones tomadas de las parcelas de los Ensayos Regionales tipo A y B.

2. EPOCA Y DOSIS DE 2,4-D en Stylosanthes guianensis

Ensayo montado en parte de un lote de multiplicación de semilla experimental y básica de S. guianensis (CIAT 184 = cv. Pucallpa).

3. MANEJO DE Brachiaria decumbens PARA PRODUCCION DE SEMILLAS

Ensayo montado de un lote de producción de semilla comercial, en colaboración con un ganadero en su finca.

---

1 = Vigente en IVITA, Pucallpa, Perú.

## VI. LITERATURA CITADA

- ANDRADE, R. P. de. 1984. O papel do sector official na multiplicación y pesquisa em sementes de forrageiras tropicais. Contribución al I Curso de Semillas de Pastos Tropicales, CIAT, Cali, Colombia, 29 Oct.-16 Nov., 1984.
- ARVIER, A. C. 1983. Storage of seed in warm climates. Miscellaneous publication. Queensland Dept. Primary Industries, Brisbane, Australia.
- DOUGLAS, Johnson E. (comp ed.). 1982. Programas de semillas, guía de planeación y manejo. CIAT, Cali, Colombia. Trad. de la 1.ª ed. inglesa. 358 p. (Serie CIAT 09 SSe-6[82]).
- FERGUSON, J. E. y SANCHEZ, M. 1984. Estrategias para mejorar la disponibilidad de semillas forrajeras. Revista Semillas Vol. IX: 1-24. ACOSEMILLAS, Bogotá, Colombia.
- FERGUSON, J. E. (1985). An overview of the release process for new cultivars of tropical forages. Seed Science and Technology. Vol. 13(3).
- GARCIA, D. A. y FERGUSON, J. E. 1984. Cosecha y beneficio de la semilla de Andropogon gayanus, CIAT, Cali, Colombia, Serie Boletines Técnicos, Programa de Pastos Tropicales No.1.
- HOPKINSON, J. M. and EAGLES, D. A. 1980. Seed production and processing. In: 'Collecting and testing tropical forage plants'. Ed. R. J. Clements and D. G. Cameron, CSIRO. Melbourne, Australia.
- HOPKINSON, J. M. and REID, R. 1979. Significancia de clima en producción de semillas de leguminosas forrajeras tropicales. En: Producción de pasturas en suelos ácidos del trópico. (Ed. L. E. Tergas y P. A. Sánchez), CIAT, Cali, Colombia.
- HUMPHREYS, L. R. 1976. Producción de semillas pratenses tropicales. FAO, Roma.
- JONES, R. J. and ROE, R. 1976. Seed production, harvesting and storage. In: 'Tropical Pasture Research. Principles and Methods'. (Ed. N.N. Shaw and W. L. Bryan). Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops. Bull. No.51, Farnham Royal England.

- JUSTICE, O. L. and BASS, L. N. 1978. Principles and practices of seed storage. Agricultural Handbook No.506. USDA. Washington D.C. USA.
- LINNETT, B. 1977. Processing seeds of tropical pasture plants. Seed Sci. and Tech. 5: 199-224.
- LOCH, D. S. 1980. Selection of environment and cropping system for tropical grass seed production. Tropical Grasslands 14:159-168.
- MANNETJE, L. 1984. Pasture development and animal production in Queensland since 1960. Tropical Grasslands 18: 1-18.