

La leguminosa arbustiva *Codariocalyx gyroides*.

1. Evaluación agronómica en el trópico húmedo

B. L. Maass, G. Keller-Grein y C. G. Meléndez*

Introducción

El uso de las especies arbustivas y arbóreas puede contribuir en forma significativa al desarrollo de sistemas de producción sostenibles en el trópico húmedo. Además de proporcionar forraje para el ganado, pueden ofrecer otros beneficios como, por ejemplo, sombra, cercas vivas o mejoramiento del suelo a través del barbecho mejorado. Debido a que las especies arbustivas tradicionales, como *Leucaena leucocephala*, no se adaptan bien a los suelos ácidos prevalentes en el trópico americano, en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) se viene evaluando germoplasma con el objetivo de identificar nuevas opciones de leguminosas arbustivas, entre ellas *Codariocalyx gyroides* (sinónimo *Desmodium gyroides*) (Argel y Maass, 1995).

Taxonómicamente, *C. gyroides* (Roxburgh ex Link) Hasskarl pertenece a la subtribu Desmodiinae en la tribu Desmodieae. Según Ohashi (1973), *C. gyroides* es un arbusto erecto, muy ramificado que alcanza entre 1 y 3 m de altura. Las hojas son simples o trifolioladas y forman un follaje denso. Las flores tienen tonos rosado, morado a azul y aparecen en racimos terminales. La especie es nativa en un área desde Nepal e India, el sur de China e Indochina hasta Malasia, y se encuentra desde el nivel del mar hasta 1900 m.s.n.m., como ocurre en Papua Nueva Guinea (Soedomo, 1992).

Está adaptada a suelos ácidos e infértiles y crece bien en sitios con nivel freático alto y drenaje pobre o

altos niveles de lluvias, pero no es resistente a sequía (Soedomo, 1992). En el sureste de Queensland, Australia, Jones (1984) observó que se desempeñó mejor en un sitio de drenaje pobre en comparación con un sitio adyacente de buen drenaje. Similarmente, en las laderas de mediana altura al sur de Etiopía, con precipitación anual de 1060 mm y 5 meses de sequía, *C. gyroides* (accesión ILCA 12455 = CIAT 3001) no fue muy productiva (Larbi et al., 1993).

En un principio *C. gyroides* se utilizó en Sri Lanka como cultivo de cobertura y abono verde en plantaciones de caucho y té (Lazier, 1981b). También se utiliza como abono verde y sombrío en plantaciones de café y cacao, a la vez que está aumentando su uso como planta forrajera (Soedomo, 1992). En Belice persistió más de 9 años bajo pastoreo (Lazier, 1981b). La ventaja principal del cultivo de *C. gyroides* es su excelente vigor de crecimiento inicial (Castillo y Ciotti, 1988; Jones, 1984; Lazier, 1981b; Siti Yuhaeni e Ivory, 1994; Suárez y Machado, 1988). Sin embargo, en un ensayo realizado en varias localidades en Australia e Indonesia no persistió a pesar del muy buen desempeño inicial (Bray et al., 1989). La especie es muy sensible a la altura de corte y, probablemente, ésta es la principal razón de su baja persistencia en algunos casos (Lazier, 1981b; Soedomo, 1992). Por otro lado, Gutteridge (1994) menciona que es resistente al fuego. En algunos ensayos, la falta de persistencia o la mortalidad de *C. gyroides* se atribuyó además a los daños por nematodos (*Meloidogyne javanica* y *Pratylenchus brachyurus*) (Jones, 1984; Lenné, 1981), micoplasma (Schultze-Kraft, 1985), larvas minadoras del tallo de una pequeña polilla (Xyloryctidae) (Jones, 1984) y, probablemente, a hongos radiculares especialmente durante la época seca (Gonçalves y Oliveira, 1983; Lazier, 1981a; Larbi et al., 1993). En otros ensayos agronómicos, sin embargo, la especie se

* Respectivamente: Investigadora Principal en Germoplasma, Investigador Visitante y Asistente de Investigación en el Programa de Forrajes Tropicales del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia.

destacó por la poca incidencia de patógenos y plagas (Ciotti, 1986; Ramírez et al., 1990; Sánchez y Guevara, 1985; Wege, 1984).

Los objetivos del presente trabajo fueron: (1) revisar la experiencia agronómica existente con *C. gyroides* y estudiar el potencial de adaptación de un rango amplio de germoplasma de esta especie en el trópico húmedo colombiano, considerando altura de corte como factor limitante; y (2) identificar y seleccionar accesiones adaptadas y productivas. La información de calidad nutritiva y aceptabilidad por ganado vacuno se presenta en otro artículo de esta misma revista (Maass et al., 1996).

Experiencias agronómicas con accesiones de *C. gyroides*

Accesión CIAT 3001. En 1982, J. R. Lazier del "IDRC-Belize Forage Legume and Pasture Research Programme" donó la accesión CF 29 al CIAT, donde fue registrada como CIAT 3001 (Schultze-Kraft, 1990) y a la Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), Australia, donde recibió el número CPI 76104 (CSIRO, 1977). En la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), esta accesión fue evaluada agronómicamente en un rango amplio de condiciones ecológicas. Los resultados obtenidos por la RIEPT confirman que se adaptó mejor bajo condiciones del trópico húmedo, mientras produjo poco y no persistió en ambientes con relativamente poca precipitación y época seca marcada (Maass et al., s.f.).

