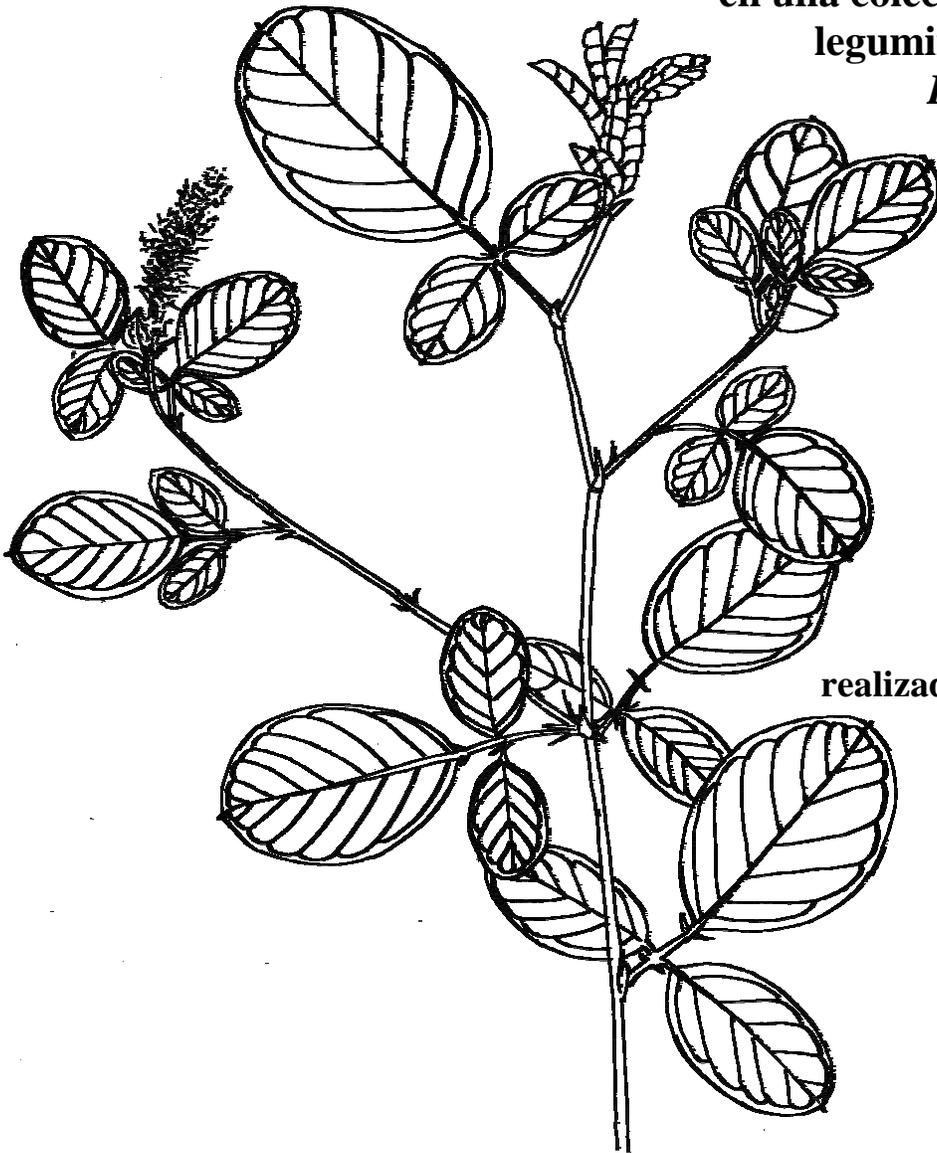


Desmodium ovalifolium –
la conocemos?

**Memorias del 1^{er} Taller de Trabajo del Proyecto:
La interacción genotipo con el medio ambiente
en una colección seleccionada de la
leguminosa forrajera tropical
*Desmodium ovalifolium***



realizado el 19 de marzo de 1996,
CIAT, Cali, Colombia

Desmodium ovalifolium -
la conocemos?

**Memorias del 1^{er} Taller de Trabajo del Proyecto:
La interacción genotipo con el medio ambiente
en una colección seleccionada de la
leguminosa forrajera tropical
*Desmodium ovalifolium***

**realizado el 19 de marzo de 1996,
CIAT, Cali, Colombia**

**Editores:
Axel Schmidt
Rainer Schultze-Kraft**

Documento de trabajo no. 171, 1997

Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT, Cali, Colombia
Universidad de Hohenheim, Stuttgart, Alemania
Agencia Alemana para la Cooperación Técnica - GtZ, Alemania

Departamento de Pastos y Forrajes Tropicales
Instituto de Producción de Plantas
en el Trópico y Subtrópico
Universidad de Hohenheim
D-70593 Stuttgart, Alemania

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)
Apartado Aéreo 6713
Cali, Colombia

Documento de trabajo no. 171

Tiraje: 100

Noviembre 1997

Dibujos de las portadas: *Desmodium ovalifolium* con flor y semilla
Desmodium ovalifolium en estado de plántula
elaborados por Germán Escobar B.

Desmodium ovalifolium - la conocemos? Memorias del 1^{er} Taller de Trabajo del Proyecto "La interacción genotipo con el medio ambiente en una colección seleccionada de la leguminosa forrajera tropical *Desmodium ovalifolium*" realizado el 19 de marzo de 1996, CIAT, Cali, Colombia. Editores: Axel Schmidt y Rainer Schultze-Kraft. Universidad de Hohenheim, Stuttgart, Alemania y Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Documento de trabajo no. 171. 87 p.

Contenido

	Pág.
Prefacio	
Bienvenido del Programa de Forrajes Tropicales Peter Kerridge	7
Sinopsis e introducción al proyecto Axel Schmidt	8
<i>Desmodium ovalifolium</i> – sinopsis de la taxonomía, biogeografía y recursos genéticos Rainer Schultze-Kraft	14
Experiencias con <i>Desmodium</i> en El Melcho – Cauca Edgar A. Cárdenas y Axel Schmidt	18
Experiencias con <i>Desmodium ovalifolium</i> para la producción bovina en la Zona Cafetera Senén Suárez V. y María C. Cardona	20
<i>Desmodium</i> spp. en la Amazonía colombiana Jaime E. Velásquez, Gustavo A. Ruiz y Aristipo Betancourth	22
Experiencias con <i>Desmodium ovalifolium</i> en el Centro de Investigación Carimagua, Llanos Orientales de Colombia Camilo H. Plazas B.	30
Adaptación, comportamiento agronómico y potencial productivo de <i>Desmodium ovalifolium</i> en la Orinoquia colombiana Raúl A. Pérez B.	35
Evaluación de cuatro asociaciones de <i>Brachiaria</i> spp. con leguminosas bajo pastoreo en la altillanura bien drenada de Colombia Alvaro Rincón C.	43
El ensayo multilocacional – las fases y las evaluaciones agronómicas Axel Schmidt	50

	Pág.
Análisis de calidad en genotipos de <i>Desmodium ovalifolium</i> Carlos E. Lascano y Rolando Barahona	53
Aceptabilidad relativa de genotipos de <i>Desmodium ovalifolium</i> Carlos E. Lascano	56
Metodología de análisis estadístico del proyecto <i>Desmodium ovalifolium</i> María C. Amézquita	58
Identificación de factores ambientales en la adaptabilidad de la leguminosa forrajera tropical <i>Desmodium heterocarpon</i> ssp. <i>ovalifolium</i> Juan C. Ortiz y Carlos A. Sarmiento	63
Evaluación del contenido de taninos a través del crecimiento de <i>Desmodium ovalifolium</i> José G. Martínez, Axel Schmidt y Carlos E. Lascano	66
Efecto de suelos diferentes en los niveles de taninos en dos genotipos de <i>Desmodium ovalifolium</i> Axel Schmidt, Brigitte L. Maass, Idupulapati M. Rao y Carlos E. Lascano	68
Caracterización de la diversidad genética de una colección "core" preliminar de la leguminosa tropical <i>Desmodium heterocarpon</i> (L.) DC. subsp. <i>ovalifolium</i> (Prain) Ohashi (syn. <i>D. ovalifolium</i> Wall. ex Gagnep.) Brigitte L. Maass	71
Interacciones de la calidad de la hojarasca con la fertilidad del suelo y el clima Axel Schmidt, Carlos E. Lascano, Richard Thomas y Brigitte L. Maass	76
Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en CIAT Peter G. Jones y Luz A. Clavijo	78
Resumen del taller Rainer Schultze-Kraft	81
Lista de participantes	84

A la Agencia Alemana para la Cooperación Técnica – GtZ se le agradece su colaboración y el apoyo financiero para la realización de este taller y la ejecución del proyecto *Desmodium*.

Prefacio

Tanto la investigación como el uso actual resaltan a *Desmodium ovalifolium* como una leguminosa forrajera y de cobertura con gran potencial para América tropical, sobre todo por su adaptación a suelos ácidos y de baja fertilidad, hábito de crecimiento estolonífero, tolerancia a pastoreo fuerte y tolerancia a la sombra. Sin embargo, resultados positivos (que provienen principalmente de regiones del trópico húmedo) sobre *D. ovalifolium* como planta forrajera, contrastan con un número considerable de informes negativos. Según estos últimos, el comportamiento animal en pasturas con *D. ovalifolium* es deficiente debido a consumo y digestibilidad bajos como consecuencia de altas concentraciones de taninos en la planta. "El ganado no la come", se escucha con mucha frecuencia, y esto ha llevado a que el interés de los investigadores en *D. ovalifolium* bajara considerablemente durante los últimos años.

Sin embargo, resulta obvio que la investigación debería ocuparse más de esta especie: Analizando el mencionado contraste entre los informes, y teniendo en cuenta aparentes diferencias entre genotipos de *D. ovalifolium*, queda manifiesto que aún es poco lo que se conoce sobre la especie y los factores que influyen en características decisivas como su aceptabilidad y calidad nutritiva.

Como consecuencia, se inició en 1995 un proyecto colaborativo financiado por la GtZ – Alemania para estudiar la interacción genotipo por el medio ambiente en una colección seleccionada de *D. ovalifolium*. El 19 de marzo de 1996 se reunió un grupo de investigadores, participantes del proyecto y colaboradores en las instalaciones del CIAT, Cali, para revisar el estado de conocimientos sobre *D. ovalifolium* en general, discutir las actividades realizadas en 1995, y planear las de los años siguientes. El taller tenía además como objetivo integrar los participantes y las diferentes iniciativas dentro del proyecto, informar sobre los primeros resultados, y estimular la colaboración tanto dentro del proyecto como con personas actualmente no involucradas.

Las presentes memorias reúnen las presentaciones hechas durante el evento y tienen como objetivo servir como base de información sobre el proyecto y *D. ovalifolium* en general. Las contribuciones individuales se sometieron sólo a una edición somera por lo cual el estilo particular de los autores quedó ampliamente respetado. Esperamos que estas memorias sean útiles para el trabajo con *D. ovalifolium*, para la discusión de los resultados del proyecto y eventualmente para proyectos similares sobre otras leguminosas con alto contenido de taninos.

Axel Schmidt
Rainer Schultze-Kraft

Bienvenido del Programa de Forrajes Tropicales

Peter Kerridge, Programa de Forrajes Tropicales, CIAT, Cali

Apreciados colegas,

bienvenidos a este taller sobre *Desmodium ovalifolium*, una especie que tiene mucho interés para nosotros los agrónomos, porque en comparación con otras leguminosas herbáceas es muy persistente bajo pastoreo y, en comparación con otras leguminosas herbáceas nativas de América, no es susceptible a mayores enfermedades foliares.

D. ovalifolium es originaria del sureste asiático. Recuerdo que cuando trabajaba en Malasia en 1977, organicé un primer envío de 300 kg de semillas para el CIAT, a solicitud del Dr. Pedro Sánchez. En Malasia, se la usa para cobertura en plantaciones de caucho y palma aceitera, para controlar malezas y fijar nitrógeno. Es una planta muy tolerante a la sombra: En un ensayo con otras leguminosas de cobertura, como *Pueraria* (kudzu tropical), *Centrosema* y *Calopogonium*, fue la única leguminosa que persistió hasta un 10 por ciento de luz solar.

Además *D. ovalifolium* es muy resistente a plagas. Esta característica es una ventaja para nosotros, pero también una debilidad de esta planta. Con esto último me refiero a los taninos. Ellos por un lado protegen la planta contra los insectos y por otro lado son el motivo de baja aceptabilidad y digestibilidad de *D. ovalifolium* por parte del ganado. También hay otras características negativas, como por ejemplo, el lento crecimiento durante el establecimiento y la susceptibilidad a los nemátodos. Pero hay posibilidades de manejo para minimizar estos problemas.

Una de las personas que reconoció las buenas y las malas características agronómicas de *Desmodium* fue Carlos Lascano, quien ha hecho las investigaciones básicas acerca de las consecuencias de los taninos en la alimentación animal. También otros científicos en CIAT han observado que el contenido de taninos es variable de acuerdo al medio ambiente incluyendo los nutrientes en el suelo.

Por esta razón, Rainer Schultze-Kraft propuso como hipótesis que se puede usar el efecto del medio ambiente para reducir el contenido de los taninos y, aprovechando la variabilidad genética de *D. ovalifolium*, así manejar y optimizar el uso de la especie. Rainer Schultze-Kraft, junto con Brigitte Maass, quien tiene un interés en la interacción entre genotipos y el ambiente, y con Carlos Lascano escribieron un proyecto para investigar este tema. Axel Schmidt, con la ayuda de muchos de ustedes, ha establecido con mucho entusiasmo y diligencia una serie de ensayos en diferentes regiones de Colombia. También fue él quien organizó este taller para revisar los conocimientos sobre *D. ovalifolium* y discutir los avances del proyecto.

Espero que tengamos un buen intercambio de ideas y resultados.

La interacción genotipo con el medio ambiente en una colección seleccionada de la leguminosa forrajera tropical *Desmodium ovalifolium*

Sinopsis e introducción al proyecto

Axel Schmidt, Universidad de Hohenheim, Stuttgart, Alemania

Introducción

En el futuro, el uso de plantas forrajeras en el trópico se concentrará cada vez más en dos áreas principales: 1) en las tierras marginales que, debido a limitaciones climáticas, edáficas y/o topográficas, no permiten producción de cultivos y donde pasturas extensivas de bajos insumos son la única opción viable de uso de la tierra; y 2) en sistemas de producción integrados tales como los sistemas agropastoriles o silvopastoriles con la combinación de producción animal con cultivos o plantaciones de árboles, respectivamente. Características que se consideran claves en el proceso del desarrollo de un cultivar forrajero para estas importantes áreas, son bajos requerimientos de insumos, la tolerancia al pastoreo excesivo y la capacidad de contribuir a la conservación y el mejoramiento del suelo. Debido a su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, su enraizamiento profundo y su alto valor nutritivo, las leguminosas desempeñan un papel importante tanto en la producción pecuaria como en el mejoramiento del suelo (Schultze-Kraft *et al.*, 1993).

Especie objetivo

Desmodium ovalifolium Wall. es una especie que recientemente se aceptó taxonómicamente como *D. heterocarpon* (L.) DC. subsp. *ovalifolium* (Prain.) Ohashi (Ohashi, 1991). Es una leguminosa nativa del trópico subhúmedo y húmedo del sureste asiático, y combina una serie de características agronómicas importantes. Es una de las pocas leguminosas tropicales que presenta un vigoroso hábito de crecimiento rastrero, estolonífero. Por tanto, no sólo proporciona una cobertura muy efectiva del suelo con lo cual evita la erosión, y es tolerante al pastoreo excesivo, sino también forma asociaciones persistentes con gramíneas agresivas que tienen hábitos de crecimiento estoloníferos similares, por ejemplo, especies de *Brachiaria*.

D. ovalifolium no muestra especificidad para las cepas de *Bradyrhizobium*. En ensayos exploratorios, esta especie fijó el equivalente de casi 90 kg de N atmosférico/ha (CIAT, 1981). Además, de las leguminosas con disponibilidad de una variedad comercial es una de las pocas que tolera la sombra. Otras características particularmente importantes de esta especie son la adaptación a suelos ácidos y el bajo requerimiento de nutrientes (Grof, 1982).

Por su tolerancia a la sombra (Wong, 1991) y su hábito de crecimiento no trepador, *D. ovalifolium* es utilizado hace muchos años como leguminosa de cobertura en plantaciones de caucho y palma aceitera en el sureste asiático. La variedad comercial que se usa para tal fin (la accesión CIAT 350 en el banco de germoplasma del CIAT) también se ha sometido a ensayos agronómicos dentro de la RIEPT (Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales), en un amplio rango de sitios de América tropical. Por su desempeño en estos ensayos se considera como una leguminosa forrajera bastante promisoría, y se liberó como el cultivar Itabela para el mejoramiento de pasturas en el trópico húmedo de Bahía, Brasil (CEPLAC-CEPEC, 1990).

El problema

Sin embargo, CIAT 350 no ha encontrado aceptación muy amplia como leguminosa forrajera porque, en asociación con una gramínea y bajo pastoreo, demostró ser de baja palatabilidad para el ganado (Schultze-Kraft *et al.*, 1989), al igual que varias otras líneas experimentales. Como resultado, las pasturas tienden, con el tiempo, a presentar una dominancia de la leguminosa (CIAT, 1990) y, por consiguiente, el desempeño animal es deficiente. Los taninos condensados se han relacionado con esta baja aceptabilidad y la baja digestibilidad de la pared celular y de las proteínas (Carulla, 1994; Lascano *et al.*, 1994).

La lenta tasa de descomposición de la hojarasca ("litter"), sin embargo, puede ser una ventaja para una cobertura más efectiva del suelo, según lo demostró Budelman (1988) para la leguminosa arbustiva *Flemingia macrophylla* que tiene un contenido de taninos muy alto. Sin embargo, para que *D. ovalifolium* cumpla su papel como una leguminosa que mejore la fertilidad del suelo y la producción animal, en el desarrollo de cultivares en esta especie una meta debe ser niveles bajos de taninos y una mayor digestibilidad.

La base de recursos genéticos

Estudios preliminares con un grupo limitado de genotipos indicaron que la fertilidad del suelo y la época del año pueden afectar los niveles de taninos en *D. ovalifolium* (Sobrinho, 1982; Salinas y Lascano, 1983). Las observaciones hechas en las tierras bajas del trópico húmedo sugieren que *D. ovalifolium* es bien aceptada por el ganado en Caquetá, Colombia, y Bahía, Brasil (CIAT, 1990). Además, el nivel de taninos varía entre los genotipos, al igual que un rango de otras importantes características de la planta (Schultze-Kraft y Benavides, 1988).

Estos conceptos, sin embargo, deben ser aclarados y cuantificados, haciendo un uso eficiente de la colección de aproximadamente 150 accesiones que el CIAT ha reunido durante los últimos 15 años en expediciones de recolección de germoplasma en la flora silvestre del sureste asiático, el centro de diversidad de la especie. Esta colección representa un recurso genético único, aún sin aprovechar.

Para reducir la colección total a un tamaño manejable, se ha establecido una colección seleccionada ("core collection") de 18 genotipos representativos de la colección entera y seleccionados con base en su origen geográfico y los descriptores del sitio de recolección, y en una serie de parámetros de caracterización de germoplasma que incluyen la época de floración y la evaluación preliminar de la calidad.

Objetivos del proyecto

La meta del proyecto es contribuir a la producción agrícola sostenible en suelos ácidos del trópico húmedo y subhúmedo, mediante el uso apropiado de los recursos fitogenéticos disponibles de la leguminosa forrajera *Desmodium ovalifolium*. El propósito del proyecto es la evaluación del potencial agronómico y de calidad forrajera de *D. ovalifolium*, con base en una colección seleccionada, en localidades representativas de regiones de alta precipitación en Colombia. Los objetivos específicos son:

- (i) Caracterizar y evaluar la colección en términos de características agronómicas importantes y calidad del forraje y de la hojarasca, con énfasis en contenido de taninos, degradabilidad, digestibilidad y palatabilidad para ganado vacuno.
- (ii) Determinar el efecto de la fertilidad del suelo y del clima en las características agronómicas y en la calidad del forraje y de la hojarasca.
- (iii) Identificar las interacciones genotipo con el medio ambiente con respecto a las características agronómicas y la calidad del forraje y de la hojarasca.

Resultados del proyecto

Los resultados esperados son:

- Identificación de los genotipos con desempeño superior y con un potencial para el mejoramiento de las pasturas y la conservación del suelo para determinadas condiciones edáficas y climáticas, según una o más de las localidades experimentales.
- Identificación de condiciones edáficas y climáticas en las cuales el potencial de *D. ovalifolium* es especialmente alto.
- Identificación de las regiones, en el centro de diversidad de la especie, de donde provinieron los genotipos más promisorios de *D. ovalifolium* y, por tanto, en donde se deben concentrar posibles futuras misiones de recolección de germoplasma.

Generalidades del proyecto

La colección seleccionada fue establecida en cuatro ambientes importantes de Colombia: Sabana bien drenada, Llanos de Colombia (CORPOICA-CIAT, Centro de Investigación Carimagua); trópico húmedo, Florencia, Caquetá (CORPOICA, Centro de Investigación Macagual; Agroganadera del Valle, Hacienda La Rueda); laderas-seco, El Melcho, Cauca (campos de agricultores); y laderas-húmedo, Chinchiná, Caldas (Estación de Investigación de CENICAFE, La Romelia). En las localidades seleccionadas, se confunde el factor "temperatura" (caliente versus fresco) con la "acidez/fertilidad" del suelo (acidez/baja fertilidad versus acidez moderada/fertilidad moderada); para eliminar este efecto, se aplicará un tratamiento de fertilización con dos niveles (bajo y alto). El nivel bajo de fertilización representa un nivel de insumos mínimos, y se ajustará para las localidades, para asegurar que las plantas se establezcan y produzcan. El nivel alto se ajustará en cada localidad para eliminar por completo cualquier estrés de fertilidad de suelo y, por tanto, para promover un crecimiento cerca del máximo. El experimento tendrá una duración de dos años y medio, y las mediciones se realizarán durante la fase de establecimiento (primer año), y durante una época lluviosa y una seca de la subsiguiente fase de producción.

El experimento consiste en evaluar una colección seleccionada de 18 genotipos representativos de la colección mundial de *D. ovalifolium*. Esta colección seleccionada se ha establecido principalmente con base en el origen del germoplasma. Sin embargo, se han considerado también algunos datos agronómicos y de calidad, tales como hábito de crecimiento, patrón de floración, contenido de taninos y palatabilidad relativa, obtenidos en evaluaciones anteriores. La colección seleccionada fue sembrada en cada sitio en un arreglo de parcelas divididas "split-plot" con tres repeticiones. La parcela principal consiste en el nivel de fertilización aplicada (alto y bajo) y las subparcelas, en los genotipos.

