

Potencial del Género *Cratylia* como Leguminosa Forrajera

**Editores:
Esteban A. Pizarro
Lídio Coradin**

**Memorias del Taller de Trabajo sobre *Cratylia* realizado
el 19 y 20 de julio de 1995, Brasilia, DF, Brasil**

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA
Centro Nacional de Pesquisa de Recursos Genéticos e Biotecnología - CENARGEN
Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrado - CPAC
Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT**

El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) se dedica al alivio del hambre y de la pobreza en los países tropicales en desarrollo, mediante la aplicación de la ciencia al aumento de la producción agrícola, conservando, a la vez, los recursos naturales.

El CIAT es uno de los 16 centros internacionales de investigación agropecuaria auspiciados por el Grupo Consultivo para la Investigación Agropecuaria Internacional (GCIAl).

El presupuesto básico del CIAT es financiado por 27 donantes, entre los que figuran gobiernos de países, organizaciones para el desarrollo regional e institucional y fundaciones privadas. En 1996, los siguientes países son donantes del CIAT: Alemania, Australia, Bélgica, Brasil, Canadá, China, Colombia, Dinamarca, España, los Estados Unidos de América, Francia, Holanda, Japón, México, Noruega, el Reino Unido, Suecia y Suiza. Las entidades donantes son el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Banco Mundial, el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID), el Fondo Internacional para el Desarrollo Agrícola (IFAD), la Fundación Ford, la Fundación Nippon, la Fundación Rockefeller, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), y la Unión Europea (UE).

La información y las conclusiones contenidas en esta publicación no reflejan necesariamente los puntos de vista de los donantes.

Potencial del Género *Cratylia* como Leguminosa Forrajera

**Editores:
Esteban A. Pizarro
Lídio Coradin**

**Memorias del Taller de Trabajo sobre *Cratylia* realizado
el 19 y 20 de julio de 1995, Brasilia, DF, Brasil**

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA
Centro Nacional de Pesquisa de Recursos Genéticos e Biotecnologia - CENARGEN
Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrado - CPAC
Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT**

Centro Internacional de Agricultura Tropical
Apartado Aéreo 6713
Cali, Colombia

Convenio CIAT-EMBRAPA/CPAC/CENARGEN
BR 020 Km 18 - C.P. 08.223
Fax: (061) 389.3016
73.301-970 Planaltina, DF.
Brasil

Documento de Trabajo no. 158
Tiraje: 300 ejemplares
Mayo de 1996

Potencial del género *Cratylia* como leguminosa forrajera. Memorias del taller de trabajo realizado el 19 y 20 de julio de 1995, Brasilia, DF, Brasil. Editores: Esteban A. Pizarro y Lidio Coradin. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia.
Documento de trabajo no. 158. 118 p.

Prefacio

É com imensa satisfação, na qualidade de representante do Centro Nacional de Recursos Genéticos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA/CENARGEN), que participamos da abertura deste simpósio sobre *Cratylia*, evento este cuidadosamente preparado em ação paralela e interagida à também muito importante: "XXXII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia".

Nós tivemos a satisfação de acompanhar de perto o esforço, o grande empenho e dedicação de colegas como Drs. Lídio Coradin e Esteban Pizarro do CIAT, lotado no CPAC, esforços estes principalmente quanto ao incremento do número de participação de colegas do Brasil e de outros países em tão importante simpósio.

Este evento acontece no período em que nós aqui na América do Sul estamos nos preparando por estamos no limiar da execução da Reunião Sub-Regional da FAO a ser efetuada aqui em Brasília, DF, na última semana de agosto, com a participação de representantes de 13 países além de órgãos internacionais como a própria FAO, o IPRIG e outros, evento este que dará subsídios para a "IV Conferência Internacional e Programa Sobre Recursos Fitogenéticos" a ser efetuada na Alemanha em junho do próximo ano.

Um evento como este simpósio, que hoje se inicia, irá tratar de um recurso fitogenético da maior importância também para a Reunião Sub-Regional da FAO, onde suas características fenotípicas de tolerância à seca, pode ser capaz de assegurar a alimentação de animais em zonas semi-áridas, com riqueza em proteínas por tratar-se de uma leguminosa. Isso é da maior importância principalmente se

consideramos a necessidade que temos de assegurar a alimentação humana em regiões semi-áridas como a do nosso nordeste brasileiro.

Brasil é um dos países mais ricos em biodiversidade onde só em plantas superiores possui algo em torno de 55.000 espécies. Mas se nós formos analisar os 194.000 acessos de plantas conservados no nosso país, em condições de câmaras e a campo, vamos observar que apenas cerca de 24% são autóctonos, não porque os exóticos são superiores, e sim porque temos a necessidade premente de incrementar os estudos do germoplasma nativo, evitando a erosão genética, até como forma estratégica de incrementar a oferta de produtos originários do país para consumo direto ou indireto pela população brasileira, pois também cerca de 80% daquilo que consumimos são exóticos.

Como todos sabem, o Brasil possui uma grande diversidade climática e edáfica e considerando a interação genótipo x ambiente é condição primordial que procuremos viabilizar a exploração de espécies adaptadas por exemplo, às condições semi-áridas, onde pelo uso do "gene-pool", o pré-melhoramento e o melhoramento genético propriamente dito, esses novos genótipos possam vir a ser explorados pelas populações das regiões de origem. Mas, é muito mais importante, prático e econômico, que as espécies consideradas apresentem bons valores fenotípicos em várias condições ecológicas, como exemplo de plasticidade ou mesmo de homeostase do desenvolvimento, o que pelas informações disponíveis, é o caso do gênero *Cratylia* cujas espécies podem se adaptar à região semi-árida, região dos Cerrados e a nichos da Amazônia, dentre outros.

Devemos dizer que antes ficávamos de veras preocupados quando nos era dada a notícia de que pesquisadores de outros países vinham ao Brasil, coletavam leguminosas em regiões semi-áridas por exemplo, desenvolviam as novas cultivares e depois as comercializavam no Brasil, e nós, porque não desenvolvíamos os nossos próprios programas de melhoramento genético inclusive considerando a parceria (que é salutar) com colegas de outros países que sempre são bem vindos.

Mas, hoje com o advento e fortalecimento do atual SNPA coordenado pela EMBRAPA, com a participação de universidades e de outras instituições públicas e privadas, com pesquisas concentradas, com ênfases à demanda e trabalhos com parceiros, trata-se de um ponto fraco do passado, pois, hoje muitas leguminosas já estão em processo de melhoramento genético como é o caso da *Leucaena*, *Centrosema*, *Calopogonium*, *Stylosanthes*, o próprio amendoim e outras.

Vendo a programação deste simpósio, foi com grande satisfação que notamos que os trabalhos com a *Cratylia* vão também ao encontro dessa antiga ansiedade.

Hoje, uma palavra chave em recursos genéticos é a utilização porém, para utilizar temos que estudar principalmente a

distribuição geográfica da determinada espécie, efetuar as ações de prospecção e coleta do germoplasma, conservar, caracterizar e avaliar para depois documentar e divulgar os resultados visando ao uso em programas de melhoramento genético, biotecnologia e em outras áreas afins. Muitos desses aspectos estão muito bem definidos na programação deste evento, inclusive de forma complementar entre países o que é muito importante; enquanto que os outros tópicos aqui citados, por certo serão discutidos no âmbito dos grupos de trabalho a serem formados.

Então, diante do exposto e considerando o alto nível de conhecimento e experiência de todos os colegas aqui reunidos e principalmente a vontade e a determinação de fazer, realizar e construir serão solução de continuidade e temos a plena segurança e total confiança no grande sucesso que alcançará este evento.

Alfonso Celso Candeira Valois
Chefe-Adjunto Técnico de Recursos
Genéticos
EMBRAPA/CENARGEN

Contenido

	Pág.
Prefacio	v
Biogeografía de <i>Cratylia</i> e Areas Prioritárias para Coleta Luciano Paganucci de Queiroz y Lídio Coradin	1
Avaliação Agronômica da <i>Cratylia argentea</i> na Zona da Mata de Minas Gerais Deise Ferreira Xavier y Margarida Mesquita Carvalho	29
Introducción y Evaluación de Leguminosas Forrajeras Arbustivas en el Cerrado Brasileño Esteban A. Pizarro, Marcelo Ayres Carvalho y Allan K. B. Ramos	40
Avaliação Agronômica do Gênero <i>Cratylia</i> na Região Semi-Árida do Brasil Francisco Beni de Sousa y Martiniano Cavalcante de Oliveira	50
Estudos Desenvolvidos Pela Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária com <i>Cratylia argentea</i> J. M. Sobrino y M. Rogério Nunes	53
Evaluación Agronómica de <i>Cratylia argentea</i> (Desvaux) O. Kuntze en Colombia Brigitte L. Maass	62
Evaluación Agronómica de <i>Cratylia argentea</i> en México y Centroamérica Pedro J. Argel	75
Calidad Nutritiva y Utilización de <i>Cratylia argentea</i> Carlos E. Lascano	83
Leguminosas Arbustivas en Sistemas de Producción en el Trópico Peter C. Kerridge y Carlos E. Lascano	98

	Pág.
Revisión de la Evaluación Agronómica de Especies Arbustivas Brigitte L. Maass, Rainer Schultze-Kraft y Pedro J. Argel	107
Conclusiones y Recomendaciones de los Grupos de Trabajo	115
Lista de Participantes	117

Biogeografia de *Cratylia* e Areas Prioritárias para Coleta

Luciano Paganucci de Queiroz
Lídio Coradin*

Resumo

América tropical é o maior centro de diversidade de leguminosas. Devido a uma série de peculiaridades edáficas e climáticas o Brasil tornou-se um dos mais importantes centros de diversificação de plantas de interesse forrageiro, particularmente leguminosas silvestres. Dentre estas destaca-se *Cratylia*, um pequeno gênero de papilionóideas, constituído por cinco espécies de arbustos ou lianas. Ocorre exclusivamente na América do Sul, ao sul do rio Amazonas e a leste da cordilheira dos Andes. As espécies de *Cratylia* têm, em geral, uma distribuição restrita a uma determinada formação vegetal, como Caatinga (*C. mollis*), restingas e borda de Mata Atlântica (*C. hypargyrea*); florestas estacionais do sudoeste do estado da Bahia (*C. bahiensis*) e oeste do estado do Paraná a nordeste da província de Misiones (*C. intermedia*). *Cratylia argentea*, diferentemente das demais, ocorre em maior variedade de habitats, como Cerrado, mata ciliar, contato Caatinga-Cerrado e florestas estacionais, distribuindo-se por extensa área, desde o oeste do Peru até o estado do Ceará. Os dados de distribuição e a incipiente diferenciação morfológica entre suas espécies indicam que *Cratylia* pode ser um gênero de origem recente, cuja história pode ter estado associada ao repetido processo de expansão e retração da vegetação savânica durante o Quaternário. Pelo menos duas espécies de *Cratylia* tem reconhecido potencial forrageiro: *C. argentea* e *C. mollis*. Enquanto *C. mollis* não parece apresentar diferenciação morfológica ecotípica, o mesmo morfo pode ser encontrado do centro-leste do estado do Piauí ao centro-norte do estado da Bahia. *Cratylia argentea* apresenta, além do morfo típico nos Cerrados do Brasil central, possíveis ecótipos em solos ricos em minério de Ferro, em áreas de contato Caatinga-Cerrado e em florestas estacionais da base da vertente oriental dos Andes. É importante a manutenção do programa de expedições para a coleta de germoplasma do gênero *Cratylia*, conduzido em cooperação pela EMBRAPA/CENARGEN e o CIAT, com o objetivo de caracterizar a variação existente nos diversos táxons e ampliar a disponibilidade de material genético para a pesquisa.

* Respectivamente: Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Ciências Biológicas, Km 03-BR 116, Campus 44031-460, Feira de Santana, BA, Brasil; EMBRAPA/CENARGEN, SAIN-Parque Rural, 70770 Brasília, DF, Brasil.

Summary

Cratylia is a legume genus comprised of five shrub species. It is found exclusively in South America, to the east of the Andes and to the south of the Amazon River. The distribution of *Cratylia* species is, in general, restricted to a given type of vegetation. Thus, *C. mollis* is found in Caatinga, *C. hypargyrea* in the perimeters of the Atlantic Zona da Mata region, *C. bahiensesis* in the seasonal forests of southeast Bahia, and *C. intermediate* to the west of Paraná and to the northeast of the Misiones province. *Cratylia argentea*, unlike the other species, is found in a broad range of habitats, such as the Cerrados, Mata Ciliar, in the margins of the Caatinga-Cerrados transition, and in the seasonal forests. It is extensively distributed, from western Peru to the state of Ceará in Brazil. Data on distribution and limited morphological differentiation indicates that the *Cratylia* genus may have originated recently, and that its history appears to be associated with the repeated process of expansion and retraction of the native savanna vegetation during the Quaternary. At least two species, *C. argentea* and *C. mollis*, have an acknowledged forage potential. *Cratylia mollis*, however, does not seem to have morphological differentiation at the ecotype level, since the same forms are found from the central-east part of the state of Piauí to the center-north of Bahia in Brazil. *Cratylia argentea*, on the contrary, presents—in addition to its typical form in the Cerrados of central Brazil—other distinct ecotypes that are common in the iron-rich soils of the Caatinga-Cerrados area and in the seasonal forests located on the eastern slopes of the Andes. Accordingly, it is important that these variations are evidenced in the germplasm collection.

Introdução

A utilização racional dos recursos naturais no trópico brasileiro é ainda incipiente. Dentre os fatores relacionados para a insuficiência de tecnologias de manejo e uso dos recursos naturais do Nordeste, por exemplo, a EMBRAPA (1979) elenca a insuficiência de conhecimento detalhado dos recursos naturais da região, dentre outros. No caso da pecuária, as características climáticas do semi-árido nordestino impõem severas restrições à formação de pastagens que tenham boa capacidade de suporte, ficando a produção de forragem sujeita a forte sazonalidade.

América Tropical é o maior centro de diversidade de leguminosas do mundo. Devido a diferentes combinações de condições edáficas e climáticas, o Brasil tornou-se um dos mais importantes centros de diversificação de plantas. Muitos grupos de interesse econômico apresentam elevada diversificação no Brasil, particularmente

leguminosas silvestres. Este é o caso de inúmeros gêneros com espécies reconhecidamente importantes como plantas forrageiras.

Dentre os grupos nativos, com grande potencial para uso em sistemas de produção animal e com elevada resistência à seca, destaca-se *Cratylia*, um pequeno gênero tropical de leguminosas da América do Sul. O potencial forrageiro de algumas de suas espécies tem sido reconhecido de longa data (Otero, 1952), como é o caso de *C. mollis* e *C. argentea* (em alguns trabalhos tratada como *C. floribunda*). Em que pesem estudos iniciais sobre o uso destas espécies como forrageiras, desenvolvidos desde a década de 1940 no Ministério da Agricultura (Deodoro-RJ), faltavam, até então, informações confiáveis sobre a distribuição geográfica e a nomenclatura de suas espécies. Parte deste problema advinha da taxonomia confusa do gênero, o que dificultava associar o material estudado a um determinado táxon. A título de exemplo pode ser citado o caso de *C. mollis*, que foi

tratada pelo Ministério da Agricultura como uma planta que ocorre "em estado espontâneo nas capoeiras e nas matas desde as Guianas até Minas Gerais e também no Peru" (Otero, 1952). Esta informação revela que esta planta estaria sendo confundida com outras espécies de *Cratylia* e, até mesmo, de outros gêneros de Leguminosae.

Recentes trabalhos sobre a taxonomia de *Cratylia* (Queiroz, 1991, 1994; Queiroz e Monteiro, em prep.), baseados no estudo de grande coleção de material de herbário e trabalhos de campo, resultaram no reconhecimento de cinco espécies válidas: *C. argentea* (Desv.) O. Kuntze, *C. bahiensis* L. P. de Queiroz, *C. hypargyrea* Mart. ex Benth., *C. intermedia* (Hassl.) L. P. de Queiroz e R. Monteiro e *C. mollis* Mart. ex Benth. A estabilidade nomenclatural obtida pelos trabalhos taxonômicos possibilitou a investigação mais confiável da biogeografia do gênero, cujos resultados são, também, apresentados neste trabalho. Seus objetivos são, então, apresentar informações atualizadas sobre a distribuição geográfica das espécies de *Cratylia*, seus habitats preferenciais, discutir idéias sobre a origem e diversificação do gênero, apresentar o programa de coleta de germoplasma estabelecido para o gênero, resultados obtidos até o presente e indicação das áreas mais representativas para a condução de expedições científicas para a amostragem de populações das espécies de *Cratylia* que apresentam maior potencial forrageiro.

Material e Métodos

A análise biogeográfica das espécies de *Cratylia* foi baseada em dados de localidade de coleta constante em espécimes de herbários.

Foram analisados, no total, cerca de 500 espécimes, provenientes dos seguintes herbários (acrônimos de acordo com Holmgren et al., 1990): ALCB, B, BHMH,

BM, BR, CEN, CEPEC, CIAT, CPAP, CTES, EAC, F, FUEL, G, HB, HRB, HUEFS, IAC, ICN, INPA, K, LE, MBM, MG, MO, NY, P, PETRO, RB, S, SP, SPF, U, UB, UEC e US. Uma listagem dos espécimes consultados encontra-se no Anexo 1.

Procedeu-se, ainda, um levantamento do material genético de *Cratylia*, obtido por ocasião da realização de expedições para a obtenção de germoplasma de espécies forrageiras, dentro do Programa de Coleta de Recursos Genéticos, conduzido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) por intermédio do Centro Nacional de Pesquisa de Recursos Genéticos e Biotecnologia (CENARGEN), com a participação do Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) em muitas das expedições realizadas.

Resultados e Discussão

Distribuição geográfica e habitats preferenciais

Cratylia é um gênero neotropical e essencialmente extra-amazônico, ocorrendo do Peru até a bacia do rio Paraná (nordeste da Argentina e oeste do estado do Paraná, Brasil). Esta distribuição apresenta certa continuidade, exceto na região amazônica, onde *C. argentea* forma populações isoladas. Esta continuidade sobre uma área tão extensa reflete, no entanto, a distribuição atual de apenas uma de suas espécies (*C. argentea*), enquanto as demais apresentam um padrão mais restrito de distribuição geográfica, relacionado a determinadas formações vegetais.