Recursos genéticos. Actualmente, la colección de germoplasma conservada en el CIAT incluye 28 accesiones de *C. gyroides*, obtenidas entre 1975 y 1988, principalmente en viajes de recolección en China, Papua Nueva Guinea, Indonesia y Tailandia (Schultze-Kraft, 1990). Una evaluación preliminar de 24 accesiones en suelos ácidos de Santander de Quilichao (Cauca, Colombia) mostró amplia variación en características agronómicas importantes, tales como producción de materia seca (MS) (0.8-112.1 g/planta, promedio de tres cortes a 10 cm de altura sobre el suelo), producción de semilla (2.4-121.5 g/planta en 11 meses), número de ramas basales (23.5-82.2) y contenido de proteína cruda (PC) en el follaje de 3 meses de rebrote (17.7%-23.8%) (CIAT, 1989).

Adaptación en sabanas. En la sabana de los Llanos Orientales de Colombia (Carimagua, Meta), se evaluó la adaptación de una colección de 27 accesiones bajo dos niveles de fertilización, recomendados para arroz en seco y pasturas (CIAT, 1991). En general, se

estableció bien y mostró buen vigor inicial sin diferencia significativa entre los niveles de fertilización. Sin embargo, después del corte de uniformización a 20 cm sobre el suelo, 7 meses después del trasplante, la mayoría de las accesiones murió rápidamente y no se logró establecer un régimen de cortes de producción (R. Schultze-Kraft y E. A. Cárdenas, datos no publicados).

De las 22 accesiones de *C. gyroides* evaluadas en los Cerrados brasileños (Planaltina, DF), nueve materiales (CIAT 3001, 13547, 23742, 23746, 23748, 33129, 33131, 33133 y 33134) mostraron buena adaptación agronómica en un ensayo con varias especies arbustivas (CIAT, 1991).

Adaptación en Centroamérica. En Costa Rica se evaluaron tres accesiones (CIAT 3001, 13548 y 13979) en tres sitios: Atenas, Guápiles y San Isidro. La accesión más destacada fue *C. gyroides* CIAT 3001, que en Atenas superó ampliamente los rendimientos de las demás accesiones. Sin embargo, la persistencia fue generalmente pobre hacia el final del período de evaluación de 2 años de duración (CIAT, 1990).

Adaptación en bosque húmedo. En un ensayo de evaluación de leguminosas arbustivas en la Amazonía peruana (Pucallpa, Ucayali), se incluyeron ocho accesiones de *C. gyroides* (CIAT 3001, 13548, 13979, 13980, 13982, 13983, 13984, 23748). Un año después del trasplante, las plantas crecieron a alturas entre 1.80 a 2.85 m; fueron vigorosas y presentaron proporciones relativamente altas de hojas en un rebrote de 3 meses durante la época de mínima precipitación (CIAT, 1990). Después del corte de uniformización a 40 cm de altura realizado 12 meses después del trasplante, sólo *C. gyroides* CIAT 13548 y 23748 crecieron bien, mientras las demás accesiones presentaron bajos rendimientos de MS (CIAT, 1990). Probablemente, el vigor disminuyó debido a la sequía que se inició 2 meses después del trasplante.

Materiales y métodos

Material. Se sembraron 27 accesiones de *C. gyroides* originarias de China (4), de Tailandia (3), de Indonesia (10) y de Papua Nueva Guinea (9) (Cuadro 1), cuya semilla se multiplicó principalmente en la estación experimental CIAT en Santander de Quilichao.

Localización. El ensayo se realizó en el lote "Cataluña" de la Hacienda La Rueda, perteneciente a Agrogranadera del Valle, a 35 km al sureste de Florencia, departamento del Caquetá, Colombia (1° 26' latitud norte, 75° 26' longitud oeste y a

Cuadro 1. Origen del germoplasma de *Codariocalyx gyroides* evaluado en Caquetá*.