Proyectos satélite

El proyecto principal será complementado por varios proyectos satélite:

- Recopilación de toda la información biológica y agronómica sobre *D. ovalifolium* disponible en las bases de datos accesibles, incluyendo los resultados de las evaluaciones multilocacionales en las redes de América Latina y África, y análisis de la información recopilada con herramientas estadísticas apropiadas.
- Determinación del efecto de la fertilidad del suelo en el contenido de taninos en genotipos seleccionados (experimentos bajo condiciones controladas a nivel de invernadero).
- Caracterización del comportamiento del contenido de taninos en genotipos seleccionados a través del crecimiento de la planta (experimentos bajo condiciones controladas a nivel de invernadero).

- Caracterización de la diversidad genética en la colección entera por medio de isoenzimas (PAGE).
- Mediante tecnologías de SIG (Sistemas de Información Geográfica), uso de la información obtenida para generar mapas (i) de las regiones de mejor desempeño potencial de *D. ovalifolium* como especie, y (ii) de las regiones de origen (en el sureste asiático) más destacadas respecto a la diversidad genética y el potencial promisorio de germoplasma nuevo de *D. ovalifolium*.

Referencias

- Budelman, A. 1988. The decomposition of the leaf mulches of *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium* and *Flemingia macrophylla* under humid conditions. *Agroforestry Systems* 7: 33-45.
- Carulla, J.E. 1994. Forage intake and utilization by sheep as affected by condensed tannins. Ph.D. Dissertation, University of Nebraska, Lincoln, Nebraska, USA. 97 p.
- CEPLAC-CEPEC (Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - Centro de Pesquisa do Cacau). 1990. *Desmodium ovalifolium* cv. Itabela. Folleto de información. 6 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1981. Microbiología de Suelos. En: Informe Anual 1981: Programa de Pastos Tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 155-165.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1990. Agronomía/RIEPT Trópico Húmedo. En: Informe Anual 1990: Programa de Pastos Tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Documento de Trabajo No. 89. p. 10-1 a 10-14.
- Grof, B. 1982. Performance of *Desmodium ovalifolium* Wall. in legume/grass associations. *Trop. Agric. (Trin.)* 59: 33-37.
- Lascano, C.E.; Maass, B.L. y Keller-Grein, G. 1995. Forage quality of shrub legumes evaluated in acid soils. In: Evans, D.O. y Szott, L.T. (eds.), Nitrogen fixing trees for acid soils. Nitrogen Fixing Tree Research reports (Special issue). Winrock International and NFTA, Morrilton, Arkansas, USA. p. 228-236.
- Ohashi, H. 1991. Taxonomic studies in *Desmodium heterocarpon* (L.) DC. (Leguminosae). *Journal of Japanese Botany* 66(1): 14-25.
- Salinas, J.G. y Lascano, C.E. 1983. La fertilización con azufre mejora la calidad de *Desmodium ovalifolium*. CIAT, Boletín Informativo de Pastos Tropicales 5: 1-6.
- Schultze-Kraft, R. y Benavides, G. 1988. Germplasm collection and preliminary evaluation of *Desmodium ovalifolium* Wall. CSIRO Division of Tropical Crops and Pastures Genetic Resources Communication 12: 1-20.
- Schultze-Kraft, R.; Lascano, C.E.; Benavides, G. y Gómez, J.M. 1989. Relative palatability of some little-known tropical forage legumes. Proc., XVI Int. Grassl. Congr., Nice, France. p. 785-786.

- Schultze-Kraft, R.; Williams, W.M. y Keoghan, J.M. 1993. Searching for new germplasm for the year 2000 and beyond. Proc., XVII Int. Grassl. Congr., New Zealand and Queensland, Australia, Vol I, p.181-188.
- Sobrinho, J.M. 1982. Yield performance and other agronomic characters of eighteen accessions of *Desmodium ovalifolium* Wall. and one accession of *D. heterocarpon*. M.Sc. Thesis, New Mexico State University, Las Cruces, New Mexico, USA. 66 p.
- Wong, C.C. 1991. Shade tolerance of tropical forages: A review. En: Shelton H.M. y Stür, W.W. (eds.), Forages for plantation crops. ACIAR Proceedings No. 32, Canberra, Australia. p. 64-69.

***Desmodium ovalifolium* – sinopsis de la taxonomía, biogeografía y recursos genéticos**

Rainer Schultze-Kraft, Universidad de Hohenheim, Stuttgart, Alemania

Taxonomía

Desmodium ovalifolium Wall. ex Gagnep. fue sólo recientemente (1991) reconocido como taxon separado por Ohashi, la autoridad mundial en taxonomía de especies asiáticas de *Desmodium*. Mientras anteriormente fue considerado parte de *D. heterocarpon* (L.) DC. subsp. *heterocarpon* var. *heterocarpon*; su nombre correcto es ahora *D. heterocarpon* (L.) DC. subsp. *ovalifolium* (Prain) Ohashi (aunque para abreviar, a continuación se sigue llamando *D. ovalifolium*). La reclasificación está entre otras también basada en observaciones hechas en plantas vivas en CIAT, y una consideración importante fueron hibridaciones espontáneas (naturales) que se han observado entre las subespecies *heterocarpon* y *ovalifolium* (ejemplos: las accesiones CIAT 13119 y 23762). Las hibridaciones son favorecidas por el “tripping” de las flores (generalmente por insectos) la cual en muchas especies de *Desmodium* es condición para la fructificación.

Debido a (i) la confusión en cuanto a la nomenclatura en la literatura, (ii) el polimorfismo de *D. heterocarpon*, y (iii) la edad y el estado de muchos especímenes en herbarios, es difícil ensamblar información confiable sobre la distribución natural de *D. ovalifolium*.

Biogeografía

D. ovalifolium es originario exclusivamente del sureste asiático: Birmania (no confirmado), Camboya, Filipinas, Indonesia (Java, Kalimantan, Sulawesi y Sumatra), Laos, Malasia, Tailandia, y Vietnam; ocurre entre latitudes 20°30' N y 04° S. No parece ocurrir en China ni Papua Nueva Guinea.

Es una especie de tierras poco elevadas (5-300 msnm), con muy pocas excepciones importantes en la colección de germoplasma: tres accesiones de la provincia de Dac Lac, Vietnam (400-900 msnm), y CIAT 33058 de Chiang Rai, Tailandia (900 m). Es más que todo del trópico húmedo con un clima caliente y altas precipitaciones (1200-4500 mm/año) pero con algo de estrés de sequía (rango: 0-6 meses “secos”, i.e. meses con menos de 60 mm de precipitación).

Los suelos varían de arenas cuarcíticas a Vertisoles con un pH de 4-6. El hábitat natural es muy similar al de otras leguminosas nativas del sureste asiático: bordes de bosques y matorrales de galería, bordes de plantaciones de árboles (palmas, caucho) y de cultivos (sobre todo arroz), y terrenos de barbecho (muchas veces sometido a pastoreo intensivo). Los sitios de recolección son

frecuentemente influenciados por sombra (*Imperata cylindrica*, matorrales, plantaciones de árboles).

Recursos genéticos

Hasta 1978 había en el CIAT 11 introducciones disponibles, procedentes de varias fuentes pero sin información sobre su origen. Posiblemente se trata de representantes de apenas uno a dos (?) genotipos, correspondientes a la variedad comercial (accesión CIAT 350), usada en el sureste asiático como cultivo de cobertura en plantaciones de palma aceitera y caucho.

Con el fin de ampliar esta base genética muy estrecha (y también para aumentar el germoplasma disponible de otras leguminosas nativas de la región), el CIAT en cooperación con instituciones nacionales y con aporte financiero de IBPGR condujo entre 1979 y 1992 once viajes mayores de recolección sistemática de germoplasma de leguminosas nativas: en China tropical (provincias de Hainan y Guangdong), Indonesia (Sumatra), Malasia, Tailandia y Vietnam. En total se colectaron 123 accesiones nuevas de *D. ovalifolium* que están bien documentadas respecto a sus sitios de recolección.

Además se recibieron 24 introducciones, sólo en parte documentadas, procedentes de otras instituciones; entre ellas se encuentran la muestra KLM 309 originaria de SE Sulawesi, Indonesia (la accesión CIAT 23762), y CPI 45379 originaria de Laos (accesión CIAT 23618). Muchas introducciones son, sin embargo, probablemente duplicados de la variedad comercial. Una accesión, obviamente no nativa sino naturalizada, que llamó la atención en su lugar de recolección, fue CIAT 23499, colectada en una asociación con *Panicum maximum* bien pastoreada en Guápiles, Costa Rica. Posiblemente se trata también de un duplicado de CIAT 350.

En total, la colección mundial está actualmente compuesta por aprox. 160 accesiones, muchas de las cuales son morfológicamente muy semejantes.

Diversidad genética

A pesar de la falta de polimorfismo – la cual es poco común en colecciones mayores de especies de leguminosas tropicales – las evaluaciones preliminares conducidas en los años '80 en CIAT-Quilichao mostraron considerable variación en muchas características importantes tales como crecimiento inicial y precocidad (no. de días hasta cobertura y floración, respectivamente), producción de semilla, tolerancia a sequía; producción de materia seca, y calidad del forraje y palatabilidad relativa.

Por otro lado, se observó uniformidad respecto a la excelente adaptación al Ultisol de Quilichao, ausencia de problemas de plagas y enfermedades, y contenido de taninos alto (pero con un considerable rango: 21-43%).

En las caracterizaciones resultó un grupo morfo-fisiológico muy distinto de la forma “común” de *D. ovalifolium*. Las accesiones CIAT 13112, 13134, 13138, y 13140 tienen hojas consistentemente trifolioladas con folíolos pronunciadamente acuminados y de coloración rojiza; su floración fue muy tardía (>230 días).

Core collection

Para reducir el número de accesiones a ser usadas en futuros trabajos de investigación, tendientes a describir la variabilidad en la colección, se estableció una “core collection” (= colección “seleccionada”) con ecotipos (i) representativos de la distribución natural de la especie incluyendo distancias geográficas extremas y características de clima, altitud y suelo contrastantes; (ii) de características agronómicas importantes tales como rápido establecimiento, precocidad y alta producción de semilla; y (iii) de características de calidad importantes (alto contenido de proteína cruda, alta digestibilidad, y bajo contenido de taninos). Una condición involuntaria fue además la disponibilidad de semilla.

En total la colección “core” en la cual se concentran los experimentos principales del proyecto, está compuesta por 18 accesiones (ver Cuadro 1); desafortunadamente no incluye material del mencionado grupo morfo-fisiológico muy distinto ni accesiones de altura de Vietnam (CIAT 33371, 33372).

Investigación futura

La investigación futura dependerá mucho del resultado del presente proyecto y por lo tanto no se pueden hacer sugerencias concretas. De todos modos, e independiente del presente proyecto, se debería completar la recolección de germoplasma para agregar a la colección actual ecotipos originarios de Birmania, Cambodia, Filipinas, Indonesia (excepto de Sumatra) y Laos, dentro de esfuerzos de recolección de leguminosas en general. En eventuales estudios futuros, se sugiere considerar material de altura de Vietnam y del mencionado grupo morfo-fisiológico muy distinto. Un tópico fitosanitario que probablemente requiera atención futura es el nemátodo del tallo (*Pterotylenchus cecidogenus*).

Cuadro 1: Accesiones en la colección "core" preliminar de *Desmodium ovalifolium*.

Criterio principal de selección	Origen ^a	Accesiones seleccionadas (no. CIAT) ^b
Origen	IDN	23195^c / (23196/23197), 23662, 23655, 23665 , 23762
	MYS	-
	THA	13370, 13646, 13655 , 13081, 13086 , 23618 , 33058 , 33427
	VNM	33371/(33372), 33369, 33115
	?	350 [= comercial]
Testigos	THA	13089 [= ampliamente evaluada]
	THA, ?	3788 , 3673, 13307
Floración precoz	THA, ?	3788 , 3673, 13307
Alta producción de semilla	THA	13647 , 13302
Establecimiento rápido	MYS, THA	13112, 13125 , 13105
Alto contenido de proteína cruda	MYS, THA	13289, 13305 , 13092
Alto contenido de N _{soluble}	THA	3793 , 3794
Bajo contenido de taninos	MYS, THA	13110 , 3778
Alta digestibilidad	THA	13030 , 13651 , 13095
Alta aceptabilidad relativa	THA, MYS	13653/(13105/13305)

a. IDN = Indonesia; MYS = Malasia; THA = Tailandia; VNM = Vietnam.

b. Accesiones alternativas en paréntesis.

c. Los números resaltados están incluidos en la colección seleccionada del proyecto.

Experiencias con *Desmodium* en El Melcho - Cauca

Edgar A. Cárdenas¹ y Axel Schmidt²

¹Programa de Forrajes Tropicales, CIAT, Cali

²Universidad de Hohenheim, Stuttgart, Alemania

La vereda El Melcho está ubicada sobre la Carretera Panamericana en el norte del Departamento del Cauca (lat. 2°44'23" N; long. 76°33'34" O) a una altura de 1555 m entre las Cordilleras Central y Occidental. El relieve de esta zona está fuertemente ondulado a escarpado con pendientes muy pronunciadas. La mayoría de los suelos son Andosoles que debido a un manejo inadecuado de cultivos como yuca, frijón, café, y plátano están sujetos a erosión en una dimensión considerable. En muchos sitios se encuentra este proceso acentuado por un sobrepastoreo de las áreas no cultivadas. El minifundio predomina en la región y la ganadería juega todavía un papel económicamente poco importante.

Clima

El clima en estas laderas se puede caracterizar como subhúmedo a húmedo. La Figura 1 muestra la distribución de las lluvias que en esta zona es generalmente considerada bimodal. Se distinguen dos períodos de menor precipitación que alternan con dos de mayor precipitación durante el año. Durante los meses de diciembre a febrero se presenta la primera época de verano la cual normalmente no es tan fuerte como la segunda época de junio a septiembre. Una gran parte de las lluvias se precipitan como lluvias fuertes causando erosión hídrica. La temperatura promedio es de 17.5 °C significando una limitación para el establecimiento y crecimiento de las plantas.

Suelo

Los suelos son derivados de sedimentos de la formación Popayán, influenciados por cenizas volcánicas, medio profundos a profundos, bien drenados, de textura media a fina. Son considerados como suelos ácidos con bajo contenido de cationes, saturación de aluminio baja y alta capacidad para fijar fósforo (Cuadro 1).

Experiencias con *Desmodium* en la zona

El conocimiento sobre el desempeño del género *Desmodium* en esta zona está limitado a un estudio de apenas 2 años (CIAT, 1995). La mayoría de las especies de este género se establecieron de manera lenta, siendo *D. intortum*, *D. distortum* y *D. cajanifolium* las de establecimiento más rápido. Las accesiones *D. ovalifolium* CIAT 13115, 13307 y 13089 tuvieron

mejor desempeño, particularmente en sitios de mayor pendiente. La única especie que se estableció bien fue *D. barbatum* que es nativa y abundante en la región, pero no es muy productiva. *D. ovalifolium* y *D. barbatum* forman una cobertura del suelo densa por lo cual pueden ser útiles en el control de la erosión (CIAT, 1995).

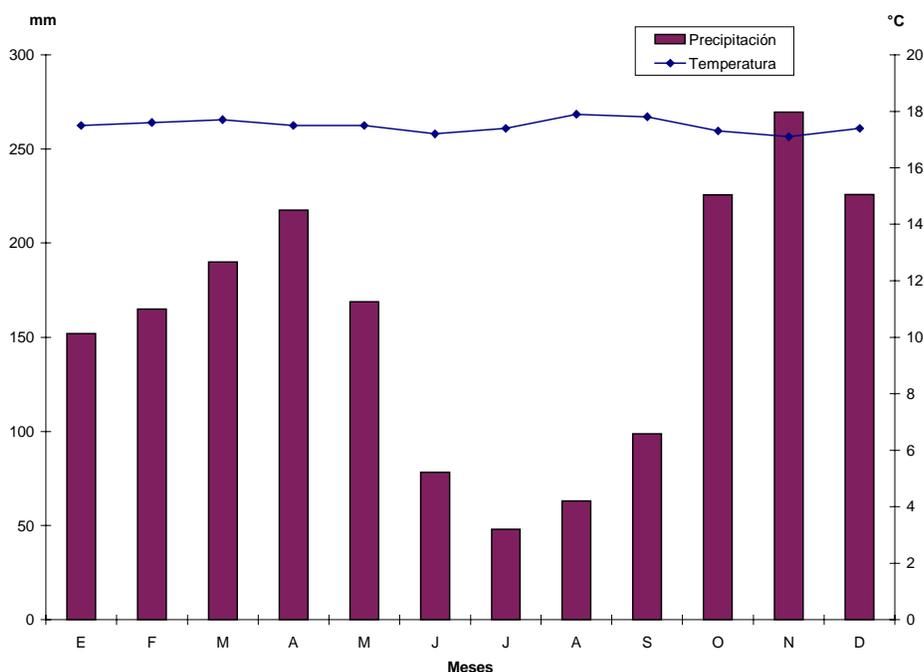


Figura 1: Promedios de precipitación y temperatura en la zona de la vereda El Melcho (Fuente: IDEAM, promedios de 11 años).

Cuadro 1: Características químicas de suelo del lote en El Melcho.

Prof. cm	M.O. (%)	pH	P (ppm)	Al (meq/100gr)	Ca (meq/100g)	Mg (meq/100g)	K (meq/100g)	S (ppm)	Sat. Al (%)
0-20	11.8	5.6	2.8	0.10	1.63	0.39	0.29	147.0	4.15
20-40	10.7	5.7	1.5	0.08	0.57	0.21	0.14	207.1	8.00

Referencias

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1995. Informe Bianual 1994-1995. Programa de Forrajes Tropicales. CIAT, Cali, Colombia.

Experiencias con *Desmodium ovalifolium* para la producción bovina en la Zona Cafetera

Senén Suárez V. y María C. Cardona, CENICAFE, Chinchiná, Caldas

En la zona cafetera colombiana las pasturas ocupan una superficie de más de dos millones de hectáreas (Federación Nacional de Cafeteros, 1981). Se encuentran principalmente en áreas con épocas secas bien definidas, hacia los 1000 m de altura sobre el nivel del mar y entre 4 y 12 grados de latitud norte. Los suelos son en su mayoría superficiales y de variadas condiciones físicas, en comparación con los suelos dedicados al cultivo del café los cuales son mucho más productivos. En general son pasturas degradadas y poco productivas, de explotación extensiva y sin fertilización (Suárez y Jaramillo, 1987). Para mejorar su productividad se requieren gramíneas y leguminosas seleccionadas por su adaptación a las prevalentes condiciones limitantes no sólo edáficas y climáticas sino también socioeconómicas (agricultores de bajo poder de inversión).

En el Centro Nacional de Investigaciones de Café (CENICAFE) en Chinchiná, Caldas, se han realizado trabajos de investigación relacionados con: (i) la selección de gramíneas y leguminosas de bajos requerimientos de fertilizantes en varias localidades de la zona cafetera (Suárez *et al.*, 1985; Suárez y Machado, 1988), comparadas con los pastos nativos; (ii) la selección de gramíneas y leguminosas y su establecimiento en pasturas degradadas (Suárez, 1990); y (iii) la selección de asociaciones gramíneas-leguminosas bajo pastoreo (Cardona, 1989).

Entre las leguminosas promisorias seleccionadas para la zona cafetera se encuentra el *Desmodium ovalifolium*:

- Su cobertura y producción de materia seca fue en varias localidades y suelos de la zona cafetera mayor que la de los pastos nativos.
- Puede ser establecido en pasturas degradadas sin necesidad de preparar el suelo para la siembra, sobre todo cuando se trata de gramíneas erectas que dejan espacios entre plantas en los cuales la leguminosa puede ser sembrada. Sin embargo, dentro de gramíneas que forman una densa cobertura tales como *Paspalum* spp. ("grama") hay necesidad de desherrar el sitio de siembra. En la zona cafetera central, que se distingue por alta precipitación, *D. ovalifolium* sólo se puede establecer por material vegetativo ya que la semilla se pierde por erosión y/o las plántulas no compiten con la proliferación de malezas.
- En una asociación *D. ovalifolium/Brachiaria decumbens*, la cobertura y producción de materia seca fueron mayores comparadas con los cultivos puros de la gramínea y leguminosa.
- Conforman con *B. decumbens* y *B. humidicola* asociaciones que bajo pastoreo son persistentes y productivas. En asociación, la proporción de la leguminosa fue después de un año entre 20% y 40%; sin embargo, en pastoreo su presencia aumenta con el tiempo debido a que el animal selecciona y consume la gramínea de mejor palatabilidad y calidad

en presencia de la leguminosa. De otro lado las asociaciones con *D. ovalifolium* llevan más de ocho años productivas bajo pastoreo con buenas ganancias animal, sin fertilización y sin control de malezas.

- La leguminosa también es promisorio como cobertura dentro del cultivo de café donde, entre otros, contribuye a la conservación del suelo; es resistente a la sombra (Suárez, 1985).
- Mediante la siembra con labranza mínima arriba descrita de *D. ovalifolium* solo o asociado con una gramínea, sin disturbar el suelo, los costos de establecimiento son mínimos. Esto hace factible para el pequeño agricultor renovar sus praderas y aumentar su producción de carne y leche.
- En la asociación, la pérdida de suelo por erosión de 1 t/ha durante el establecimiento (Suárez, 1990) fue menor a lo permisible para la zona de laderas.

Referencias

- Cardona, M.C. 1989. Informe anual 1988-1989. Programa de Producción Animal. CENICAFE, Chinchiná, Caldas, Colombia.
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. 1981. Censo Cafetero 1980-1981. División Investigaciones Económicas, Departamento Censo Cafetero, Colombia. 148 p.
- Suárez V., S. 1985. Efecto de la leguminosa *Desmodium ovalifolium* en la producción de café. En: Informe Anual 1984/85, CENICAFE (Sección de Química), Chinchiná, Caldas, Colombia.
- Suárez V., S. 1990. The establishment of forage legumes under field conditions in the Colombian coffee zone. Ph.D. thesis, Department of Soil Science, University of Reading, UK. 292 p.
- Suárez V., S. y Jaramillo, C.J. 1987. Estado de la explotación ganadera en la zona cafetera. CENICAFE, Colombia (38): 40-49.
- Suárez V., S. y Machado, L.F. 1988. Adaptación y producción de gramíneas y leguminosas en Supía. Pasturas Tropicales 10(2): 30-33.
- Suárez V., S; Franco, C. y Rubio, J. 1985. Producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en Chinchiná. Pasturas Tropicales 7(2): 17-18.

***Desmodium* spp. en la Amazonía colombiana**

Jaime E. Velásquez, CORPOICA, C.I. Macagual, Florencia, Caquetá

Gustavo A. Ruiz, CIAT-Nestlé, Florencia, Caquetá

Aristipo Betancourth, Programa de Forrajes Tropicales, CIAT, Florencia, Caquetá

I. DESCRIPCION DE LA ZONA

Localización geográfica

La Amazonía es una de las siete regiones naturales del país, de gran importancia para su desarrollo económico y social, tanto por su extensión como por su riqueza faunística y florística, y por el potencial para la producción de alimentos por medio de sistemas pecuarios y agrícolas, técnica y razonablemente explotados (Navas, 1982).