Assim, *C. mollis* ocorre exclusivamente em áreas de Caatinga do nordeste do Brasil, estendendo-se do centro-norte do estado da Bahia até a região limítrofe dos estados do Piauí e Ceará (Figura 1). *Cratylia bahiensis* apresenta uma distribuição mais restrita dentro da formação biogeográfica da Caatinga (*sensu* Cabrera e Willink, 1980; Figura 2). Entretanto, do

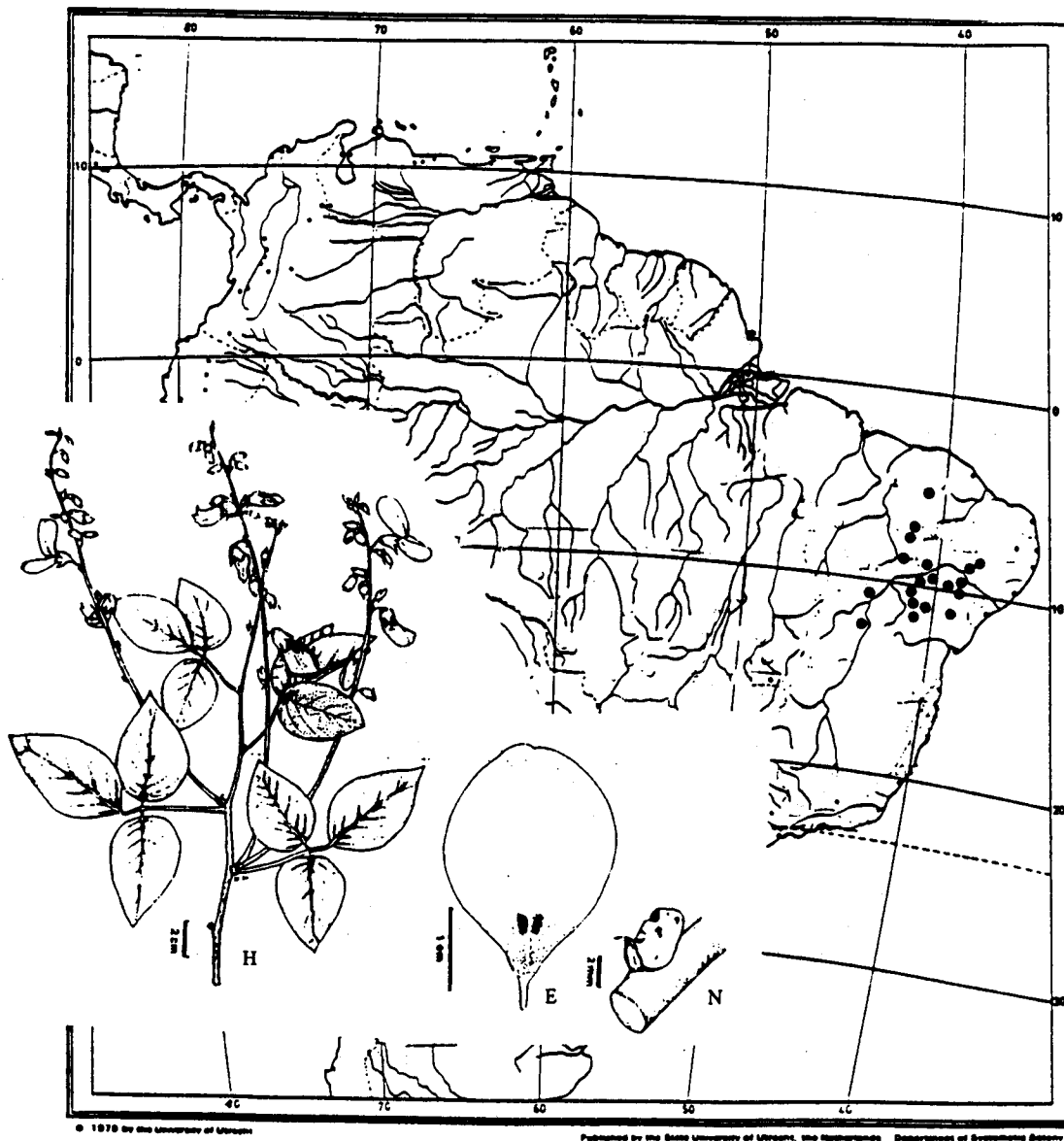


Figura 1. *Cratylia mollis*: distribuição geográfica e características morfológicas relevantes (H: hábito; N: nodosidade da inflorescência; E: estandarte).

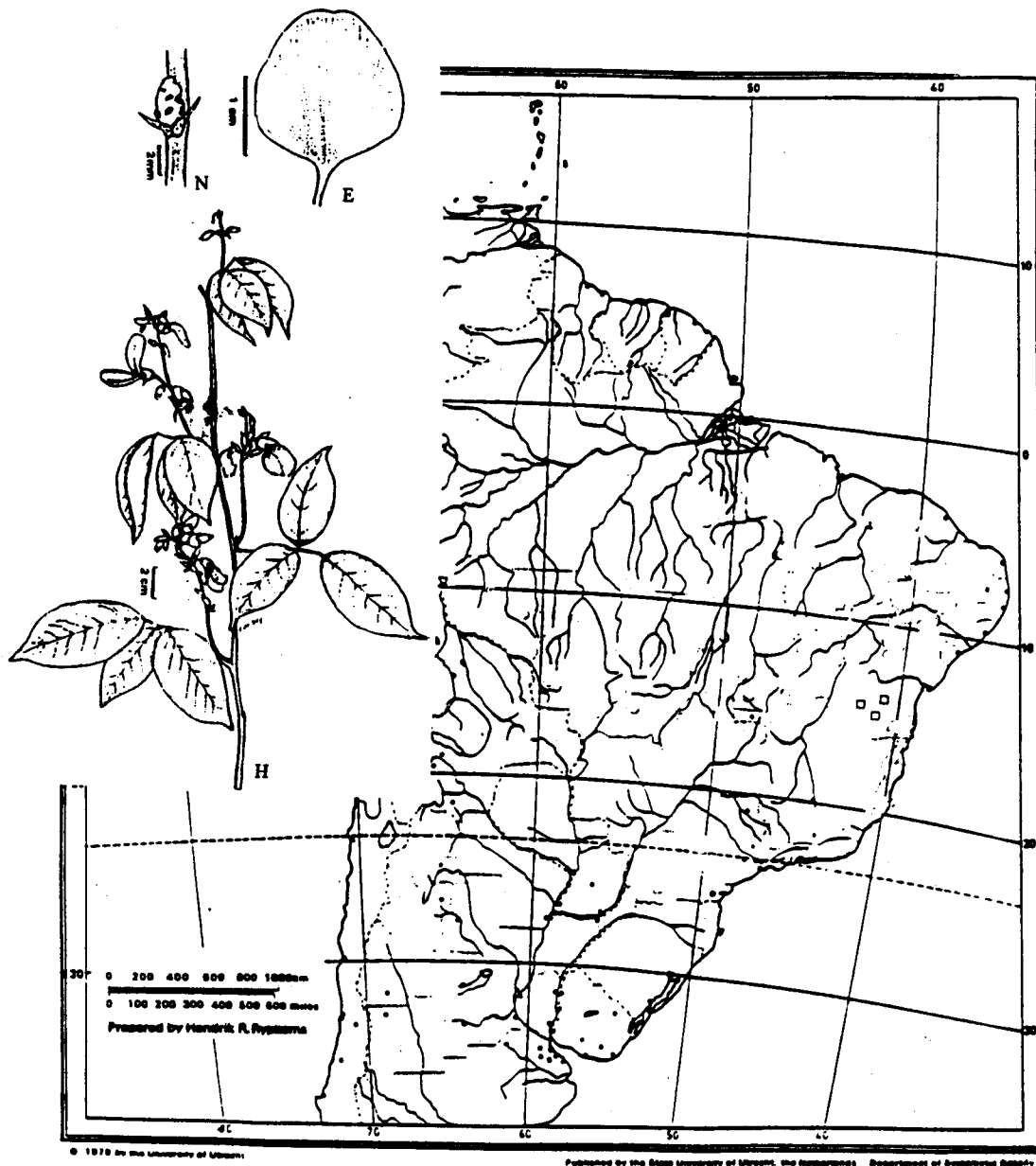


Figura 2. *Cratylia bahiensis*: distribuição geográfica e características morfológicas relevantes (H: hábito; N: nodosidade da inflorescência; E: estandarte).

ponto de vista fitofisionômico, enquanto *C. mollis* ocorre em fisionomias típicas de Caatinga, que se desenvolvem nas depressões interplanálticas, *C. bahiensis* ocorre em florestas estacionais decíduas da região centro-sul do estado da Bahia que ocupam as regiões de planalto, conhecidas localmente como "matas de cipó".

Cratylia hypargyrea ocorre preferencialmente em áreas de restinga, do sul do estado da Bahia até o estado do Rio de Janeiro (Figura 3). No sul da Bahia e norte do Espírito Santo algumas populações podem penetrar para o interior, ocorrendo em áreas abertas dentro do domínio da Mata Atlântica, em clareiras ou na borda da mata. Sua penetração para o interior dá-se ao longo do curso de rios (p. ex. Colônia, Contas, Doce e Pardo) e está, provavelmente, associada ao acelerado desmatamento de áreas de Mata Atlântica, criando novos habitats propícios à colonização por esta espécie.

Cratylia argentea, diferentemente das demais, apresenta uma ampla distribuição na América do Sul, ocorrendo, no sentido norte-sul, do estado do Pará ao sul dos estados de Mato Grosso e Goiás e, no sentido leste-oeste, do Peru ao estado do Ceará (Figura 4). Embora tenham sido coletados indivíduos em altitudes de até 930 m, esta espécie parece mostrar uma preferência por uma faixa de altitude variando de 300 a 800 m. *Cratylia argentea* ocorre em quatro das principais formações biogeográficas da América do Sul (*sensu* Cabrera e Willink, 1980): província Amazônica, província do Cerrado, província da Caatinga e província das Yungas (matas nebulares das encostas orientais dos Andes). O maior número de coletas, provavelmente representando populações mais significativas, procede dos Cerrados do centro-oeste do Brasil (Goiás, Mato Grosso e sul de Tocantins) e das florestas tropicais secas do Peru e da Bolívia. A sua existência em áreas de Caatinga parece representar um extremo da distribuição da espécie, ocorrendo próxima a regiões de contato Caatinga-Cerrado. Dentro da Amazônia,

C. argentea apresenta populações isoladas, aparentemente sem contato com a área nuclear de distribuição da espécie.

Cratylia intermedia é uma espécie de distribuição restrita às bacias dos rios Paraná e Iguazú, no oeste do estado do Paraná e província de Misiones (nordeste da Argentina; Figura 5). Tem sido coletada em beira de mata e capoeiras.

Origem e evolução de *Cratylia*

Os dados apresentados até então mostram que *Cratylia* parece ser um gênero de origem recente. Pode-se notar (Figura 6) que apesar do gênero apresentar ampla distribuição na América do Sul, nenhuma de suas espécies ocorre na margem esquerda do rio Amazonas ou a oeste da cordilheira dos Andes. Este fato indica que a presença de grandes cursos d'água e áreas de altitude elevada podem representar, no conjunto, uma barreira efetiva à dispersão das espécies de *Cratylia*.

A faixa de variação altitudinal do gênero vai desde o nível do mar até 950 m. Isto torna possível, para algumas espécies, ultrapassar barreiras fluviais através da cabeceira dos rios. Este não é, no entanto, o caso do rio Amazonas, cujas nascentes encontram-se a mais de 2000 m.

O conjunto Andes-bacia Amazônica representa, então, uma barreira aparentemente intransponível para as espécies de *Cratylia*. Estes dados possibilitam sugerir que *Cratylia* deve ter se originado e expandido após o surgimento dos Andes e da bacia Amazônica, remotando-a, portanto, para depois do Plio-Pleistoceno, período postulado para a conclusão do processo de soergimento dos Andes (Sarmiento, 1975; Gentry, 1982).

Os habitats preferenciais das espécies recentes de *Cratylia* estão mais associados a situações climáticas com estação seca bem definida, como é o caso das áreas de Caatinga, Cerrado e Florestas estacionais, aonde ocorrem quatro das cinco espécies do

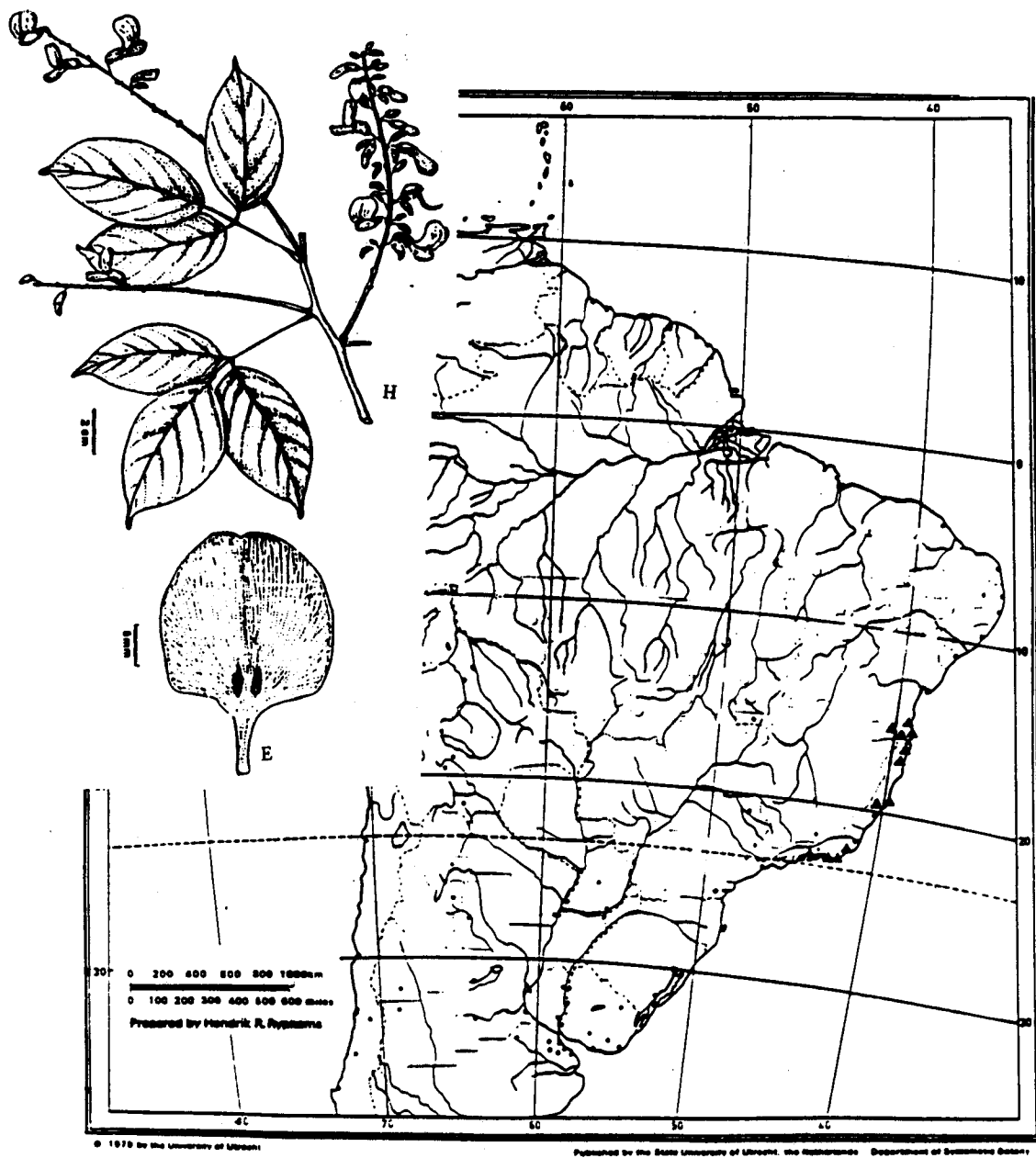


Figura 3. *Cratylia hypargyrea*: distribuição geográfica e características morfológicas relevantes (H: hábito; E: estandarte).

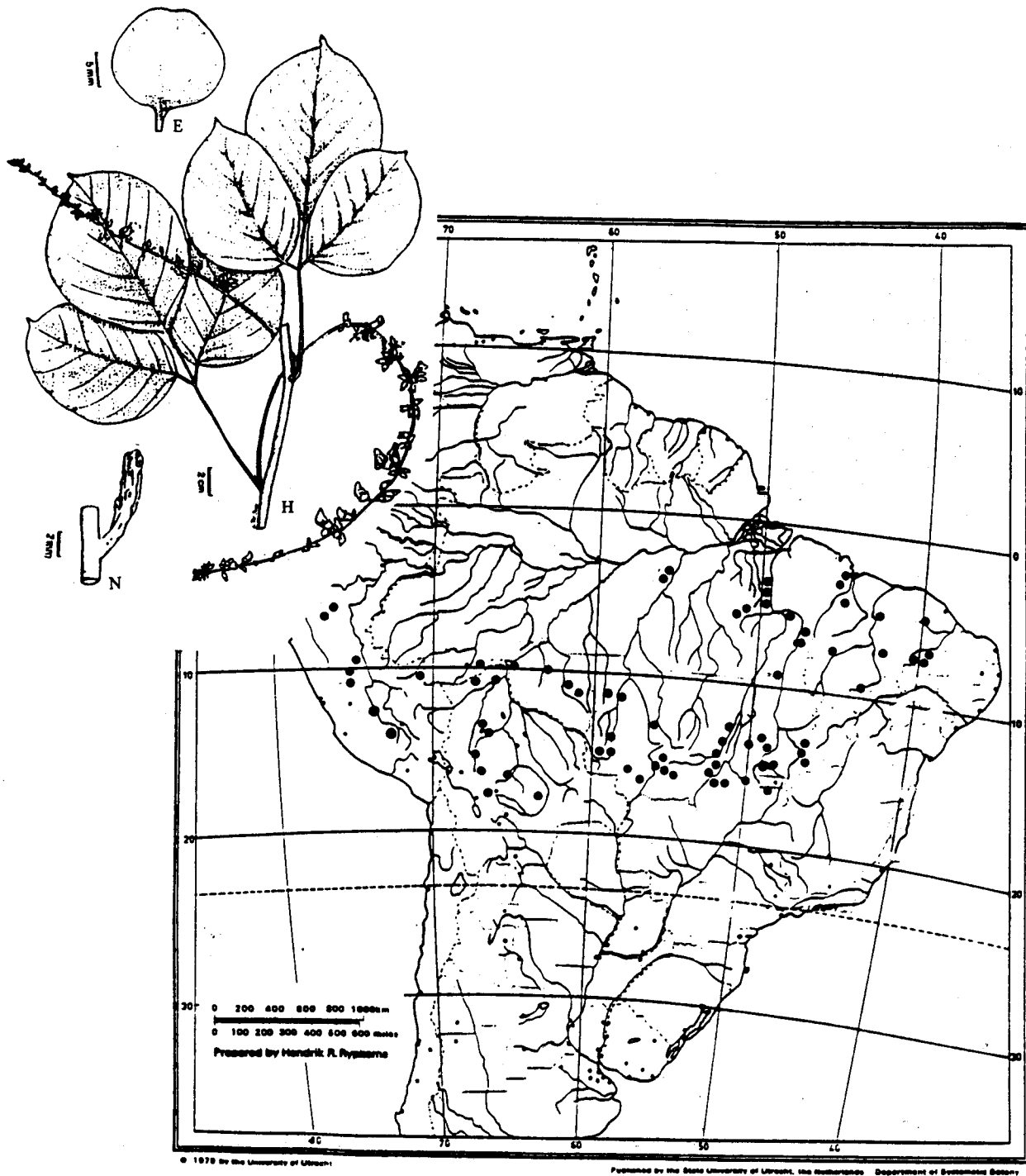


Figura 4. *Cratylia argentea*: distribuição geográfica e características morfológicas relevantes [H: hábito; N: nodosidade da inflorescência; E: estandarte].