| Accesión (no.) | | Estado/provincia, país*** | Latitud | Longitud | Altura (m.s.n.m.) | Precipitación (mm) | Meses secos (no.)**** | Información de suelo |
|----------------|--------|---------------------------|---------|----------|----------------------|-----------------------|--------------------------|----------------------|
| CIAT | CPI** | | | | | | | |
| 3001 | 076108 | CF 29, Belice | — | — | — | — | — | — |
| 13395 | — | Bulolo, PNG | — | — | — | — | — | — |
| 13547 | — | Hainan, CHN | 18°48'N | 109°30'E | 450 | 1800 | 4 | fertilidad media |
| 13548 | — | Hainan, CHN | 18°45'N | 109°30'E | 300 | 1800 | 4 | pH 5.5; análisis |
| 13979 | 100780 | Central, PNG | 09°30'S | 147°33'E | 500 | 2740 | 0 | pH 6.0 |
| 13980 | 100792 | Morobe, PNG | 06°57'S | 146°34'E | 1100 | 1660 | 0 | pH 6.0 |
| 13981 | 100798 | Morobe, PNG | 07°22'S | 146°40'E | 1000 | 2730 | 0 | pH 6.0 |
| 13982 | 100805 | Morobe, PNG | 06°35'S | 146°43'E | 600 | 1610 | 0 | — |
| 13983 | 100806 | Morobe, PNG | 06°35'S | 146°43'E | 600 | 1610 | 0 | — |
| 13984 | 100822 | Morobe, PNG | 05°35'S | 145°45'E | 300 | 2100 | 0 | pH 6.5 |
| 13985 | 100838 | E. Highlands, PNG | 06°10'S | 146°02'E | 630 | 2190 | 0 | pH 6.5 |
| 13986 | 100868 | E. Sepik, PNG | 04°00'S | 143°00'E | 100 | 2150 | 0 | pH 5.0 |
| 23736 | — | Aceh, IDN | 05°01'N | 96°42'E | 560 | 1630 | 0 | fértil |
| 23737 | — | Aceh, IDN | 05°23'N | 95°33'E | 90 | 1640 | 2 | fertilidad media |
| 23740 | — | Aceh, IDN | 04°19'N | 96°57'E | 1020 | 1920 | 0 | fertilidad media |
| 23741 | — | Aceh, IDN | 04°14'N | 97°03'E | 650 | 1740 | 0 | fertilidad media |
| 23742 | — | Aceh, IDN | 04°13'N | 97°07'E | 850 | 1740 | 0 | Ultisol |
| 23743 | — | Aceh, IDN | 03°54'N | 97°21'E | 620 | 1820 | 0 | Ultisol |
| 23744 | — | Aceh, IDN | 03°40'N | 97°38'E | 870 | 2460 | 0 | fertilidad media |
| 23745 | — | N. Sumatra, IDN | 02°51'N | 98°22'E | 940 | 2350 | 0 | fertilidad media |
| 23746 | — | O. Sumatra, IDN | 0°33'N | 100°18'E | 50 | 3360 | 0 | fertilidad media |
| 23748 | — | N. Sumatra, IDN | 02°56'N | 98°35'E | 1100 | 2170 | 0 | pH 5.8; análisis |
| 33129 | — | Uttaradit, THA | 18°11'N | 101°00'E | 470 | 1260 | 5 | fértil |
| 33130 | — | Phetchabun, THA | 16°47'N | 101°00'E | 720 | 1280 | 5 | Ultisol |
| 33131 | — | Khon Kaen, THA | 16°43'N | 101°36'E | 890 | 1240 | 5 | Ultisol |
| 33133 | — | Hainan, CHN | — | — | — | — | — | — |
| 33134 | — | Hainan, CHN | — | — | — | — | — | — |

* Datos de Schultze-Kraft (1990).

** Código de accesión de CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation), Australia.

*** CHN = China; IDN = Indonesia; PNG = Papua Nueva Guinea; THA = Tailandia.

**** Precipitación menor de 60 mm.

200 m.s.n.m.). El suelo es Ultisol arcilloso, muy ácido, con contenidos de fósforo y cationes intercambiables medios a altos, y alta saturación de aluminio (Cuadro 2). El clima es de bosque tropical húmedo con una precipitación anual media de 3400 a 3800 mm. La época de mínima precipitación ocurre entre diciembre y enero, y la de máxima entre abril y julio. Durante las 9 semanas que comprendieron los cortes de la época de mínima precipitación se acumularon 244 mm en 1993 y 307 mm en 1994; para los cortes en máxima precipitación se acumularon, respectivamente, 683 y 660 mm. A pesar de caer más de 100 mm mensuales durante la época de mínima precipitación, ocurrieron períodos cortos de estrés por falta de humedad, debido a la alta evapotranspiración en este ambiente. La temperatura media anual tiene un rango entre 23 y 28 °C.

El suelo se preparó en franjas con un pase de arado de cincel y dos pases de rastra de discos

excéntricos en un potrero antiguo de pastos nativos dominado por *Homolepis aturensis* y bajo pastoreo desde hacía 12 años. No se hizo aplicación de fertilizantes.

Las plántulas procedentes de vivero fueron trasplantadas en el campo en mayo de 1992, 8 semanas después de haber sido sembradas en bolsas plásticas de 12 cm de profundidad y 6 cm de diámetro. El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con tres repeticiones; la tercera repetición se usó para hacer observaciones fenológicas y para la cosecha de semilla. Cada parcela constó de 10 plantas en un surco, con distancia entre plantas de 80 cm y entre surcos de 3 m.