El área más desarrollada es el Departamento del Caquetá que se encuentra localizado al noroeste de la Amazonía colombiana, cerca de las fronteras con las repúblicas de Ecuador y Perú, entre los paralelos 0° y 2° de latitud N y entre los meridianos 71° y 76° de longitud O.

Comprende un área de 8'885,600 hectáreas. Con un frente de colonización muy activo, se estima que el área deforestada es de 1.5 millones de hectáreas. La actividad más importante es la ganadería, generalmente extensiva, con unos índices productivos relativamente bajos. De las áreas en pastos – frecuentemente en diferentes estados de degradación – se estima que el 60% está en pasturas nativas o naturalizadas y el resto en gramíneas mejoradas, principalmente *Brachiaria decumbens*. El uso de leguminosas es bastante limitado aunque se conocen las especies nativas: el frijolillo (*Calopogonium mucunoides*), kudzú (*Pueraria phaseoloides*), pega pega (*Desmodium* spp.) y más recientemente el maní forrajero (*Arachis pintoi*).

La presencia de la cordillera y la llanura amazónica en el departamento dan origen a varios pisos bioclimáticos y tres grandes unidades fisiográficas (IGAC, 1989):

1. La región montañosa de la cordillera oriental.
2. La zona de piedemonte (o de contacto entre la cordillera y la llanura amazónica).
3. La llanura amazónica.

Clima

Típicamente el clima del piedemonte del Caquetá corresponde al trópico húmedo, con temperaturas altas y precipitaciones a lo largo del año sin meses ecológicamente secos. La precipitación media anual es de 3540 mm; es continua pero con variaciones a través del año (Figura 1).

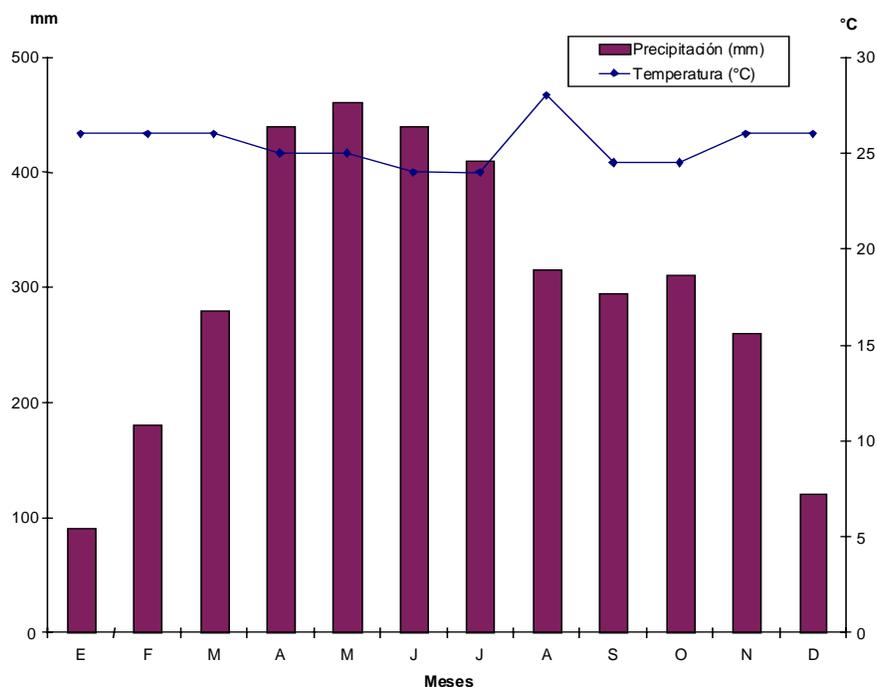


Figura 1: Promedios de precipitación y temperatura en el C.I. Macagual (1977 – 1989).

Los meses de abril, mayo, junio y julio son los más húmedos con precipitaciones superiores a los 300 mm/mes; los meses menos húmedos son diciembre, enero y febrero con precipitaciones inferiores a 150 mm/mes, pero al menos con 12 días de lluvia (Figura 1). La evaporación anual es de 1060.3 mm con promedio de 88.4 mm/mes. Dado que la evaporación mensual a lo largo del año es inferior a la precipitación, no se registran meses ecológicamente secos.

Suelos

Según Escobar (1986), en la región del piedemonte se encuentran dos grandes paisajes: Superficies de denudación (mesones) y superficies aluviales conformadas por terrazas (vegas altas) y vegas (vegas bajas); sus características se presentan en el Cuadro 1. Las órdenes de suelos predominantes son los Ultisoles en los mesones y los Inceptisoles en las vegas.

Cuadro 1: Características de los suelos de las superficies de denudación (mesones) y superficies aluviales (terrazas)

Suelo profundidad (cm)	y	pH	M.O. (%)	P (ppm)	Al	Ca	Mg	K	Na
Mesón (Ultisol)									
0-6		4.6	3.8	5.0	4.68	0.32	0.20	0.27	0.18
6-22		4.6	3.6	4.9	6.20	0.24	0.09	0.15	0.19
Terraza (Inceptisol)									
0-7		4.9	4.5	8.0	1.0	2.28	0.10	0.20	0.20
7-55		5.0	4.3	7.0	0.7	0.70	0.14	0.40	0.21

Fuente: Escobar (1986)

II. INVESTIGACION CON *DESMODIUM* SPP.

El *Desmodium* es una leguminosa bien conocida en algunas áreas del Caquetá. Sin embargo, su difusión y uso aún no son muy amplios. A continuación se presentan algunas experiencias y trabajos de investigación realizados con *Desmodium* spp. en la Amazonía.

Recolección

Belalcázar y Schultze-Kraft (1994) reportan algunas especies de *Desmodium* recolectadas en el Caquetá y mantenidas en el banco de germoplasma del CIAT. Muestras de ellas se encuentran también en el herbario de la Universidad de la Amazonía, Florencia.

Ensayos Regionales tipo A de la RIEPT (Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales)

Se han realizado tres ensayos de adaptación en los cuales se incluyeron accesiones de *Desmodium* spp.: dos en el Departamento del Caquetá y uno en el Departamento del Amazonas. De ellos han sobresalido algunas accesiones de *D. ovalifolium*, *D. heterocarpon* y *D. heterophyllum* (Cuadro 2).

Cuadro 2: Adaptación de especies y accesiones de *Desmodium* evaluadas en Ensayos Regionales tipo A (RIEPT), en diferentes localidades de la Amazonía colombiana.

Localidad	Especies y accesiones evaluadas	Adaptación
Florencia, C.I. Macagual (Acosta y Cuesta, 1983)	<i>D. heterophyllum</i> CIAT 349, 3782	regular a buena
	<i>D. ovalifolium</i> CIAT 350, 3673	buena a excelente
	<i>D. heterocarpon</i> CIAT 365	regular
	<i>D. incanum</i> CIAT 3522	mala
	<i>D. (syn. Codariocalyx) gyroides</i> CIAT 3001	buena a excelente
	<i>Desmodium</i> sp. CIAT 3019, 3490	mala, excelente a mala
(Acosta, 1985)	<i>D. ovalifolium</i> CIAT 3780	buena a regular
	<i>D. heterocarpon</i> CIAT 3787	buena
La Montañita, Hda. La Rueda (CIAT, datos no publicados)	<i>D. velutinum</i> (83 accesiones)	??
	<i>D. ovalifolium</i> (11 accesiones)	??
	<i>D. heterophyllum</i> (11 accesiones)	mala
	<i>D. heterocarpon</i> (7 accesiones)	mala
	<i>D. strigillosum</i> (12 accesiones)	mala
Leticia (Toledo <i>et al.</i> , 1983)	<i>D. heterophyllum</i> CIAT 349, 3782	regular, buena
	<i>D. ovalifolium</i> CIAT 350, 3678	excelente a buena
	<i>D. heterocarpon</i> CIAT 365	regular a mala
	<i>D. incanum</i> CIAT 3522, 3106	mala
	<i>D. (C.) gyroides</i> CIAT 3001	buena a mala
	<i>Desmodium</i> sp. CIAT 3019, 3306, 3490	mala
	<i>D. adscendens</i> CIAT 3066	mala
<i>D. barbatum</i> CIAT 3537	buena a regular	

Ensayos Regionales tipo B de la RIEPT

Se han evaluado siete accesiones de *D. ovalifolium*, una de *D. heterophyllum* y una de *D. (Codariocalyx) gyroides*, en cinco Ensayos Regionales tipo B (Cuadro 3). Los ensayos se han realizado en los Departamentos de Amazonas, Caquetá, Guaviare y Putumayo.

Ensayos Regionales tipo C de la RIEPT

Solamente se tiene reporte de un ensayo de *D. ovalifolium* CIAT 350, asociado con *Brachiaria humidicola* bajo pastoreo alterno y manejo flexible de carga, en el cual los animales ganaron en promedio 179 kg por año y animal (Maldonado y Velásquez, 1990).

Ensayos de establecimiento

En el Cuadro 4 se presentan dos ensayos de establecimiento de pastos en el Caquetá en los cuales se utilizaron cuatro accesiones de *D. ovalifolium* como leguminosa asociante de dos especies de *Brachiaria*. Las asociaciones con *D. ovalifolium* mostraban buenos resultados en cuanto a cobertura, producción de materia seca y valor nutritivo.

Cuadro 3: Especies y accesiones de *Desmodium* evaluadas en Ensayos Regionales tipo B, en diferentes localidades de la Amazonía colombiana.

Localidad	Especies y accesiones evaluadas
Florencia, C.I. Macagual (Angulo y Collazos, 1985)	<i>D. ovalifolium</i> CIAT 350, 3784
(Maldonado, 1990)	<i>D. ovalifolium</i> CIAT 3788, 3793, 3794
San José del Guaviare (Dohmen y Quejada, 1990)	<i>D. heterophyllum</i> CIAT 349 <i>D. ovalifolium</i> CIAT 350, 3666, 13089
Leticia (Pizarro <i>et al.</i> , 1985)	<i>D. ovalifolium</i> CIAT 350, 3784
Puerto Asís (Orozco, 1983)	<i>D. heterophyllum</i> CIAT 349 <i>D. ovalifolium</i> CIAT 350 <i>D. (C.) gyroides</i> CIAT 3001

Cuadro 4: Ensayos de establecimiento con *Desmodium ovalifolium* en asociación con dos especies de *Brachiaria*.

Localidad	Especies	Tratamientos
Florencia, C.I. Macagual (Gil <i>et al.</i> , 1991)	<i>D. ovalifolium</i> CIAT 350, 3788 y 3794 + <i>B. humidicola</i> CIAT 6013	Distribución espacial y distancias de siembra
La Montañita, Hda. La Rueda (Fajardo y Vásquez, 1989)	<i>D. ovalifolium</i> CIAT 13089 + <i>B. dictyoneura</i> CIAT 6133	Labranza con 2, 4, 6 pases de rastra; herbicidas

Semilleros

Entre 1989 y 1992 se sembraron en el Caquetá dentro de un proyecto colaborativo entre CIAT, ICA, SENA, NESTLE y la Universidad de la Amazonía varios semilleros de aproximadamente 2000 m² cada uno con *D. ovalifolium* CIAT 350. Algunos de estos semilleros todavía persisten pero se desconoce cuál ha sido el seguimiento de ellos y cuál ha sido el uso por parte de los productores para establecer pasturas asociadas. Igualmente hay un semillero de *D. ovalifolium* CIAT 13089 de aproximadamente 0.5 ha en la Hacienda La Rueda de Agroganadera del Valle, en La Montañita, Caquetá.

Siembras en fincas

Se estima que en el Caquetá existen unas 80 hectáreas sembradas en potreros asociados con *D. ovalifolium*. De éstas, la mayoría se encuentra en la Hacienda La Rueda (aproximadamente 30 has) y en el C.I. Macagual de CORPOICA en Florencia (5 has). Se tiene igualmente en el C.I. Macagual 1.5 ha de potrero asociado en el cual *D. ovalifolium* CIAT 350 es una de las leguminosas acompañantes junto con *Arachis pintoii*, *Centrosema macrocarpum* y *Stylosanthes guianensis*. Esta pastura ha sido incluida en dos trabajos realizados midiendo producción de leche (Ullrich *et al.*, 1994; Cipagauta y Pulido, 1996). En proyectos de investigación participativa con comunidades, se establecieron en 1995 4 has de una asociación de *B. dictyoneura* con *A. pintoii*, *C. macrocarpum* y *D. ovalifolium* CIAT 350 y 13089. En 1996 se establecieron además en proyectos de CORPOICA aproximadamente tres hectáreas de asociaciones de *Brachiaria* spp. con varias leguminosas, incluyendo *D. ovalifolium*, en dos comunidades del municipio de El Doncello (Caquetá).

El resto de pasturas estimadas como sembradas con *D. ovalifolium* se encuentra en pequeñas áreas de varios productores, principalmente de leche, con destino a Nestlé.

III. FUTURO DE *DESMODIUM OVALIFOLIUM* EN LA AMAZONIA

El *D. ovalifolium* se considera como una leguminosa promisoría para asociar, principalmente con gramíneas como *Brachiaria humidicola* y otras gramíneas para pastoreo. Igualmente podría tener un potencial como leguminosa de cobertura en arreglos agroforestales o en cultivos como el chontaduro y la palma africana. Más variabilidad respecto a genotipos más palatables sería deseable para las condiciones de trópico húmedo. En investigación sería importante realizar algunos ajustes metodológicos con relación a producción de carne y leche. De otro lado, un método de identificación rápida (cariotipo?) de la semilla, por ecotipo, sería muy útil también para la entidad nacional encargada del control sanitario y de calidad, en el caso de una liberación de un cultivar o en caso de importación de semillas.

Referencias

- Acosta A., E. 1985. Adaptación de gramíneas y leguminosas forrajeras en Florencia, Caquetá, Colombia. En: Pizarro, E. A. (ed.), Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales, Resultados 1982-1985. Tercera reunión de la RIEPT, 21-24 octubre, 1985. CIAT, Cali, Colombia. Vol. II, p. 751-759.
- Acosta A., E. y Cuesta, P.A. 1983. Adaptación de gramíneas y leguminosas forrajeras en Florencia, Colombia. En: Pizarro, E.A. (ed.), Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales, Resultados 1979-1982. Segunda reunión de la RIEPT, septiembre 27-29, 1982. CIAT, Cali, Colombia. p. 215-222.
- Angulo, R. y Collazos, G. 1985. Establecimiento y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en Florencia, Colombia. En: Pizarro, E.A. (ed.), Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales, Resultados 1982-1985. Tercera reunión de la RIEPT, 21-24 octubre, 1985. CIAT, Cali, Colombia. Vol. II, p. 785-800.
- Belalcázar, J. y Schultze-Kraft, R. (comps.) 1994. La colección de forrajeras tropicales en CIAT. 4. Catálogo de germoplasma de Colombia. Documento de Trabajo No. 137. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 604 p.
- Cipagauta, M. y Pulido, J.I. 1996. Potencial de producción de leche en tres pasturas del piedemonte amazónico. En preparación.
- Dohmen, C.M. y Quejada, P.E. 1990. Evaluación de diferentes leguminosas forrajeras en San José de Guaviare, Amazonía colombiana. En: Keller-Grein, G. (ed.), Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales, RIEPT Amazonía. Primera reunión Lima - Perú, 6-9 noviembre de 1990. Documento de Trabajo No. 75. CIAT, Cali, Colombia. Vol. 1, p. 317-335.
- Escobar A., C.J. 1986. Algunas características de los suelos y uso de la tierra en el Caquetá. ICA Macagual. 6 p. (Mimeo).
- IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi). 1989. Atlas básico de Colombia. VI Edición.
- Fajardo I., R. y Vásquez C., N. 1989. Establecimiento de asociaciones de gramíneas y leguminosas forrajeras mejoradas bajo diferentes intensidades de labranza en suelos de mesón en el piedemonte caqueteño. Tesis de grado Zootecnista. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de la Amazonía, Florencia, Caquetá, Colombia. 120 p.
- Gil, E.; Alvarez, E. y Maldonado, G. 1991. Distancia y distribución de siembra en el establecimiento de tres especies de *Brachiaria* asociadas con leguminosas. Pasturas Tropicales 13(3): 11-14.
- Maldonado F., G. 1990. Producción de forraje de gramíneas y leguminosas tropicales promisorias en Florencia, Colombia. En: Keller-Grein, G. (ed.), Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales, RIEPT Amazonía. Primera reunión Lima - Perú, 6-9 noviembre de 1990. Documento de Trabajo No. 75. CIAT, Cali, Colombia. Vol. 1, p. 333-370.
- Maldonado, G. y Velásquez, J. 1990. Evaluación preliminar del manejo de pastoreo en asociaciones gramíneas-leguminosas en el piedemonte caqueteño. Pasturas Tropicales 12(2): 11-14.

- Navas, J. 1982. Algunas consideraciones sobre la Amazonía colombiana. En: Hecht, S.B. (ed.), Amazonía, Investigación sobre agricultura y uso de tierras. Memorias de la Conferencia Internacional patrocinada por la Fundación Rockefeller, GtZ, CIAT, NCSU e ICRAF. CIAT, Cali, Colombia. 448 p.
- Orozco, D. 1983. Establecimiento y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en Puerto Asís, Colombia. En: Pizarro, E.A. (ed.), Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales, Resultados 1979-1982. Segunda reunión de la RIEPT, septiembre 27-29, 1982. CIAT, Cali, Colombia. p. 257-261.
- Pizarro, E.A.; Salinas, J.G.; Franco, L.H. y Gómez, A. 1985. Establecimiento y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en Leticia, Colombia. En: Pizarro, E.A. (ed.), Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales, Resultados 1982-1985. Tercera reunión de la RIEPT, 21-24 octubre, 1985. CIAT, Cali, Colombia. Vol. II, p. 811-839.
- Toledo, J.M.; Gómez-Carabaly, A. y Castilla, C.E. 1983. Adaptación de gramíneas y leguminosas forrajeras en Leticia, Colombia. En: Pizarro, E.A. (ed.), Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales, Resultados 1979-1982. Segunda reunión de la RIEPT, septiembre 27-29, 1982. CIAT, Cali, Colombia. p. 263-273.
- Ullrich, C.; Vera, R.R. y Weniger, J.H. 1994. Producción de leche con vacas de doble propósito en pasturas solas y asociadas con leguminosas. Nota de Investigación. Pasturas Tropicales 16(3): 27-30.

Experiencias con *Desmodium ovalifolium* en el Centro de Investigación Carimagua, Llanos Orientales de Colombia

Camilo H. Plazas B., Programa de Forrajes Tropicales, CIAT-Carimagua, Meta

El Centro de Investigación CORPOICA - CIAT Carimagua con una extensión de más de 20,000 hectáreas está localizado sobre la margen derecha del río Meta, en el departamento del mismo nombre y a una distancia de 320 kilómetros de su capital, Villavicencio. Por su localización geográfica (4°37' N; 71°13' O) y por sus características de paisaje y fisiografía uniformes se le considera como representativo de las altillanuras bien drenadas de los Llanos Orientales.

El área donde está ubicada Carimagua tiene una temperatura media anual de 22 °C con una altura sobre el nivel del mar que oscila entre 150 y 175 metros. La precipitación media anual es de aproximadamente 2160 mm, con lluvias en los meses de abril a diciembre y con un período definido de época seca de mediados de diciembre hasta finales de marzo. Los caños tienen cursos definidos y delimitados por esteros en los cuales dominan bosques de árboles caducifolios y palma de moriche (morichales).

A lo largo de la margen del río Meta se encuentran tres millones de hectáreas con suelos de características muy similares a los de Carimagua, en los cuales predominan las altillanuras. Hacia el sur, la planicie ondulada hasta fuertemente disectada ("serranía") abarca ocho millones de hectáreas cubiertas de sabana. Al norte del río Meta, en Casanare y Arauca, hay doce millones de hectáreas de llanura plana alta y baja; esta última está sujeta a inundaciones durante los períodos lluviosos.

Los suelos, que son de origen sedimentario, son representativos de la zona y en su mayoría corresponden a Oxisoles y Ultisoles bien drenados, de excelentes características físicas pero muy ácidos, con pH de 4.2 a 4.3, pobres en materia orgánica, bases de cambio y nutrientes aprovechables. Los suelos tienen textura principalmente arcillosa y franco arcillosa que los hacen de consistencia firme, friable y suelta, con alto contenido de aluminio intercambiable.

La baja productividad ganadera de estas sabanas está ligada a factores tales como suelo y a la baja calidad nutritiva de las especies que conforman la vegetación nativa. Por esta razón se ha venido trabajando en la selección de germoplasma con adaptación a suelos ácidos, deficientes en fósforo y con niveles altos de aluminio. Tanto las gramíneas y leguminosas seleccionadas para conformar pasturas asociadas deben ser capaces de producir y persistir con mínimos insumos externos y mantener su valor nutritivo durante la época seca. Estas tecnologías para el desarrollo de pasturas mejoradas en los Llanos Orientales de Colombia adquieren importancia a medida que los productores las adopten en forma adecuada.

Qué conocemos del *Desmodium ovalifolium* en la zona?

Producción de materia seca

El *Desmodium ovalifolium* se caracteriza por presentar altos rendimientos de materia seca. Sin embargo, se ha observado una alta variabilidad entre accesiones de esta especie (Schultze-Kraft y Benavides, 1988). Bajo cortes de cada seis semanas en un monocultivo se obtuvieron rendimientos anuales de 23,400 kg de materia seca (MS)/ha, más altos que otras leguminosas como *Centrosema* spp. y *Galactia* spp. (Grof, 1982). En los Llanos de Colombia, bajo la misma frecuencia de corte, *D. ovalifolium* en asociación con *Brachiaria humidicola*, *B. decumbens* y *Andropogon gayanus* produjo entre 4000 y 7300 kg MS/ha (Grof, 1984).

Producción de semilla

En el país se han obtenido rendimientos de semillas de 153 a 198 kg/ha con el cultivar comercial (CIAT 350), existiendo gran variabilidad entre accesiones (CIAT, 1989).

Plagas y enfermedades

En los Llanos Orientales se han identificado dos problemas patológicos en *D. ovalifolium* CIAT 350: (i) la falsa roya (*Synchytrium desmodii*) y (ii) el nemátodo del nudo del tallo (*Pterotylenchus cecidogenus*). Este último se detectó por primera vez en 1981 y es ahora el problema patológico más importante de esta leguminosa en la zona de Carimagua. El nemátodo produce agallas en los tallos que resultan en marchitamiento y muerte de la planta (Lenné, 1983 y 1985). No obstante, varias accesiones tales como CIAT 13089 muestran alto nivel de resistencia a estos patógenos (Lenné, 1981).