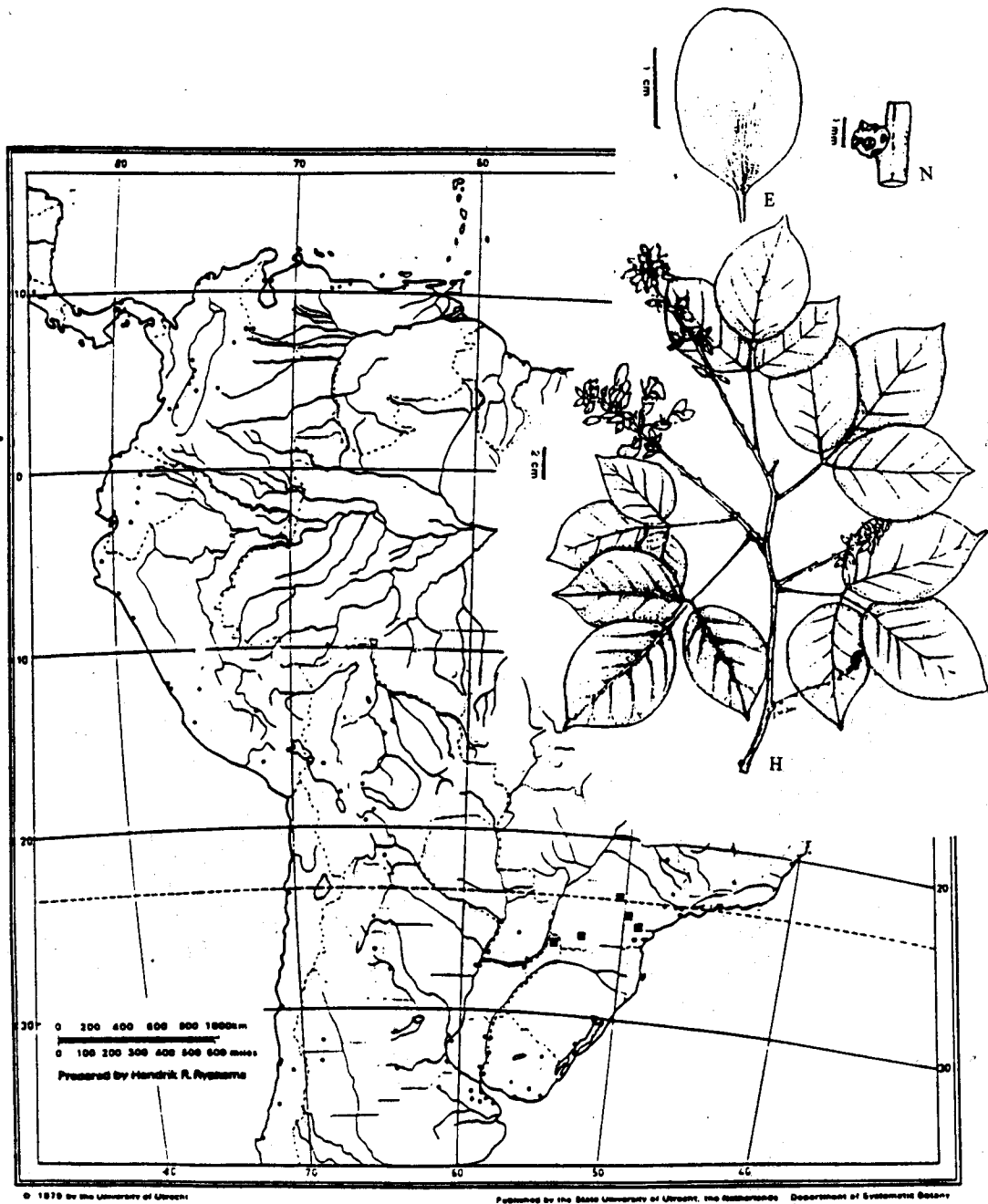


Figura 5. *Cratylia intermedia*: distribuição geográfica e características morfológicas relevantes (H: hábito; N: nodosidade da inflorescência; E: estandarte).



Figura 6. Distribuição do gênero *Cratylia*, evidenciando sua ocorrência exclusiva a leste dos Andes e a sul do rio Amazonas.

gênero. Mesmo *C. hypargyrea*, natural da costa Atlântica do Brasil, ocorre em restingas, sobre solo arenoso com baixa capacidade de retenção de água.

Estas informações podem levar-nos a inferir que a origem de *Cratylia* pode ter estado associada à ocupação de habitats savânicos e/ou secos que devem ter se formado repetidamente durante o Quaternário. Existem evidências, provenientes de diversas fontes de informação, que estabelecem ligação entre os eventos de glaciação em latitudes mais elevadas e profundas alterações nos regimes pluviais em baixas latitudes (Ab'Saber, 1979; Brown e Ab'Saber, 1979; Dickinson e Virji, 1987). É bem aceita hoje a idéia de que aos períodos glaciais devem ter correspondido períodos acentuadamente secos nas áreas tropicais, enquanto os períodos interglaciais corresponderiam a fases significativamente mais úmidas.

Os períodos úmidos caracterizariam uma situação favorável à existência de grandes trechos de florestas e, conseqüentemente, redução da área ocupada por vegetação savânica. Inversamente, durante os períodos secos deve ter havido uma redução da área florestal e expansão das formações vegetais savânicas e/ou secas. Estas suposições são apoiadas pela análise da biogeografia de muitos grupos modernos (ver revisões em Prance, 1982 e Vanzolini, 1988) e por informações paleobotânicas (Absy, 1985).

Esta alternância entre expansão e retração, com conseqüente isolamento das vegetações savânica e seca, pode ter tido conseqüências para a diversificação do gênero *Cratylia*. Considerando serem estes os habitats preferenciais de suas espécies, é possível supor que durante os períodos relativamente úmidos do Pleistoceno suas populações estariam isoladas por grandes trechos de vegetação florestal, criando situações favoráveis para a divergência evolutiva e especiação. As fases secas poderiam representar, então, um período de

expansão dos táxons gerados, e até então confinados, nestes trechos isolados de vegetação savânica.

Os dados disponíveis da distribuição atual das espécies de *Cratylia* sustentam esta idéia e possibilitam sugerir um modelo de evolução no gênero, onde a especiação teria ocorrido em pulsos (nos períodos de clima predominantemente úmido) alternados com fases de relativa estabilidade (nas fases climaticamente mais secas).

Assumindo que a distribuição atual das espécies reflete, dentre outros fatores, a sua história evolutiva, seria possível identificar, para as espécies de *Cratylia*, pelo menos dois destes supostos pulsos de especiação. Um deles teria resultado na colonização da área core do Cerrado brasileiro e posterior expansão do gênero por grande parte da América do Sul. Populações isoladas de *C. argentea* na Chapada do Araripe (estado do Ceará) e na serra dos Carajás (estado do Pará) podem ser resquícios de uma distribuição contínua no passado nestas situações climáticas mais secas. Além de *C. argentea*, *C. intermedia* é outra espécie que pode ter resultado deste primeiro pulso de especiação.

O segundo destes pulsos estaria relacionado à colonização de áreas de vegetação aberta no leste-nordeste do Brasil. A existência de grandes trechos de floresta higrófila na costa Atlântica brasileira e a possibilidade desta ter tido grande penetração para o interior em tempos passados (Andrade-Lima, 1981) devem ter sido os principais fatores de isolamento de trechos das vegetações savânica e seca nas fases climaticamente úmidas. As espécies recentes, que podem ter resultado deste processo ocupam hoje áreas de Caatinga (*C. mollis*), florestas decíduas secas (*C. bahiensis*) e restinga (*C. hypargyrea*).

Um fato a ser ressaltado e que reforça a tese da pouca antiguidade de *Cratylia* é a incipiente divergência morfológica entre suas espécies. Dois grupos de espécies muito semelhantes podem ser reconhecidas:

Tabela 1. Características morfológicas e fenológicas das espécies de *Cratylia* relacionadas ao seu potencial forrageiro.

Espécie	Hábito	Sistema de ramificação	Consistência das folhas	Persistência das folhas na estação seca
<i>C. argentea</i>	Arbusto 1,5-3 m	Muito ramificado desde a base	Papiráceas	Persistentes
<i>C. bahiensis</i>	Liana, escandendo a até ca. 5 m	Pouco ramificado	Cartáceas a coriáceas	Semi-persistentes
<i>C. hypargyrea</i>	Liana, escandendo a até ca. 8 m, ou arbusto	Pouco ramificado	Coriáceas	? Esta espécie ocorre em áreas sem estação seca definida
<i>C. mollis</i>	Arbusto 1,5-3 m	Muito ramificado desde a base	Papiráceas	Persistentes

C. argentea-*C. intermedia* e *C. hypargyrea*-*C. mollis*-*C. bahiensis*. A distinção entre estas espécies é baseada mais em caracteres vegetativos, indicando que a taxonomia do gênero pode estar refletindo adaptação recente a diferentes condições ambientais. Neste sentido, é possível que a estrutura taxonômica proposta para o gênero (Queiroz, 1991), baseada principalmente em morfologia vegetativa e biogeografia, não seja confirmada por um tratamento taxonômico baseado em um conceito biológico de espécie. Não há, no entanto, estudos reprodutivos e de hibridação interespecífica em *Cratylia* que possibilitem estabelecer conclusões definitivas.

Material coletado, espécies mais promissoras e áreas prioritárias para coleta

Das cinco espécies de *Cratylia*, quatro foram observadas no campo pelos autores. Apenas para *C. intermedia* não foram localizadas populações naturais.

As características morfológicas e fenológicas da espécie que poderiam ser

inicialmente consideradas para futuros trabalhos de introdução em sistemas de produção de alimento para animais são: hábito, sistema de ramificação, consistência das folhas e persistência das folhas na estação seca. As características observadas estão listadas por espécie na Tabela 1.

Das espécies observadas, duas parecem apresentar pouco potencial forrageiro: *C. hypargyrea* e *C. bahiensis*. Estas plantas são geralmente lianas em áreas florestais, geralmente pouco ramificadas e apresentando biomassa foliar aparentemente pequena e dispersa. *Cratylia hypargyrea* pode se apresentar como arbusto se crescendo em áreas de restinga aberta, embora nesta situação tenda a desenvolver folhas mais duras e coriáceas. Baseado em informações de espécimes de herbário, pode-se afirmar que *C. intermedia* compartilha com estas espécies da maioria destas características agronomicamente indesejáveis. Por outro lado, estas espécies possuem outras características que poderão ser úteis em trabalhos futuros de melhoramento como, por exemplo, adaptação a solos salinos (*C. hypargyrea*) e a geadas (*C. intermedia*).

Tabela 2. Áreas prioritárias para coleta de germoplasma de *C. argentea* e *C. mollis*.

Espécie	Local
<i>C. argentea</i>	CE - Chapada do Araripe, em áreas de contato Caatinga-Cerrado
	GO - áreas de solo calcáreo no município de Posse
	MT e centro e oeste de GO - populações com morfos mais típicos da espécie
	PA - serra dos Carajás, em solo rico em minério de ferro
	Bolívia - Depts. de Santa Cruz, El Beni, Cochabamba e La Paz
	Peru - Depts de San Martin, Huanuco, Junin e Cuzco
<i>C. mollis</i>	BA - nordeste do estado da Bahia, especialmente no Raso da Catarina
	PE - vale do Moxotó, entre Arcoverde e Ibimirim
	PI - centro a leste do estado do Piauí, em torno dos municípios de Oeiras e Picos

Cratylia argentea e *C. mollis*, por sua vez, são espécies que podem possuir grande potencial forrageiro. Ambas são plantas predominantemente arbustivas, profusamente ramificadas desde a base e com elevada resistência à seca, mantendo a folhagem mesmo em situações de secas severas. Observações preliminares indicam que possuem boa capacidade de rebrota.

Assim, para a obtenção de resultados mais imediatos com a introdução de espécies de *Cratylia* em sistemas produtivos, é aconselhável concentrar esforços na busca de germoplasma de *C. argentea* e *C. mollis*. É importante ampliar a representatividade nos bancos de germoplasma de populações de áreas diversas, buscando representar a maior variabilidade genética possível. Algumas das áreas que podem ser mais promissoras para amostrar populações significativas destas espécies estão listadas na Tabela 2.

Cratylia mollis não parece apresentar variação morfológica ecotípica em sua área de distribuição. *Cratylia argentea* ocorre em diversos tipos de habitats, mas com maiores

populações no Cerrado brasileiro, em solos pobres e ácidos. Além dos Cerrados do Planalto brasileiro, esta espécie ocorre ainda em matas ciliares, matas de encosta e áreas de contato Caatinga-Cerrado. Do ponto de vista morfológico, as populações da serra dos Carajás (PA) ocorrem em solo rico em minério de ferro, e são caracterizadas por folhas menores com folíolos proporcionalmente mais estreitos que os morfos típicos da espécie. Outro possível ecótipo ocorre em áreas de contato Caatinga-Cerrado na Chapada do Araripe (CE). Merecem investigações as populações da região de Santa Cruz de la Sierra (Bolívia), que possuem folhas glabras e mais macias que as dos Cerrados.

O Anexo 2 apresenta a lista do material genético de *C. argentea* obtido até o presente. Inicialmente o germoplasma obtido foi amostrado por ocasião da realização de expedições para coleta de recursos genéticos de espécies forrageiras de um modo geral. Desde 1993, entretanto, a EMBRAPA/CENARGEN, em estreita cooperação com o CIAT, vem conduzindo um intensivo programa para coleta de germoplasma do gênero *Cratylia* em todo o

país. Desde então, foram realizadas seis expedições específicas para a prospecção e coleta de *Cratylia*, tendo-se logrado a amostragem de 57 populações de *C. argentea*. O material genético (sementes) obtido encontra-se armazenado em condições de longo prazo, em câmaras de conservação de sementes (-18 °C) na EMBRAPA/CENARGEN. Subamostras foram encaminhadas para o CPAC (Brasília, Brasil) e CIAT (Cali, Colômbia) para pesquisas relacionadas à caracterização botânica, avaliação agrônômica e utilização em programas de melhoramento e pesquisa correlata.

Este programa de trabalho com *Cratylia* tem respondido à demanda de germoplasma em nível nacional e internacional e, também, à necessidade de conservação do gênero em vista da crescente evidência de erosão genética. As coletas de germoplasma foram documentadas com a amostragem de material de herbário. Duplicatas deste material foram encaminhadas para herbários representativos do Brasil e do exterior.

Referências

- Ab'Saber, A. N. 1977. Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul, por ocasião dos períodos glaciais quaternários. *Paleoclimas (USP)* 3:1-19.
- Absy, M. L. 1985. Palynology of Amazonia: The history of the forest as revealed by the palynological record. In: Prance, G. T. e Lovejoy, T. E. (eds.). *Key Environments, Amazonia*. Pergamon Press, Oxford, Reino Unido. p. 72-82.
- Andrade-Lima, D. 1981. Present-day forest refuges in northeastern Brazil. In: Prance, G. T. (ed.). *Biological diversification in the tropics*. Columbia Univ. Press, New York, E. U.
- Brown, K. S., Jr. e Ab'Saber, A. N. 1979. Ice-age forest refuges and evolution in the neotropics: Correlation of palaeoclimatological, geomorphological and pedological data with modern biological endemism. *Paleoclimas (USP)* 5:1-30.
- Cabrera, A. L. e Willink, A. 1980. *Biogeografía de América Latina*. 2a. ed. Organización de los Estados Americanos (OEA), Washington, E. U. 117 p.
- Dickinson, R. E. e Virji, H. 1987. Climate change in the humid tropics, especially Amazonia, over the last twenty thousand years. In: Dickinson, R. E. (ed.). *The geophysiology of Amazonia—Vegetation and climate interactions*. John Wiley & Sons, New York, E.U. p. 91-101.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). 1979. Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido 1977-1978. Brasília, Brasil. 133 p.
- Gentry, A. 1982. Neotropical floristic diversity: Phytogeographical connections between Central and South America, pleistocene climatic fluctuations, or an accident of Andean orogeny? *Ann. Missouri Bot. Gard.* 69:557-593.
- Holmgren, P. K.; Holmgren, N. H.; e Barnett, L. C. 1990. *Index herbariorum*, ed. 8. NY Bot. Gard. 704 p.
- Otero, J. R. de. 1952. Informações sobre algumas plantas forrageiras. Serviço de Informação Agrícola. Série didáctica. 11. Ministério da Agricultura, Brasil. 313 p.
- Prance, G. T. 1982. A review of the phytogeographic evidences for pleistocene climate changes in the neotropics. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 69:594-624.

Queiroz, L. P. de. 1991. O gênero *Cratylia* Mart. ex Benth. (Leguminosae: Papilionoideae: Phaseoleae)—Revisão taxonômica e aspectos biológicos. MSc. dissertação. Universidade Estadual de Campinas, Brasil.

_____. 1994. *Cratylia bahiensis* (Leguminosae: Papilionoideae), a new species from Bahia, Brazil. Kew Bull. 49(4):769-773.

Sarmiento, G. 1975. The dry plant formations of South America and their floristic connections. J. Biogeogr. 2:233-251.

Vanzolini, P. E. 1988. Distribution patterns of South American lizards. In: Anzolini, P. E. e Heyer, W. R. (eds.). Proceedings of a workshop on neotropical distribution patterns. Acad. Brasil. Ciências. Rio de Janeiro, Brasil. p. 317-342.

Anexo 1. Continuação.

Coletor	NUM	UF ¹	MUN ²	Localidade	Herbário	Sp ³
Martius, K.P.von	263			Albuquerqueia ?	BR	arg
Pohl, E.				Ad Guyaba in via ad Rio Maranhao.	NY	arg
Pohl, E.					K	hyp
Riedel, L.					LE	hyp
Sello					F	hyp
Vauthier	75				K	hyp
Widgren	893				S	hyp
Forero, E.	6391	AC	Campinas	Highway Abunã to Rio Branco, Km 242-246, vic. Campinas.	F, K, NY, S, U	arg
Mota, C.D.	9	AC	Rio Branco	Parque zoológico. Solo argiloso.	INPA	arg
Bandeira, F.P.	96	BA	Glória	Brejo do Burgo	HRB	mol
Bautista, H.P.	446	BA	Glória	Raso da Catarina	HRB, RB	mol
Belém, R.P.	848	BA	Camacan	50 Km E da rodovia Camacan-Porto Seguro.	NY	hyp
Belém, R.P.	1406	BA	Camacan	Rod. Camacan-Capavieiras, 3-30 Km E de Camacan.	NY	hyp
Belém, R.P.	2357	BA	Juazeiro		CEPEC	hyp
Blanchet, S.J.		BA		Bahia.	G	hyp
Blanchet, S.J.		BA			BM	hyp
Blanchet, S.J.		BA			F	hyp
Blanchet, S.J.	934	BA		Bahia.	G	hyp
Blanchet, S.J.	1733	BA		Bahia.	BM, G	hyp
Blanchet, S.J.	1733	BA			P	hyp
Blanchet, S.J.	1988	BA	Ilhéus	"Ilheos, Bresil"	F, G, K, LE, NY, S	hyp
Blanchet, S.J.	3158	BA		Marais de Pauloine ? (F). Pres de Villa de Barra (G)	F, G, LE	mol
Carvalho, A.M.de	1244	BA	Santa Cruz Cabrália	Saída da cidade pela estrada velha de Porto Seguro.	CEPEC	hyp
Carvalho, A.M.de	1673	BA	Anagé	Km 30 na estrada Vitória da Conquista/Brumado, BA 262.	CEPEC, HUEFS, RB	bah
Carvalho, A.M.de	2359	BA	Jequié	20 km na estrada de Jequié para Contendas do Sincorá.	CEPEC, HRB, HUEFS, K, MBM	hyp x mol
Coradin, L.	5982	BA	Sobradinho	Rodovia Sobradinho-Sento Se, Km 20.	CEN	mol
Costa, A.L.	1051	BA	Juazeiro		ALCB	hyp

(Continua)

Anexo 1. Continuação.

Coletor	NUM	UF ¹	MUN ²	Localidade	Herbário	Sp ³
Duarte	14129	BA		De Pernambuco para Paulo Afonso.	HB	mol
Duarte, A.P.	6197	BA	Porto Seguro		RB	hyp
Duarte, A.P.	6770	BA	Porto Seguro		RB	hyp
Ferreira, J.D.A.	444	BA	Casa Nova	Caraiba dos Bragas	HRB, MBM, RB	mol
Ferreira, M.C.	592	BA	Rodelas		HRB	mol
Fonseca, W.N. da	365	BA	Irecê	SC-24-Y-A, Pro.01. Estepe Arborea Aberta (10.IV.81 em RB).	HRB, RB	mol
Ganev, W.	219	BA	Abaíra	ca. 4 Km de Abaíra	HUEFS, K, SPF	bah
Ganev, W.	318	BA	Abaíra	ca. 4 Km de Abaíra	CEPEC, HUEFS, K, SPF	bah
Ganev, W.	689	BA	Abaíra	ca. 4 Km de Abaíra	HUEFS, K, SPF	bah
Gonçalves, L.M.C.	130	BA	Morro do Chapéu	Serra da Bahiônia. Solo pedregoso.	HRB, NY, RB	mol
Gonzaga, L.P.		BA	Eucíides da Cunha	Toca Velha, ca. 10 Km S de Canudos, ao lado da estrada Cocorobo-Jeremoabo.	RB	mol
Gonzaga, L.P.	7	BA	Canudos	Toca Velha, ca. 10 Km S de Canudos.	HUEFS	mol
Guedes, M.L.S.	260	BA		Estacao Ecologica do Raso da Catarina: prox. casa 2.	ALCB	mol
Hatschbach, G.	46368	BA	Anajé	Serra dos Pombos	MBM	bah
Hatschbach, G.	46560	BA	Caetitê	Chapada Diamantina	MBM	bah
Hatschbach, G.	56522	BA	Urundi	Próximo à Divisa Dom Ouro Branco	HUEFS, MBM	bah
Martinelli, G.	9667	BA	Ilhéus	Estrada Oliveira-Marumim, km 5-8. Alt. 30-50 m.	CEPEC	hyp
Mattos-Silva, L.A.	176	BA	Itapetinga	Km 6 da BR 415, trecho Itapetinga/Itororó. Faz. Barra da Negra. Mancha de capoeira na pastagem.	CEPEC, G, HUEFS, US	hyp
Mori, S.A.	9991	BA	Maracás	BA 026, 26 km SW of Maracás. Transicao Mata de Cipo/Coatinga, muito perturbada por animais.	US	bah
Mori, S.A.	9991	BA	Maracás	BA 026, 26 km SW of Maracás. Transicao Mata de Cipo/Coatinga, muito perturbada por animais.	CEPEC, K, US	bah
Mori, S.A.	14231	BA	Paulo Afonso	BR 110, 39-46 Km S of Paulo Afonso. Roadside.	NY	mol
Mori, S.A.	14321	BA	Paulo Afonso	BR 110, road from Paulo Afonso to Jeremoabo, 39-46 Km S of Paulo Afonso. Roadside.	CEPEC	mol
Orlandi, R.P.	677	BA	Jacobina	BR-324. Alt. 650 m. Solo litolico alico. Relevo aplanado com cobertura. Estepe arborea.	HRB, ICN, MBM, RB	mol
Pinheiro, R.S.	1226	BA		Rodovia Uruçuca-Ilhéus.	G	arg

(Continua)

Anexo 1. Continuação.