Variables evaluadas. Durante la fase de establecimiento se determinaron, a las 8, 16 y 24 semanas después del trasplante, la adaptación (escala entre 1 = pobre y 4 = excelente), la altura y el

Cuadro 2. Características edáficas del sitio experimental, La Rueda, Caquetá.

| Profundidad (cm) | MO (%) | pH | P Bray-II (ppm) | Ca | Mg (meq/100 g suelo) | K | Al | Sat. Al (%) | S | Mn (ppm) | Fe |
|------------------|--------|------|-----------------|------|----------------------|------|------|-------------|------|----------|------|
| 0-20 | 4.85 | 4.49 | 5.69 | 1.65 | 1.13 | 0.42 | 5.13 | 61.6 | 28.3 | 425 | 42.9 |
| 20-40 | 2.95 | 4.40 | 2.00 | 0.63 | 0.34 | 0.25 | 7.47 | 86.0 | 26.1 | 218 | 24.6 |

diámetro máximo (cm) de la planta; además, se observaron el hábito de crecimiento, la incidencia de plagas y enfermedades (escala entre 1 = muy poco y 5 = muerto), e inicio de floración (días después del trasplante). Se determinaron, también, el color de la flor y se observaron la forma y el tamaño de las hojas para identificar eventuales diferencias morfológicas entre accesiones. En diciembre de 1992 (29 semanas después del trasplante), cuando la mayoría de las plantas tenía una altura superior a 1.5 m, se realizó el corte de uniformización a una altura de 80 cm sobre el suelo y se determinó la producción de MS total por planta, con base en cuatro plantas centrales del surco; se separaron las hojas y tallos con diámetro mayor de 6 mm para determinar la MS foliar (MSF/planta). Los cortes siguientes se hicieron por encima del punto del primer corte, con una frecuencia de cada 9 semanas hasta julio de 1994. En ambos años experimentales, se determinó la producción de MS total y MSF en épocas de mínima (febrero) y máxima (julio) precipitación, igual a la forma como se hizo en el corte de uniformización. Además, se determinaron la sobrevivencia de plantas después de cada corte y al final del ensayo, en agosto de 1995 (no. de plantas/ parcela), y la producción de semillas.

Resultados y discusión

Variación genética. La amplia variación en altura, diámetro, hábito de la planta y variación morfológica en el follaje entre accesiones de *C. gyroides* se halla dentro de las características descritas por Ohashi (1973). La única accesión que solamente presenta hojas simples fue *C. gyroides* CIAT 13983, mientras que todas las demás son trifolioladas. Tanto en los folíolos terminales como en los laterales existe variación de forma (Cuadro 3). Los folíolos terminales varían de obovado en *C. gyroides* CIAT 13548, 13982, 33129 y 33134 a elíptico en *C. gyroides* CIAT 13979 y oblongo en *C. gyroides* CIAT 13981 y 23737. La forma de los folíolos laterales es más variada; son significativamente más pequeños y, por lo general, más alargados que el terminal. Sin embargo, en la misma accesión, las formas de ambos tipos de folíolos son parecidas. Sólo en *C. gyroides* CIAT 13980 y 23744, los folíolos laterales son lanceolados, mientras que el terminal es obovado. En todas las mediciones

Cuadro 3. Características morfológicas de 27 accesiones de germoplasma de *Codariocalyx gyroides* en Caquetá, Colombia.

| Característica | Media | Rango | C.V. (%) |
|--|-------|-----------|----------|
| Largo de folíolo terminal (cm) | 5.68 | 4.40-6.55 | 9.7 |
| Ancho de folíolo terminal (cm) | 3.25 | 2.60-3.75 | 9.8 |
| Relación largo/ancho de folíolo terminal | 1.76 | 1.43-2.19 | 8.6 |
| Largo de folíolos laterales (cm) | 2.58 | 1.75-3.65 | 15.3 |
| Ancho de folíolos laterales (cm) | 1.26 | 0.70-1.70 | 15.0 |
| Relación largo/ancho de folíolos laterales | 2.07 | 1.38-3.00 | 13.3 |
| Largo del pecíolo (cm) | 1.38 | 0-1.85 | 24.1 |

morfológicas se encontraron diferencias significativas entre accesiones, aunque se presentan en forma continua.

En el color de la flor se observaron varios tonos de morado, rosado y lila. Se encontró poca variación dentro de las accesiones, con excepción de *C. gyroides* CIAT 13984 y 13980, que mostraron diferentes portes, proporción de follaje y tallos, y fecha de floración. Sólo la accesión *C. gyroides* CIAT 13980 mostró variabilidad en el color de la flor, con algunas plantas de estandarte blanco. Estas servirán para futuros estudios de la tasa de entrecruzamiento. Hasta el momento no se conoce la biología de reproducción de *C. gyroides*, aunque en Caquetá se ha observado frecuentemente visita de insectos.

Establecimiento. La mayoría de las accesiones mostró buen vigor inicial, especialmente aquellas originarias de mayor latitud (China y Tailandia). Después de 29 semanas alcanzaron alturas entre 1.60 y 3.12 m. Algunas también mostraron un diámetro grande, mayor de 4 m (Cuadro 4). El hábito de crecimiento fue erecto a semierecto, pero se observó una predominancia de este último en las accesiones más vigorosas. Durante la fase de establecimiento no se presentó mayor incidencia de plagas o enfermedades y sólo se observó un daño leve por insectos comedores de hojas, lo que coincide con las observaciones de Vásquez Macedo et al. (1995) en la Amazonía peruana.