Valor nutritivo

Uno de los factores limitantes que presenta *D. ovalifolium* como planta forrajera, es su alto contenido de taninos los cuales afectan la digestibilidad y el consumo (Lascano y Salinas, 1982). El contenido de taninos puede variar entre 21.1 % y 43 %, siendo mayor en el cultivar CIAT 350 que en otras accesiones. Trabajos realizados por Lascano y Salinas (1982) permitieron identificar al azufre como el elemento clave en calidad y consumo de *D. ovalifolium* CIAT 350 en monocultivo. Los resultados de este estudio mostraron que la fertilización de mantenimiento con base en azufre produjo aumentos en disponibilidad de forraje, en consumo y solubilidad del nitrógeno, y una reducción en taninos. El contenido de proteína cruda en las hojas de *D. ovalifolium* es en general adecuado y puede variar entre 12 y 20 %, existiendo diferencias entre accesiones (Schultze-Kraft y Benavides, 1988). La digestibilidad que oscila entre 28 y 50 % es

baja en la mayoría de las accesiones; esto está asociado al alto contenido de taninos. Las concentraciones de fósforo y de calcio (0.10-0.12 % y 0.27-0.57 %, respectivamente) son bajas si se comparan con otras leguminosas tropicales.

Producción animal

En 1982 se evaluó una asociación de *D. ovalifolium* CIAT 350 con *Brachiaria humidicola* cuya productividad fue 152 kg/animal en el primer año y 45 kg/animal en el segundo año. Desafortunadamente se presentó una disminución en la proporción de la leguminosa en la pastura por dos factores: defoliación durante la época seca y ataque por el nemátodo del tallo. La carga utilizada fue de 3.5 an/ha bajo pastoreo alterno durante estos dos años (CIAT, 1983).

En 1983, otro ensayo de pastoreo que incluyó *B. decumbens* como gramínea asociada produjo 459 g/an/día con una carga de 2.3 an/ha. Sin embargo, la asociación no fue persistente debido a un fuerte ataque de salivazo en la gramínea, y de nemátodos en la leguminosa (CIAT, 1984 y 1985).

En 1985 se evaluó otro ensayo en una asociación de *B. humidicola* y *D. ovalifolium* bajo diferentes cargas y también bajo pastoreo alterno. Esta vez las ganancias promedio fueron de 374 g/an/día en época seca y 303 g/an/día en época lluviosa. Sin embargo, sólo se pudo evaluar por corto tiempo ya que la leguminosa desapareció de las praderas por efecto de patógenos.

En 1990 se realizó otro estudio incluyendo *D. ovalifolium* CIAT 13089, resistente al nemátodo del tallo (CIAT, 1985), en asociación con *B. humidicola* CIAT 679 bajo condiciones de sabana durante dos años. El objetivo fue determinar el efecto de dicha asociación en la producción animal, bajo pastoreo flexible y en dos suelos contrastantes: suelo arenoso (36 % de arena) donde las cargas utilizadas durante todo el año fueron de 2 an/ha en época seca y 3 an/ha en época de lluvia, y suelo arcilloso (10 % de arena) donde las cargas utilizadas fueron de 3 an/ha y 4 an/ha en época seca y lluviosa, respectivamente (carga alta), y 2 an/ha y 3 an/ha (carga baja).

Los resultados de este último estudio indican que la composición botánica de la asociación *B. humidicola* CIAT 679 y *D. ovalifolium* CIAT 13089 fue inestable, independientemente de la carga animal empleada o del sistema de pastoreo impuesto. En los dos sitios, la proporción de leguminosa aumentó linealmente a través del tiempo en ambas cargas, siendo mayor este aumento en el sitio con el suelo más arenoso donde la leguminosa terminó dominando la gramínea.

La dominancia de la leguminosa en la pastura afectó también la calidad de la dieta seleccionada. La digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) de la dieta seleccionada en la pastura asociada fue muy baja y menor que en la gramínea pura. La DIVMS de la dieta fue más alta en las pasturas del suelo más pesado, con mejor balance gramínea-leguminosa, debido a un menor consumo de *D. ovalifolium*. El nivel de proteína cruda del forraje seleccionado fue mayor

en la pastura de gramínea-leguminosa que en la pastura de gramínea pura, particularmente en el suelo más arenoso. Las bajas ganancias de peso fueron el reflejo del desbalance gramínea-leguminosa. En el suelo arcilloso, las ganancias de peso no variaron entre tratamientos, ni entre años, pero sí entre épocas, siendo menor en la época seca (122 g/an/día) que en la época de lluvias (262 g/an/día) particularmente durante el segundo año de pastoreo. En el suelo arenoso, las ganancias de peso tampoco variaron entre tratamientos, pero sí entre años y entre épocas; en el segundo año las ganancias de peso fueron menores (71 g/an/día) que en el primer año (156 g/an/día). Así mismo las ganancias de peso fueron más bajas en la época seca (-34 g/an/día) que durante la época de lluvias (261 g/an/día) (Toro, 1990).

Referencias

- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1983. Informe Anual. Programa de Pastos Tropicales. CIAT, Cali, Colombia.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1984. Informe Anual. Programa de Pastos Tropicales. CIAT, Cali, Colombia.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1985. Informe Anual. Programa de Pastos Tropicales. CIAT, Cali, Colombia.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1989. Informe Anual. Programa de Pastos Tropicales. CIAT, Cali, Colombia.
- Grof, B. 1982. Performance of *Desmodium ovalifolium* Wall. in legume-grass associations. *Tropical Agriculture* 59(1): 33-37.
- Grof, B. 1984. Yield attributes of three grasses in association with *Desmodium ovalifolium* in an isohyperthermic savanna environment of South America. *Tropical Agriculture* 61(2): 117-120.
- Lascano, C.E. y Salinas, J. 1982. Efecto de la fertilidad del suelo en la calidad del *Desmodium ovalifolium*. *Pastos Tropicales, Boletín informativo* 7: 4-5.
- Lenné, J.M. 1981. Reaction of *Desmodium* species and other tropical pasture legumes to the root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. *Tropical Grasslands* 15: 17-20.
- Lenné, J.M. 1983. Dos enfermedades amenazan el *D. ovalifolium* CIAT 350. *Pastos Tropicales, Boletín informativo (Colombia)* 5(3): 1-2.
- Lenné, J.M. 1985. *Synchytrium desmodii*, cause of wart disease of the tropical pasture legume *Desmodium ovalifolium* in Colombia. *Plant Disease* 69(9): 806-808.
- Schultze-Kraft, R. y Benavides, G. 1988. Germplasm collection and preliminary evaluation of *Desmodium ovalifolium* Wall. *CSIRO Genetic Resources Communication* 12: 1-20.

Toro, M.N. 1990. Productividad animal en pasturas de *B. humidicola* CIAT 679 solo y en asociación con *Desmodium ovalifolium* CIAT 13089 bajo un sistema flexible de pastoreo. M.Sc. Tesis, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Adaptación, comportamiento agronómico y potencial productivo de *Desmodium ovalifolium* en la Orinoquia colombiana

Raúl A. Pérez B., CORPOICA, C.I. La Libertad, Villavicencio, Meta

El *Desmodium ovalifolium* ha mostrado buena adaptación y alto potencial productivo en diferentes condiciones de clima y vegetación de la Orinoquia colombiana. Esta última varía desde el bosque húmedo tropical en el piedemonte llanero hasta el bosque subhúmedo en el extremo oriente (altillanura del Vichada) y nororiente (llanura inundable de Casanare y Arauca). El clima de la región es monomodal con un período seco muy marcado el cual se extiende de diciembre a finales de marzo en el piedemonte del Meta (Figura 1), y de noviembre hasta abril en Arauca (Figura 2) y Puerto Carreño.

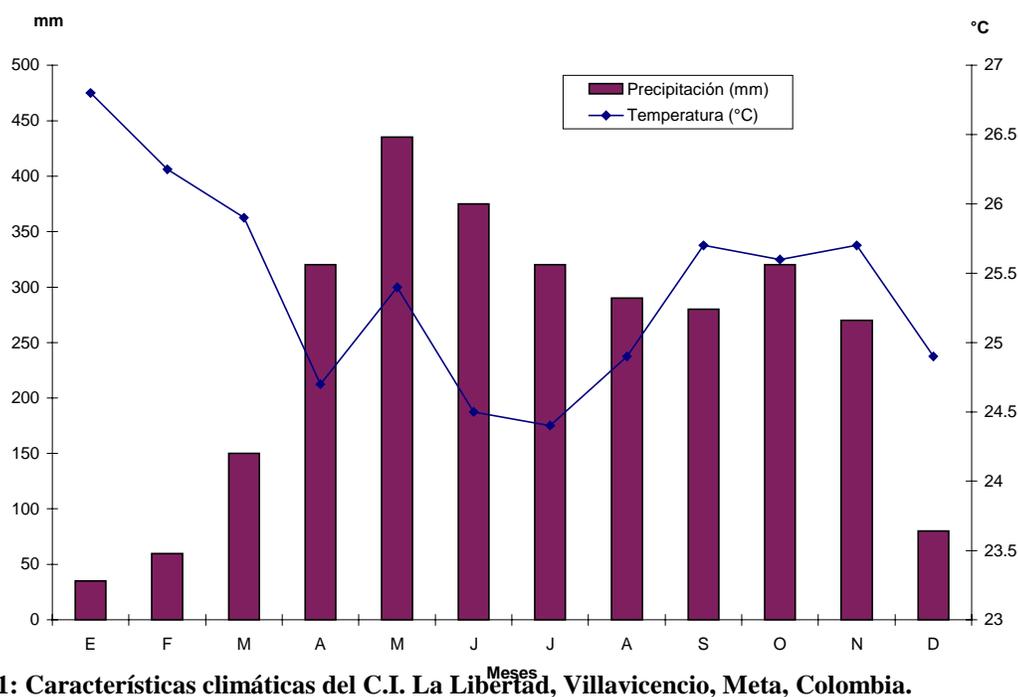


Figura 1: Características climáticas del C.I. La Libertad, Villavicencio, Meta, Colombia.

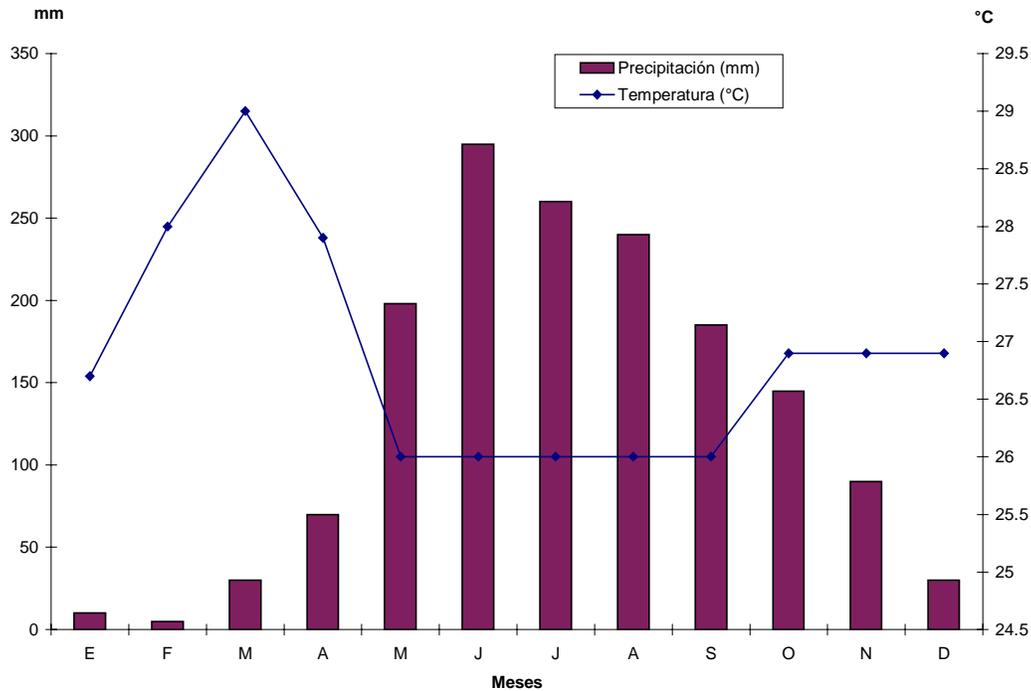


Figura 2: Características climáticas de Arauca, Arauca, Colombia.

Las precipitaciones varían desde 2870 mm en el C.I. La Libertad a 1580 mm en Puerto Carreño, Vichada. La temperatura media anual varía desde 26 °C en La Libertad a 28 °C en Puerto Carreño, y la humedad relativa entre 60% y 86% en verano e invierno en La Libertad, y entre 55% en verano y 76 % en invierno en Puerto Carreño.

Las localidades donde *D. ovalifolium* fue evaluado son (i) Iracá, San Martín, Meta, localizado a 420 m.s.n.m., 3°42' latitud N y 73°53' longitud O, con una precipitación promedio anual de 2530 mm y temperatura media de 29 °C; (ii) el C.I. La Libertad, Villavicencio, Meta, ubicado a 336 m.s.n.m., 4°4' latitud N y 73°31' longitud O, con una precipitación promedio anual de 2870 mm, temperatura media 26 °C; (iii) Villanueva, Casanare, ubicado a 350 m.s.n.m., 4°60' latitud N y 72°90' longitud O, con una precipitación promedio anual de 2640 mm, temperatura media de 27 °C; (iv) Arauca, Arauca, ubicado a 128 m.s.n.m., 7°4' latitud N y 70°77' longitud O, con una precipitación promedio anual de 1580 mm y temperatura media de 27 °C; y (v) Puerto Carreño, Vichada, ubicado a 75 m.s.n.m., 6°11' latitud N y 67°30' longitud O, con una precipitación promedio anual de 1580 mm y temperatura media de 28 °C. La información sobre la precipitación y su distribución, y la temperatura se resume en las Figuras 1, 2 y 3 para La Libertad, Arauca y Villanueva, respectivamente.

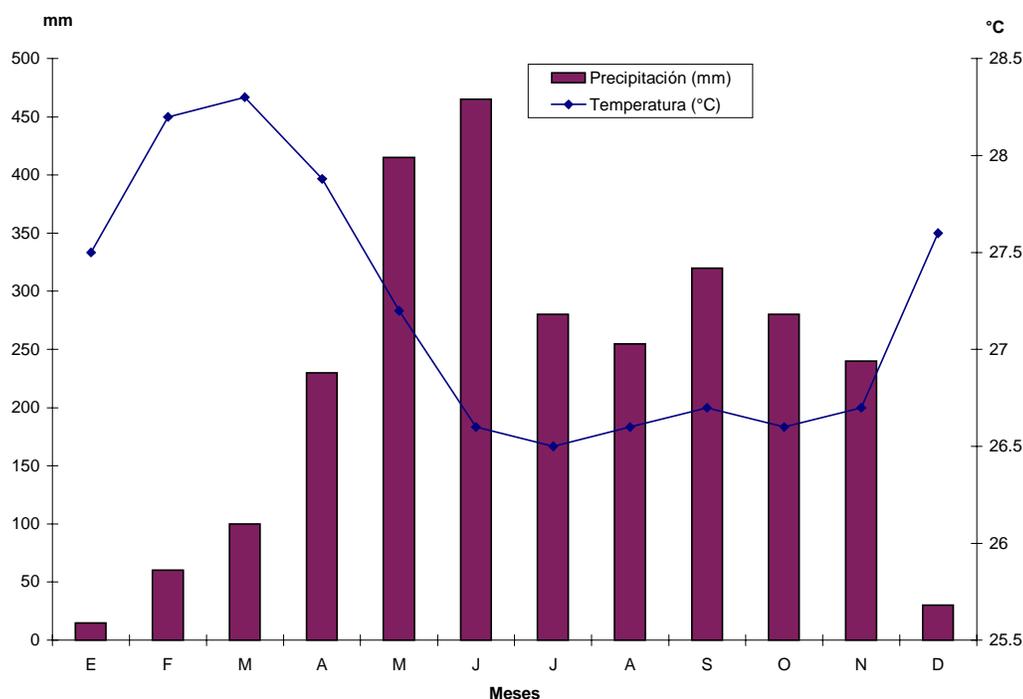


Figura 3: Características climáticas de Villanueva, Casanare, Colombia.

En el Cuadro 1 se observan las características de los suelos de varias de las localidades de evaluación de *D. ovalifolium*. Los suelos son fuertemente ácidos, de textura franca a franco-arenosa o arcillosa, muy bajos en fósforo disponible (excepto en Arauca), pobres en bases de cambio, y con alta saturación de aluminio (61.5% - 95.6%).

La producción de forraje de *D. ovalifolium* se incrementó con la aplicación de fósforo, potasio, magnesio y azufre, o con combinaciones de estos elementos. En Iracá, San Martín, se observa respuesta en producción de materia seca cuando se aplica un nivel de fertilización con P y K (50 y 60 kg/ha de P_2O_5 y K_2O , respectivamente); el mayor rendimiento se observa cuando además se adicionaron 10 kg de azufre/ha (Cuadro 2).

En un suelo franco-arenoso del piedemonte del Casanare se aprecia un efecto positivo de la fertilización de establecimiento con P (45 kg P_2O_5 /ha), siendo significativo el efecto de la interacción entre P y K. Sin embargo, los máximos rendimientos se lograron cuando se aplicó P (90 kg P_2O_5 /ha) en presencia no sólo de potasio sino también de cal, magnesio y azufre (Cuadro 3).

Cuadro 1: Características de los suelos de la Orinoquia donde se evaluó *D. ovalifolium*.

Parámetro	Puerto Carreño Vichada	Arauca Arauca	Yopal Casanare	Villanueva Casanare	Iracá, San Martín Meta
Textura	F.A.	F.Ar.	F.A.	F.A.	F.
pH	4.00	4.80	4.60	4.80	4.80
M.O.	1.30	1.90	1.00	1.70	4.50
P (ppm)	2.00	9.00	3.00	3.00	3.00
Al (meq/100 g)	1.10	2.10	1.20	1.10	2.80
Ca (meq/100 g)	0.01	0.80	1.00	0.01	0.12
Mg (meq/100 g)	0.01	0.36	0.50	0.01	0.05
K (meq/100 g)	0.03	0.09	0.10	0.03	0.06
Na (meq/100 g)	0.01	0.06	0.10	0.02	0.10
Fe (ppm)	109.00	-	152.00	-	242.00
B (ppm)	0.32	-	0.50	-	0.30
Cu (ppm)	0.10	-	0.80	-	1.60
Mn (ppm)	1.70	-	9.10	-	12.60
Zn (ppm)	0.40	-	0.70	-	0.30
Sat. Al (%)	94.80	61.50	62.00	95.60	89.00

Cuadro 2: Efecto de la fertilización sobre la producción de materia seca de *D. ovalifolium* en un suelo de los Llanos Orientales (Iracá, San Martín, Meta).

P ₂ O ₅	K ₂ O	Fertilización			Cal	Materia seca (kg/ha/año)
		MgO (kg/ha)	S			
0	0	0	0	0	2130	
50	60	0	0	0	3288	
50	60	20	0	0	3288	
50	60	20	10	0	3708	
50	60	20	10	500	1704	

Cuadro 3: Efecto de la fertilización sobre la producción de forraje de *D. ovalifolium* en un suelo del piedemonte de Casanare, Yopal.

P ₂ O ₅	K ₂ O	Fertilización			Cal	Materia seca (kg/ha/año)
		MgO (kg/ha)	S			
0	0	0	0	0	0	2514
45	0	0	0	0	0	2940
45	0	0	0	0	500	3618
45	40	0	0	0	500	3984
45	40	15	0	0	500	3594
45	40	15	10	0	500	3762
90	40	15	10	0	500	4164

D. ovalifolium ha mostrado excelente compatibilidad y persistencia en asociaciones con gramíneas del género *Brachiaria*: *B. decumbens*, *B. dictyoneura* y *B. brizantha*. En el Cuadro 4 se aprecia además un efecto favorable de la aplicación de P, K, Mg, S y cal sobre el porcentaje de la leguminosa en el forraje (números en paréntesis).

Cuadro 4: Efecto de la fertilización sobre la producción de forraje seco y el % de *D. ovalifolium* asociado con *Brachiaria humidicola*, *B. decumbens*, *B. dictyoneura* y *B. brizantha* en Yopal, Casanare.

P ₂ O ₅	K ₂ O	Fertilización			Cal	<i>B.hum.</i> x <i>D.oval.</i>	<i>B.dec.</i> x <i>D.oval.</i>	<i>B.dic.</i> x <i>D.oval.</i>	<i>B.bri.</i> x <i>D.oval.</i>
		MgO (kg/ha)	S						
0	0	0	0	0	7.97 (30.2)	12.66 (10.4)	10.50 (14.1)	12.45 (11.8)	
45	40	0	10	500	7.37 (34.3)	10.01 (15.5)	11.02 (25.2)	9.96 (13.1)	
45	40	15	10	500	7.69 (28.7)	9.82 (13.2)	11.16 (13.2)	9.23 (14.6)	

En Puerto Carreño, la producción de forraje de *D. ovalifolium* se ve afectada por el largo período seco y la baja fertilidad del suelo. Los mayores rendimientos de forraje se obtienen con los mayores niveles de P y K en presencia de Mg, S y cal (Cuadro 5).

Cuadro 5: Efecto de la fertilización sobre la producción de forraje de *D. ovalifolium* en un suelo de Puerto Carreño, Vichada.

P ₂ O ₅	K ₂ O	Fertilización			Cal	Materia seca (kg/ha/año)
		MgO (kg/ha)	S			
0	0	0	0	0	1.34	
0	40	15	15	500	1.65	
45	0	15	15	500	1.94	
45	40	0	15	500	2.39	
45	40	15	15	0	2.33	
45	40	15	15	500	2.00	
90	40	15	15	500	2.54	
45	80	15	15	500	2.90	

D. ovalifolium constituye una buena alternativa para mejorar el potencial productivo de gramíneas nativas como el pasto guaratara, *Axonopus purpusii* (Cuadro 6). Los mayores rendimientos de forraje de la asociación se obtuvieron con la fertilización combinada de P (90 kg P₂O₅/ha), K (8 kg K₂O/ha), además de Mg, S y cal. El efecto en la composición botánica es similar.

Cuadro 6: Efecto de la fertilización sobre la producción de forraje y composición botánica de la asociación del pasto guaratara (*Axonopus purpusii*) con *D. ovalifolium* en un suelo de Puerto Carreño, Vichada.

P ₂ O ₅	K ₂ O	Fertilización			Forraje seco (t/ha/año)	Materia seca (kg/ha/año)
		MgO (kg/ha)	S	Cal		
45	40	0	15	500	3.95	52.4
45	40	15	15	500	3.71	48.2
45	80	15	15	500	4.01	53.1
90	40	15	15	500	4.11	54.4
0	0	0	0	0	2.70	41.7

Los suelos de la Mesa de San Pedro en Villanueva, piedemonte de Casanare, presentan severas limitaciones para la producción de forraje por sus características químicas. Sin embargo, *D. ovalifolium* se comporta bien y sus rendimientos se incrementan significativamente cuando se establece con niveles de fertilización con base en P, K, Mg y S, siendo máximos con la aplicación de 40, 60, 15, 10 y 500 kg/ha de P₂O₅, K₂O, MgO, S y cal, respectivamente (Cuadro 7). Las accesiones de *D. ovalifolium* CIAT 13089 y 13092 superaron a CIAT 350 en producción de forraje y cobertura en evaluaciones hechas en Villanueva (Cuadro 8).