Coletor	NUM	UF*	MUN*	Localidade	Herbário	Sp**
Pinheiro, R.S.	1378	BA		Rodovia Una a Rio Branco. Cruz de Cabralia.	CEPEC, US	hyp
Pinto, G.C.P.	22	BA	Bom Conselho		IAC	mol
Pinto, G.C.P.	186	BA		Entre Ribeira do Pombal e Geremoabo.	ALCB	mol
Queiroz, L.P.de	462	BA		Estação Ecológica do Raso da Catarina: Prox.Mata das Pororocas.	ALCB, HUEFS	mol
Queiroz, L.P.de	741	BA		Estacao Ecológica do Raso da Catarina: prox. casa 1.	HUEFS	mol
Queiroz, L.P.de	2618	BA	Abaíra	ca. 4 Km de Abaíra	HUEFS	bah
Riedel, L.	275	BA	Ilhéus	"In fruticetis maritimis prope Ilheos"	LE, NY	hyp
Santos, T.S.dos	3032	BA		Rodovia Porto Seguro-Sta Cruz Cabralia.	CEPEC, US	hyp
Sello		BA		"Vittoria"	K	hyp
Silva, J.S.e	562	BA	Jacobina		SP	mol
Silva, J.S.e	644	BA	Paulo Afonso	Raso da Catarina.	SP	mol
Valeriano, A.		BA	Juazeiro	Prox.Sobradinho, 6 km antes do acampamento da CHESF.	ALCB	mol
Zehntner, L.	641	BA	Lagoa Real	Am mege Caetite-Jequie, kurz miterhalb Lagoa Real.	RB	bah
Zehntner, L.	2039	BA		Serra de Santana ? Faz. S. Romao & Mundo Novo.	RB	mol
Aparecida		CE	Fortaleza	Campus do PICI	EAC	arg
Araújo, F.S.	416	CE	Novo Oriente	Liberdade, Planalto do Ibiapaba	EAC	arg
Araújo, F.S.	456	CE	Novo Oriente	Liberdade, Planalto do Ibiapaba	EAC	arg
Bezerra, P.	27	CE	Maranguape	Serra da Aratanha, sítio S.José	EAC	arg
Bezerra, P.	303	CE	Baturité	Pacoti, sítio Germinal	EAC	arg
Castellanos, A.		CE	Crato	Rio Batalheiro.	NY	arg
Castellanos, A.		CE	Crato	Rio Batalheiro.	HB	arg
Cavalcante, F.S.		CE	Redenção	Itapaf	EAC	arg
Coradin, L.	2040	CE	Cratéis	Estrada Novo Oriente - Sao Miguel do Tapuio, Km 77. Latossolo vermelho-amarelo.	CEN	mol
Ducke, A.		CE	Maracanau		EAC	arg
Ducke, A.	1404	CE		Serra de Baturité.	RB	arg
Félix, L.P.		CE	Crato	Chapada do Araripe	EAC	arg
Fernandes, A.		CE	Meruoca	sítio S.Antônio	EAC	arg
Fernandes, A.		CE	Meruoca	Serra da Meruoca, sítio S.Antônio	EAC	arg

(Continua)

Anexo 1. Continuação.

Coletor	NUM	UF ¹	MUN ²	Localidade	Herbário	Sp ³
Fernandes, A.		CE	Fortaleza	Barra do Ceará para Barro Vermelho	EAC	arg
Fernandes, A.		CE	Meruoca	Serra da Meruoca, sítio S. Antônio	EAC	arg
Fernandes, A.		CE	Meruoca	Serra da Meruoca, faz. S. Antônio	EAC	arg
Fernandes, A.		CE	Fortaleza	Campus do PICI	EAC	arg
Fernandes, A.		CE		Serra do Baturité	EAC	arg
Figueiredo, M.A.		CE	Crato	Cariri, sítio Fundão	EAC	arg
Gardner, G.	1562	CE	Crato	"Crato, Ceará" (BM) / "Brasil, Prov. de Ceará, VIII-XI.1838" (G) / 1839 (K) / 1836-1841 (NY)	BM, G, K, NY	arg
Lima, D.A.	521116	CE	Crato	Arcedores do Crato, na subida para serra do Araripe	IPA	arg
Luetzelburg, P. von	12687	CE		Serra do Araripe [referido como da Paraíba]	NY	arg
Luetzelburg, P. von	26246	CE	Granjeiro		F, NY	arg
Luetzelburg, P. von	26688	CE	Crato	Guaribas - Crato [referido como da Paraíba]	NY	arg
Martins, P.		CE	Maranguape	Serra de Maranguape.	EAC	arg
Martins, P.		CE		Serra do Ibiapaba, entre Reriutuba e Guaraciaba do Norte	EAC	arg
Mata, M.F.		CE		Meruoca, S. Antônio dos Fernandes	EAC	arg
Nunes, E.		CE	Capistrano	Serra do Vicente, sítio Brejo	EAC	arg
Nunes, E.		CE	Palmácia	Serra do Baturité	EAC	arg
Nunes, E.		CE		Serra do Baturité	EAC	arg
Nunes, E.		CE	Caucaia	Praia do Pacheco	EAC	arg
Nunes, E.		CE	Poranga		EAC	arg
Nunes, E.		CE	Caucaia	Estrada para Ipirana	EAC	arg
Schomburgk	156	CE			F	arg
Belém, R.P.	1578	ES	Linhares	Margem do Rio Doce.	NY	hyp
Hatschbach, G.	47719	ES	Linhares	BR 101, Reserva Florestal da Sooretama.	MBM, RB	hyp
Kuhlmann, J.G.	276	ES	Linhares	Margens da Lagoa de Juparaná-mirim, Rio Doce.	HUEFS	hyp
Lino, A.M.	69	ES	Linhares	Reserva Florestal CVRD, próximo a estrada 221, talhao 203. Aldécia Velha.	HUEFS	hyp
Wied-Neuwied, M. A.P., Prinz von		ES			BR	hyp
Burchell, W.J.		GO	Goias	near Goyaz.	K	arg

(Continua)

Anexo 1. Continuação.

Coletor	NUM	UF*	MUN**	Localidade	Herbário	Sp [†]
Burchell, W.J.	7078	GO	Goiás	near Goyaz	K	arg
Coradin, L.	1140	GO	Alvorada de Goiás	BR 020, Km 278, rodovia Brasília-Formosa. Beira da estrada. Litossolo arenoso. Alt. 800 m.	CEN	arg
Dawson, E.Y.	14976	GO		Southern Serra Dourada at W. 17 Km E of Formoso.	NY	arg
Dawson, E.Y.	15079	GO		Southern Serra Dourada at W. 18 Km E of Formoso.	NY	arg
Irwin, H.S.	14942	GO	Posse	Serra São Roque. Roadside capoeira between Posse and Alvorada. Elev. 600 m.	F, HB, NY, RB	arg
Irwin, H.S.	17499	GO	Aragarças	Drainage of the upper Araguaia. Ca. 78 Km SE of Aragarças. Sand. Elev. 700 m. "veg. dominated by babacu"	F, NY, UB	arg
Irwin, H.S.	19201	GO	Corumbá de Goiás	Sa. dos Pirineus, vale do Maranhão, 75 Km N of Corumbá de Goiás on road to Niquelândia. Elev. 700 m.	NY	arg
Irwin, H.S.	21436	GO	Guará	Ca. 2 Km S of Guará. Gallery forest and adjacent Cerrado. Elev. 550 m.	NY	arg
Irwin, H.S.	21452	GO	Guará	Ca. 2 Km S of Guará. Gallery forest and adjacent Cerrado. Elev. 550 m.	NY	arg
Lima, A.	3189	GO		Entre Caiapônia e Piranhas.	RB	arg
Lima, A.	3198	GO		Entre Caiapônia e Piranhas.	K	arg
Macedo, A.	3273	GO	Goiás		S, US	arg
Macedo, A.	5298	GO	São Domingos	Faz. Barauna. Posse ?	HB	arg
Mileski, E.	469	GO	Araguatins	SB-22-X-D, Pto.33. Solo arenoso, relevo plano. Savana arborea aberta	HRB, NY, RB	arg
Prance, G.T.	58436	GO	Estrela do Norte	Vic. of Estrela do Norte, Belem-Brasilia, Northern Goias (Tocantins ?).	NY, UB	arg
Silva, J.S. e	695	GO	Flores de Goiás		NY, SP	arg
Vaz, A.M.S.F.	412	GO	Goiás	Estrada São Miguel do Araguaia para Goiás Velho	HRB, RB	arg
Daly, D.C.	665	MA	Viana	Between Viana & Bandeirante, back road from Viana to Pinheiro.	MG, NY, HRB	arg
Ducke, A.	2294	MA		Rio das Pedreiras.	BM, G, RB	arg
Eiten, G.	4757	MA	Loreto	SSE de Loreto at Santa Barbara on Parnaiba river shore.	NY, SP	arg
Fernandes, A.		MA	Barra da Corda	Núcleo Colonial	EAC	arg
Pires, J.M.	2103	MA	Carolina	Ilha dos Botes, R. Tocantins, perto de Carolina.	NY	arg
Prance, G.T.	58610	MA	Estreita	Road Carolina to Estreita, 2-15 Km from Estreita.	NY, UB	arg
Rosa, N.A.	2496	MA	São Bento	Margens da estrada de São João, arredores de São Bento.	MG, NY, UEC	arg
Berg, C.C.	18505	MT	Aripuanã	Near Humboldt Centre, along road to R. Aripuanã, downstream from Salto dos Dardanelos.	NY, U	arg

(Continua)

Anexo 1. Continuação.

Coletor	NUM	UF ¹	MUN ²	Localidade	Herbário	Sp ³
Carreira, L.	688	MT		Estrada de Pontes e Lacerda a Vila Bela. Terra firme, solo argiloso.	NY	arg
Cordeiro, M. dos R.	177	MT	Dardanelos	Estrada Sta. Elena.	RB	arg
Hatschbach, G.	32021	MT	Juciara	Rodovia Campo Grande-Cuiabá	MBM, NY	arg
Irwin, H.S.	16682	MT	Nova Xavantina	Serra do Roncador, ca. 35 Km N of Xavantina. Elevation 500 m.	F, NY	arg
Irwin, H.S.	17056	MT	Nova Xavantina	Drainage of the upper Araguaia. Ca. 35 Km S of Xavantina. Elev. 400 m.	F, HB, NY, UB	arg
Krapovickas, A.	40099	MT	Poconé	95 km W de Cuiabá, BR-070.	CTES	arg
Kuntze, O.		MT			NY	arg
Malmé, G.O.A.		MT	Cuiabá	"Coxipo (capella) pr. Cuyaba"	F	arg
Malmé, G.O.A.	1636	MT	Cuiabá	"Inter Cuyaba et Coxipo Miranda"	S	arg
Malmé, G.O.A.	1636	MT	Cuiabá	"Coxipo (igreja) pr. Cuyaba"	S	arg
Malmé, G.O.A.	1636	MT		Santana da Chapada	S	arg
Malmé, G.O.A.	1636	MT	Cuiabá	"Cuyaba. In silvulis riparum rivorum"	S	arg
Martius, K.P. von	1143	MT	Cuiabá	Martii Herb. Florae Brasil. no. 1143. Cujaba. (G) / "1841"	BM, BR, NY, F, G, K, LE, NY, S	arg
Mauro, M. da S.	79	MT	Cuiabá		G	arg
Philcox, D	3213	MT	Nova Xavantina	5 Km from Xavantina near village of Olaria. Sparse vegetation in coarse laterite soil	K	arg
Pilger	694	MT			B	arg
Pires, J.M.	16357	MT	Saraté	RADAMBRASIL folha SD 21-YC, ponto 28.	MG	arg
Pires, J.M.	16435	MT	Saraté		NY	arg
Ratter, J.A.	302	MT	Nova Xavantina		K, NY, UB, UEC	arg
Ratter, J.A.	1725	MT	Nova Xavantina		K, NY, U, UB	arg
Ratter, J.A.	1875	MT	Nova Xavantina	8 km E of the Base Camp of the Expedition, ca. 270 km N of Xavantina-São Félix Road.	K, NY, U, UEC	arg
Ratter, J.A.	1902	MT	Nova Xavantina		K	arg
Ratter, J.A.	3301	MT	Nova Xavantina		UB, UEC	arg
Saundersman, C.	2137	MT	São Luiz Cáceres	Between São Luiz Cáceres other town of Mato Grosso	K	arg
Shepherd, G.J.	7526	MT	Barra do Garça	Estrada Barra do Garça-Cuiabá, a 19 km de Barra do Garça. Alt. 300 m.	BM, UEC	arg
Shepherd, G.J.	7569	MT		Rodovia Cuiabá-Rondonópolis, 160 km de Cuiabá. Alt. 300 m.	UEC	arg
Silva, M.G.	1977	MT	Aripuanã	Rio Juruena, Aripuanã, Fontamília. Capocira fina, terra firme, piçarreira.	US	arg

(Continua)

Anexo 1. Continuação.

Coletor	NUM	UF ¹	MUN ²	Localidade	Herbário	Sp ³
Silva, M.G.	3204	MT	Aripuanã	Rio Juruena, Aripuanã, Fontanilha. Capoeira fina, terra firme, piçarreira.	MG, NY	arg
Silva, M.G.	4952	MT		Km 165 da rodovia Cuiabá-Santarém, entroncamento. Solo arenoso alagado, beira de um córrego.	MG, NY	arg
Smith, D.	138	MT	Cuiabá		K, NY	arg
Amaral, I.L.	1229	PA	Itaituba	Estrada Santarem-Cuiaba, Br 163, Km 1011 com penetração de 3 Km dentro da mata, margem direita ...	MG, NY, UB	arg
Black, G.A.	498027	PA	Jacundá		NY	arg
Dahlgren, B.E.	87	PA	Boa Vista	On Tapajos river.	F	arg
Ducke, A.		PA	Itaituba	Rio Tapajós.	RB	arg
Ducke, A.	11945	PA	Itaituba	Rio Tapajós, silvula secundaria non inundata.	S, U	arg
Froes, R.L.	24322	PA	Jacundá	Estrada do Jacundazinho, região do Tocantins.	SP	arg
Lima, M.P.M.de	105	PA	Marabá	Serra Norte. Mata às margens do rio Itacaiunas.	HRB	arg
Não especificado		PA			P	arg
Não especificado		PA			P	arg
Pires, J.M.	8169	PA	Belém	Cultivada.	UB	arg
Silva, M.F.F.da	1397	PA	Marabá	Carajas, Serra Norte. SB.22-X-D.	HRB, INPA, MG, NY	arg
Silva, M.G.	3051	PA	Marabá	Serra dos Carajás, estrada para a serra, Km 4. Arredores do acampamento da Camargo Correa.	HRB, MG, NY	arg
Silva, M.G.	3121	PA	Jacundá	Rio Tocantins, estrada para Jacundazinho. Terreno pedregoso.	MG, NY	arg
Silva, M.G.	3543	PA	Tucuruí	Rio Tocantins, arredores da vila do Breu Branco. Solo arenoso.	MG, NY	arg
Silva, M.N.	310	PA	Itaituba	Estrada Santarem-Cuiaba (BR 163), Km 1023. Solo argiloso.	NY	arg
Sperling, C.R.	5938	PA	Marabá	Sa dos Carajás. AMZA camp 3-Alfa. Steep forested ridge top above camp, selec.cut for lumber. Alt. 475-525 m.	F, MG, NY, US	arg
Coradin, L.	5961	PE	Petrolina	Área do banco ativo de germoplasma do CPATSA/EMBRAPA.	CEN, MBM	mol
Duarte, A.P.	14129	PE		De Pernambuco para Paulo Afonso.	HUEFS, NY	mol
Falcão, J.	1042	PE	Ibimirim		HUEFS, NY, UB	mol
Gonçalves, L.M.C.	1	PE	Ibimirim		HRB	mol
Heringer, E.P.	73	PE	Petrolina	Arredores de Petrolina.	RB, UB	mol
Lima, A.	49225	PE		Vale Moxotó, prox. a estrada Arcoverde-Ibimirim	RB	mol

(Continua)

Anexo 1. Continuação.

Coletor	NUM	UF ^{e1}	MUN ^{o2}	Localidade	Herbário	Sp ^{e3}
Lucia						
Monteiro, R.F.	10157	PE	Ibimirim	Reserva da Embrapa.	HUEFS	mol
Pinto, G.C.P.		PE	Petrolina		UEC	mol
Não especificado		PE	Casa Nova		ALCB	mol
Carvalho, J.H.de	15	PI	São João do Piauí	Olho d'água	ALCB	mol
Eiten, G.	4918	PI	Picos	Ca.30 km E of Picos. Coat. of dense shrubs to 2-3m, rare taller scattered trees to 5-6m, slightly grazed	IAC	arg
Gardner, G.	2461	PI	Oeiras	Near Oeiras.	NY, SP	mol
Lewis, G.P.	1091	PI	São Raimundo Nonato	0.5 Km S of Fundacao Ruralista (sede), 8-10 Km NNE of Curral Novo. Alt. 320 m	BM, K	arg
Lewis, G.P.	1162	PI	São Raimundo Nonato	Vitorino, 12 Km E of Fundação Ruralista (sede), 8-10 Km NNE of Curral Novo ca.220 Km ENE de Petrolina. Alt. 320 m	K	mol
Lewis, G.P.	1341	PI	Jaicós	8 Km along trackway to Lagoa Achada, start of track is 9 Km south of Jaicós along BR 407 to Petrolina	K	mol
Luetzelsburg, P.von	1302	PI		Serra do Brejo. Chapada.	RB	mol
Luetzelsburg, P.von	1396	PI		Lagoa do Mato.	RB	arg
Martius, K.P.von	6303	PI		Habitat in sylvis catingas prope Serra Branca (F) / In sylvis catingas prope Serra Branca, Prov. Piauhiansis (G)	F, G	mol
Otera, J.	100	PI			RB	mol
Silva, F.C.e	96	PI	Terezina	Margem do Rio Paraiba.	US	arg
Ule, E.	7184	PI		Serra Branca	K, RB	mol
Bufarah, G.	248	PR	Comélio Procópio	Estrada Comélio Procópio-Londrina, km 107.	UEC	int
Hatschbach, G.	2304	PR	Cerro Azul		MBM	int
Hatschbach, G.	19788	PR	Laranjeiras do Sul	Rio Perdido. Bacia do Rio Igacu.	MBM, HB, NY, US	int
Hatschbach, G.	24420	PR	Cândido de Abreu	Rio do Coronel	MBM	int
Hatschbach, G.	24448	PR	Cândido de Abreu	Umbuzinho	MBM	int
Hatschbach, G.	41559	PR	Cerro Azul	Barra do Lageado Grande	MBM	int
Hatschbach, G.	48117	PR	Cerro Azul	Rio do Turvo	EAC, HRB, MBM	int
Hatschbach, G.	51298	PR	Adrianópolis	Água Branca	MBM	int

(Continua)

Anexo 1. Continuação.