Cuadro 4. Fenología, características agronómicas de establecimiento y producción estacional de materia seca foliar (MSF) de 27 accesiones de *Codarlocalyx gyroides* en Caquetá.

| Accesión (CIAT no.) ^a | Días entre trasplante y floración (no.) | Producción de semilla (g/pl) ^b | Altura (cm) ^c | Diámetro (cm) ^c | Hábito (altura: diámetro) ^c | Producción de MSF por época (g/planta) | | | Persistencia (% de plantas vivas) ^e |
|-------------------------------------|---|---|-----------------------------|-------------------------------|--|---|-------------------------------------|--|--|
| | | | | | | Estableci- miento ^c | Mínima precipitación (276 mm) | Máxima precipitación (671 mm) ^d | |
| 3001* | 174 | 38.8 | 260 | 353 | 0.74 | 453 | 114 | 301 | 100 |
| 13395 | 226 | 9.7 | 278 | 415 | 0.67 | 142 | 84 | 310 | 50 |
| 13547* | 184 | 23.9 | 228 | 334 | 0.68 | 353 | 128 | 344 | 100 |
| 13548 | 188 | 0 | 231 | 323 | 0.71 | 362 | 110 | 283 | 55 |
| 13979 | 188 | 26.0 | 249 | 356 | 0.70 | 203 | 114 | 257 | 45 |
| 13980 | 174 | 5.5 | 312 | 279 | 1.12 | 241 | 55 | 165 | 15 |
| 13981 | 167 | 32.6 | 207 | 214 | 0.97 | 83 | 39 | 140 | 30 |
| 13982 | 143 | 19.3 | 168 | 213 | 0.79 | 139 | 75 | 119 | 35 |
| 13983 | 247 | 5.0 | 160 | 233 | 0.69 | 105 | 50 | 145 | 10 |
| 13984 | >247 | 13.0 | 181 | 196 | 0.92 | 198 | 98 | 160 | 5 |
| 13985 | 201 | 26.6 | 286 | 327 | 0.87 | 124 | 82 | 214 | 20 |
| 13986 | 143 | 34.8 | 179 | 235 | 0.76 | 107 | 51 | 107 | 30 |
| 23736 | 188 | 53.7 | 242 | 342 | 0.71 | 280 | 89 | 185 | 15 |
| 23737 | 226 | 5.0 | 214 | 350 | 0.61 | 284 | 85 | 307 | 35 |
| 23740 | 195 | 135.5 | 239 | 351 | 0.68 | 193 | 80 | 309 | 45 |
| 23741 | 223 | 37.3 | 219 | 256 | 0.86 | 107 | 88 | 145 | 20 |
| 23742 | 223 | 126.0 | 244 | 395 | 0.62 | 235 | 82 | 250 | 50 |
| 23743 | 163 | 130.0 | 236 | 328 | 0.72 | 231 | 62 | 154 | 20 |
| 23744 | 223 | 46.6 | 254 | 263 | 0.97 | 111 | 66 | 219 | 20 |
| 23745 | 195 | 81.6 | 232 | 335 | 0.69 | 241 | 90 | 255 | 90 |
| 23746* | 167 | 15.5 | 251 | 350 | 0.72 | 305 | 127 | 268 | 95 |
| 23748 | 167 | 88.3 | 187 | 318 | 0.59 | 290 | 82 | 175 | 20 |
| 33129 | 201 | 43.3 | 227 | 418 | 0.54 | 357 | 101 | 253 | 85 |
| 33130 | 195 | 47.0 | 168 | 436 | 0.38 | 355 | 141 | 349 | 60 |
| 33131* | 188 | 52.4 | 213 | 405 | 0.52 | 329 | 117 | 334 | 100 |
| 33133 | 195 | 24.5 | 259 | 360 | 0.72 | 440 | 97 | 244 | 60 |
| 33134 | 195 | 53.0 | 284 | 329 | 0.86 | 213 | 93 | 205 | 60 |
| Media | 194 | 43.5 | 231 | 321 | 0.77 | 240 | 89 | 230 | 47 |
| C.V. | 0.35 | 0.88 | 0.18 | 0.20 | 0.34 | 0.47 | 0.23 | 0.29 | 0.56 |
| DMS ^f | — | — | 85 | 129 | — | 230 | 42 | 139 | 54 |

a. * = accesiones seleccionadas.

b. Durante 3 meses, de octubre a diciembre de 1992.

c. 29 semanas después del trasplante.

d. Media de dos cortes del rebrote de 9 semanas.

e. Al final del ensayo, 3 años y 3 meses después del trasplante.

f. Diferencia mínima significativa en prueba de Duncan ($P < 0.05$).

Floración y producción de semilla. Todas las accesiones florecieron dentro del rango de 143 a más de 247 días después del trasplante (Cuadro 4). El germoplasma originario de China y Tailandia presentó el rango más corto (180-210 días), mientras que las accesiones originarias de Indonesia florecieron entre 160 y 230 días, y las de Papua Nueva Guinea entre 143 y más de 247 días. En la Amazonia peruana, la floración se inició aún más temprano, a los 135 días

(CIAT, 1989), lo cual puede ser el resultado de una época seca pronunciada en esta región.