Cuadro 7: Efecto de la fertilización sobre la producción de forraje de *D. ovalifolium* en un suelo arenoso del piedemonte de Casanare, Villanueva.

P ₂ O ₅	K ₂ O	Fertilización			Cal	Materia seca (kg/ha/año)
		MgO (kg/ha)	S			
0	0	0	-	-	-	3.14
40	30	15	-	-	-	4.40
40	60	15	-	-	-	4.99
80	30	15	-	-	-	4.71
80	60	15	-	-	-	5.26
40	60	0	-	-	-	4.49
40	60	15	-	500	-	4.97
40	60	15	10	500	-	5.38

Cuadro 8: Producción de forraje y cobertura de tres accesiones de *D. ovalifolium* en dos localidades de la Orinoquia colombiana.

Accesiones (CIAT No.)	Arauca (Arauca)		Villanueva (Casanare)	
	MS (t/ha/año)	Cobertura (%)	MS (t/ha/año)	Cobertura (%)
13089	5.89	89.6	8.69	91.9
13092			8.42	84.8
350			4.40	80.0

D. ovalifolium ha sido bien aceptado y consumido por los animales en pastoreo de sus asociaciones con *B. decumbens* y ha incrementado significativamente la producción animal, cuando la asociación fue fertilizada con azufre (20 kg de S/ha a la siembra). Se presume que el azufre reduce el contenido de taninos de la leguminosa, mejorando así su aceptación y consumo por el ganado (Cuadro 9).

D. ovalifolium asociado con *B. humidicola* y *B. dictyoneura* establecidos con azufre en la fertilización inicial y de mantenimiento, permite incrementar en 100% las ganancias de peso en *B. humidicola* y en 60% en *B. dictyoneura* (Cuadro 10).

Cuadro 9: Ganancias de peso de novillos en pastoreo de *B. decumbens* y *D. ovalifolium* en franjas sin y con azufre, C.I. La Libertad, Villavicencio, Meta, 1984.

Praderas	Carga animal/ha	Ganancia de peso vivo				
		kg/animal/día			kg/año	
		Epoca seca	Epoca lluviosa	Promedio	/animal	/ha
<i>B. decumbens</i> solo	3.0	0.16	0.52	0.35	135	405
<i>B.d. + D. ovalifolium</i> *	3.0	0.44	0.68	0.47	171	513
<i>B.d.+D.o.+ azufre</i> **	3.0	0.54	0.67	0.51	187	561

* *D. ovalifolium* , 15% del área con franjas

** Aplicación de 20 kg de S/ha a la siembra

Cuadro 10: Ganancias de peso de novillos en pastoreo de asociaciones de *D. ovalifolium* con *Brachiaria humidicola* y *B. dictyoneura*, C.I. La Libertad, Villavicencio, Meta.

Pradera	Leguminosa	Ganancia de peso vivo
	(%)	g/animal/día
<i>B. humidicola</i>	0	230
<i>B. humidicola + D. ovalifolium</i>	15	418
<i>B. dictyoneura + D. ovalifolium</i>	13	448

En resumen, *D. ovalifolium* constituye una alternativa válida y de gran importancia para los sistemas de producción pecuaria de la Orinoquia, como fuente de proteína, protectora del suelo, aporte de nitrógeno al suelo, y mejoradora de su estructura.

Evaluación de cuatro asociaciones de *Brachiaria* spp. con leguminosas bajo pastoreo en la altillanura bien drenada de Colombia

Alvaro Rincón C., CORPOICA, C.I. La Libertad, Villavicencio, Meta

El ensayo se realizó en los Llanos Orientales de Colombia, en el Centro de Investigación Carimagua, ICA - CIAT, localizado a 45° latitud N y 71.5° longitud O, con una altura sobre el nivel del mar de 150 metros y una temperatura promedio de 26 °C. La precipitación promedio anual es de 2400 mm de tipo monomodal, con cuatro meses de período seco (diciembre - marzo) y ocho meses de lluvia (abril - noviembre). La región corresponde al ecosistema de bosque tropical. Las características físicas y químicas del suelo se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1: Características físicas y químicas del suelo.

Prof. (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	pH	M.O. (%)	P (ppm)	Al	Ca	Mg	K	Sat. Al (%)
							(meq/100 g)				
0-20	7	45	48	4.7	3.8	2.5	3.2	0.7	0.11	0.09	72

Objetivos

Determinar para cada asociación la distribución espacial, que permita un rápido establecimiento, mayor persistencia y estabilidad en la producción y en la proporción gramínea - leguminosa bajo pastoreo rotacional.

Materiales y métodos

Las gramíneas que se utilizaron fueron *Brachiaria dictyoneura* y *Brachiaria humidicola*, con las leguminosas *Desmodium ovalifolium* CIAT 13089 y *Arachis pintoi*. Estas especies se establecieron en asociaciones gramínea - leguminosa bajo tres patrones de siembra:

- Patrón 1:1 – un surco de leguminosa y un surco de gramínea
- Patrón 2:1 – dos surcos de leguminosa y un surco de gramínea
- Patrón 3:1 – tres surcos de leguminosa y un surco de gramínea

Las asociaciones establecidas bajo los tres patrones de siembra mencionados fueron las siguientes:

- B. humidicola* con *D. ovalifolium*
- B. humidicola* con *A. pintoï*
- B. dictyoneura* con *D. ovalifolium*
- B. dictyoneura* con *A. pintoï*

Los tratamientos se distribuyeron en bloques completos al azar en un arreglo de parcelas subdivididas, con tres replicaciones, con la siguiente asignación:

- Parcela principal (2400 m²): gramíneas (*B. humidicola*, *B. dictyoneura*)
- Subparcela (1200 m²): leguminosas (*D. ovalifolium*, *A. pintoï*)
- Sub-subparcela (400 m²): patrón de siembra (1:1, 2:1, 3:1)

Establecimiento

La preparación del suelo se inició en abril de 1986, con un pase de arado de discos y un pase de rastrillo. Posteriormente se realizó la siembra, utilizando material vegetativo en surcos separados a 1 m de distancia y 0.5 m entre plantas. La fertilización de establecimiento se aplicó al momento de la siembra y la de mantenimiento dos años después (Cuadro 2).

Cuadro 2: Fertilización de las asociaciones de *B. humidicola* y *B. dictyoneura* con *D. ovalifolium* y *A. pintoï*.

Elemento	Nivel de fertilización (kg/ha)	
	Establecimiento	Mantenimiento
P	20	10
K	20	10
Mg	12	6
S	12	6
Ca	100	50

Fuentes: Calfos, cloruro de potasio, óxido de magnesio, flor de azufre.

Pastoreo

A los siete meses después de la siembra, se inició el pastoreo de las asociaciones con animales machos cebú comercial, con un peso inicial promedio de 200 kg. Este pastoreo se hizo con el fin de evaluar la dinámica y persistencia de las asociaciones con la presencia del animal. Se utilizó un sistema de pastoreo rotacional con 7 días de ocupación y 14 días de descanso. Las cargas variaron entre 1.5 a 2.5 unidades animal/ha (1 u.a. = 350 kg de peso vivo), de acuerdo con la disponibilidad de forraje en cada mezcla.

Mediciones en las pasturas

La evaluación de cobertura se hizo a los 7 meses de la siembra, antes de iniciarse el pastoreo. Los muestreos de forraje para determinar producción de materia seca de gramínea y leguminosa, composición botánica, material muerto y malezas; se iniciaron a los 15 meses después de la siembra y continuaron cada 28 días durante tres épocas lluviosas y tres épocas secas, hasta febrero de 1990, fecha en que terminó el ensayo. Los resultados se sometieron al análisis de varianza y se utilizó la prueba de rangos múltiples de Duncan para separar medidas.

Resultados y discusión

Después de 7 meses de establecimiento, la cobertura en las asociaciones con *D. ovalifolium* fue significativamente superior ($p < 0.05$) a la de las asociaciones con *A. pintoii* (Cuadro 3). Mientras *B. humidicola* y *B. dictyoneura* en mezcla con *D. ovalifolium* cubrieron más del 80% del área, su cobertura con *A. pintoii* no fue mayor del 50%. No se observaron diferencias entre los tres patrones de siembra establecidos en las cuatro asociaciones.

Producción de forraje

En época lluviosa la producción de forraje no presentó mayores diferencias entre *B. humidicola* y *B. dictyoneura* (Cuadro 4). Solamente en la asociación de *B. dictyoneura* con *D. ovalifolium*, la producción de la gramínea fue significativamente menor ($p < 0.05$) con 537 kg de MS/ha. Esto se relaciona con la mayor producción de la leguminosa (2287 kg MS de *D. ovalifolium*/ha). Es notoria la gran diferencia en la producción de las dos leguminosas evaluadas: *D. ovalifolium* con más de 1500 kg de MS/ha superó ampliamente a *A. pintoii* que no llegó a 250 kg de MS/ha. Aunque la proporción de material muerto encontrada no fue elevada, ésta fue mayor ($p < 0.05$) en las asociaciones con *A. pintoii*. La baja proporción de maleza fue similar en todas las asociaciones con un promedio de 2%.

En época seca la producción de forraje de las gramíneas disminuyó en un 50% mientras que la de *D. ovalifolium* presentó un ligero incremento. Igual que en la época lluviosa, la producción de *B. dictyoneura* asociado con *D. ovalifolium* fue la más baja ($p < 0.05$) con sólo 180 kg de MS/ha; en cambio la leguminosa produjo 2008 kg MS/ha (Cuadro 5).

Cuadro 3: Cobertura de *B. humidicola* y *B. dictyoneura* con *D. ovalifolium* y *A. pintoii* en tres patrones de siembra, a los 7 meses después de su establecimiento.

Asociación	Patrón de siembra	Cobertura (%)
<i>B. humidicola</i> + <i>D. ovalifolium</i>	1:1	87.3
	2:1	90.7
	3:1	94.5
Promedio		90.8 a
<i>B. humidicola</i> + <i>A. pintoii</i>	1:1	31.4
	2:1	48.8
	3:1	41.6
Promedio		40.6 b
<i>B. dictyoneura</i> + <i>D. ovalifolium</i>	1:1	83.9
	2:1	85.9
	3:1	90.4
Promedio		86.7 a
<i>B. dictyoneura</i> + <i>A. pintoii</i>	1:1	36.4
	2:1	37.6
	3:1	40.8
Promedio		38.2 b

Los promedios seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($p < 0.05$) según la prueba de Duncan.

Cuadro 4: Producción de forraje, proporción de material muerto y de maleza en asociaciones de *B. humidicola* y *B. dictyoneura* con *D. ovalifolium* y *A. pintoii*, durante la época lluviosa (promedio de tres períodos).

Asociación	Producción de forraje		Material muerto (%)	Maleza (%)
	(kg MS/ha)			
	Gramínea	Leguminosa		
<i>B. humidicola</i> + <i>D. ovalifolium</i>	983 a	1514 b	9 b	1.7 a
<i>B. humidicola</i> + <i>A. pintoii</i>	1185 a	237 c	19 a	1.4 a
<i>B. dictyoneura</i> + <i>D. ovalifolium</i>	537 b	2287 a	4 c	1.4 a
<i>B. dictyoneura</i> + <i>A. pintoii</i>	863 a	231 c	17 a	3.3 a

Promedios de una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($p < 0.05$) según la prueba de Duncan.

Cuadro 5: Producción de forraje, proporción de material muerto y de maleza en asociaciones de *B. humidicola* y *B. dictyoneura* con *D. ovalifolium* y *A. pintoï*, durante la época seca (promedio de tres periodos).

Asociación	Producción de forraje		Material muerto (%)	Maleza (%)
	(kg MS/ha)			
	Gramínea	Leguminosa		
<i>B. humidicola</i> + <i>D. ovalifolium</i>	330 ab	1265 b	14 b	2.0 a
<i>B. humidicola</i> + <i>A. pintoï</i>	474 ab	9 c	38 a	2.9 a
<i>B. dictyoneura</i> + <i>D. ovalifolium</i>	180 b	2008 a	5 c	2.4 a
<i>B. dictyoneura</i> + <i>A. pintoï</i>	660 a	31 c	17 b	3.0 a

Promedios en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($p < 0.05$) según la prueba de Duncan.

En general, se observó que en las asociaciones con *D. ovalifolium* la producción de gramínea es baja y en las asociaciones con *A. pintoï* estas producciones son mayores. En esta época, el material muerto se incrementó casi en 50% en las asociaciones de *B. humidicola* con las dos leguminosas, mientras que con *B. dictyoneura*, este contenido permaneció estable. La producción de malezas de 2.5% presentó un pequeño incremento con respecto a la época lluviosa. En las dos épocas no se observaron diferencias significativas en la interacción de gramínea por leguminosa por patrón de siembra.

Proporción de leguminosa

Se encontraron diferencias entre leguminosas ($p < 0.05$). El contenido de *D. ovalifolium* y *A. pintoï* en las asociaciones fue de 65 y 15%, respectivamente durante la época lluviosa; en la época seca esta proporción fue de 78% y 3% en el mismo orden (Cuadro 6).

El contenido de leguminosa fue una característica común en los tres patrones de siembra establecidos con las dos gramíneas. Es evidente al alto dominio de *D. ovalifolium* en todas las asociaciones. La leguminosa presentó un rápido establecimiento compitiendo muy bien con las gramíneas asociantes, y el aumento de su contenido fue favorecido por el pastoreo, el alto consumo de gramínea (especialmente en el caso de *B. dictyoneura*), y una evidente baja palatabilidad de *D. ovalifolium*. Al final del experimento los tratamientos con *D. ovalifolium* se habían convertido en un monocultivo de leguminosa. Lo contrario sucedió con *A. pintoï* que por su establecimiento más lento fue invadido por las gramíneas. Después de iniciado el pastoreo se mejoró su desarrollo al disminuir la competencia de la gramínea, pero a diferencia de *D. ovalifolium*, su consumo por parte del animal fue alto.

Cuadro 6: Contenido de *D. ovalifolium* y *A. pintoii* establecidos en tres patrones de siembra con *Brachiaria* spp. durante las épocas lluviosa y seca.

Leguminosa	Patrón de siembra	Contenido de leguminosa (%)	
		Epoca lluviosa	Epoca seca
<i>D. ovalifolium</i>	1 : 1	53	68
	2 : 1	67	78
	3 : 1	75	89
Promedio		65.0 a	78.3 a
<i>A. pintoii</i>	1 : 1	11	3
	2 : 1	15	5
	3 : 1	20	2
Promedio		15.3 b	3.3 b

Promedios en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($p < 0.05$) según la prueba de Duncan.

Independientemente de las gramíneas y leguminosas evaluadas, se presentaron diferencias ($p < 0.05$) entre los patrones de siembra (Cuadro 7). En la producción de materia seca de gramínea, durante la época lluviosa no hubo efecto de densidad de siembra pero en la época seca los rendimientos más altos se presentaron donde se sembró menos leguminosa (patrón 1:1, con 570 kg de MS/ha).

En la producción de leguminosa y su porcentaje en la asociación, los mayores valores se obtuvieron en el patrón de siembra 3:1, tanto en la época lluviosa como en la época seca. La alta proporción de leguminosa sembrada (75% de leguminosa y 25% de gramínea) influye para que haya dominio de ésta en la mezcla.

Cuadro 7: Efecto del patrón de siembra en la producción de gramínea (*B. humidicola* y *B. dictyoneura*) y de leguminosa (*D. ovalifolium* y *A. pintoii*) durante las épocas lluviosa y seca.

Patrón de Siembra	Epoca lluviosa			Epoca seca		
	Gramínea	Leguminosa	Gramínea	Gramínea	Leguminosa	Gramínea
	(kg MS/ha)	(kg MS/ha)		(kg MS/ha)	(kg MS/ha)	
1 : 1	959 a	793 c	32 c	570 a	673 c	35 c
2 : 1	950 a	1067 b	41 b	390 b	756 b	41 b
3 : 1	767 a	1396 a	47 a	273 c	1091 a	45 a

Promedios en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($p < 0.05$) según la prueba de Duncan.

* Porcentaje visualmente estimado antes del corte

Conclusiones

- El contenido de *D. ovalifolium* asociado con *B. humidicola* y con *B. dictyoneura* superó ampliamente *A. pintoii* asociado con las mismas gramíneas en tres patrones de siembra, por el rápido establecimiento de *D. ovalifolium* y por su bajo consumo por parte del animal en pastoreo.
- El establecimiento de pasturas de *B. humidicola* o *B. dictyoneura* con *D. ovalifolium* debe realizarse con una densidad de plantas de leguminosa más baja que las evaluadas en los tres patrones de siembra, para tener mezclas homogéneas y así evitar la selección de la gramíneas por el animal.
- Para un mejor establecimiento de *A. pintoii* asociado con gramíneas invasoras como *B. humidicola* o *B. dictyoneura* debe realizarse un pastoreo temprano para controlar el crecimiento de la gramínea.

El ensayo multilocacional – las fases y las evaluaciones agronómicas

Axel Schmidt, Universidad de Hohenheim, Stuttgart, Alemania

Las localidades

El ensayo multilocacional fue establecido durante los meses abril hasta junio de 1995 en cuatro ambientes los cuales son considerados como posibles nichos para *Desmodium ovalifolium*. Los ambientes con sus respectivas localidades son:

Sabana bien drenada, Llanos Orientales (CORPOICA-CIAT, Centro de Investigación Carimagua) con las localidades **Alcancía** (suelo arcilloso) y **Maquenque** (suelo arenoso); trópico húmedo, Florencia, Caquetá con las localidades **Macagual** (CORPOICA, Centro de Investigación Macagual, suelo de vega) y Hacienda **La Rueda**, Agroganadera del Valle (suelo de mesón); laderas-seco, **El Melcho**, Cauca (campo de agricultor); y laderas-húmedo, Chinchiná, Caldas (Estación de Investigación de CENICAFE, **La Romelia**).

La siembra

Después de la preparación de los lotes, según las necesidades y posibilidades de cada localidad, se sembraron las parcelas (6 x 5 m) a mano con semilla sexual a una distancia de 50 cm entre surcos y entre plantas, ofreciendo así 0.25 m² a cada planta. Se sembraron 80 sitios en cada parcela dejando un metro como borde. La tasa de siembra fue de 4 semillas por sitio. Después de la emergencia de las plántulas se aplicó el tratamiento de fertilización con dos niveles (bajo y alto). El nivel bajo de fertilización representa un nivel de insumos mínimos, y fue ajustado para las diferentes localidades con el fin de asegurar que las plantas se establezcan y produzcan. El nivel alto fue ajustado en cada localidad para eliminar por completo cualquier estrés de fertilidad de suelo y, por tanto, para promover un crecimiento cerca del máximo.

Las fases de evaluación: El establecimiento

Las evaluaciones se dividen en dos fases, la fase de establecimiento y la fase de producción con sus respectivas mediciones. La fase de establecimiento enfoca en el uso de la leguminosa como cobertura evaluando la emergencia de las plántulas y su capacidad de cubrir el suelo rápidamente, el tipo de crecimiento y los patrones de floración utilizando parcelas pequeñas adicionales de un solo surco con ocho plantas en cada uno de los dos niveles de fertilización. Después de la evaluación de la emergencia de las plántulas a las 15 semanas post-siembra, se implementaron los tratamientos de fertilización y se evaluó el comportamiento de las plantas cada

seis semanas durante una época de lluvia y la siguiente época seca (época de menor precipitación). En el Cuadro 1 se presenta un resumen de los parámetros evaluados.

La fase de producción

Esta fase se divide en tres tipos de mediciones: mediciones agronómicas, mediciones de calidad y mediciones de la aceptabilidad del forraje por el ganado. Las **mediciones agronómicas** empezarán un año después de la siembra con un corte de uniformización con el fin de evaluar el rebrote a las 6, 12 y 18 semanas durante la época de lluvia y, después de otro corte de uniformización, a las 8 y 16 semanas en la época seca (Toledo, 1982). Los muestreos de **calidad** se efectuarán cosechando las hojas jóvenes del rebrote de 6 y 8 semanas en la época de lluvia y época seca, respectivamente. Se congelarán las muestras para la subsiguiente liofilización en el laboratorio y posterior análisis (Carulla, 1994). Al principio del tercer año se realizarán las pruebas de pastoreo de cafetería en dos localidades contrastantes para verificar la **aceptabilidad** del forraje por el ganado con el fin de calcular un índice de aceptabilidad para cada genotipo (Maass, 1988; Thomas y Schultze-Kraft, 1990). En el Cuadro 1 se presenta un resumen de los parámetros a evaluarse durante la fase de producción. Información más detallada sobre los análisis de calidad y los ensayos de cafetería se presenta en los capítulos siguientes.

Cuadro 1: Parámetros de evaluación en las diferentes fases del ensayo multilocacional de *Desmodium ovalifolium*.

Parámetros de evaluación en las fases del ensayo multilocacional			
Fase de establecimiento	Fase de producción		
	Mediciones agronómicas	Mediciones* de calidad	Mediciones* de aceptabilidad
Emergencia (%)	Altura (cm)	PC	Frecuencia de consumo de los diferentes genotipos por animales en pastoreo
Altura (cm)	Producción MS (g/m ²)	DIVMS	
Extensión lateral (cm)	Relación hoja/tallo (%)	Taninos solubles	
Cobertura (%)	Producción de semilla (g/m ²)	Taninos ligados	
Vigor (1-5)	Producción de hojarasca (g/m ²)	Astringencia	
Enfermedades (1-5)	Enfermedades (1-5)	FND	
Plagas (1-5)	Plagas (1-5)	FAD	
Tipo de crecimiento		FAID	
Floración (semanas post-siembra)		P	
		S	

* detalles en los capítulos siguientes

Referencias

- Carulla, J.E. 1994. Forage intake and N utilization by sheep as affected by condensed tannins. Ph.D. Dissertation. University of Nebraska, Lincoln, Nebraska, USA.
- Maass, B.L. 1988. Möglichkeiten der Futterwertfeststellung im frühen Evaluierungsstadium genetischer Ressourcen am Beispiel von *Stylosanthes scabra* Vog. Giessener Beiträge zur Entwicklungsforschung Reihe I, Bd. 17, p. 177-186.
- Thomas, D. y Schultze-Kraft, R. 1990. Evaluation of five shrubby legumes in comparison with *Centrosema acutifolium*, Carimagua, Colombia. *Tropical Grasslands* 24(2): 87-92.
- Toledo, J.M. (ed.) 1982. Manual para la evaluación agronómica. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 170 p.