Coletor	NUM	UF ¹	MUN ²	Localidade	Herbário	Sp ³
Leite, V.B.O.	248	PR	Comélio Procópio	Estrada Cornélio Procópio-Londrina, km 102.	UEC	int
Lindeman, J.C.	2057	PR	Cerro Azul	Hill ridge E of Cerro Azul.	U	int
Lindeman, J.C.	2078	PR	Cerro Azul	Near Cerro Azul. Alt. ca 400 m.	MBM, U	int
Pirani, J.R.	959	PR	Adrianópolis	Estrada para Bocaiuva, perto de Tunas.	MBM	int
Almeida, J.	1344	RJ	Rio de Janeiro	Estrada de Guaratiba com estrada Itapuca.	RB	hyp
Almeida, J.	1407	RJ	Rio de Janeiro	Estrada de Guaratiba.	RB	hyp
Araújo, D.	697	RJ	Itaipu		HUEFS	hyp
Araújo, D.	4403	RJ	Macaé	Restinga de Cabiunas, prox. ao canal Macae-Campos.	NY	hyp
Casaretto	1549	RJ	Turijuba	"Chus. Turijuba"	G	hyp
Clausen, P.	85	RJ	Nova Friburgo	"Nouvelle Fribourg, Bresil".	G	hyp
Constantino, D.		RJ			RB	hyp
Delforge, R.U.	11	RJ	Rio de Janeiro	Ilha d' Agua, proximo à Ilha do Governador.	HUEFS, RB	hyp
Dusen, P.	1975	RJ	Rio de Janeiro	"Casadura, ad marginem silvae" [11.III.1903 no BM]	BM, G, S, US	hyp
Frazier, A.	7264	RJ	Rio de Janeiro	Gávea.	U	hyp
Giordano, L.C.	273	RJ	Angra dos Reis	Ilha Grande, Lopes Mendes.	RB	hyp
Glaziou, A.	1039	RJ	Rio de Janeiro		BR	hyp
Glaziou, A.	4785	RJ	Rio de Janeiro		G, S	hyp
Glaziou, A.	10530	RJ	Rio de Janeiro	Near Rio de Janeiro ???	K	hyp
Guillemin		RJ	Rio de Janeiro	Corcovado e Glória, Santa Tereza.	F	mol
Guillemin	760	RJ	Rio de Janeiro	Bresil Meridional, Rio de Janeiro / "Babylonia, 1840" (G)	F, G	hyp
Guillemin	815	RJ	Rio de Janeiro	Corcovado / "Ad Rio de Janeiro, Luschmath Herb., restinga" (K)	F, K, NY, S	hyp
Guillemin ?	175	RJ	Rio de Janeiro		K	hyp
Hoehne, F.C.		RJ	Rio de Janeiro	Mundo Novo.	SP	hyp
Jesus, J.A.de	1507	RJ	Rio de Janeiro	Guaratiba, a 5 Km da estrada de Itapuca.	RB	hyp
Kuhlmann, J.G.		RJ	Rio de Janeiro	Mundo Novo, Botafogo.	RB	hyp
Kuhlmann, J.G.		RJ	Rio de Janeiro	Corcovado.	RB	hyp
Kuhlmann, J.G.	16071	RJ	Rio de Janeiro	Prope urbem loco Mundo Novo.	S, U	hyp
Lewis, G.P.	1193	RJ	Maricá	Barra de Maricá, prox a lagoa de Maricá. Alt. sca level.	K, MBM, NY, RB, US	hyp

(Continua)

Anexo 1. Continuação.

Colôtor	NUM	UF ¹	MUN ²	Localidade	Herbário	Sp ³
Lewis, G.P.	1611	RJ	Saquarema	Praia de Itaunas.	NY	hyp
Lima, H.C.de	2582	RJ	Maricá	Barra de Maricá.	HUEFS	hyp
Luschnath, B.		RJ	Rio de Janeiro	Morro de Copacabana.	BR	hyp
Luschnath, B.	75	RJ	Rio de Janeiro	"Brasília, prope Rio"	S	hyp
Luschnath, B.	900	RJ	Rio de Janeiro		LE	hyp
Machado, D.A.		RJ	Rio de Janeiro	Praia de Gávea.	RB	hyp
Miers, J.	3498	RJ		"Braganza"	US	hyp
Mosen, H.	2483	RJ	Rio de Janeiro	"Catumbi"	S	hyp
Pabst, G.F.J.	4438	RJ	Rio de Janeiro	Ilha do Governador	B, HB	hyp
Raddi, M.	2	RJ	Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	G	hyp
Riedel, L.	175	RJ	Rio de Janeiro	"In sylvis prope Rio de Janeiro"	LE	hyp
Riedel, L.	458	RJ	Rio de Janeiro	"In fruticetis maritimis"	LE, NY	hyp
Riedel, L.	533	RJ	Rio de Janeiro	"In sylvis prope Rio de Janeiro"	LE	hyp
Riedel, L.*	458	RJ	Rio de Janeiro	"In fruticetis maritimis prope Rio de Janeiro"	BM	hyp
Schwacke	6502	RJ	Rio de Janeiro	Copacabana	RB	hyp
Smith, L.B.	2320	RJ	Niterói	Morro do Castiço. Alt. 50-200 m.	S	hyp
Sucre, D.	5089	RJ	Itaipu	Praia de Itaipu.	RB	hyp
Vauthier	155	RJ	Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	G	hyp
Widgren		RJ	Rio de Janeiro		S	hyp
Widgren		RJ	Rio de Janeiro		S	hyp
Widgren	881	RJ	Rio de Janeiro		BR	hyp
Cid., C.A.	4746	RO	Cacoal	BR 364 (Cuiaba-Ponto Velho), Km 234, ao norte da cidade, morro da torre da EMBRATEL. Solo pedregoso.	NY	arg
Cid., C.A.	5037	RO	Ariquemes	BR 364 (Cuiaba-Ponto Velho) Km 470. Serra alta rochosa.	NY	arg
Maas, P.J.M.	420	RO		Rondônia, along roadside	K, NY, U	arg
Prance, G.T.	6715	RO	Vila Murtinho	Basin of Rio Madeira. Cachoeira Misericórdia, Rio Madeira at Ribeirão.	F, MG, NY, S, U	arg
Leitão F., H.F.		SP	Campinas	Cultivada na Fazenda Santa Elisa (IAC) - introduzida do Piauí	IAC	arg

(Continua)

Anexo 1. Continuação.

Coletor	NUM	UF*1	MUN**	Localidade	Herbário	Sp*3
PERU						
Smith, S.F.	1097	MDI	Puerto Maldonado	Bank of Laguna Catacocha at the end of Swamp Trail, 39KmsSW of Puerto Maldonado, Madre de Dios	US	arg
Ule, E.	9457	MDI		Rio Acre. / "Herb. Brasiliense. Amazonas Expedition. Peru. Rio Acre, Seringat Auriacella".	F, G, K	arg
Weberbauer, A.	5630	APU		Rio Pieni, Apurimac.	F	arg
Madison, M.T.	10049	CUZ	La Convención	Rio Mapitunari at base of Cordillera Villacamba. Alt. 685 m.	F	arg
Vargas, C.	13300	CUZ	Pamastambo	Pilcopata-Atalaya. Alt. 700 m.	US	arg
Schunke V., J.	2116	HUA	Pachitea	Dett.Honorio. A orilla del rio en Miel de Abejas. Bosque Nacional de Iparia.	F, G, NY, S	arg
Schunke V., J.	2230	HUA	Pachitea	Dito.Honorio. Bosque Nacional de Iparia: Puerto Tournavista.	F, G, NY, US	arg
Killip, E.P.	23563	JUN	La Merced	Alt. ca. 700 m. Wooded valley.	F, NY, US	arg
Killip, E.P.	24053	JUN	La Merced	Alt. 700 m. Selva tropical.	F, NY, US	arg
Killip, E.P.	25132	JUN		Along Rio Perene, near "Hacienda 3", Colonia Perene. Alt. 600 m.	F, NY	arg
Killip, E.P.	26696	JUN		Wooded banks of Rio Pichis, between Puerto Bemudez and Cahuapanas. Alt. 340-375 m.	F, NY	arg
Macbride, J.F.	5270	JUN	La Merced	About 2000 ft.	G	arg
Ferreira, R.	7794	SMA	San Martin	Pucalloma, cerca Tarapoto. Alt. 330-400 m.	US	arg
Klug, G.	4146	SMA		Chazuta, Rio Huallaga, alt. 260 m. Mountain forest	BM, F, K, NY, S	arg
Matthews	1585	SMA	Tarapoto	Tarapoto	K	arg
Schunke V., J.	4049	SMA	Maniscal Cáceres	Dito. Tocache Nuevo. A orilla del rio. Quebradas de Tananta	F, G, NY, US	arg
Spruce, R.	3927	SMA	Tarapoto	Propo Tarapoto, Peruviae orientalis.	BM, BR, F, G, S	arg

*1: UF = Unidade de Federação (estado); Brasil: departamento: Peru e Bolívia; província: Argentina; Argentina: MIS: Misiones. Bolívia: BEN: El Beni; CCH: Cochabamba; LPA: La Paz; PAN: Pando; SCR: Santa Cruz; Brasil: AC: Acre; BA: Bahia; CE: Ceará; ES: Espírito Santo; GO: Goiás; MA: Maranhão; MT: Mato Grosso; PA: Pará; PE: Pernambuco; PI: Piauí; PR: Paraná; RO: Rondônia; RJ: Rio de Janeiro; SP: São Paulo. Peru: APU: Apurimac; CUZ: Cuzco; HUA: Huanuco; JUN: Junin; MDI: Madre de Dios; SMA: San Martin.
 *2: MUN = Subdivisão de unidade federativa (município); Brasil: província: Bolívia e Peru; departamento: Argentina).
 *3: Sp = Espécie: arg = *C. argentea*; bah = *C. bahiensis*; hyp = *C. hypargyrea*; int = *C. intermedia*; mol = *C. mollis*.

Anexo 2. Material genético de *Cratylia argentea* coletado pelo sistema EMBRAPA, período 1980-1994.

Código BRL	UF	Local da coleta	Coordenadas geográficas		Data da coleta	N° de sementes cobradas	N° de coleta	Altitude
			Lat	Long				
000144	MA	Porto Franco, BR 010, Anápolis-Belém, Km 1255	06° 11'S	47° 21'W	10/80	1	LC3653	320
000019	MT	Rondonópolis, de Alto Araguaia, Km 6	16° 17'S	54° 16'W	08/84	40	LC6794	180
000027	MT	Cuiabá, BR 364 Rondonópolis-Cuiabá, Km 113	15° 43'S	55° 43'W	08/84	300	LC6812	455
000035	MT	Cuiabá, rod. Cuiabá-Rosário, Km 25, rio Machado.	15° 22'S	56° 13'W	08/84	30	LC6864	175
000043	MT	Cáceres, BR 070 Cuiabá-Cáceres, Km 168	17° 05'S	57° 16'W	08/84	5	LC6926	40
000051	MT	Barra dos Bugres, MT 339, Cristianópolis Km 47	15° 11'S	57° 43'W	08/84	5	LC6979	200
000060	MT	Denize, rod. MT 343 Denize/Arcanópolis Km 6	14° 46'S	57° 05'W	08/84	50	LC7010	230
000078	PA	Itaituba, BR 163 Cuiabá-Santarém, Divisa Km 185	07° 54'S	55° 11'W	08/84	40	LC7101	325
000094	MT	Santa Terezinha, Vila Rica-Porto Alegre do Norte, Km 59	10° 17'S	51° 13'W	09/84	30	LC7234	330
000116	MT	Nova Xavantina, rod. BR 158, Água Boa - Nova Xavantina, Km 78	14° 38'S	52° 22'W	09/84	15	LC7347	320
000124	MT	Nova Xavantina, rod. Nova Xavantina - Barra do Garças, Km 26	14° 54'S	52° 17'W	09/84	60	LC7353	380
000132	GO	Aragarças, rod. para Iporã, GO-060, Km 129	16° 21'S	51° 20'W	09/84	20	LC7374	450
000191	GO	Campos Belos, rod. para Aurora do Norte, Km 24	13° 01'S	46° 37'W	08/93	6920	8701*	650
000205	GO	Campos Belos, rod. para Galheiros, Km 21	13° 10'S	46° 46'W	08/93	62	8702*	530
000213	GO	Divinópolis de Goiás, estrada de Campos Belos, Km 52	13° 15'S	46° 28'W	08/93	2058	8703*	700
000221	GO	Posse, BR 020, estrada para Alvorada do Norte, Km 21	14° 15'S	46° 30'W	08/93	8704	8704*	780
000515	GO	Formosa, rod. BR-020, Formosa-Alvorada do Norte, Km 160	14° 53'S	46° 52'W	08/93	1190	1707**	560
000523	MT	Nova Xavantina, BR 158, Nova Xavantina - Água Boa, Km 22	14° 35'S	52° 14'W	09/94	528	Pz/W01	
000531	MT	Nova Xavantina, BR 158, Nova Xavantina-Água Boa, Km 43 - 77	14° 18'S	52° 16'W	09/94	530	Pz/W02	
000540	MT	Nova Xavantina, BR 158, Nova Xavantina - Barra do Garças, Km 27	14° 53'S	52° 18'W	09/94	725	Pz/W03	
000558	MT	Nova Xavantina, BR 158, Nova Xavantina - Barra do Garças, Km 65,5	15° 09'S	52° 15'W	09/94	30	Pz/W04	
000566	GO	Piranhas, BR 060, Barra do Garças - Goiânia, Km 105	16° 32'S	51° 48'W	09/94	1990	Pz/W06	
000574	GO	Arcanópolis, rod. 060, Barra do Garças - Goiânia, Km 157	16° 28'S	51° 25'W	09/94	437	Pz/W07	

* Lidio Coradin, Esteban A. Pizarro, Glóscimar P. Silva.

** Glóscimar P. Silva, Izaney Oliveira.

Pz = Esteban A. Pizarro. W = W. L. Werneck.

La participación del CIAT se inició en 1993.

Avaliação Agronômica da *Cratylia argentea* na Zona da Mata de Minas Gerais

Deise Ferreira Xavier
Margarida Mesquita Carvalho*

Resumo

A Zona da Mata de MG caracteriza-se por apresentar topografia montanhosa e como vegetação predominante, pastagens naturalizadas de capim-gordura (*Melinis minutiflora*, Beauv.). Um dos solos de maior ocorrência é o latossolo vermelho-amarelo, de baixa fertilidade natural e acidez elevada. Nesse solo foram realizados estudos com a *Cratylia argentea*, visando conhecer seu potencial forrageiro para suplementar a alimentação de gado leiteiro. Esta leguminosa teve crescimento inicial lento, porém após essa fase revelou-se capaz de produzir grande quantidade de matéria seca com teores de proteína bruta elevados, variando de 20% a 28%. Em experimento conduzido em casa de vegetação verificou-se que a *C. argentea* responde positivamente a aplicações de calcário e de P. Os resultados sugerem que a calagem poderá contribuir para reduzir as necessidades de P para o estabelecimento da *C. argentea* no solo estudado.

Summary

The Zona da Mata region of Minas Gerais, Brazil, is characterized by mountainous topography, the presence of low fertility, highly acidic red-yellow latosols, and the predominance of naturalized pastures of molasses grass (*Melinis minutiflora*). In studies carried out in the area, *Cratylia argentea* showed slow initial growth but, after establishment, produced high amounts of dry matter, with a crude protein content between 20% and 28%. In the greenhouse, *C. argentea* gave a significant response to the application of phosphorus; the application of lime reduced the requirements of phosphorus during establishment.

Introdução

Algumas espécies de leguminosas arbustivas de ocorrência natural ou espontânea em pastagens naturalizadas e

cultivadas no Brasil, apresentam-se com bom potencial forrageiro. Entre estas espécies, *Cratylia argentea* (ex. *floribunda*), possui boa produção de forragem e ainda mantém-se verde durante todo o ano (Otero, 1961).

* Pesquisadoras da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite (EMBRAPA/CNPGL), Rodovia MG 133, km 42, CEP 36155-000, Coronel Pacheco, MG, Brasil.

Esta leguminosa vegeta naturalmente nas Regiões Norte (Serrão e Simão Neto, 1975; Hecht, 1978), Nordeste (Silva e Lima, 1980), Sudeste (Costa et al., 1978) e Centro-Oeste (CIAT, 1990) do Brasil. Devido a suas características singulares —planta lenhosa de crescimento volúvel, enraizamento fácil ao longo dos caules, tolerância a seca e a solos ácidos e de baixa fertilidade, entre outras— poderá ser uma boa opção forrageira, principalmente em sistemas sustentáveis.

Diante da pouca informação disponível na literatura sobre *C. argentea*, foram realizados trabalhos preliminares com esta planta, visando conhecer o seu potencial de forragem em condições de áreas montanhosas da Zona da Mata de Minas Gerais. Foi verificada também, sua exigência à aplicações de fósforo (P) e calcário em condições de casa de vegetação em um Latossolo Vermelho-Amarelo, solo representativo da região em questão. Os resultados desses estudos são apresentados no presente documento.

Materiais e Métodos

Os experimentos foram conduzidos no Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite (CNPGL), Coronel Pacheco, Minas Gerais, situado a 21° 33' de latitude sul e 43° 06' de longitude oeste. A altitude varia de 410 m na parte mais baixa até 704 m no ponto mais alto. O clima da região é do tipo Cwa, clima tropical mesotérmico úmido, com verão quente e chuvoso (outubro a março) e inverno frio e seco (abril a setembro). A precipitação média anual é de 1500 mm. A amplitude térmica é superior a 5 °C e a temperatura promedia anual é de 19.5 °C. Os dados de precipitação e temperaturas máxima e mínima referentes a 1987 e 1988 são apresentados na Figura 1.

O experimento 1 foi montado em Latossolo Vermelho-Amarelo, numa área com declividade de aproximadamente 20%, com as seguintes características químicas:

pH em água (1:2.5) = 4.7, 2.3% de M.O., 1.9 ppm de P, 38 ppm de K; e 1.2, 0.21 e 0.15 de meq/100 g de Al, Ca e Mg, respectivamente. Por ocasião do plantio foram aplicados 2 t/ha de calcário dolomítico e realizada uma adubação básica de 45 kg/ha de P como superfosfato simples, 50 kg/ha de K forma de cloreto de potássio e 500 g/ha de molibdato de sódio.

A área da parcela foi de 11 x 21 m com duas repetições e com espaçamento de 1.5 m entre linha e duas plantas por metro linear. Utilizou-se sementes de *C. argentea* existente no CNPGL, que originalmente foram trazidas do Município de Rio Verde, Goiás. As sementes não foram escarificadas e nem inoculadas com rizóbio.

Foram determinadas curvas de crescimento sob duas alturas de corte: 0.20 e 0.40 m da superfície do solo. Em cada avaliação foram utilizadas quatro plantas por parcela.

Cratylia argentea foi plantada em janeiro 13 de 1987. Em maio 11 foi feito um corte de uniformização, e a partir deste corte foram feitas avaliações de produção de matéria seca (MS) e teor de nitrogênio (Bremner, 1965) a intervalos de 21 dias para cada altura de corte (0.20 e 0.40 m), totalizando-se 10 idades de corte entre 21 e 210 dias.

A capacidade de rebrota foi medida a cada 28 dias nas cinco primeiras idades de corte (21, 42, 63, 84 e 105 dias). Para as idades de corte de 21, 42 e 63 dias, realizaram-se quatro cortes e para as idades de corte de 84 e 105 dias foram feitos três e dois cortes, respectivamente. Em cada corte foram avaliados o peso da MS a 65 °C e o teor de nitrogênio.