La abundante producción de semilla de todas las accesiones a través del tiempo experimental confirmó los resultados obtenidos en el trópico húmedo de Suramérica (CIAT, 1990; Vallejos y Cardona, 1995); por otra parte, Jones (1984) sugiere que en latitudes mayores existen factores climáticos que impiden la

producción de semillas y, por consiguiente, la autopropropagación de esta especie. En Caquetá se observó que las épocas de mayor producción de semilla son agosto y septiembre; sin embargo, sólo se midió la producción en el último trimestre de 1992 (Cuadro 4). En este período, *C. gyroides* CIAT 23740, 23742 y 23743 presentaron la mayor producción, mientras que *C. gyroides* CIAT 13548 aún no producía semillas.

Producción de biomasa. En general, la colección de *C. gyroides* demostró gran vigor, lo cual resultó en alta producción de MS total y foliar en épocas de mínima y máxima precipitación (Cuadro 4). El nivel de producción fue comparable con el de *Flemingia macrophylla* en el mismo lugar (Argel y Maass, 1995), y los rangos durante la época de mínima precipitación fueron similares a los obtenidos en Pucallpa, Perú (CIAT, 1990). En cuanto al nivel de producción en ambas épocas, las accesiones más destacadas fueron las originarias del norte de Tailandia (*C. gyroides* CIAT 33130 y 33131) y de Hainan, China (*C. gyroides* CIAT 13547 y 13548); además, el testigo *C. gyroides* CIAT 3001 mostró un buen desempeño. Las accesiones *C. gyroides* CIAT 23746 y 23737, originarias de Indonesia, presentaron rangos de producción superiores, mientras que casi todos los materiales originarios de Papua Nueva Guinea tuvieron baja producción, siendo las mejores *C. gyroides* CIAT 13395 y 13979. La producción de MSF en los cortes siguientes no se correlacionó con la producción de establecimiento, ya que varias accesiones, como *C. gyroides* CIAT 13548 y 33129, después del corte no mantuvieron su vigor inicial. Esto indica eventualmente mayor sensibilidad de algunas accesiones al corte y señala además la necesidad de realizar este tipo de ensayos agronómicos durante un tiempo mínimo bajo la forma de manejo más cercana a su futura utilización en un sistema de producción. El diámetro y el hábito y la altura de las plantas no presentaron altas correlaciones con la producción de MSF; por lo tanto, no se recomiendan como variables de selección para esta especie.

En ambos años experimentales, los rendimientos de MSF fueron menores en la época de mínima precipitación. Esto no concuerda con los resultados obtenidos en los ensayos de la RIEPT con varias leguminosas bajo condiciones similares de alta precipitación (Keller-Grein, 1990), en los cuales más bien la época de máxima precipitación resultó ser limitativa para el crecimiento de las plantas, debido a la alta nubosidad que impide la fotosíntesis y a la extrema saturación de agua en el suelo. Sin embargo, los resultados de la RIEPT no sólo indican que *C. gyroides* CIAT 3001 se adaptó mejor bajo condiciones del trópico

húmedo, sino que también mostraron que en casi todos los sitios produjo menos durante la época de mínima precipitación (Maass et al., s.f.). Esto confirma el nicho ecológico de *C. gyroides* para condiciones con alta precipitación y/o drenaje pobre.

Algunas de las accesiones de mejor desempeño (*C. gyroides* CIAT 3001 y 33130, 13797 y 23746) no sólo tuvieron alta producción de MSF durante la época de máxima precipitación, sino también durante la de mínima, lo cual demuestra el vigor genotípico de estos materiales superiores, especialmente por su buena capacidad de rebrote aún con relativamente poca precipitación. La proporción de MSF en la MS total fue alta, siendo de 57% y 56% en las dos épocas de máxima precipitación y de 73% y 75% en las dos de mínima precipitación, niveles similares a los encontrados en Pucallpa, Perú (CIAT, 1990; 1991).

No se encontró relación evidente entre producción de biomasa e inicio de floración, ni entre aquella y algunos parámetros ambientales del sitio de origen, como altura o precipitación anual. Sin embargo, los materiales provenientes de ambientes con períodos secos pronunciados fueron los más productivos, como es el caso de las accesiones recolectadas en sitios de Tailandia y China con 4 a 5 meses de sequía. Es necesario resaltar que la única accesión de Indonesia con rendimiento superior (*C. gyroides* CIAT 23737) es originaria de un sitio con un período seco de 2 meses (Cuadro 1).

El nivel de producción aumentó en el segundo año de cortes frecuentes y la mortalidad de plantas fue muy baja. Más de 3 años después del trasplante, la mortalidad de plantas fue intermedia (47%), pero con mucha variación entre accesiones (Cuadro 4). Sólo *C. gyroides* CIAT 13983 y 13984 tenían menos del 10% de plantas sobrevivientes, mientras que en las accesiones promisorias *C. gyroides* CIAT 3001, 13547 y 33131 estaba el 100% de plantas vivas, y en *C. gyroides* CIAT 33129, 23745 y 23746, entre 80% y 95%. Esto puede haber sido una respuesta positiva a la altura de corte de 80 cm como también lo confirmó Lazier (1981b). Según Lazier (1981b), *C. gyroides* ha persistido en Belice durante más de 9 años bajo cortes o pastoreo. También en la estación Macagual de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA) en Caquetá, existen lotes con accesiones seleccionadas bajo pastoreo desde hace más de 4 años (M. Cipagauta H. y J. E. Velásquez, comunicación personal, 1995).