Análisis de calidad en genotipos de *Desmodium ovalifolium*

Carlos E. Lascano y Rolando Barahona
Programa de Forrajes Tropicales, CIAT, Cali

Antecedentes

Desmodium ovalifolium es una leguminosa tropical originaria del sudeste de Asia con buena adaptación a suelos ácidos e infértiles. En asociación con gramíneas estoloníferas agresivas del género *Brachiaria*, de las cuales existen grandes áreas en América tropical, *D. ovalifolium* ha mostrado ser muy productivo y persistente bajo pastoreo. Sin embargo, la calidad y aceptabilidad por el ganado del forraje de *D. ovalifolium* es baja.

La baja aceptabilidad y calidad (i.e. digestibilidad de la proteína y pared celular) de *D. ovalifolium* ha sido asociada con su alto contenido de taninos condensados. Sin embargo, hay evidencia de que los niveles de taninos en *D. ovalifolium* pueden variar entre genotipos y además ser afectados por condiciones edáficas y climáticas.

Con el fin de seleccionar "nichos" ecológicos en los cuales *D. ovalifolium* tenga un buen comportamiento agronómico y aceptable calidad forrajera (bajos niveles de taninos, alta digestibilidad y aceptabilidad), se consideró necesario caracterizar el comportamiento de genotipos de la colección de CIAT en ambientes contrastantes.

Tipos de taninos y efectos biológicos

Los taninos son polímeros polifenólicos producidos en las plantas como compuestos secundarios y que tienen la habilidad de formar complejos con proteínas, polisacáridos, ácidos nucleicos, esteroides, alcaloides y saponinas (Mueller-Harvey y McAllan, 1992). Con base en su origen químico, los taninos se clasifican en dos grandes grupos: taninos hidrolizables y taninos condensados (Hemingway *et al.*, 1993). Los taninos hidrolizables son polímeros de ácidos fenólicos (gálico, hexahidroxidifénico), mientras que los taninos condensados son polímeros de flavan-3-oles. Los taninos condensados son los más predominantes en la colección de germoplasma del CIAT (Carulla, 1994) y son los únicos presentes en *D. ovalifolium* (N. Narváez, com. pers.).

Los taninos condensados presentes en leguminosas tropicales se encuentran en tres formas principales: (a) extractables (reactivos con proteína), (b) ligados a proteína, y (c) ligados a fibra. Existen leguminosas donde todos los taninos son extractables (e.g. *Acacia boliviana*) y en otras donde todos son ligados (e.g. *Gliricidia sepium*). En hojas maduras de *D. ovalifolium* CIAT 350 se ha encontrado que un 50% de los taninos son extractables y el otro 50% ligados. En contraste, en hojas inmaduras hay más taninos extractables (67%) que ligados (33%). Por otra parte, se ha demostrado que el secado de la muestra puede afectar la distribución de taninos en el tejido de

una planta. Por ejemplo, Cano *et al.* (1994) observaron que en varias leguminosas secadas al horno (60 °C) hubo una reducción de taninos extractables y un aumento de taninos ligados en comparación con muestras liofilizadas.

La propiedad biológica más conocida de los taninos condensados es su capacidad de reaccionar mediante enlaces de hidrógeno e interacciones hidrofóbicas con proteínas, lo cual se denomina astringencia. Estudios realizados en el CIAT han mostrado que los taninos de *D. ovalifolium* son más astringentes que los de *Flemingia macrophylla* (Barahona *et al.*, 1995), lo cual parece que está relacionado con su menor peso molecular.

Cuantificación de taninos

Existen varios métodos descritos en la literatura para cuantificar taninos, siendo la mayoría de tipo colorimétrico. Sin embargo, el método más generalizado y que actualmente se usa en CIAT, es el de butanol-HCl (Terrill *et al.*, 1992 con modificaciones de Carulla, 1994). Este método consiste en calentar extractos metanólicos acuosos (70% metanol, 0.5% ácido fórmico y 0.05% ácido ascórbico) de tejido vegetal en una solución 5% (v/v) de HCl en butanol, lo que convierte los taninos condensados en antocianidinas (i.e. color violeta). Como estándares se usan soluciones de taninos purificados de la especie de leguminosa en estudio, según el método de Asquith y Butler (1985) con modificaciones de A.E. Hagerman (datos no publicados). Con este método se miden las tres fracciones de taninos condensados en el tejido vegetal ya mencionados.

La astringencia de taninos se puede medir por varios métodos. Actualmente en CIAT se está tratando de modificar el método de difusión radial de Hagerman (1987), cambiando la proteína utilizada (BSA, proteína animal) por Rubisco (proteína vegetal). El objetivo es poder medir la capacidad de los taninos de precipitar proteína en un pH (6-7) más cercano al del rumen de animales que consumen forrajes.

Mediciones complementarias de calidad en *D. ovalifolium*

Convencionales

Las muestras (i.e. hojas) que genera el proyecto de *D. ovalifolium* se liofilizarán y someterán a los siguientes análisis: (1) PC, P (autoanalizador Skalar), S (colorimétrico) en el laboratorio de Servicios Analíticos, y (2) pared celular [FND, FAD (Van Soest *et al.*, 1991), FAID (Waller *et al.*, 1980)] y DIVMS en el laboratorio de Calidad de Forrajes.

No convencionales

Otros análisis de calidad que se llevarán a cabo con las muestras obtenidas en el proyecto de *D. ovalifolium* incluyen: (a) determinación de cambios en el peso molecular de taninos debidos a interacciones genotipo-ambiente; (b) cinética de producción de gas durante la

fermentación *in vitro* de muestras de *D. ovalifolium* con diferentes niveles de taninos; y (c) determinación de cambios en la composición química de la pared celular debido a interacciones genotipo-ambiente. Con muestras de *D. ovalifolium* del proyecto se intentará generar ecuaciones de calibración para medir taninos extractables y libres, fibra, y pared celular, mediante el uso de NIRS (Near Infrared Reflectance Spectroscopy).

Referencias

- Asquith, T.N. y Butler, C.L. 1985. Use of dye-labelled protein as spectrophotometric assay for protein precipitants such as tannin. *J. Chem. Ecol.* 11: 1535-1544.
- Barahona, R.; Lascano, C.E.; Cochran, R.C. y Morrill, J.E. 1995. Efecto del manejo poscosecha del forraje y la adición de polietilén glicol en la concentración y la astringencia de taninos condensados en leguminosas tropicales. *Pasturas Tropicales* 18(1): 41-46.
- Cano, R.; Carulla, J.E. y Lascano, C.E. 1994. Métodos de conservación de muestras de forraje de leguminosas tropicales y su efecto en el nivel y la actividad biológica de los taninos. *Pasturas Tropicales* 16(2): 2-7.
- Carulla, J.E. 1994. Forage intake and N utilization by sheep as affected by condensed tannins. Ph.D. Dissertation. University of Nebraska, Lincoln, Nebraska, USA.
- Hagerman, A.E. 1987. Radial diffusion method for determining tannin plant extracts. *J. Chem. Ecol.* 13: 437-449.
- Hemingway, R.W.; McGraw, G.W.; Karchesy, J.J.; Foo, L.Y. y Porter, L.J. 1983. Recent advances in the chemistry of condensed tannins. *J. Appl. Polym. Sci.: Appl. Polym. Symp.* 37: 967-977.
- Mueller-Harvey, I. y McAllan, A.B. 1992. Tannins – their biochemistry and nutritional properties. *Adv. Plant Cell Biochem. and Biotec.* 1: 151-217.
- Terrill, T.H.; Rowan, A.M.; Douglas, G.B. y Barry, T.N. 1992. Determination of extractable and bound condensed tannin concentration in forage plants, protein concentrate meals and cereal grains. *J. Sci. Food Agric.* 58: 321-329.
- Van Soest, P.J.; Robertson, J.B. y Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74: 3583-3597.
- Waller, J.; Merchen, N.; Hanson, T. y Klopfenstein, T. 1980. Effect of sampling intervals and digesta markers on abomasal flow determinations. *J. Anim. Sci.* 50: 1112.

Aceptabilidad relativa de genotipos de *Desmodium ovalifolium*

Carlos E. Lascano, Programa de Forrajes Tropicales, CIAT, Cali

Antecedentes

Los investigadores en forrajes reconocen que en la evaluación de leguminosas tropicales es necesario incluir mediciones de aceptabilidad relativa. Estas mediciones son particularmente importantes en el caso de leguminosas con taninos, dado que estos compuestos polifenólicos parecen estar asociados con aceptabilidad y consumo del forraje por rumiantes.

Existen muchos factores asociados con los animales y las plantas que pueden afectar los resultados de un estudio de aceptabilidad. Entre estos factores se ha destacado el acostumbramiento previo de los animales. Sin embargo, trabajos realizados por el CIAT han mostrado que el ordenamiento por aceptabilidad de especies de leguminosas no estuvo afectado por los períodos cortos de acostumbramiento (1 a 2 días) posibles en ensayos de "cafetería" (Lascano *et al.*, 1985). También se ha demostrado que existe una alta correlación entre métodos para medir aceptabilidad relativa de leguminosas en pruebas de "cafetería". Con seis especies de leguminosas se encontró que el ordenamiento de especies fue similar midiendo forraje disponible antes y después del pastoreo u observando la frecuencia con que los animales consumieron las leguminosas incluidas en la prueba (Lascano *et al.*, 1985).

Metodología propuesta

Con base en lo anterior, se propone que para medir aceptabilidad relativa de genotipos de *Desmodium ovalifolium* se utilice una prueba de "cafetería" con bovinos en pastoreo y que la medida de respuesta sea un índice de aceptabilidad. Específicamente la metodología que se propone es la siguiente:

1. Dividir el área en bloques incluyendo en cada bloque los genotipos en evaluación. Los bloques constituyen las repeticiones del ensayo en cada sitio, para un nivel dado de fertilidad. En los diferentes sitios donde se están evaluando genotipos de *D. ovalifolium* existen dos opciones: (a) medir aceptabilidad en un solo nivel de fertilidad, o (b) medir aceptabilidad en los dos niveles de fertilidad.
2. Uniformizar las parcelas en cada bloque unas 6 u 8 semanas antes de iniciar la prueba y medir disponibilidad de biomasa de cada genotipo en cada bloque al inicio y final de la prueba de "cafetería". Además, coleccionar muestras de hojas al inicio de la prueba para evaluación de calidad.

3. Colocar 1 animal dócil adulto (e.g. vaca seca) o 2 animales jóvenes (e.g. ternero desteto) en cada bloque y permitir pastoreo por 8 h/día (e.g. 9 am - 5 pm) durante un mínimo de 5 días (e.g. lunes a viernes).
4. Durante la prueba, observar y anotar cada 5 minutos la actividad de los animales (e.g. comiendo, caminando, parado, etc.) en cada uno de los bloques. Anotar con mucho cuidado el número de la parcela (i.e. genotipo) donde el animal está activamente comiendo.
5. Calcular un índice de aceptabilidad (IA) para cada genotipo en cada uno de los 5 o más días de evaluación:

$$IA (\text{genotipo } x) = \frac{\text{No. de veces comiendo (genotipo } x)}{\text{No. total de veces comiendo todos los genotipos}}$$

6. Analizar los índices de aceptabilidad utilizando ANOVA (FV: bloques, días y genotipos).

Referencia

Lascano, C.; Hoyos, P.; Schultze-Kraft, R. y Amézquita, M.C. 1985. The effect of previous experience of animals on subsequent preference in a palatability grazing trial. Proc., XV Int. Grassl. Congr., Kyoto, Japan, p. 166-167.

Metodología de análisis estadístico del proyecto *Desmodium ovalifolium*

María C. Amézquita, Unidad de Biometría, CIAT, Cali

El propósito de este documento es describir las opciones metodológicas para el análisis de los resultados experimentales generados por el proyecto "Interacción genotipo x ambiente en *Desmodium ovalifolium*".

Recordemos el objetivo principal del proyecto, y por lo tanto, el objetivo del análisis estadístico: Determinar el efecto de condiciones contrastantes de suelo y clima, sobre la producción y calidad de forraje de 18 genotipos de la colección "core" de *D. ovalifolium*. En particular:

1. Identificar genotipos con alto potencial para la producción de forraje de buena calidad, y para la conservación de suelos.
2. Identificar condiciones de suelo y clima (o "nichos" ambientales) para la buena utilización de *D. ovalifolium*.

Diseño experimental

El proyecto seleccionó 6 sitios experimentales contrastantes, representativos de los tres principales ecosistemas de adaptación de *D. ovalifolium* (Cuadro 1). En cada sitio se evalúan los 18 genotipos bajo un diseño de Parcelas Divididas con 3 repeticiones, donde la parcela principal corresponde a "nivel de fertilización" (2 niveles: (1) fertilización para mantenimiento y (2) fertilización para máximo crecimiento), y la subparcela corresponde a los 18 genotipos.

Las evaluaciones cubren dos fases:

Fase 1: Establecimiento, donde se evalúa:

- germinación (emergencia): (con una sola evaluación en el tiempo)

Variable evaluada: 1) No. de plantas/parcela

- establecimiento: (con 4 evaluaciones en el tiempo, a las 21, 27, 33 y 39 semanas después de la siembra)

Variables evaluadas

- 2) altura de planta (cm)
- 3) extensión lateral de la planta madre (cm)
- 4) cobertura (%)
- 5) incidencias de plagas y enfermedades (escala 1-5)
- 6) hábito de crecimiento (ER = erecto; R= rastrero)
- 7) vigor (escala 1-5)

Fase II: Producción y calidad de forraje**Variables evaluadas**

8) variables agronómicas de producción (7 variables)

9) variables de calidad del forraje (12 variables)

10) índice de aceptabilidad del forraje

Cuadro 1. Sitios experimentales del proyecto *Desmodium*.

Ambiente	Sitio	Altitud	Precipitación	Caracterización
		(msnm)	(mm/año)	
Laderas	1. "El Melcho"	1555	1800	Seco-bimodal mod. fertilidad
	2. "Chinchiná"	1360	2600	Húmedo muy fértil
Sabana	3. "La Alcancía" (Carimagua)	150	2300	Suelo arcilloso
	4. "Maquenque" (Carimagua)	150	2300	Suelo arenoso
Bosque Tropical	5. "Macagual"	190	3500	Suelo arcilloso
	6. "La Rueda"	180	3500	Suelo arenoso

Metodología estadística**Objetivo 1. Identificación de genotipos con alto potencial**

El análisis debe permitir la identificación de genotipos con buena emergencia, buen establecimiento, alta producción de materia seca, bajo contenido de taninos y alta palatabilidad. Para este fin es necesario realizar análisis independientes para cada fase (I y II).

1.1 El análisis estadístico de la variable 'no. de plantas por parcela', con una sola evaluación en el tiempo, se hará a través del modelo de análisis de varianza expuesto en el Cuadro 2, comparando dos alternativas metodológicas: a) bajo un modelo fijo – donde todos los factores experimentales se suponen fijos – y b) bajo un modelo aleatorio – donde "Rep" y "Sitio" se consideran aleatorios, los demás fijos. Esto nos permitirá comparar la capacidad del modelo aleatorio para producir estimados más precisos de los efectos experimentales.

Cuadro 2: Modelo de ANOVA para variables de respuesta con una evaluación en el tiempo.

Fuente de variación	Grados de libertad
Repetición (Rep)	2
Fertilización (Fert)	1
Error (A) = Rep x Fert	2
Genotipo (Gen)	17
Fert x Gen	17
Error (B) = Rep x Gen (Fert)	68
Total	107

1.2 Para el análisis de las variables de establecimiento, con evaluaciones periódicas en el tiempo, se escogerán aquellas variables no correlacionadas y se ajustarán curvas de comportamiento en el tiempo (con idéntico modelo por tratamiento). Los parámetros resultantes de las curvas ajustadas se pueden analizar con un MANOVA (análisis de varianza multivariado), según el modelo siguiente, donde la variable dependiente es el vector de parámetros de las curvas de respuesta y las independientes son Rep (R), fertilización (F) y genotipo (Gen):

$$[a, b, \dots] = m + R + F + \text{error A} + \text{Gen} + F \times \text{Gen} + \text{error B}$$

donde [a,b, ...] identifica el vector de parámetros de las curvas de respuesta ajustadas.

Si el ajuste de una familia de curvas (con modelo idéntico) no es posible – debido a diferente comportamiento de los distintos genotipos bajo los dos niveles de fertilización –, se procederá a seleccionar una edad, bajo la cual se compararán todos los tratamientos. En este segundo caso, el modelo corresponde a un ANOVA igual al descrito en el Cuadro 2.

1.3 Para el análisis de variables de producción y calidad de forraje, con medidas repetidas en el tiempo, se procederá como en el caso 1.2. Es muy importante reducir la dimensionalidad del problema, eliminando variables correlacionadas entre sí, antes de proceder con el análisis inferencial. El procedimiento de selección de variables, en los casos 1.2 y 1.3 incluye:

- a) Eliminación de variables que muestren mínima variabilidad entre genotipos y entre sitios. Es decir, eliminación de variables con mínimo rango.
- b) Cálculo de la matriz de correlación entre todas las variables de respuesta evaluadas en cada fase.
- c) Escogencia de variables relevantes por decisión del experto, según consideraciones biológicas/agronómicas.

- d) Alternativamente a la opción c), se puede reducir el número de variables a un conjunto menor de factores no correlacionados, utilizando Análisis Factorial o Análisis de Componentes Principales.

Objetivo 2. Identificación de ambientes óptimos para utilización de *Desmodium ovalifolium*.

2.1 Utilizando los resultados del Diseño Experimental

Los ANOVAS y MANOVAS explicados antes permitirán identificar el (o los) sitio(s) de mejor comportamiento global de los genotipos así como la existencia de interacción genotipo x ambiente. Es decir, estos análisis permitirán identificar sitios específicos donde ciertos genotipos de *D. ovalifolium* muestren comportamiento superior.

2.2 Utilizando los resultados de la RIEPT

La Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT) ha venido evaluando desde 1979 accesiones de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales para analizar su adaptación y productividad en los ecosistemas 'Bosque Tropical Húmedo', 'Bosque Tropical Semi-Siempre-Verde Estacional' y 'Sabana'. Varias accesiones de *D. ovalifolium* han sido evaluadas a través de sitios experimentales contrastantes dentro de los diferentes ecosistemas.

Es entonces de mucho valor complementario a este estudio, el analizar esas accesiones (genotipos) y su respuesta diferencial al ambiente. La metodología estadística sugerida sería similar a la empleada por Amézquita *et al.* (1989) en el análisis del rango de adaptación de *Andropogon gayanus* (ver también Toledo *et al.*, 1983). En el caso de *D. ovalifolium*, se seguirían los siguientes pasos:

- a) Identificar genotipos promisorios, entre los 18 evaluados en el proyecto, con base en los análisis realizados en los puntos 1.1, 1.2 y 1.3.
- b) Identificar los mejores "nichos de adaptación" para cada una de esos genotipos, con base en los análisis del punto 2.1.
- c) Caracterizar la respuesta de cada una de esos genotipos a cambios en calidad del ambiente, utilizando información de la RIEPT, siguiendo la metodología de Amézquita *et al.* (1989).

Referencias

- Amézquita, M.C.; Pizarro, E.A. y Toledo, J.M. 1989. Rango de adaptación de *Andropogon gayanus*. En: Toledo, J.M.; Vera, R.; Lascano, C.E. y Lenné, J.M. (eds.), *Andropogon gayanus* Kunth: Un pasto para los suelos ácidos del trópico. CIAT, Cali, Colombia. p. 39-68.
- Toledo, J.M.; Amézquita, M.C. y Pizarro, E.A. 1983. Análisis del comportamiento del germoplasma evaluado por RIEPT en los ecosistemas de sabana y bosque tropical. En: Pizarro, E.A. (ed.), Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales: Resultados 1979-1982. Segunda Reunión, 27-29 septiembre 1982, CIAT, Cali, Colombia. p. 429-447.

Identificación de factores ambientales en la adaptabilidad de la leguminosa forrajera tropical *Desmodium heterocarpon* ssp. *ovalifolium*

Juan C. Ortiz y Carlos A. Sarmiento, Universidad del Valle, Cali

Introducción

La extensa área tropical del planeta cuenta con un gran bloque de tierras con un amplio potencial para el desarrollo agrícola y pecuario. Sin embargo, la fertilidad de los suelos es limitada debido, entre otros, a una alta acidez que afecta la calidad de las pasturas limitando la industria de carne y leche en dichas regiones (Sobrinho, 1982; Salinas, 1985). Además el clima se presenta como un factor adverso debido a prolongadas estaciones secas que afectan el suministro de forraje de alta calidad. En el marco de estrategias para diversificar el uso de pasturas que sean tolerantes a la mayoría de factores ambientales adversos del trópico, se pretende por medio de este estudio determinar la adaptabilidad de la leguminosa forrajera *Desmodium heterocarpon* ssp. *ovalifolium* para los diferentes ecosistemas identificados en dicha región, a partir de parámetros que midan el grado de productividad y calidad de la leguminosa.

El problema

Se evidencia una falta de conocimiento de los factores ambientales (clima, suelo) que determinan la adaptabilidad de la leguminosa. Además no se han determinado los ecosistemas más apropiados para predecir la adaptabilidad de *D. ovalifolium*.

Objetivos

El objetivo fundamental de este estudio es analizar el máximo de datos agronómicos en las accesiones evaluadas de *D. heterocarpon* ssp. *ovalifolium* para identificar los factores más importantes en la adaptación y productividad de la especie. Además se pretende evaluar la especie para diferentes ecosistemas analizando la interacción del genotipo con el medio ambiente buscando predecir la adaptación para otros ambientes.

Materiales y métodos

Se ha determinado extraer la mayor cantidad de información contenida en las bases de datos de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), incluyendo los ensayos realizados por el CIAT y la información contenida en la base de datos de RABAOC-

AFRNET que corresponde a ensayos realizados en Africa del Oeste (CIAT, 1982; Franco *et al.*, 1992; RABAOC-AFRNET, 1995). Posteriormente se realizará la caracterización ambiental de los ecosistemas 'sabanas bien drenadas isohipertérmicas', 'sabanas bien drenadas isotérmicas', 'bosques estacionales semi-siempreverdes', 'sabanas mal drenadas' y 'bosques tropicales húmedos' en los cuales se han hecho las evaluaciones contenidas en las bases de datos. El paso siguiente será organizar la información en cada ecosistema caracterizado. Por último se emplearán métodos estadísticos enfocados a la interacción genotipo-ambiente que brinden la posibilidad de describir, explicar y predecir el comportamiento de la leguminosa (Crossa, 1990).

Herramientas estadísticas

A partir de los estudios realizados para evaluar la interacción genotipo-ambiente, se han determinado las herramientas estadísticas apropiadas para el cumplimiento de los objetivos de este estudio. De estas herramientas se empleará el modelo de regresión (Eberhart y Russell, 1966; Keller-Grein *et al.*, 1993). Además se emplearán métodos multivariados como el de componentes principales y análisis de conglomerado (Crossa, 1980; Amézquita *et al.*, 1989, Amézquita y Franco, 1990).