Após a obtenção dos dados da curva de crescimento e de rebrota foi feito um corte de uniformização em março de 1989 e após 2 meses de crescimento foram realizados estimativas de digestibilidade da

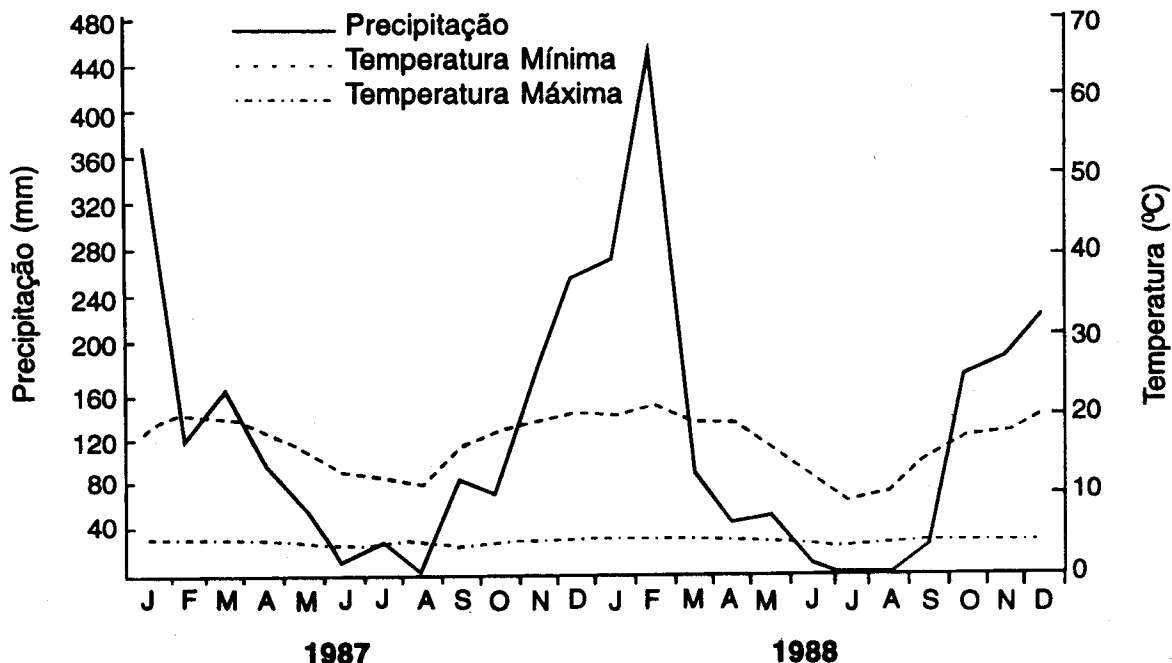


Figura 1. Dados de precipitação e temperaturas máxima e mínima referentes aos anos de 1987 e 1988.

C. argentea. Utilizou-se três carneiros machos, castrados com peso médio de 43 kg, os que permaneceram 19 dias em gaiolas metabólicas recebendo caule e folha picada no cocho, água e mistura mineral à vontade. Verificou-se no alimento e nas fezes as determinações de: MS, PB pelo método de Kjeldahl, fibra detergente neutro (FDN) e fibra detergente ácido (FDA) pelo método Van Soest (1963).

O experimento 2 foi instalado em casa de vegetação em vasos de 3 kg com solo classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo álico, com as seguintes características químicas: pH em água (1:2.5) = 4.60, M.O. = 3.15%, P = 1.8 ppm, K = 32.5 ppm e, 1.22, 0.15 e 0.21 meq/100 g de Al, Ca e Mg, respectivamente. O solo foi coletado de zero a 15 cm de profundidade e passado através de peneira com malha de 2 mm de diâmetro.

O esquema experimental foi o de

blocos ao acaso, num fatorial de 7 x 3 com três repetições e os seguintes tratamentos: (1) sete doses de P correspondentes a: 25 (P1), 50 (P2), 100 (P3), 150 (P4), 200 (P5), 300 (P6) e 400 (P7) kg/ha na forma de NaH_2PO_4 ; (2) três doses de calcário correspondentes a: 500 (C1), 2000 (C2) e 4000 (C3) kg/ha, usando-se uma mistura de $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$, sendo Ca:Mg = 4.1 em equivalentes, correspondendo ao valor de neutralização (VN) de 1000 kg/ha de CaCO_3 (Siqueira et al., 1980).

Todos os vasos receberam uma adubação potássica na forma de K_2SO_4 correspondentes a 100 kg/ha de K_2O e os seguintes nutrientes por quilograma de solo: 150 mg de $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 15.8 mg de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; 8.91 mg de $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 0.30 mg de H_3BO_3 ; 0.50 mg de $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; 20 mg de $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 10 mg de N na forma de NH_4NO_3 .

O $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$ foi colocado 90 dias antes do plantio. Os demais nutrientes

foram aplicados no plantio.

O plantio foi efetuado em fevereiro 21 de 1989. Cada vaso recebeu cinco sementes pré-germinadas em placas de Petri com 1.5% de agar, deixando-se após o desbaste, três plantas por vaso. A colheita foi feita em abril 5 de 1989, onde avaliou-se: o peso da MS da parte aérea e das raízes após secagem a 65 °C, as concentrações de N (BREMNER, 1965) e de P, Ca e Mg da parte aérea. Para a avaliação desses elementos procedeu-se a digestão nitroperclórica, sendo as concentrações de Ca e Mg determinadas por espectrofotometria de absorção atômica e a de P por colorimetria.

Foram feitas também análises de Ca, Mg, K e Al no solo segundo método da EMBRAPA (1979). Para interpretação dos dados, utilizaram-se análises de variância e de regressão através do software NTIA.

Resultados e Discussão

Estabelecimento

Cratylia argentea é uma planta que tem o crescimento inicial lento quando comparada com leguminosas herbáceas e algumas arbustivas de ciclo curto. A título de comparação foram plantadas junto à área do experimento, as espécies *Cajanus cajan* e *Leucaena leucocephala*, utilizando-se as mesmas quantidades e fontes de calcário e adubos, como também plantadas na mesma data da *C. argentea*. Com 2 meses após o plantio, *C. cajan*, *C. argentea* e *L. leucocephala* apresentaram 1.50 m, 0.45 m e 0.10 m de altura, respectivamente. Assim, *C. argentea* exibiu desenvolvimento inicial intermediário entre as outras duas espécies.

Cratylia argentea com 10 meses de idade apresentou 1.90 m de altura, com produções de MS de 4.9 t/ha. A porcentagem de folhas estimada foi de 70%. Com relação ao grau de

sobrevivência, não foi observada nenhuma falha na germinação e no desenvolvimento das plantas.

Não foi feita a inoculação das sementes, no entanto, foi registrada a presença de nódulos ativos (coloração interna rósea) nas plantas em condições de campo. *Cratylia argentea* nodula com estirpes de rizóbio do grupo "cowpea" e estas bactérias são comuns em solos tropicais. Entretanto, o grau de efetividade da simbiose nesse grupo pode variar muito de espécie para espécie (Date, 1977) e, além disso, ocasionais falhas de nodulação podem ocorrer devido a alguns fatores abióticos (Munns e Franco, 1982). É oportuno ressaltar a necessidade de trabalhos de seleção de estirpes eficientes para *C. argentea* para maximizar a fixação biológica de N₂.

Produção de Matéria Seca e Proteína

As alturas de corte utilizadas não afetaram significativamente a produção de MS e o teor de N. Os dados apresentados nas curvas de crescimento e de nitrogênio correspondem a médias das duas alturas de corte.

Durante o período experimental de 210 dias observou-se que os dados de MS da *C. argentea* se adequaram a uma curva do tipo cúbico, com a equação:

$$Y = 74.47 - 654X + 0.147X^2 - 4.467 \cdot 10^{-4}X^3 \quad (R^2 = 0.97)$$

onde Y é a estimativa da produção de MS em g/planta e X a idade de corte expressa em dias (Figura 2). No início da curva, aos 21, 42 e 63 dias após o corte de uniformização, pode-se observar um crescimento pouco expressivo (Figura 2). Aos 84 dias do corte de uniformização, a produção de MS verificada foi de 297 g/planta, correspondendo a 4 t/ha por

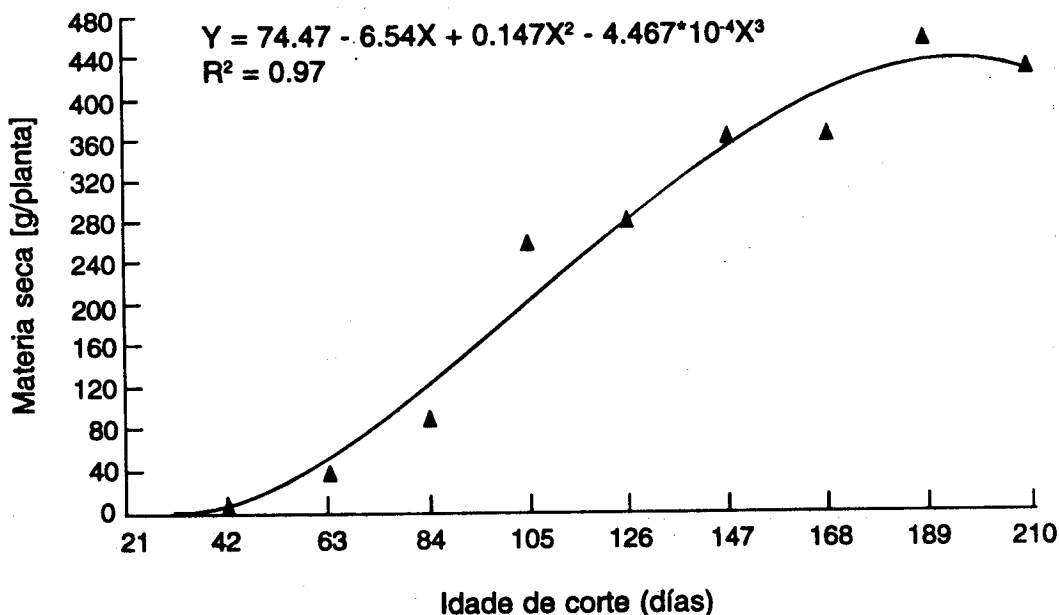


Figura 2. Curva de crescimento acumulativo da *Cratylia argentea* expresso por matéria seca (g/planta).

corte. A produção máxima de forragem ocorreu aos 189 dias e foi de 1.07 g de MS por planta (14 t/ha de MS por corte). Este corte coincidiu com o início do período de escassez de forragem.

As produções acumulativas de MS encontradas para *C. argentea* foram expressivas quando comparadas à leucena (*L. leucocephala*), leguminosa de potencial forrageiro reconhecido. Primavesi et al. (1994), trabalhando em um Latossolo-Vermelho Amarelo distrófico localizado em São Carlos (SP) relataram, produções de MS anuais variando de 6.7 a 9.8 t/ha para seis genótipos de leucena.

A análise da concentração de nitrogênio da *C. argentea* revelou que ela é capaz de produzir grandes quantidades de proteína bruta. Os dados se ajustaram a uma curva do tipo quadrático representada pela equação:

$$Y = 8.41 - 8.61 \cdot 10^{-3}X + 2.87 \cdot 10^{-4}X^2 \quad (R^2 = 0.97)$$

sendo que Y é a estimativa da concentração de N na forragem e X a idade da planta expressa em dias (Figura 3). Aos 21, 42 e 63 dias do corte de uniformização foram observados valores altos. Aos 84 dias a concentração de proteína bruta (N x 6.25) caiu para 20%, entretanto, este valor está de acordo com os citados pela literatura para algumas leguminosas, tanto tropicais como temperadas. A leucena apresenta entre 20% e 25% de proteína bruta (Hutton, 1984) e a alfafa (*Medicago sativa*) entre 16% e 20% de proteína bruta (Nuernberg, 1986).

Os dados da produção de N-total, são observados na Figura 4. A equação encontrada é:

$$Y = -3.68479 + 0.151864 X$$

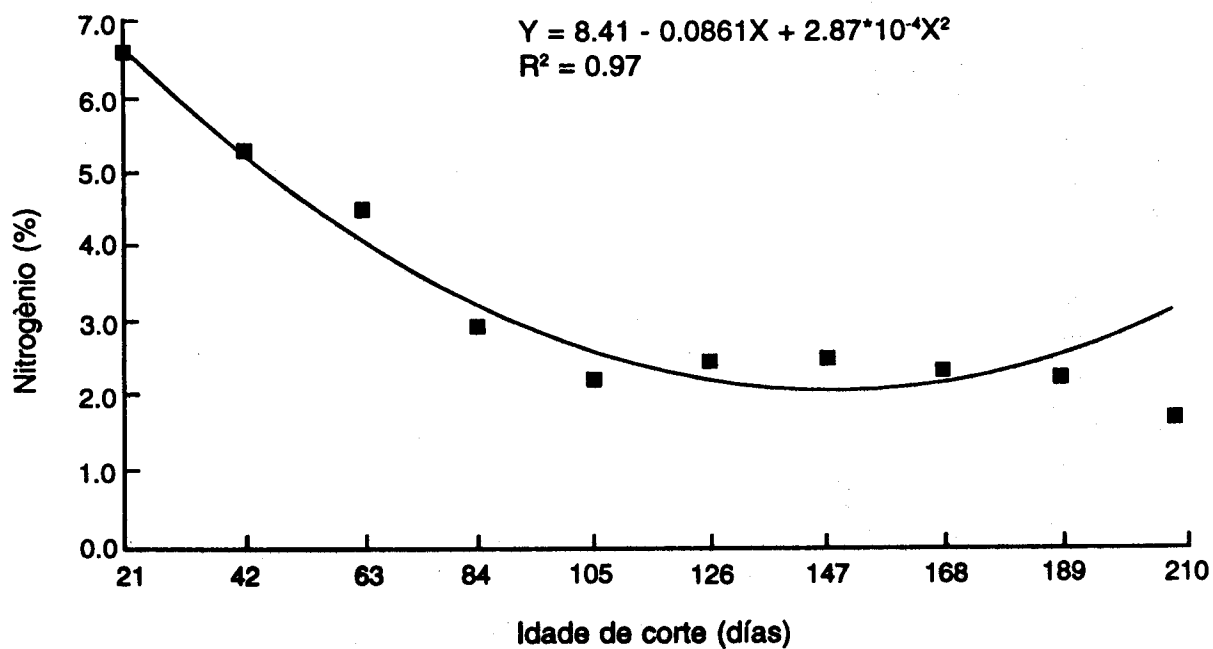


Figura 3. Efeito da idade sobre a concentração de N na *Cratylia argentea*.

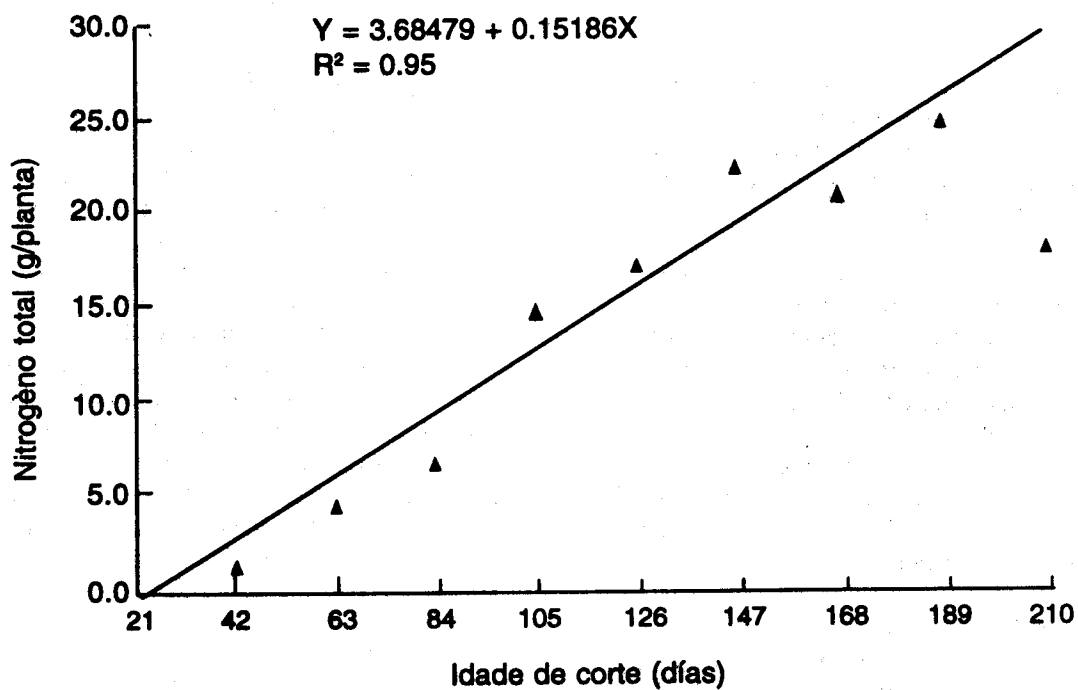


Figura 4. Nitrogênio total acumulativo de *Cratylia argentea*.

Tabela 1. Efeito da idade do primeiro corte na rebrota da *Cratylia argentea*, expressa em matéria seca (MS), N (%) e N-total.

Idade do primeiro corte (dias)	Corte (no.)	MS total (g/planta)	Crescimento (g/planta)*	N (%)	N-total* (g/planta)
21	4	122.0 bc**	30.5 a	4.5 a	1,32 a
42	4	136.2 ab	34.1 a	4.2 a	1.34 a
63	4	186.5 a	46.6 a	4.2 a	1.87 a
84	3	112.5 bc	37.5 a	4.4 a	1.54 a
105	2	64.8 c	32.4 a	4.4 a	1.35 a

* Corte cada 28 dias.

** As médias seguidas por letras iguais dentro de cada coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (5%).

sendo que Y é a estimativa do N-total expressa em g/planta e X a idade da planta em dias, indicando um efeito de acumulação com o tempo. Os dados da rebrota da *C. argentea*, após as cinco primeiras idades de corte (cuja produção foi utilizada para a determinação da curva de crescimento), indicam que a produção total da rebrota foi influenciada pela idade do primeiro corte (Tabela 1). Com a idade de 63 dias, obteve-se a mais alta produção total de MS, embora essa não tenha diferido da idade de 42 dias. No entanto, a taxa média de crescimento da rebrota em g/planta aos 28 dias não diferiu significativamente entre as idades de corte. A concentração de N e o N-total também não apresentaram diferenças significativas entre as idades ao primeiro corte e os valores médios encontrados foram respectivamente 4.33% e 1.48 g/planta.

Composição química e digestibilidade

A concentração e digestibilidade da MS, PB e componentes da parede celular da *C. argentea* com 2 meses após um corte de uniformização são apresentados na Tabela 2. Os valores da composição da

planta apresentam-se em concordância com os citados para algumas forrageiras.

O valor estimado para a digestibilidade da MS (57%) foi satisfatório, quando comparado com outras leguminosas tropicais que apresentam em média 57% (Minson e Wilson, 1980). Já a digestibilidade da PB apresentou um valor elevado (75%). Roston e Andrade (1992) através de levantamento de dados de digestibilidade da PB encontraram valores variando de 48% a 78% para leguminosas tropicais.

A digestibilidade da fibra encontrada está dentro dos valores estimados para leguminosas forrageiras. Villaquirán e Lascano (1986) mencionaram valores de 63%, 45% e 61% para FDN e de 58%, 39% e 53% para FDA em *Centrosema macrocarpum*, *Stylosanthes macrocephala* e *S. guianensis*, respectivamente.

Observações de florescimento e produção de sementes

Na Zona da Mata-MG, *C. argentea* floresce de maio e junho. Foi registrado um

Tabela 2. Composição química e digestibilidade da *C. argentea* com 2 meses de rebrota.

Componentes	Porcentagem	Digestibilidade (%)
MS	26.6	57
PB	21.3	75
FDN	67.6	54
FDA	39.0	34

florescimento intenso, entretanto com grande queda das flores, possivelmente em decorrência da presença de insetos polinizadores de grande porte como é o caso da mamangava (*Centris xylocopa*) que durante o processo de polinização ocasiona ruptura do pedicelo. Assim, verifica-se nessa região pouca produção de sementes, cerca de 29 kg/ha, das quais 58% apresentavam coloração preta e 42% marron.