El buen comportamiento de *C. gyroides* en general en Caquetá resalta la adaptación de esta especie al ambiente de bosque húmedo tropical, lo que confirma

los resultados generados dentro de la RIEPT (Maass et al., s.f.). En ensayos recientes con accesiones seleccionadas (*C. gyroides* CIAT 13548, 3001 y 23748), esta especie resultó ser una de las más promisorias, tanto en la Amazonía peruana como en la boliviana (Vásquez Macedo et al., 1995; Vallejos y Cardona, 1995). Para apoyar la selección de las accesiones más promisorias, se hizo un análisis de la calidad nutritiva y aceptabilidad por ganado vacuno en el ensayo agronómico de *C. gyroides* en Caquetá (Maass et al., 1996).

Conclusiones

La leguminosa arbustiva *Codariocalyx gyroides* se mostró bien adaptada a las condiciones ambientales del trópico húmedo en el piedemonte amazónico colombiano. Existe bastante variación dentro del germoplasma evaluado, desempeñándose mejor los materiales originarios de Tailandia y de China, donde predomina un clima con época seca pronunciada. El régimen de corte a una altura mayor de 80 cm sobre el suelo y una frecuencia de 9 semanas dio buenos resultados, tanto en el rendimiento como en la persistencia de la especie en la localidad del ensayo. La accesión testigo (*C. gyroides* CIAT 3001) fue una de las de mejor desempeño, además de *C. gyroides* CIAT 13547, 33131, 23746, 33130, 13548 y 33129, en orden descendente. Se recomienda evaluar estos materiales en finca con el propósito de introducirlos en sistemas de producción.

Agradecimientos

Se agradece a Agroganadera del Valle (antes Fondo Ganadero del Valle del Cauca) por el apoyo logístico y financiero del experimento, y a Fernando Fernández por el manejo del ensayo durante la fase de establecimiento.

Summary

In a germplasm evaluation trial in the humid tropics of Colombia, the shrub legume *Codariocalyx gyroides* showed good adaptation. A cutting height of 80 cm and a cutting frequency of 9 weeks were appropriate to achieve persistence and good performance. Large variation among accessions was observed for flowering time, growth habit, diameter and height, leaf morphology, leafiness, and dry matter and seed yield. Leaf dry matter yields of 9-week regrowth of the most productive accessions were more than 120 g/pl during minimum rainfall and more than 300 g/pl during maximum rainfall periods. Best adapted accessions were, in descending order, CIAT 13547, 33131, 23746, 33130, 13548, and 33129. These accessions were mainly from northern Thailand and Hainan, China.

Referencias

- Argel, P. J. y Maass, B. L. 1995. Evaluación y adaptación de leguminosas arbustivas en suelos ácidos infértiles de América tropical. En: 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, E.U. p. 215-227.
- Bray, R. A.; Palmer, B. e Ibrahim, T. 1989. A multisite trial of shrub legumes on acid soils. Nitrogen Fixing Tree Research Reports 7:7-8.
- Castillo, A. E. y Ciotti, E. M. 1988. Producción de forraje de gramíneas y leguminosas tropicales en Corrientes, Argentina. Pasturas Trop. 10(3):22-23.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1989. Germplasm; Agronomy humid tropics. En: Annual Report 1989. Tropical Pastures Program. Working document no. 70. p. 2:1-15; y 8:1-15.
- _____. 1990. Agronomía/RIEPT Trópico Húmedo; y Agronomía Centroamérica y el Caribe. En: Informe Anual 1990. Programa de Pastos Tropicales. Documento de trabajo no. 89. p. 10:1-14; y 11:1-14.
- _____. 1991. Agronomy Llanos; Agronomy Cerrado; and Agronomy Humid Tropics. En: Annual Report Tropical Pastures Program 1987-1991. Unpublished document. p. 8:1-33; 9:1-71; and 10:1-41.
- Ciotti, E. M. 1986. Adaptación de forrajeras en el noreste de la provincia de Corrientes, Argentina. Pasturas Trop. 8(2):17-18.
- CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation). 1977. Australian plant introductions: Accession list number 103, nos. 75345-77572. Aust. Plant Introd. Rev. 12(1):36A.
- Gonçalvez, C. A. y Oliveira, J. R. da C. 1983. Adaptação de leguminosas forrajeiras em Porto Velho-RO. Pesquisa em andamento no. 39. EMBRAPA/UEPA de Porto Velho, Rondônia, Brasil. 9 p.
- Gutteridge, R. C. 1994. Other species of multipurpose forage tree legumes. En: Gutteridge, R. C. y Shelton, H. M. (eds.). Forage tree legumes in tropical agriculture. CAB International, Wallingford, Reino Unido. p. 97-108.
- Jones, R. M. 1984. Yield and persistence of the shrub legumes *Codariocalyx gyroides* and *Leucaena leucocephala* on the coastal lowlands of south-eastern Queensland. Tropical Agronomy Technical Memorandum no. 38. 9 p.
- Keller-Grein, G. (ed.). 1990. Memorias de la 1a. Reunión de la RIEPT-Amazonia, 6-9 Noviembre 1990, Lima Perú. Documento de trabajo no. 75. 2 vols. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 1119 p.
- Larbi, A.; Lazier, J.; y Ochang, J. 1993. Fodder production and nutritive value of six shrubs on acid soil in southern Ethiopia. Trop. Agric. (Trinidad) 70:13-15.