Referencias

- Amézquita, M.C.; Pizarro, E.A y Toledo, J.M. 1989. Rango de adaptación *Andropogon gayanus*. En: Toledo, J.M.; Vera, R.; Lascano, C.E. y Lenné, J.M. (eds.), *Andropogon gayanus* Kunth.: Un pasto para suelos ácidos del trópico. CIAT, Cali, Colombia. p. 39-67.
- Amézquita, M.C. y Franco, M.A. 1990. Utilización de información de ensayos multilocacionales de evaluación de germoplasma. CIAT, Cali, Colombia. p. 337-354.
- Crossa, J. 1990. Statistical analyses of multilocal trials. *Advances in Agronomy* 44: 55-85.
- Eberhart, S.A. y Russell, W.A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science* 6: 36-40.
- Franco, M.A.; Ramírez, G. y Franco, L.H. 1992. Análisis de la información disponible en la base de datos sobre las localidades y evaluaciones de germoplasma en sabanas. RIEPT, CIAT, Cali, Colombia. 241 p.
- Keller-Grein, G.; Amézquita, M.C.; Lema, G. y Franco, L.H. 1993. Multilocation testing of grasses and legumes in the humids tropics of South America. *Proc., XVII Int. Grassl. Congr., New Zealand and Queensland, Australia, Vol I*, p. 217-219.
- RABAOC-AFRNET (Réseau de Recherche en alimentation du bétail en Afrique Occidentale et Centrale). 1995. Results 1990-1994. Working document No. 145. NARS-CIRAD-/EMVT-CIAT-ILCA, Cali, Colombia. 258 p.

- Salinas, J. 1985. Oxisoles y Ultisoles de Colombia y Latinoamérica. Características diagnósticas implicadas en su uso y manejo. *Suelos Ecuatoriales* 15(1): 16-29.
- Sobrinho, J.M. 1982. Yield performance and other agronomic characters of eighteen accessions of *Desmodium ovalifolium* Wall. and one accession of *Desmodium heterocarpon*. M.Sc. Thesis, New Mexico State University, Las Cruces, New Mexico, USA.
- Toledo, J.M. (ed.) 1982. Manual para la evaluación agronómica. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 170 p.

Evaluación del contenido de taninos a través del crecimiento de *Desmodium ovalifolium*

José G. Martínez¹, Axel Schmidt¹ y Carlos E. Lascano²

¹Universidad de Hohenheim, Stuttgart, Alemania

²Programa de Forrajes Tropicales, CIAT, Cali

Antecedentes

Las plantas forrajeras tienen usos múltiples. Entre otros, son fuente de alimento para animales, mejoran la fertilidad del suelo y controlan la erosión en sistemas de producción en el trópico (Glatzle, 1990). Sin embargo, la adopción de nuevas especies forrajeras por los agricultores podría estar determinada, en alto grado, por los efectos benéficos sobre la producción animal, por ejemplo, en ganancia de peso vivo o en producción de leche. En consecuencia, las especies forrajeras nuevas deben caracterizarse en términos de calidad nutritiva (CIAT, 1995).

Algunas especies de leguminosas herbáceas y leñosas adaptadas a suelos ácidos tienen niveles altos de taninos condensados, pero su efecto sobre la alimentación de animales se ha evaluado de forma muy limitada. Para desarrollar métodos de selección por presencia de taninos en leguminosas tropicales y diseñar técnicas de alimentación basadas en leguminosas, es necesario comprender mejor como éstos y otros polifenoles afectan el consumo, la digestibilidad y la utilización del nitrógeno por los rumiantes. Existe un conocimiento muy limitado del comportamiento de los taninos durante el crecimiento de las leguminosas y del efecto de los factores ambientales (suelo, clima) en la calidad del forraje. Por lo tanto una investigación básica en estos tópicos se considera necesaria e importante (CIAT, 1995).

Objetivo

El objetivo del estudio propuesto es el de medir el comportamiento de los niveles de taninos solubles y ligados con su respectiva astringencia en diferentes genotipos de la leguminosa *Desmodium ovalifolium* (*D. heterocarpon* subsp. *ovalifolium*), teniendo en cuenta diferentes estados de crecimiento y partes de la planta.

Materiales y métodos

El proyecto se realizará en un invernadero en las instalaciones del CIAT, Cali. Del total de accesiones de *D. ovalifolium* que mantiene CIAT, cinco de ellas serán seleccionadas con base en sus patrones de calidad. Se sembrarán plántulas en contenedores de 40 kg utilizando como sustrato suelo de Santander de Quilichao. Se aplicará una alta dosis de fertilización (kg/ha: 100 P; 100 K; 500 cal dolomítica; 20 S; 2 Zn; 0.5 B) para obtener una producción de biomasa suficiente

a corto plazo. El régimen hídrico se mantendrá a niveles constantes para evitar cualquier estrés de sequía.

Las muestras para análisis de calidad se tomarán a los 30, 60, 90, 120, 150 y 180 días después de la siembra, cosechando el total de la biomasa foliar. Treinta días antes de cada cosecha se marcarán las últimas hojas de cada tallo, con el objetivo de poder definir un límite entre las hojas jóvenes y las viejas. Esta diferenciación no se realizará con la primera muestra. De cada grupo de hojas se extraerá una submuestra para la determinación del área foliar y peso, con el fin de calcular el peso específico. El resto del material cosechado se empleará para determinar PC, DIVMS, FND, FAD, FAID, P, S, taninos condensados (extractables y ligados) y astringencia de los taninos.

Con los resultados obtenidos se podrá conocer como cambian la concentración y actividad biológica de taninos a través del crecimiento y desarrollo de genotipos contrastantes de *D. ovalifolium*.

Referencias

- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1995. Informe Bianual 1994-1995. Programa de Forrajes Tropicales. CIAT, Cali, Colombia.
- Glatzle, A. 1990. Weidewirtschaft in den Tropen und Subtropen. Ulmer, Stuttgart. 258 p.

Efecto de suelos diferentes en los niveles de taninos en dos genotipos de *Desmodium ovalifolium*

Axel Schmidt¹, Brigitte L. Maass², Idupulapati M. Rao² y Carlos E. Lascano²

¹Universidad de Hohenheim, Stuttgart, Alemania

²Programa de Forrajes Tropicales, CIAT, Cali

Justificación y objetivos

Para la investigación con leguminosas forrajeras que contienen altos niveles de sustancias antinutritivas como los taninos, es de gran importancia conocer factores ambientales que puedan afectar el contenido de estas sustancias en las plantas. Existen indicios que en el caso de *Desmodium ovalifolium* la fertilidad del suelo y el clima (i.e. temperatura, precipitación) están influenciando la calidad, supuestamente los niveles de taninos (Sobrinho, 1988; Salinas y Lascano, 1983). Schultze-Kraft y Benavides (1988) encontraron una amplia variación entre accesiones (= genotipos) en cuanto a taninos bajo las mismas condiciones ambientales, indicando que en *D. ovalifolium* existen interacciones de los genotipos con el medio ambiente.

La identificación de los factores específicos está considerada como base para un mejor manejo de esta especie. Como ensayos en el campo están afectados por todos los factores ambientales (tipo de suelo, su fertilidad y el clima), no es posible identificar el efecto de sólo uno de ellos. Por lo tanto y para así eliminar los factores de clima, se planeó un ensayo con los suelos de Maquenque (Carimagua), Cauca, Chinchiná y La Rueda (Caquetá) bajo condiciones controladas de invernadero.

El objetivo principal es la identificación del efecto del tipo de suelo y su fertilidad en el nivel de taninos en *D. ovalifolium*. Los objetivos específicos son la determinación de la relación entre grosor o área foliar específico de las hojas y el nivel de taninos y, si los niveles de fertilización ajustados a cada sitio son apropiados, comparar sus efectos en la calidad de la especie.

Materiales y métodos

Dos genotipos de *D. ovalifolium* fueron seleccionados por su niveles de taninos: CIAT 13110 por su nivel bajo, y CIAT 3793 por su nivel alto (Schultze-Kraft y Benavides, 1988), y serán sembrados en contenedores con 40 kg de suelo esterilizado de Maquenque (Carimagua), La Romelia (Chinchiná), El Melcho (Cauca) y La Rueda (Caquetá).

En cada contenedor se transplantarán 8 plántulas pregerminadas en el laboratorio y se aplicarán los mismos niveles de fertilización de los ensayos de campo. Como testigo se incluirá para cada suelo un tratamiento sin fertilización (Cuadro 1). El diseño experimental consistirá en

bloques completos al azar con tres repeticiones, tomando en cuenta que los niveles de fertilización no son iguales en cada sitio.

Después de 120 días de crecimiento se evaluarán características agronómicas como altura y diámetro de las plantas, peso de tallos y hojas, producción de biomasa total, relación hoja/tallo y área foliar específico de las hojas. El análisis de calidad de las hojas cosechadas y liofilizadas se llevará a cabo en el laboratorio, tomando en cuenta los parámetros: IVDMD, PC, P, S, FAD, FND, N-FAD, taninos ligados, taninos solubles y astringencia de los taninos. Los resultados se someterán a análisis estadísticos tales como análisis de correlaciones, análisis de varianza, componentes principales y regresiones múltiples stepwise para lograr los objetivos indicados.

Cuadro 1: Niveles de fertilización aplicados para cada suelo.

Suelo	Fertilización	P	K	Cal	S	Micro- nutrimentos
Carimagua	Testigo (0)	-	-	-	-	-
	Media	10	20	150	5	-
	Alta	50	50	500	20	2.5 Zn; 0.3 B
Chinchiná	Testigo (0)	-	-	-	-	-
	Media	5	10	50	5	-
	Alta	50	50	500	20	2.5 Zn; 0.3 B
Cauca	Testigo (0)	-	-	-	-	-
	Media	10	20	150	5	-
	Alta	50	50	500	20	2.5 Zn; 0.3 B
Caquetá	Testigo (0)	-	-	-	-	-
	Media	5	10	50	5	-
	Alta	50	50	500	20	2.5 Zn; 0.3 B

Referencias

- Salinas, J.G. y Lascano, C.E. 1983. La fertilización con azufre mejora la calidad de *Desmodium ovalifolium*. CIAT Boletín Informativo de Pastos Tropicales 5: 1-6.
- Schultze-Kraft, R. y Benavides, G. 1988. Germplasm collection and preliminary evaluation of *Desmodium ovalifolium* Wall. CSIRO Division of Tropical Crops and Pastures Genetic Resources Communication 12: 1-20.
- Sobrinho, J.M. 1982. Yield performance and other agronomic characters of eighteen accessions of *Desmodium ovalifolium* Wall. and one accession of *D. heterocarpon*. M.Sc. Thesis, New Mexico State University, Las Cruces, New Mexico, USA. 66 p.

**Caracterización de la diversidad genética
de una colección "core" preliminar de la leguminosa tropical
Desmodium heterocarpon (L.) DC. subsp. *ovalifolium* (Prain) Ohashi
(syn. *D. ovalifolium* Wall. ex Gagnep.)**

Brigitte L. Maass, Programa de Forrajes Tropicales, CIAT, Cali

Antecedentes

La leguminosa forrajera perenne *Desmodium heterocarpon* subsp. *ovalifolium* se ha mostrado bien adaptada a las condiciones de suelos ácidos e infértiles de América tropical (Grof, 1982; CEPLAC-CEPEC, 1990). En el CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia) se ha reunido una colección amplia de germoplasma de esta especie proveniente del Sureste de Asia. De esta colección se formó una colección "core" preliminar (Schultze-Kraft y Benavides, 1988); parte de ella sirve actualmente para determinar la interacción genotipo-ambiente tanto respecto a la productividad como a la calidad del forraje. Este estudio se lleva a cabo dentro de un proyecto colaborativo entre la Universidad de Hohenheim, Stuttgart, Alemania y el CIAT.

En la evaluación preliminar de gran parte de este germoplasma, realizada por Schultze-Kraft y Benavides (1988) en Santander de Quilichao, Colombia, se encontró mucha variabilidad en todos los parámetros agronómicos y calidad forrajera evaluados a pesar de que morfológicamente no se observan demasiadas diferencias entre las accesiones. Igualmente, se observa gran variabilidad en la especie *D. heterocarpon*. Sin embargo, Ohashi (1991) no resaltó diversidad morfológica en la reciente revisión taxonómica de *D. ovalifolium*, que él consideró como una subespecie de *D. heterocarpon*. Por razones de conveniencia, a continuación se sigue haciendo referencia a "*D. ovalifolium*".

Adicionalmente a las variables morfológicas de alta heredabilidad, para la caracterización genética se han utilizado frecuentemente marcadores a nivel bioquímico como los isoenzimas que varían muy poco con el medio ambiente. Estos marcadores se describen con base en su comportamiento electroforético y pueden servir para la caracterización ("fingerprinting") de accesiones de germoplasma y para diferentes estudios genéticos. A pesar de que los zimogramas (patrones de bandas) son fenómenos fenotípicos, están estrechamente ligados al genotipo – más estrechamente que la mayoría de los caracteres morfológicos.

Los principios de la electroforesis se basan en que pueden existir – en el mismo organismo – diferentes formas moleculares de enzimas que catalizan la misma reacción. Estas formas moleculares se diferencian por su peso y su carga eléctrica. Por eso es posible separarlas sobre un medio (por ejemplo en geles de almidón o de polyacrylamida) con corriente eléctrica.

Por el tamaño de sus poros similar al tamaño de proteínas, los geles además funcionan como un tamiz.

Hasta la fecha existen muy pocos estudios con isoenzimas en el género *Desmodium* (Chow y Crowder, 1974; Hussain *et al.*, 1987; Imrie y Blogg, 1983; Schaal y Smith, 1980; Smith y Schaal, 1979; Zhang Yuwen y Xiong Jihua, 1990) o que utilizaron proteínas nativas (Hussain *et al.*, 1987). En una búsqueda bibliográfica extensa no se encontraron referencias sobre trabajos en electroforesis o isoenzimas en los géneros afines dentro de la tribu Desmodieae según Ohashi *et al.* (1981). Las especies investigadas incluyen *D. intortum* "greenleaf", *D. sandwicense*, *D. uncinatum*, *D. ovalifolium* y *D. nudiflorum* en isoenzimas (Cuadro 1) y *D. ovalifolium* en proteínas nativas, para estudios de poblaciones, "fingerprinting", o la identificación de híbridos interespecíficos espontáneos. Hussain *et al.* (1987) no encontraron discriminación satisfactoria para varios isoenzimas entre ocho accesiones de *D. ovalifolium*, mientras sí la obtuvieron para proteínas nativas de la semilla. Hubo problemas en la preparación del extracto por el alto contenido de taninos del *D. ovalifolium* (C.E. Lascano, comunicación personal).

Sin embargo, en otros géneros de leguminosas tropicales el estudio de los patrones electroforéticos de isoenzimas y de proteínas nativas ha servido para caracterizar la diversidad genética de germoplasma, por ejemplo en *Arachis* (Maass *et al.*, 1993; Maass y Ocampo, 1995) y en *Stylosanthes* (Maass y Marulanda, s.f.).

Objetivos

El objetivo principal del presente trabajo es ajustar la técnica de PAGE (polyacrylamide gel electrophoresis) al género *Desmodium* y caracterizar la diversidad genética ("fingerprinting") de las accesiones de *D. ovalifolium* contenidas en una colección "core".

Los objetivos específicos son:

1. Implementar la técnica PAGE con varios enzimas en *Desmodium*;
2. Caracterizar toda la colección "core" con varios enzimas;
3. Analizar diferencias y similitudes (identificar posibles duplicados) entre los diferentes zimogramas con métodos estadísticos multivariados; y
4. Establecer grupos de accesiones más parecidas.

Material y métodos

Caracterización por isoenzimas:

A mediano plazo, se caracterizará toda la colección de germoplasma de *D. ovalifolium* mantenida en el CIAT con análisis de isoenzimas aplicando PAGE. Para este estudio específico, se busca caracterizar la colección "core" (véase capítulo "*Desmodium ovalifolium* – sinopsis de la taxonomía, biogeografía y recursos genéticos")

Cuadro 1: Isoenzimas utilizados en estudios con diferentes especies de *Desmodium* (+ = si; - = no).

Sistema de isoenzima	Número EC ^a	<i>D. intortum</i> , <i>D. sandwicense</i> , <i>D. uncinatum</i> ^b	<i>D. intortum</i> , <i>D. sandwicense</i> ^c	<i>D. nudiflorum</i> ^d	<i>D. ovalifolium</i> ^e
Detalles metodológicos					
Tejido investigado		Hojas	Plántulas	Hojas	Semillas
Medio para electroforesis		Acetato de celulosa	Gel de almidón	Gel de almidón	Gel de almidón o polyacrilamida
ACP (acid phosphatase)	3.1.3.2	-	-	+	+
EST (esterases)	3.1.1.-	+	-	+	+
GOT (glutamic-oxaloacetic-transaminase)	2.6.1.1	-	-	+	+
MDH (malate dehydrogenase)	1.1.1.37	-	-	+	-
6-PGDH (6-phospho glutamate dehydrogenase)	1.1.1.44	-	-	+	-
G6PDH (glucose-6-phosphate dehydrogenase)	1.1.1.49	-	-	+	-
PGI (phospho glucoisomerase)	5.3.1.9	-	+	+	-
PGM (phosphoglucomutase)	5.4.2.2	-	+	-	-
PRX (peroxidase)	1.11.1.7	+	-	-	+
TO (Tetrazoliumoxidase)		-	-	+	-

- a. EC = Enzyme commission.
b. Chow y Crowder, 1974.
c. Imrie y Blogg, 1983.
d. Schaal y Smith, 1980.
e. Hussain *et al.*, 1987.

para implementar la técnica con *Desmodium*. La metodología a aplicar se basará en trabajos realizados por los laboratorios de la Unidad de Investigación en Biotecnología (BRU) y la Unidad de Recursos Genéticos (URG) del CIAT (CIAT, 1988). Se modificará según sea necesario.

Análisis de datos:

Por medio del análisis de datos de los patrones de bandas (zimogramas), se describirán la diversidad genética de la colección y la similitud entre las accesiones. El análisis de correspondencia ha sido muy útil para este tipo de análisis estadístico multivariado, pero también se podrán aplicar coeficientes de similitud, por ejemplo el de Jaccard. En relacionar la estructura de diversidad con el origen de las accesiones, se pueden identificar centros geográficos de diversidad genética. Estos datos también se relacionarán con el desempeño agronómico y datos de calidad. Además, se analizará hasta qué extento la colección "core" representa la colección de germoplasma entera, por el análisis de isoenzimas.

Finalmente, se buscarán correlaciones de zimogramas con las características de calidad, especialmente taninos, con el propósito de identificar un marcador simple que pueda asistir en acelerar la evaluación futura para encontrar germoplasma con contenido bajo de taninos.

Colaboradores

CIAT Brigitte L. Maass, Programa de Forrajes Tropicales
 César H. Ocampo, Unidad de Recursos Genéticos

Universidad Rainer Schultze-Kraft, Profesor de Pastos y Forrajes Tropicales
de Axel Schmidt, Estudiante de Doctorado
Hohenheim Bettina Klein, Estudiante de Diploma

Referencias

- CEPLAC-CEPEC (Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - Centro de Pesquisa do Cacau). 1990. *Desmodium ovalifolium* cv. Itabela. Folleto de información. 6 p.
- Chow, K.H. y Crowder, L.V. 1974. Putative parents of a *Desmodium* selection examined morphologically and by isozyme patterns. Bot. Gaz. 135(3): 180-184.
- CIAT. 1988. A practical guide for electrophoretic analysis of isoenzymes and proteins in cassava, field beans and forage legumes. Working document no. 40. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. 51 p.
- Grof, B. 1982. Performance of *Desmodium ovalifolium* Wall. in legume/grass associations. Trop. Agric. (Trin.) 59: 33-37.
- Hussain, A.; Ramírez, H.; Bushuk, W. y Roca, W. 1987. Identification of cultivars of the forage legume *Desmodium ovalifolium* Guill et Perr. by their electrophoretic patterns. Canadian Journal of Plant Science 67: 713-717.
- Imrie, B.C. y Blogg, D. 1983. Variability in isozyme gene frequency in the tropical pasture legume, 'greenleaf' desmodium. Trop. Agric. (Trinidad) 60(3): 193-196.

- Maass, B.L. y Marulanda, S.I. s.f. Biochemical fingerprinting of germplasm accessions and characterization of genetic diversity of the tropical forage legume *Stylosanthes capitata* Vogel. (en preparación).
- Maass, B.L. y Ocampo, C.H. 1995. Isozyme polymorphism provides fingerprints for germplasm of *Arachis glabrata* Benth. *Genetic Resources and Crop Evolution* 42: 77-82.
- Maass, B.L.; Torres, A.M. y Ocampo, C.H. 1993. Morphological and isozyme characterisation of *Arachis pintoi* Krap. *et Greg. nom. nud.* germplasm. *Euphytica* 70: 43-52.
- Ohashi, H. 1991. Taxonomic studies in *Desmodium heterocarpon* (L.) DC. (Leguminosae). *Journal of Japanese Botany* 66(1): 14-25.
- Ohashi, H.; Polhill, R.M. y Schubert, B.G. 1981. Tribe 9. *Desmodieae* (Benth.) Hutch. (1964). En: Polhill, R.M. and Raven, P.H. (eds.). *Advances in legume systematics. Part 1.* Royal Botanic Gardens, Kew, England. p. 292-300.
- Schaal, B.A. y Smith, W.G. 1980. The apportionment of genetic variation within and among populations of *Desmodium nudiflorum*. *Evolution* 34(2): 214-221.
- Schultze-Kraft, R. y Benavides, G. 1988. Germplasm collection and preliminary evaluation of *Desmodium ovalifolium* Wall. CSIRO Division of Tropical Crops and Pastures Genetic Resources Communication 12: 1-20.
- Smith, W.G. y Schaal, B.A. 1979. Isozyme variation in *Desmodium nudiflorum* genetic variability. *Biochem. Syst. Ecol. (Oxford)* 7(2): 121-123.
- Zhang Yuwen y Xiong Jihua. 1990. A study on peroxidase isoenzymes of *Desmodium* Desv. *Journal of Southwest Agricultural University (China)* 12(4): 387-388.

Interacciones de la calidad de la hojarasca con la fertilidad del suelo y el clima

Axel Schmidt¹, Carlos E. Lascano², Richard Thomas³ y Brigitte L. Maass²

¹Universidad de Hohenheim, Stuttgart, Alemania

²Programa de Forrajes Tropicales, CIAT, Cali

³Programa del Trópico Bajo, CIAT, Cali

Justificación y objetivos

El grado de utilización de pasturas tropicales por el ganado se estima entre 10 y 40 % (Wetselaar y Ganry, 1982). Bajo estas condiciones el retorno de nutrimentos al suelo por medio de material vegetal descompuesto es normalmente mayor comparando con los excrementos (Thomas, 1992). Por lo tanto el conocimiento sobre el reciclaje de nutrimentos en el suelo y las características de la descomposición de la hojarasca (“litter”) de las plantas forrajeras es de gran importancia para el desarrollo de sistemas integrados y sostenibles. Las leguminosas cumplen un papel importante en estos sistemas. Una de ellas es *Desmodium ovalifolium* que se conoce no solamente como planta forrajera sino también como planta de cobertura y de mejoramiento del suelo. Ha sido utilizada por muchos años en plantaciones de palma aceitera y caucho en el sureste asiático. Ultimamente se está evaluando también para la recuperación de áreas fuertemente degradadas (D. Villara, com. pers.).