Incidência de pragas e insetos

Os ataques de pragas e insetos foram raros, sem relevância para a produção de forragem. No entanto, há registro de incidência de pragas e insetos no norte de Minas Gerais (Costa et al., 1978).

Resposta a aplicação de calcário e fósforo

Durante o período de crescimento da *C. argentea* nas condições de casa de vegetação, não houve nodulação das plantas. Portanto, os resultados obtidos no experimento 2 refletem apenas o efeito das aplicações de calcário e de fósforo sobre o crescimento inicial da planta. O N utilizado pelas plantas foi o disponível no solo e mais 10 ppm adicionado aos vasos no início do experimento.

A aplicação das doses crescente de calcário teve efeito positivo sobre o

crescimento da parte aérea da planta, porém não afetou o crescimento das raízes (Tabela 3). O aumento no crescimento da parte aérea foi acompanhado de um incremento significativo nas concentrações de N, P, Ca e Mg (Tabela 3), representando portanto maior absorção desses nutrientes pela planta.

As principais mudanças nas características químicas do solo pela calagem foram, aumento no pH e nos níveis de Ca e Mg e redução no Al trocáveis (Tabela 4). Essas mudanças promoveram acréscimo considerável na porcentagem de saturação por bases a pH 7 — a cada incremento de calcário — e redução na saturação por alumínio. É provável que a resposta da *C. argentea* a aplicação de calcário esteja mais relacionada com o aumento na saturação de bases, uma vez que a saturação por Al na dosagem intermediária de calcário já se apresentava muito baixa, da ordem de 9.7% (Tabela 4). Nesse mesmo solo, Carvalho et al. (1988) obtiveram resposta acentuada a calagem (4 t/ha), por quatro leguminosas forrageira de porte herbáceo.

O crescimento da parte aérea da *C. argentea* também aumentou significativamente com as doses crescentes de P, nas três doses de calcário (Figura 5). Os dados, quando submetidos a análise de regressão se ajustaram melhor a um modelo quadrático, com as seguintes equações:

Tabela 3. Efeito de doses de calcário sobre a produção de MS e concentração de nutrientes na *Cratylia argentea* em casa de vegetação^a.

Calcário	Produção de MS (g/vaso)		N	P	Ca	Mg
	Aérea	Rafzes				
500	5.36	2.62	2.26	0.11	0.77	0.24
2000	6.13	2.68	2.20	0.11	1.51	0.28
4000	7.05	2.58	2.85	0.13	1.58	0.34
ANOVA ^b	**		NS	**	**	**

a. Média de doses de P e três repetições.

b. ANOVA: ** = diferenças significativas ao nível de 1%; NS = diferenças não significativas.

Tabela 4. Características químicas do solo sob efeito de três doses de calcário^a.

Calcário (kg/ha)	pH em água	Cátions trocáveis (meq/100 g)				Saturação (%)	
		Ca	Mg	K	Al	Al	Bases (pH = 7)
500	4.71	0.46	0.16	0.08	0.80	53.3	10.6
2000	4.89	1.66	0.31	0.07	0.22	9.7	31.2
4000	5.65	3.08	0.48	0.06	0.04	1.1	58.3

a. Médias de três repetições.

$$C1 : Y = 3.8996 + 1.4828 \cdot 10^{-2}X - 2.435 \cdot 10^{-5}X^2, R^2 = 96\%$$

$$C2 : Y = 4.8216 + 1.3774 \cdot 10^{-3}X - 2.362 \cdot 10^{-5}X^2, R^2 = 86\%$$

$$C3 : Y = 4.9852 + 1.7421 \cdot 10^{-2}X - 2.120 \cdot 10^{-5}X^2, R^2 = 94\%$$

Observa-se que a calagem contribuiu para aumentar a eficiência do P, incrementado o crescimento da parte aérea dentro de cada dose de P aplicada (Figura 5). Esse efeito foi mais acentuado na dose mais alta de calcário, quando

associada com as doses mais altas de P. Nesse tratamento (C3) a dose de P associada com o crescimento máximo da *C. argentea* foi 420 kg/ha, enquanto para os tratamentos C2 e C1 foi 291 e 304 kg/ha de P, respectivamente. O aumento na absorção de nutrientes, inclusive de P, deve ter contribuído para o maior crescimento da planta nos tratamentos indicados. Os resultados do experimento em casa de vegetação sugerem que em condições de campo as aplicações de calcário e P contribuam para acelerar o estabelecimento da *C. argentea*.

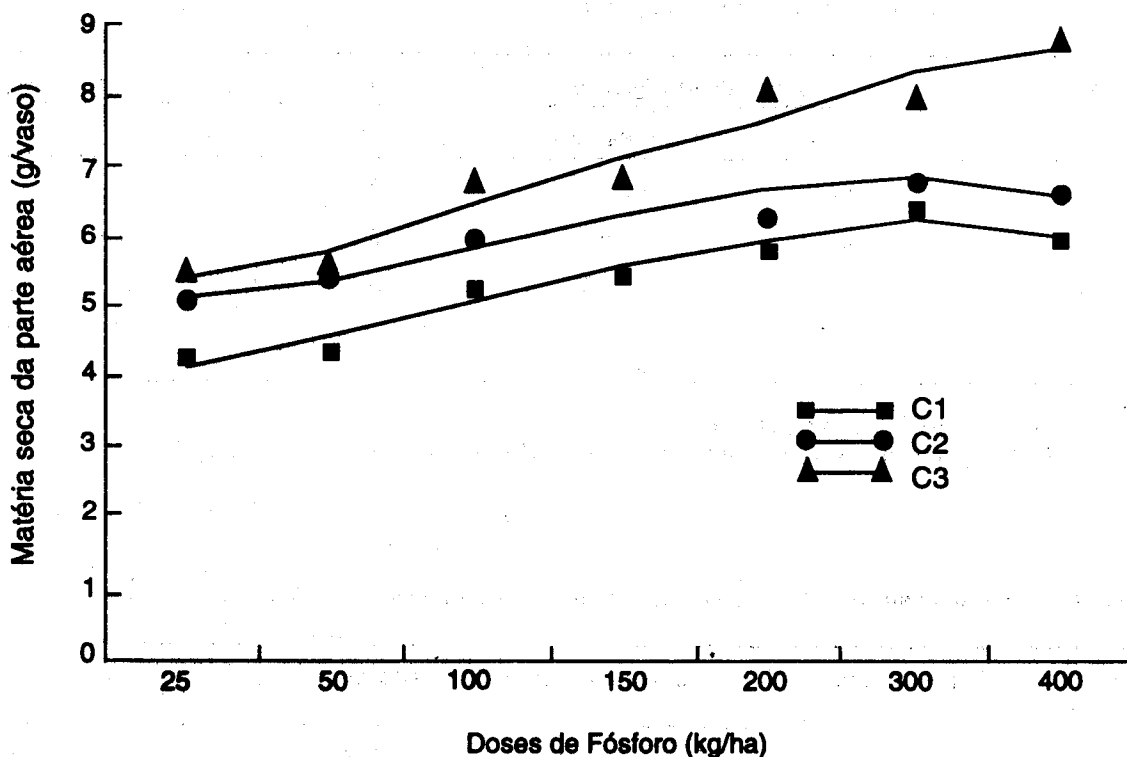


Figura 5. Efeito de doses de fósforo e de calcário no crescimento da *Cratylia argentea*.

Conclusões

1. Na Zona da Mata de Minas Gerais, *C. argentea* apresenta crescimento inicial lento, porém após esta fase sua produção de matéria seca é expressiva.
2. *Cratylia argentea* apresenta alta concentração de proteína bruta na forragem.
3. A concentração dos componentes da parede celular e a digestibilidade foram comparáveis com as de outras forrageiras tropicais, destacando-se a alta digestibilidade da PB.
4. A aplicação de calcário pode contribuir para acelerar o estabelecimento e diminuir os requerimentos iniciais de P.

Referências

- Bremner, J. M. 1965. Total nitrogen. Em: Black, C. A. (ed.). Methods of soil analysis. Madison. American Society of Agronomy. Agron. J. 9:1149-1178.
- Carvalho, M. M.; Saraiva, O. F.; Oliveira, F. T. T.; e Martins, C. E. 1988. Respostas de leguminosas forrageiras tropicais à calagem e ao fósforo, em casa de vegetação. Rev. Brasil. Cien. Solo 15(2):153-159.

- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1990. Agronomía Cerrados. In: Programa de Pastos Tropicales. Informe Anual 1989. Cali. Documento de trabajo no. 69:7-1.
- Costa, N. M. de S.; Ferreira, M. B.; e Curado, T. de F. C. 1978. Leguminosas nativas do Estado de Minas Gerais: Coletas e avaliações preliminares de alguns gêneros. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Belo Horizonte, MG, Brasil. 63 p.
- Date, R. A. 1977. Inoculation of tropical pasture legumes. In: Exploiting the legume-rhizobium symbiosis in tropical agriculture. Proceedings. Miscellaneous Publ. no. 145. University of Hawaii, Dept. Agronomy Soil Sci., Maui. p. 293-311.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). 1979. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro-RJ. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro (s.p.)
- Hecht, S. 1978. Leguminosas espontâneas en praderas Amazonicas cultivadas y su potencial forrajero. In: Tergas, L. E. e Sánchez, P. A. (eds.). Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 71-84.
- Hutton, E. M. 1984. Legumes for animal production from Brazilian pastures. In: Reunión Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (SBZ). 21. 1984 Belo Horizonte. Anais. Belo Horizonte. 18 p.
- Minson, D. J. e Wilson, J. R. 1980. Comparative digestibility of tropical and temperate forages: A contrast between grasses and legumes. J. Aust. Inst. Agric. Sci. 46:247-249.
- Munns, D. N. e Franco, A. A. 1982. Soil constraints to legumes production. In: Graham, P. H. e Harris, S. C. (eds.). Biological nitrogen fixation technology for tropical agriculture. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 133-52.
- Nuernberg, N. J. 1986. Técnicas de produção de alfafa. In: Congresso Brasileiro de Pastagens. Piracicaba. Anais. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiros (FEALQ), Brasil. p. 145-160.
- Otero, J. R. de. 1961. Informações sobre algumas plantas forrageiras. Série didática no. 11. Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro, Brasil. 334 p.
- Primavesi, A. C. A.; Primavesi, O.; e Dantas, M. S. F. 1994. Avaliação agrônômica de genótipos de *Leucaena* em São Paulo, Brasil. Pasturas Trop. 16(3):17-21.
- Roston, A. J. e Andrade, P. 1992. Índices de valores nutritivos de forrageiras tropicais. Rev. Soc. Bras. Zootec. 21(4):674-682.
- Serrão, E. A. S. e Simão Neto, M. 1973. The adaptation of tropical forages in the Amazon region. In: Proceedings of Symposium held at Las Vegas. ASA Special Publication no. 24. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America and Soil Science Society of America. p. 31-52.
- Silva, M. de A. e Lima, J. L. S. de. 1980. Forrageiras nativas do trópico semi-árido. Pesqui. Agropecu. Pernambucana 4:5-19.
- Siqueira, C.; Carvalho, M. M.; Saraiva, O. F.; e Oliveira, F. T. T. 1980. Resposta de três gramíneas forrageiras tropicais à aplicação de calcário e fósforo em um solo ácido. In: Congresso Brasileiro de Zootecnia. Fortaleza. Anais. p. 473.
- Van soest, P. J. 1963. Use of detergents in the analysis of fibrous feed. 1: Preparation of fiber residues of low nitrogen content. J. Assoc. Agric. Chem. 46(5):825-882.
- Villaquirán, M. e Lascano, C. 1986. Caracterización nutritiva de cuatro leguminosas forrajeras tropicales. Pasturas Trop. 8(2):2-6.

Introducción y Evaluación de Leguminosas Forrajeras Arbustivas en el Cerrado Brasileño

Esteban A. Pizarro
Marcelo Ayres Carvalho
Allan K. B. Ramos*

Resumen

Entre 1991 y 1995, se evaluaron en el Cerrado brasileño 10 géneros y 88 accesiones de especies arbustivas. En estas accesiones, la producción total de MS acumulada durante 1 año de crecimiento varió entre 0.5 t/ha para *C. argentea* CIAT 18516 y 2.5 t/ha para *Mimosa* sp. CNPAB 0040. El rango de producción entre las accesiones de *C. argentea* varió entre 0.5 t/ha (CIAT 18516) y 2.2 t/ha (CIAT 18675). *Cratylia argentea* CIAT 18516 es la accesión más evaluada en Centro América, siendo la de menor producción en el Cerrado brasileño. A pesar del reducido número de accesiones de esta leguminosa disponibles y evaluadas, existe una alta variación en producción (hoja y tallos), y en la relación hoja:tallo. En la pequeña colección disponible de *C. argentea* existe variación, tanto en los componentes de producción como en la calidad (PB, DIVMS).

La evaluación preliminar del desarrollo y distribución del sistema radicular, 4.5 años después de la siembra, en cuatro accesiones contrastantes, sugiere que la mayor capacidad de producción, así como de retención de hojas durante el período seco de *Cratylia* en comparación con *Leucaena*, pueden estar relacionados con las características de dicho sistema. La profundidad alcanzada por las raíces de *C. argentea* CIAT 18516 y 18675 varió entre 1.80 m y 1.30 m, respectivamente; por el contrario, las raíces de *Leucaena* BRA-001911 penetraron hasta 0.65 m y las del cv. Texas hasta 0.40 m.

Los resultados obtenidos en 5 años de investigación con leguminosas arbustivas en el Cerrado, permiten concluir que los géneros *Cratylia*, *Gliricidia* y *Mimosa* son los más promisorios y deben continuarse los estudios sobre recolección, introducción y evaluación agronómica de ellos.

Es importante resaltar el buen comportamiento de todas las accesiones de *C. argentea* evaluadas, especialmente por su retención de hojas, mantenimiento del color verde de las mismas durante el período seco, el valor nutritivo en las hojas adheridas y caídas, su estado fitosanitario y su buena producción de semillas.

Summary

Between 1991 and 1995, 10 genera and 88 accessions of shrub species were evaluated in the Brazilian Cerrados. The total cumulative DM production of these

* Respectivamente: Ing. Agr., Ph.D., Coordinador de la RIEPT-Sabanas; y Agrónomos del Proyecto Colaborativo EMBRAPA/CPAC-CIAT, Brasília, DF., Brasil.

species during the first year of growth ranged between 0.5 t/ha for *Cratylia argentea* CIAT 18516 and 2.5 t/ha for *Mimosa* sp. CNPAB 0040. Among the accessions of *C. argentea*, production ranged between 0.5 t/ha (CIAT 18516) and 2.2 t/ha (CIAT 18675). Although *C. argentea* CIAT 18516 is the accession that has been most widely tested in Central America, its production was the lowest in this evaluation. Despite the limited number of accessions of this legume that are available and have been evaluated, large variations have been observed in leaf and stem production and in leaf:stem ratios. Variation has also been found in quality (crude protein, in vitro dry matter digestibility).

The development and distribution of the root system of four contrasting *Cratylia* accessions was evaluated. Preliminary results, 4.5 years after seeding, suggest that the greater production capacity and leaf retention of *Cratylia* during the dry season, as compared with *Leucaena*, may be related to the root system. Roots of *C. argentea* CIAT 18516 and 18675 reached a depth between 1.80 m and 1.30 m, respectively, while those of *Leucaena* BRA-001911 only penetrated up to 0.65 m and those of cv. Texas, up to 0.40 m.

The results of 5 years of research with shrub legumes in the Cerrados indicate that *Cratylia*, *Gliricidia*, and *Mimosa* are the most promising genera and that further studies should be conducted on their collection, introduction, and agronomic evaluation.

It is important to highlight the good performance of all *C. argentea* accessions tested, especially regarding leaf retention, maintenance of the green color of leaves during the dry season, the nutritive value in the attached and dropped leaves, low disease incidence, and good seed production.

Introducción

Las sabanas isotérmicas bien drenadas, denominadas Cerrado, están localizadas en la región centro-oeste del Brasil y ocupan aproximadamente el 22% del territorio nacional. En ellas predominan Oxisoles, profundos y bien drenados con baja retención de humedad. Entre sus características químicas se destacan la alta fijación de fósforo y la saturación de aluminio, y los bajos valores de pH, calcio, azufre y zinc.

Una de las mayores limitaciones en la región es la duración e intensidad del período seco que dificulta, aún más, el éxito en la selección de nuevo germoplasma. Una opción, poco estudiada hasta el momento, es la introducción de especies arbustivas nativas y exóticas que tienen, entre otras ventajas, un rápido establecimiento, una buena capacidad de colonización del área, un sistema radicular profundo, una alta

persistencia durante los períodos secos, como ocurre con *Cratylia* (Otero, 1961; Purcino y Lynd, 1982), buena tolerancia a bajas temperaturas y fácil manejo en sistemas mixtos de producción.

Con el objeto de evaluar su desempeño agronómico, en 1990 se introdujeron al Cerrado brasileño varias especies y accesiones de leguminosas forrajeras arbustivas. En este capítulo se presentan los principales resultados de estas evaluaciones.

Materiales y Métodos

El germoplasma evaluado provino de los bancos genéticos existentes en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y en el Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiología de la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (CNPAB/EMBRAPA). Inicialmente, este germoplasma se dispuso en vivero en bolsas plásticas con una

Cuadro 1. Características físicas y químicas del suelo en el sitio experimental. Cerrado, Planaltina, DF.

Profundidad (cm)	Arena	Limo	Arcilla	pH (H ₂ O)	Al (% sat.)	MO	N	P ^a (µg/ml)
	(%)					(%)		
0-20	18	20	62	5.9	62	3.0	0.25	0.8
20-40	17	19	64	6.2	45	2.2	0.21	0.7
40-60	16	18	66	6.2	22	1.5	0.18	0.6
60-80	17	19	64	6.2	11	1.2	0.20	0.6
80-100	17	14	69	6.2	6	1.0	0.26	0.6

a. Método de Mehlich.

capacidad de 1 kg de suelo. Tanto en las bolsas como en el campo se utilizó un Oxisol, cuyas características aparecen en el Cuadro 1. En el vivero, las plantas permanecieron durante 3 meses con un sombrero del 50%; cada semana, durante este tiempo se determinó el grado de germinación y sobrevivencia de las plántulas. Noventa días después de la emergencia se estimó el número de hojas/planta.

En enero de 1991, el material se plantó en un campo localizado en el Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (EMBRAPA-CPAC), Planaltina, DF (15° 35' 30" sur; 47° 42' 30" oeste), a 1000 m.s.n.m. En el sitio, la temperatura media es de 22 °C, y el promedio de la precipitación anual es de 1580 mm, distribuida entre octubre y marzo.

En total, se evaluaron 88 accesiones (Cuadro 2), dispuestas en un diseño experimental de bloques al azar con dos repeticiones. Cada repetición estaba formada por seis plantas sembradas en línea a una distancia de 2 m entre ellas y entre líneas. El suelo en el sitio experimental tiene un pH de 5.9, 62% de saturación de aluminio y 3% de MO. Al momento del trasplante de los materiales se fertilizó con el equivalente a 35, 50 y 30 kg/ha de P, K y

FTE, respectivamente, y 1.7 t/ha de calcáreo para alcanzar una saturación de bases de 25%.

Durante los 4 meses iniciales de establecimiento se evaluaron, en forma visual, el índice de adaptación agronómica (IAA), la altura, la cobertura y se estimó el daño causado por plagas y enfermedades.

En el primer año se hicieron evaluaciones agronómicas al inicio y fin de los ciclos seco y lluvioso. Durante el período seco del segundo año (mayo a octubre de 1992), cada mes se hicieron evaluaciones sobre la persistencia de las hojas. Durante el período lluvioso (noviembre de 1992 a marzo de 1993) del tercer año de evaluación, se seleccionaron las accesiones con una adaptación agronómica (IAA) superior al promedio durante los dos últimos períodos secos. Durante el tercer ciclo de mínima precipitación (abril-octubre de 1993), se midió la pérdida de hojas en el material inicialmente seleccionado (Cuadro 3). Para el efecto, se colocaron redes finas (1 mm x 1 mm) debajo de las dos plantas centrales de cada repetición.