- Lazier, J. R. 1981a. Dry matter productivity of eighteen native legumes and *Codariocalyx gyroides* (syn. *Desmodium gyroides*) with Para grass (*Brachiaria mutica*) under clipping (Belize). Trop. Agric. (Trinidad) 58:221-233.
- _____. 1981b. Effect of cutting height and frequency on dry matter production of *Codariocalyx gyroides* (syn. *Desmodium gyroides*) in Belize, Central America. Trop. Grassl. 15:10-16.
- Lénné, J. M. 1981. Reaction of *Desmodium* species and other tropical pasture legumes to the root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. Trop. Grassl. 15:17-20.
- Maass, B. L.; Lascano, C. E.; y Cárdenas, E. A. 1996. La leguminosa arbustiva *Codariocalyx gyroides*. 2. Valor nutritivo y aceptabilidad en el piedemonte amazónico, Caquetá, Colombia. Pasturas Trop. 18(3):10-16.
- _____; Franco, L. H.; Ramírez, G.; Lascano, C. E.; y Velásquez, J. E. s.f. *Codariocalyx gyroides*—a new forage option for the humid tropics. Paper to be presented at the XVIII International Grassland Congress, 8-19 June 1997, Winnipeg, Manitoba, and Saskatoon, Saskatchewan, Canada. (Sometido para publicación.)
- Ohashi, H. 1973. The Asiatic species of *Desmodium* and its allied genera (Leguminosae). Ginkgoana 1:43-46.
- Ramírez, J.; Loor, G.; Piguave, E.; y Farfán, C. 1990. Introducción y evaluación de germoplasma forrajero en Maicito, Manabí, Ecuador. En: Keller-Grein, G. (ed.). Memorias de la 1a. Reunión de la RIEPT-Amazonia, 6-9 Noviembre 1990, Lima Perú. Documento de trabajo no. 75. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. vol. 1, p. 379-383.
- Sánchez B., O. y Guevara R., G. 1985. Adaptación de gramíneas y leguminosas forrajeras en Guápiles, Costa Rica. En: Pizarro, E. A. (ed.). 3a. Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales: Resultados 1982-1985. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 887-889.
- Schultze-Kraft, R. 1985. Exotic and native legumes for forage production in Southeast Asia. En: Blair, G. J.; Ivory, D. A. y Evans, T. R. (eds.). Forages in Southeast Asia and South Pacific Agriculture. Proceedings of a workshop held at Cisaura, Indonesia, 19-23 August 1985. Proceedings series no. 12. ACIAR, Canberra, Australia. p. 36-42.
- _____. (comp.). 1990. The CIAT collection of tropical forages. 1. Catalog of germplasm from Southeast Asia. Working document no. 76. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 316 p.
- Siti Yuhaeni e Ivory, D.A. 1994. Regional evaluation of herbaceous and tree legumes in West Java, Indonesia. Trop. Grassl. 28:1-16.
- Soedomo, R. 1992. *Codariocalyx gyroides* (Roxb. ex Link) Hassk. En: 't Mannetje, L. y Jones, R. M. (eds.). Plant resources of South-East Asia. No. 4 Forages. Pudoc Sci. Pub., Wageningen, Países Bajos. p. 97-98.
- Suárez, S. y Machado, L. F. 1988. Adaptación y producción de gramíneas y leguminosas en Supia, zona cafetera de Caldas, Colombia. Pasturas Trop. 10(2):30-33.
- Vallejos, A. y Cardona, R. 1995. Adaptación y producción de leguminosas forrajeras arbustivas en la región tropical húmeda de Bolivia. Pasturas Trop. 17(3):2-11.
- Vásquez Macedo, M.; Vela Alvarado, J. W.; y Miranda Ruiz, E. 1995. Evaluación agronómica de once gramíneas, veintidos leguminosas herbáceas y nueve leguminosas semiarbustivas forrajeras en Pucallpa. Revista Científica Agraria (Lima, Perú) 1(1):48-64.
- Wege, L. 1984. Untersuchungen über die Eignung von Arten und Ökotypen verschiedener Leguminosengattungen zur Verbesserung tropischer Savannen Südamerikas, am Beispiel der kolumbianischen Llanos Orientales. Tesis de doctorado, D 83, no. 128. TU Berlin, Alemania. p. 214.