Se supone que la descomposición de la hojarasca en el trópico está determinada por sus características químicas y físicas, pero falta la identificación de un parámetro como indicador confiable para la descomposición cuantitativa de la hojarasca (Meetenmeyer, 1978; Taylor *et al.* 1989). Existen indicios que compuestos polifenólicos como los taninos pueden tener un efecto retardatorio (Thomas y Asakawa, 1993). Sin embargo, el conocimiento sobre los procesos bioquímicos durante la senescencia de las hojas donde la alta concentración de enzimas oxidantes sugiere una masiva degradación de los polifenoles, está muy limitado (Northup *et al.*, 1995). Mientras por un lado una lenta tasa de descomposición se considera desfavorable por la consiguiente lenta liberación de nutrimentos, por el otro lado esto puede ser favorable ya que contribuye a una prolongada cobertura del suelo y por consiguiente a un mejor control de erosión y/o de maleza.

Con este estudio se pretende ampliar el conocimiento sobre la relación de la calidad del forraje con la calidad de la hojarasca de *D. ovalifolium*, tomando en cuenta posibles interacciones con genotipos, la fertilidad del suelo y el medio ambiente en general.

Material y métodos

Se colectará la hojarasca seca de tres genotipos de *D. ovalifolium* seleccionados por sus contenidos diferentes de taninos (alto, medio y bajo), en dos sitios contrastantes (Chinchiná, Caldas y Macagual, Caquetá) tomando en cuenta los dos niveles de fertilización en cada sitio. Para las evaluaciones se utilizarán bolsas de nylon como descritas por Thomas y Asakawa (1993). El total de 6 de estas bolsas con un contenido de 15 g de hojarasca cada una se redepositarán en las parcelas correspondientes a los genotipos de donde proviene el respectivo material. Estas bolsas se recolectarán después de 2, 4, 6, 8, 12 y 20 semanas en la época lluviosa, respectivamente, se liofilizará el contenido y se analizará en el laboratorio, junto con una muestra del material inicial. Los análisis incluirán lignina, nitrógeno, carbón, fósforo, cenizas, y taninos solubles y ligados. Durante el tiempo de descomposición del material en las bolsas, se monitorearán las condiciones climáticas y la temperatura del suelo para identificar posibles factores que incidan en la tasa de descomposición de los materiales. Los resultados se someterán a análisis estadísticos como análisis de correlaciones, análisis de varianza, análisis de componentes principales, y análisis de regresiones múltiples stepwise para lograr los objetivos indicados.

Referencias

- Meetenmeyer, V. 1978. Macroclimate and lignin control of litter decomposition rates. *Ecology* 59: 465-472.
- Northup, R.R.; Yu, Z.; Dahlgren, R.A. y Vogt, K.A. 1995. Polyphenol control of nitrogen release from pine litter. *Nature* 377: 227-229.
- Taylor, B.R.; Parkinson, D. y Parsons, W.F.J. 1989. Nitrogen and lignin content as predictors of litter decay rates: a microcosm test. *Ecology* 70: 97-104.
- Thomas, R.J. 1992. The role of the legume in the nitrogen cycle of productive and sustainable pastures. *Grass & Forage Science* 47: 132-142.
- Thomas, R.J. y Asakawa, N.M. 1993. Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. *Soil Biology and Biochemistry* 25(10): 1351-1361.
- Wetselaar, R. y Ganry, F. 1982. Nitrogen balance in tropical agrosystems. En: Dommergues, Y.R. y Diem, H.G. (eds.), *Microbiology of tropical soils and plant productivity*. Martinus Nijhoff, The Hague. p. 1-36.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en CIAT

Peter G. Jones y Luz A. Clavijo, Programa Uso de la Tierra, CIAT, Cali

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se han convertido en la principal herramienta eficaz para procesar la información alfanumérica y geográfica e integrar los diferentes componentes físicos, bióticos y socioeconómicos que forman parte de la caracterización de cada ecosistema seleccionado. La implementación de estos sistemas reduce significativamente los costos y el tiempo de trabajo de campo, pues se captura la información de manera eficiente y se alcanzan resultados precisos.

La importancia del manejo de la información topográfica y temática dentro de una base de datos centralizada reporta grandes beneficios, por cuanto todas las áreas pueden utilizar la información en forma integrada y de acuerdo a sus requerimientos.

Hace casi 20 años, CIAT comenzó a generar bases de datos de clima, suelos y uso de la tierra. En un principio fueron diseñadas usando un mainframe IBM ya que eran los computadores con los que se contaba. Tuvimos grandes problemas para poder incorporar información espacial. La base de datos climáticos (Jones, 1991) que en estos momentos cuenta con información de casi 20,000 estaciones para la zona tropical, fue diseñada en lenguaje Fortran. La base de datos de Sistemas de Tierra del Trópico Bajo para América Latina (Cochrane *et al.*, 1985) fue implementada en SAS (Barr *et al.*, 1976). Cuando imprimíamos mapas se utilizaban impresoras lineales o se usaba un tedioso proceso en Fortran en un plotter Calcomp.

Durante muchos años estuvimos suministrando a los programas de producción de cultivos del CIAT información del medio ambiente para el cual CIAT desarrollaba sus cultivos de frijol, yuca, arroz, y pastos tropicales. Analizamos las dificultades inducidas en la producción y ayudamos a los programas a priorizar sus investigaciones en los problemas de más importancia.

En 1988, CIAT reconoció la importancia de crear una Unidad de Estudios Agroecológicos. En el transcurso de un año, utilizamos las bases de datos existentes y adicionamos mucha más información digital con el fin de crear una clasificación medioambiental de América Latina. Partiendo de la misma y apoyados en la asesoría de expertos de CIAT y fuera de CIAT, se identificaron tres agroecosistemas para concentrar en ellos la investigación de Manejo de Recursos Naturales del CIAT: margen de bosque, sabanas tropicales, y laderas de suelos ácidos.

El siguiente paso era identificar las áreas de estudio dentro de los agroecosistemas elegidos. Es aquí donde surge la necesidad de utilizar sofisticados SIG. Teníamos las bases de datos y un sistema de mapeo rudimentario pero no pudimos expresar totalmente lo que esa información significaba. En ese momento utilizamos IDRISI de la Universidad de Clark, y Atlas/Draw para digitalizar. Casi todos los procesos y análisis se hacían en Fortran: corrección de

coordinadas, referenciación con coordenadas geográficas, etc. Este era un proceso tedioso ya que suponía pasar la información del mainframe al PC que en esos momentos era un proceso lento.

Sin embargo, se logró producir dos análisis clásicos para definir el área de estudio. El primero fue el análisis geográfico del uso de la tierra en America Central (Carter, 1991). Basándonos en este análisis, generamos un análisis parecido para la región de los Cerrados de Brasil, identificando áreas de colaboración entre CIAT y EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) en temas de desarrollo agrícola (Jones *et al.*, 1992).

Paralelo a estos acontecimientos, una revolución se estaba gestando en los software de los SIG. Software de alta tecnología que antes costaba alrededor de los US\$ 200,000, aparecía ahora en pequeñas estaciones UNIX o en PC a un precio que una institución como el CIAT podía pagar.

Se decidió utilizar ARC/INFO y ERDAS para la implementación de nuestros proyectos, y nuestras antiguas bases de datos adquirieron un nuevo sentido al ser incluidas en estos nuevos sistemas. Igualmente, con la compra de sofisticadas máquinas de impresión se superó las limitaciones en nuestras salidas gráficas. El potencial del instrumento SIG depende totalmente del volumen y la calidad de las bases de datos que son utilizados. En CIAT hemos pasado muchos años adquiriendo información y con la herramienta SIG hemos encontrado un instrumento adecuado que nos ayuda en forma muy eficiente en el procesamiento y análisis de dicha información.

Ahora estamos en una posición favorable para utilizar nuestras bases de datos con un significado pleno. Podemos extender su uso a estudios que antes no se consideraban posibles. La base de datos climáticos se usa cada vez más en analizar la distribución natural de germoplasma. Estamos realizando análisis de la distribución de *Phaseolus vulgaris*, *Manihot* spp., *Stylosanthes* spp., y *Arachis* spp. Todas éstas son especies de plantas de gran impacto potencial en la agricultura de América Latina y otras regiones del mundo.

El análisis de la distribución de germoplasma nos muestra nuevos matices de la composición de las colecciones mantenidas en los bancos de germoplasma. Podemos enlazar las condiciones del medio ambiente con la composición molecular. El análisis geográfico puede indicar la existencia de distintas poblaciones dentro de una misma especie. Incluso se pueden determinar nuevas áreas para recolección de especies o sugerir zonas para conservación *in situ*.

Referencias

Barr, H.J.; Goodnight, T.M.; Sull, J.P. y Helwing, J.T. 1976. A user's guide to SAS 76. Statistical Analysis System Inst. Inc. USA.

- Carter, S.E. 1991. Geographic analysis of land use in Central America. En: Report on a workshop on sustainable agriculture in the hillsides of Central America: opportunities for interinstitutional collaboration. Costa Rica, Oct. 1991. CIAT, IICA, CATIE, and CIMMYT. p. 19-77.
- Cochrane, T.T.; Sánchez, L.G.; de Acevedo, L.G.; Porras, J.A. y Garver, C.L. 1985. Land in Tropical America. 4 vols. CIAT, Cali, Colombia.
- Jones, P.G. 1991. The CIAT Climate Database Version 3.41. Machine readable dataset. CIAT, Cali, Colombia.
- Jones, P.G.; Rincón, M. y Clavijo, L.A. 1992. Clasificación de áreas y levantamiento de mapas para la región de Cerrados del Brasil. CIAT, Cali, Colombia. 94 p.

Resumen del taller

Rainer Schultze-Kraft, Universidad de Hohenheim, Stuttgart, Alemania

Es con bastante complacencia que en este taller se puede contabilizar un número tan considerable de participantes y de las más variadas disciplinas – no sólo personas directamente vinculadas al proyecto sobre *Desmodium ovalifolium* sino también investigadores sencillamente atraídos por el tópico y/o por el reto científico que representa esta especie tan interesante. También da gusto ver que esta iniciativa es evidentemente un verdadero proyecto colaborativo con la participación de por lo menos nueve instituciones.

La pregunta del taller – "*D. ovalifolium* – la conocemos?" – busca asignarle un sitio al proyecto sobre *D. ovalifolium* en el contexto de las necesidades de investigación sobre esta especie. Por tanto parece oportuno resumir los resultados de este taller enfocando primero en los conocimientos generales sobre *D. ovalifolium* y después en aspectos concretos de proyecto.

Las presentaciones sobre las experiencias con *D. ovalifolium* confirmaron, en líneas generales, el evidente **potencial** de la especie por un lado, por su hábito de crecimiento rastrero-estolonífero, compatibilidad con gramíneas de hábito similar (sobre todo especies de *Brachiaria*), adaptación a un amplio rango de suelos ácidos y de baja fertilidad, persistencia bajo pastoreo fuerte, y, con la notable excepción de las experiencias negativas con *Synchytrium desmodii* y el nemátodo del tallo en Carimagua, falta de problemas por plagas y/o enfermedades.

La información generada en Carimagua (contribuciones de Camilo Plazas y Alvaro Rincón, p. 30 y 43, respectivamente) señala lo que se considera la **limitación** más severa de *D. ovalifolium*: la calidad nutritiva. Un alto contenido de taninos y, como consecuencia, bajo consumo y baja digestibilidad conllevan a la dominancia de la leguminosa en una mezcla con gramíneas y, como lo muestran los datos presentados por Camilo Plazas, a una baja productividad animal – independiente del manejo de las pasturas. Los datos de Alvaro Rincón sugieren que la densidad de siembra de la leguminosa puede influenciar considerablemente su eventual dominancia.

La experiencia en Carimagua, sin embargo, discrepa de observaciones y resultados obtenidos en otras regiones de Colombia:

- En el C.I. La Libertad (contribución de Raúl Pérez, p. 35), donde la presencia de *D. ovalifolium* en una mezcla con *Brachiaria* spp., en comparación con *Brachiaria* sola, resultó en aumentos del 40% en la producción de peso vivo/hectárea, más que todo debido a una mayor productividad animal durante la época seca; la fertilización con azufre parece jugar un papel importante.

- En Chinchiná, Caldas (contribución de Senén Suárez y María Cristina Cardona, p. 20), donde existen pasturas con *D. ovalifolium* productivas desde hace más de ocho años; se menciona un aumento de la proporción de la leguminosa con el tiempo (pero desafortunadamente no hay datos de producción animal).
- En el Caquetá (contribución de Jaime Velásquez y colaboradores, p. 22), donde se han obtenido buenas ganancias animal en una pastura de *D. ovalifolium* con *B. humidicola*, y donde la leguminosa se ha diseminado a nivel de finca.

Tratar de esclarecer esta discrepancia es el objetivo específico del ensayo multilocacional del proyecto "Interacción genotipo x medio ambiente en una colección seleccionada de *Desmodium ovalifolium*". En este contexto es importante resaltar que la investigación se llevará a cabo no sólo con las dos accesiones (CIAT 350 y 13089) en las cuales los estudios hechos hasta ahora se han concentrado, sino con una colección seleccionada ("core collection") la cual se supone es representativa de la variabilidad del total de germoplasma disponible de *D. ovalifolium* (contribución de Rainer Schultze-Kraft, p. 14). Esperamos que el propuesto estudio de diversidad genética (contribución de Brigitte Maass, p. 71) confirme esta suposición.

Aunque las variables de respuesta en el ensayo multilocacional comprenden también un rango bastante amplio de parámetros agronómicos (contribución de Axel Schmidt, p. 50), el enfoque principal del proyecto gira alrededor de la calidad nutritiva con énfasis en el contenido de taninos incluyendo los factores que lo influyen y sus implicaciones (contribuciones de (i) Carlos Lascano y Rolando Barahona, p. 53; (ii) Carlos Lascano, p. 56; (iii) José Martínez y colaboradores, p. 66; (iv) Axel Schmidt y colaboradores, p. 68). Las metodologías propuestas, tanto respecto a los análisis de laboratorio (contribución de Carlos Lascano y Rolando Barahona, p. 53) como a la estadística (contribución de María Cristina Amézquita, p. 58), son de las más actualizadas y prometen resultados confiables. Modernas herramientas se usarán también no sólo a nivel estadístico para analizar e interpretar el gran volumen de información sobre *D. ovalifolium* disponible en las bases de datos de RIEPT y RABAO (contribución de Juan Ortiz y Carlos Sarmiento, p. 63), sino también a nivel de los SIG (contribución de Peter Jones y Luz Clavijo, p. 78). Con base en los SIG se espera poder producir mapas que (i) respecto al origen de *D. ovalifolium* muestren en su centro de diversificación en el sureste asiático las regiones más promisorias para coleccionar germoplasma adicional, y (ii) respecto al uso de *D. ovalifolium*, las regiones más promisorias de adaptación y utilización como planta forrajera.

El proyecto pretende extender la investigación sobre la interacción genotipo x medio ambiente a otro tópico muy importante que es el potencial de *D. ovalifolium* para cobertura y mejoramiento del suelo. En los informes de experiencias en el Cauca, la Zona Cafetera y el Caquetá se menciona específicamente su potencial para control de erosión en laderas y/o como cultivo de cobertura en plantaciones. Una buena parte de las mediciones agronómicas en el ensayo multilocacional durante la fase de establecimiento (contribución de Axel Schmidt, p. 50) servirán para este propósito. Serán complementadas por el estudio sobre la calidad de la hojarasca (contribución de Axel Schmidt y colaboradores, p. 76) donde, sin duda, los taninos volverán a jugar un papel importante respecto a la descomposición de la hojarasca ("litter").

De la discusión general resultaron varios aspectos importantes, y quedó evidente la necesidad de:

- Investigación para determinar métodos de establecimiento, sobre todo a nivel de la tasa de siembra en asociaciones con gramíneas, y manejo inicial de *D. ovalifolium*, con el fin de reducir el riesgo de dominancia inicial de la leguminosa.
- Datos de producción animal en *D. ovalifolium*. Un ejemplo concreto es la información sobre la producción de leche en pasturas de *D. ovalifolium* en fincas del Caquetá. Disponer de estos datos se considera esencial para una posible liberación de *D. ovalifolium* para el trópico húmedo en Colombia.
- Información sobre la importancia y las limitaciones de *D. ovalifolium* como cultivo de cobertura en plantaciones de palma africana en Colombia; hasta ahora existe sólo información muy somera sobre su uso como tal en plantaciones del piedemonte llanero.
- Información sobre la importancia y las limitaciones de *D. ovalifolium* fuera de Colombia, p.ej. experiencias en Brasil, Centroamérica, Guyana francesa, Perú y Venezuela, y eventualmente Africa y Asia suroriental.

En conclusión, el proyecto tal como fue discutido en este taller, con base en las experiencias presentadas puede tener dos importantes consecuencias:

1. El posible rescate de *D. ovalifolium* mediante una eventual corrección de los conceptos generalizados de la pasada década, y la definición de los más relevantes tópicos de investigación futura, sobre todo en las áreas (i) del manejo de pasturas asociadas con *D. ovalifolium* y (ii) la relevancia de la especie como cobertura en plantaciones y planta mejoradora del suelo.
2. Con base en la información a obtenerse sobre (i) taninos y el efecto del medio ambiente sobre ellos, y (ii) la relevancia de la metodología propuesta, este proyecto o parte de él podría servir como modelo para estudios similares con otras especies que también se caracterizan por altos contenidos de taninos.

Esperamos que al finalizarse el proyecto "Interacción genotipo por medio ambiente en una colección seleccionada de *Desmodium ovalifolium*" se pueda realizar otro taller para (i) discutir los resultados obtenidos; (ii) ampliar la información disponible sobre la importancia y las limitaciones de la especie – también en otros países; (iii) diseñar estrategias de investigación futura respecto a los tópicos más relevantes; y (iv) discutir los pasos a seguir respecto a una eventual divulgación de una o varias de las líneas experimentales a nivel de finca.

Lista de participantes

Edgar Amézquita
CIAT – Trópico Bajo
A.A. 6713
Cali, Colombia

María Cristina Amézquita
CIAT - Unidad de Biometría
A.A. 6713
Cali, Colombia

Mercedes Andrade
CIAT - URG
A.A. 6713
Cali, Colombia

Rolando Barahona
CIAT - Forrajes Tropicales/IGER
A.A. 6713
Cali, Colombia

Aristipo Betancourth
CIAT - Forrajes Tropicales/Caquetá
A.A. 016
Florencia, Colombia

Edgar Cárdenas
CIAT - Forrajes Tropicales
A.A. 6713
Cali, Colombia

María Cristina Cardona Botero
CENICAFE - La Romelia
A.A. 1425
Manizales, Colombia

Arsenio Ciprián R.
CIAT-Forrajes Tropicales/URG
A.A. 6713
Cali, Colombia
Luz Amira Clavijo

CIAT - Uso de la Tierra
A.A. 6713
Cali, Colombia

Martha L. Escandón Delgado
CIAT - Forrajes Tropicales
A.A. 6713
Cali, Colombia

Germán Escobar B.
CIAT - Uso de la Tierra
A.A. 6713
Cali, Colombia

Arturo Franco
CIAT - IMNS
A.A. 6713
Cali, Colombia

Luis H. Franco
CIAT - Forrajes Tropicales
A.A. 6713
Cali, Colombia

Julio César García
CIAT - Forrajes Tropicales
A.A. 6713
Cali, Colombia

Belisario Hincapié
CIAT - Forrajes Tropicales
A.A. 6713
Cali, Colombia

Peter Jones
CIAT - Uso de la Tierra
A.A. 6713
Cali, Colombia

Gerhard Keller-Grein
Universidad de Hohenheim (380)
D-70593 Stuttgart, Alemania

Peter Kerridge
CIAT - Forrajes Tropicales
A.A. 6713
Cali, Colombia

Carlos Lascano
CIAT - Forrajes Tropicales
A.A. 6713
Cali, Colombia

Brigitte L. Maass
CIAT - Forrajes Tropicales
A.A. 6713
Cali, Colombia

Harold Alonso Martínez
CIAT - Forrajes Tropicales
Germoplasma - Tesista
A.A. 6713
Cali, Colombia

Karl Müller-Sämman
CIAT - Conservación Suelo
A.A. 6713
Cali, Colombia

Nelmy Narváez
CIAT - Forrajes Tropicales
A.A. 6713
Cali, Colombia

Armanda Ortiz Escobar
CIAT - Forrajes Tropicales/URG
A.A. 6713
Cali, Colombia

Juan Carlos Ortiz
CIAT - Forrajes Tropicales
Proyecto Desmodium - Tesista
A.A. 6713
Cali, Colombia

Freddy Parra
CORPOICA-Popayán
A.A. 1975
Popayán

Raúl A. Pérez Bonna
CORPOICA - C.I. La Libertad
A.A. 2011
Villavicencio, Colombia

Camilo H. Plazas
CIAT - Forrajes Tropicales/Carimagua
A.A. 6713
Cali, Colombia

Gerardo Ramírez
CIAT - Forrajes Tropicales
A.A. 6713
Cali, Colombia

Jaumer Ricaurte
CIAT - Forrajes Tropicales
A.A. 6713
Cali, Colombia

Alvaro Rincón C.
CORPOICA - C.I. La Libertad
A.A. 2011
Villavicencio, Colombia

Carlos Sarmiento
CIAT - Forrajes Tropicales
Proyecto Desmodium - Tesista
A.A. 6713
Cali, Colombia

Axel Schmidt
Universidad de Hohenheim (380)
c/o CIAT - Forrajes Tropicales
Proyecto Desmodium
A.A. 6713
Cali, Colombia

Rainer Schultze-Kraft
Universidad de Hohenheim (380)
D-70593 Stuttgart, Alemania

Senén Suárez
CENICAFE
A.A. 2427
Manizales, Colombia

Alba Marina Torres G.
CIAT - Forrajes Tropicales/URG
A.A. 6713
Cali, Colombia

Jaime E. Velásquez
CORPOICA - C.I. Macagual
A.A. 337
Florencia, Colombia

Daniel R. Vergara R.
CIAT - Forrajes Tropicales/Carimagua
A.A. 6713
Cali, Colombia



Participantes del 1^{er} taller de trabajo del proyecto
"La interacción genotipo con el medio ambiente en una colección seleccionada de la leguminosa forrajera
tropical *Desmodium ovalifolium*"
realizado el 19 de marzo de 1996 en CIAT, Cali, Colombia