Cada semana se recolectaron y pesaron las hojas presentes en estas mallas. Al finalizar el período experimental, el

Cuadro 2. Géneros y especies de leguminosas arbustivas evaluadas en el Cerrado en el período 1991-1995. Planaltina, DF, Brasil.

Género/especie	Accesión CIAT no.
<i>Aeschynomene histrix</i>	8550 - 8896 - 8898
<i>Aeshynomene sensitiva</i>	8225
<i>Cajanus scarabaeoides</i>	17392 - 17394 - 17395 - 17396 - 17454 - 18056 - 18058 18415 - 18419 - 19437 - 19831 - 19832 - 20062 - 20611 20615
<i>C. cajan</i>	Comercial
<i>Codariocalyx gyroides</i>	3001 - 13547 - 13548 - 13984 - 13985 - 13986 - 23736 23737 - 23740 - 23741 - 23742 - 23743 - 23744 - 23745 23746 - 23747 - 23748 - 33129 - 33130 - 33131 - 33133 33134
<i>Cratylia argentea</i>	18516 - 18666 - 18667 - 18668 - 18671 - 18672 - 18673 18674 - 18675 - 18676 - 18957
<i>Dypterix alata</i>	Baru
<i>Flemingia macrophylla</i>	7184 - 17403 - 17405 - 17407 - 17411 - 17412 - 19798 20625 - 20631 - 20744
<i>Gliricidia sepium*</i>	0046
<i>Leucaena leucocephala</i>	cv. Texas - cv. Cunningham - BRA 001911
<i>Mimosa</i> sp.*	0040 - 0041 - 0042
<i>Sesbania</i> sp.	7931 - 7934 - 17533 - 18836 - 18838 - 18840 - 18947 18948 - 19163 - 19167 - 19169 - 19172
<i>S. sesban</i>	19663 - 19679 - 21250
<i>S. aegyptiana</i>	767
<i>S. rostrata</i>	21263

a. Accesiones EMBRAPA-CNPAB.

material total recolectado se agrupó por accesión y por repetición, con el objeto de calcular la cantidad de MS no retenida como un indicativo del grado de defoliación de las accesiones. El contenido de PC y la DIVMS se estimaron en una muestra compuesta de las hojas adheridas al final del período seco y las recolectadas durante el mismo. Al finalizar el cuarto período lluvioso (mayo de 1993), se hizo un corte de uniformización de las accesiones sobrevivientes, a 0.70 m

sobre el suelo. Doce meses más tarde, se repitió el corte para estimar la producción total de MS por planta, de hojas, y de tallos con diámetro entre 5 y 8 mm. La relación hoja:tallo se estimó teniendo en cuenta la producción total de tallos.

En el tercer y cuarto año de experimentación (septiembre de 1994 y 1995) se cosecharon las semillas producidas en el germoplasma seleccionado

Cuadro 3. Leguminosas arbustivas con buen comportamiento agronómico e índice de retención de hojas superior al 25% en el segundo período seco^a.

Género/especie	CIAT no.	Retención de hojas (%)
<i>Mimosa</i> sp. ^b	0040	100
<i>Mimosa</i> sp. ^b	0041 - 0042	75
<i>C. argentea</i>	18666 - 18674	75
<i>G. sepium</i> ^b	0046	50
<i>F. macrophylla</i>	20265 - 20744	50
<i>C. gyroides</i>	23748 - 33129	50
<i>C. gyroides</i>	3001 - 13986 - 23746 - 23747 33131 - 33133	25
<i>Sesbania</i> sp.	7931 - 18947	25

a. Mayo-octubre de 1992, 146 mm acumulados.

b. Número EMBRAPA-CNPAB.

previamente. En junio de 1995 se midió la profundidad de las raíces en accesiones contrastantes seleccionadas: *C. argentea* CIAT 18516 y CIAT 18675, que presentaron alto IAA y retención de hojas durante el período seco, pero diferente producción de MS; y *Leucaena leucocephala* cv. Texas y BRA 001911, que presentaron bajo IAA y baja retención de hojas en el período de mínima precipitación.

En este artículo se presentan los resultados de producción de MS, relación hoja:tallo y retención de hojas para aquellas accesiones seleccionadas que completaron el ciclo de 4 años de evaluaciones.

Resultados y Discusión

Desarrollo de plantas en vivero

En la etapa de vivero, que tuvo una duración de 90 días, se destacaron por su crecimiento las accesiones del género *Cratylia*, que alcanzaron un promedio de 17 cm, y las de los géneros *Cajanus*,

Sesbania, *Mimosa*, *Leucaena* y *Codariocalyx*, que alcanzaron una altura promedio de 8 cm. Las alturas menores se encontraron en las accesiones de los géneros *Flemingia* y *Aeschynomene*, que alcanzaron una altura promedio de 5 cm. Durante este ciclo sólo se observó un daño leve por insectos comedores en las hojas.

Desarrollo de plantas en el campo

En el Cuadro 3 aparecen las accesiones de mejor comportamiento agronómico al final del período seco del segundo año. Como se puede observar, la variación en el nivel de retención de hojas durante este período fue variable, desde 100% para *Mimosa* sp. CNPAB 0040, hasta 25% para accesiones de *C. gyroides* y *Sesbania* sp. La mayoría de las accesiones que persistieron pertenecen a *Mimosa* sp., *C. argentea* y *Gliricidia sepium* y presentaron un nivel de retención de hojas entre 50% y 75%. Estos grupos de accesiones que retuvieron hojas en esta etapa correspondieron al 20% del total evaluado; el 80% restantes perdieron

Cuadro 4. Materia seca disponible (kg/ha por año*) y relación hoja:tallo en leguminosas arbustivas seleccionadas en el Cerrado brasileño, Planaltina, DF.

Especie	Ecotipo CIAT no.	Hojas	Tallos	Planta completa	Relación hoja:tallo
<i>C. argentea</i>	18675	1572 a**	575 abc	2147 ab	2.69 abc
	18674	1450 ab	440 bc	1890 ab	3.09 a
	18676	1185 ab	655 abc	1842 ab	1.88 bcde
	18668	1175 ab	872 ab	2045 ab	1.37 e
	18667	980 ab	317 bc	1297 ab	2.95 ab
	18957	795 ab	572 abc	1367 ab	1.67 cde
	18666	640 ab	425 bc	1067 ab	1.49 de
	18673	547 ab	217 c	765 b	2.51 abcd
	18516	320 b	150 c	470 b	2.06 abcde
<i>G. sepium</i>	0046***	492 ab	215 c	707 b	2.88 ab
<i>Mimosa</i> sp.	0040***	1435 ab	1032	2467 a	1.39 e

* Precipitación acumulada en el período = 1295 mm.

** Valores en una misma columna seguidos de letras iguales no difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según la prueba de Duncan.

*** Número EMBRAPA-CNPAB.

sus hojas durante los 45 días siguientes al inicio del período de mínima precipitación.

La producción de MS total acumulada durante 1 año de crecimiento varió, aproximadamente, desde 500 kg/ha en *C. argentea* CIAT 18516 hasta 2500 kg/ha con *Mimosa* sp. CNPAB 0040 (Cuadro 4). Las producciones obtenidas en este ensayo son inferiores a las encontradas por Xavier et al. (1990) en la región de Coronel Pacheco, MG, Brasil, y por Argel (1994) en dos localidades de Costa Rica. En estas localidades, la producción de MS de *C. argentea* varió desde 16 t/ha en Guápiles (trópico húmedo) hasta 5 t/ha en Atenas (trópico subhúmedo con 5 meses secos).

Cratylia argentea CIAT 18516 es la accesión menos productiva en el Cerrado

brasileño (Cuadro 4), no obstante, ha sido la más evaluada en Centro América. A pesar del reducido número de accesiones disponibles de esta especie, en las evaluaciones se ha encontrado una alta variabilidad en producción de MS y en la relación hoja:tallo, siendo posible encontrar algunas como *C. argentea* CIAT 18666 y 18668 que tienen una relación hoja:tallo similar, y otras como *C. argentea* CIAT 18667, 18673, 18674 y 18675 con una producción de hojas tres veces mayor que la de tallos. Es necesario mencionar que a esta variación en producción está asociada una alta variación en calidad; por ejemplo, Lascano (1992) encontró valores de PC entre 21% y 28%, y de DIVMS entre 53% para *C. argentea* CIAT 18674 y 65% para *C. argentea* CIAT 18666.

Cuadro 5. Pérdida de hojas de leguminosas forrajeras arbustivas durante el período seco (265 mm). Cerrado brasileño, abril-octubre de 1993.

Especie	Ecotipo CIAT no.	Pérdida de hojas (g/planta)
<i>C. argentea</i>	18516	25 c**
	18666	100 c
	18667	187 bc
	18668	187 bc
	18671	225 bc
	18672	100 c
	18673	125 c
	18674	150 c
	18675	175 c
	18676	100 c
	18957	37 c
<i>F. macrophylla</i>	17407	37 c
	20744	25 c
<i>G. sepium*</i>	0046	50 c
<i>Mimosa sp.*</i>	0040	1162 a
	0042	462 b

* EMBRAPA-CNPAB.

** Valores en una misma columna seguidos de letras iguales no difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según la prueba de Duncan.

Las accesiones *Mimosa spp.* CNPAB 0040, 0041 y 0042, que presentaron un buen comportamiento agronómico durante los 2 primeros años, especialmente el primero de ellos que conservó el follaje durante el segundo período seco, redujeron su vigor a través de tiempo, y una vez se sometieron a pastoreo los animales no las consumieron.

Los análisis de calidad de *Mimosa sp.* CNPAB 0040 con 3, 6, 9 y 12 semanas de edad, mostraron valores de 24%, 16%, 17% y 20% para la DIVMS y de 15%, 10%, 11% y 11% para la PC, en cada una de las edades de corte. La baja retención de hojas observada a partir del segundo año y los valores de DIVMS y de PC, indican que esta accesión tiene un bajo valor como forrajera. No obstante, es importante resaltar que en *Mimosa spp.* CNPAB 0040, dentro del grupo de las accesiones

evaluadas se han encontrado variaciones en la dureza y el contenido de espinas.

La mayor retención de hojas de *Cratylia* durante el período seco (Cuadro 5), en comparación con *Leucaena*, puede estar relacionada con los atributos de su sistema radicular, como lo demuestran los resultados de la evaluación preliminar realizada 4.5 años después de la siembra en cuatro accesiones contrastantes. En esta evaluación se encontró que *C. argentea* CIAT 18516 y 18675 presentaban la mayor concentración de raíces a 1.80 m y 1.30 m de profundidad en el suelo, respectivamente, mientras que las raíces de *L. leucocephala* BRA 001911 alcanzaron una profundidad máxima de 0.65 m y las de *L. leucocephala* cv. Texas 0.40 m de profundidad.

Al final del tercer período seco, la PC en las hojas adheridas de *Mimosa sp.*

CNPAB 0040 fue de 13.5% y la DIVMS de 28%, mientras que en *G. sepium* CNPAB 0046 la PC fue de 9.5% y la DIVMS de 59%. En el mismo período, la PC en hojas adheridas de *C. argentea* fue, en promedio, de $15.8 \pm 1.3\%$ con un rango entre 13.7% (*C. argentea* CIAT 18673) y 17.3 (*C. argentea* CIAT 18674), y la DIVMS fue de $50 \pm 3.2\%$, variando entre 43% (*C. argentea* CIAT 18666) y 53% (*C. argentea* CIAT 18667 y 18957).

Por otra parte, en el mismo período seco, en las hojas caídas de *C. argentea* la PC fue de $9.3 \pm 0.6\%$, con una variación entre 8.5% para *C. argentea* CIAT 18673 y 10.4% para *C. argentea* CIAT 18666; mientras que la DIVMS fue, en promedio, de 45 ± 2.2 , variando entre 33% para *C. argentea* CIAT 18516 y 48% para *C. argentea* CIAT 18667, 18672 y 18674. Estos resultados muestran el alto valor nutritivo del heno de esta leguminosa y su potencial de uso en la época seca.

La producción de semilla pura por hectárea (SP/ha) en las accesiones preseleccionadas se presenta en el Cuadro 6. A pesar de un amplio rango en la producción de SP/ha, la misma no fue significativa ($P > 0.05$). Factores tales como escaso número de repeticiones y, especialmente, la alta variabilidad encontrada dentro de las poblaciones son las principales causas de esta falta de diferencia.

La menor producción de SP se encontró en *G. sepium* CNPAB 00046 con 22 kg/ha. Los promedios de producción entre accesiones fueron de 40 kg/ha para las accesiones *C. argentea* CIAT 18667, 18671 y 18672; de 100 kg/ha para las accesiones *C. argentea* CIAT 18666, 18668, 18673, 18674, 18676 y 18957 y de 150 kg/ha para los accesos más productivos *C. argentea* CIAT 18516 y 18675.

Un total de 600 estacas de *C. argentea* CIAT 18675 de 1.3 ± 0.5 cm de diámetro y provenientes de plantas de

4 años de edad, se sumergieron en agua durante 24 horas y se trataron con 200 $\mu\text{g/g}$ de ANA durante 2 horas, con el fin de evaluar su capacidad de multiplicación. Se encontró que sólo el 1% de las estacas emitieron raíces y el 0.5% emitieron brotes de hojas, 50 días después del tratamiento.

La tensión o módulo de ruptura (MOR) y el grado de elasticidad (MOE) son parámetros estimados que pueden tener importancia en el uso de especies forrajeras arbustivas para pastoreo directo o banco de proteína. Estos factores están relacionados con la recuperación de las plantas después del daño causado por los animales en pastoreo que puede, a su vez, facilitar de entrada de patógenos. En el Cuadro 7 se resumen los valores estimados del MOR y el MOE para algunas accesiones.

Los datos experimentales muestran que en tallos de diámetro y edad fisiológica semejantes, los valores de fuerza aplicada para ruptura (MOR) y el grado de elasticidad (MOE) fueron semejantes en los tallos de las tres accesiones *C. argentea*. En promedio, éstos fueron 30% menos flexibles que los tallos de *L. leucocephala* cv. Cunningham (Cuadro 7). Los valores estimados para los dos géneros de leguminosas arbustivas forrajeras son muy inferiores a los reportados para especies arbustivas maderables como *Eucalyptus citriodora* (MOR = 1500 kgf/cm² y MOE = 177,000) (J. Melo, comunicación personal).

Conclusiones

Los resultados obtenidos durante 5 años de investigación con especies arbustivas forrajeras en el Cerrado brasileño, permiten concluir que entre 10 géneros y 88 accesiones introducidos y evaluados, sólo *Cratylia*, *Gliricidia* y *Mimosa* justifican trabajos adicionales de recolección y evaluación agronómica en diferentes regiones del ecosistema Cerrado. Para el género *Mimosa* se sugiere la búsqueda de germoplasma con

Cuadro 6. Producción de semilla pura de leguminosas arbustivas persistentes en Planaltina, DF, Brasil.

Especie	Accesión CIAT no.	Semilla pura (kg/ha)
<i>C. argentea</i>	18675	153
	18516	144
	18957	117
	18666	116
	18676	116
	18668	100
	18674	90
	18673	70
	18667	47
	18671	37
<i>G. sepium</i>	00046	22
Promedio		87
D.E.		44

Cuadro 7. Módulo de ruptura en la flexión (MOR) y elasticidad (MOE) en tallos de especies de *C. argentea* y *L. leucocephala*.

Parámetro	<i>C. argentea</i>			<i>L. leucocephala</i> cv. Cunningham
	18674	18675	18676	
Diámetro, cm	1.10	1.12	1.15	1.16
MOR, kgf/cm ² *				
Media	650	735	728	545
CV, %	11	11	16	15
MOE, kgf/cm ² *				
Media	123,306	114,113	119,434	90,907
CV (%)	17	14	17	17

* kgf/cm² = kilogramos de fuerza/cm².

mayor valor nutritivo y ausencia de espinas. *Gliricidia sepium* CNPAB 0046, a pesar de su buen comportamiento agrónomico y tolerancia a plagas y enfermedades, tiene una escasa producción de semillas y pierde las hojas a mediados de julio, aproximadamente, después de 120 días de sequía. Es importante resaltar el excelente comportamiento de todas las accesiones evaluadas de *C. argentea*, especialmente por la retención de hojas verdes durante el período seco, el buen estado fitosanitario y la buena producción de semillas.

Referencias

- Argel, P. A. 1994. *Cratylia argentea*. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales-México, Centroamérica y el Caribe (RIEPT-MCAC). Hoja Informativa 1:2-3.
- Lascano, C. 1992. Calidad de leguminosas tropicales. Programa de Forrajes Tropicales, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Memorando Interno no. 14: 1-13.
- Otero, J. R. 1961. Feijão bravo (*Cratylia floribunda* Benth.). En: Informações sobre algumas plantas forrageiras. Serie Didactica no. 11. Ministerio da Agricultura, Serviço de Informação Agrícola, Rio de Janeiro, Brasil. p. 194-195.
- Purcino, A. A. y Lynd, J. Q. 1982. Growth stage effects on nitrogenase, nitrate reductase, and ureide content in nodules of "Copada". Soil Sci. 133(3):186-194.
- Xavier, D. F.; Carvalho, M. M.; y Botrel, M. A. 1990. Curva de crescimento e acumulação de proteína bruta da leguminosa *Cratylia floribunda*. Pasturas Trop. 12:35-38.

Avaliação Agronômica do Gênero *Cratylia* na Região Semi-Árida do Brasil

Francisco Beni de Sousa
Martiniano Cavalcante de Oliveira*

Resumo

A região semi-árida do nordeste brasileiro, com aproximadamente 100 milhões de hectares, é economicamente importante através da caprinovinocultura e bovinocultura. Entre as plantas nativas arbustivas dessa região destaca-se a "camaratuba" (*Cratylia mollis* Mart.), uma leguminosa que contribui significativamente para a composição da dieta de caprinos, ovinos e bovinos. Os ensaios sob consumo voluntário do feno de camaratuba demonstraram que esta leguminosa tem uma participação elevada (18.2%) na dieta de caprinos em Caatinga nativa e em Caatinga rebaixada. Em parcelas do banco ativo de germoplasma de forrageiras do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido a leguminosa encontra-se em cultivo sistemático a 12 anos, com um bom comportamento, sem aparente sinal de declínio, demonstrando que pode ser utilizada em banco de proteína para pastejo direto, ou cortada no cocho.

Summary

The semiarid region of northeastern Brazil covers approximately 100 million hectares, and its cattle raising and goat production play an important role in the country's economy. Among the native plants of the region, the "camaratuba" (*Cratylia mollis* Mart.) is a legume of high nutritive quality for ruminants, contributing up to 18% of ruminant diets. After 12 years of cultivation and evaluation, this legume still persists in experimental plots at the Centro de Investigaciones del Trópico Semiárido in northeastern Brazil.

Introdução

A região semi-árida do nordeste brasileiro, com aproximadamente 100 milhões de hectares, é economicamente importante através da caprinovinocultura e bovinocultura. Esta pecuária depende basicamente da pastagem nativa (Caatinga)

que é constituída principalmente de espécies arbustivo-arbóreas, com um estrato herbáceo de gramíneas e ervas, em sua maioria anuais. A pecuária dessa região apresenta um baixo desempenho, no entanto o potencial para elevar esse desempenho é amplo, especialmente através do uso racional dos recursos forrageiros nativos existentes na região semi-árida.

* Respectivamente: Pesquisadores do Centro Nacional de Caprinos (EMBRAPA/CNPC), e Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (EMBRAPA/CPATSA), Brasil.

Tabela 1. Análise química, coeficiente de digestibilidade e consumo voluntário do feno de Camaratuba (*Cratylia mollis*), com caprinos.

Componentes do feno	Composição química (%)	Coeficiente de digestibilidade
Matéria seca	94,8	55,7
Matéria orgânica	91,4	59,2
Proteína bruta	23,0	75
Fibra bruta	20,0	33,4
Ext. N	44,5	61,8
Ext. Éter	03,7	49,3
TDN	55,6	35,0
Consumo de matéria seca	66.2 g/kg ^{0,75} /dia	
Consumo de proteína bruta	15.3 g/kg ^{0,75} /dia	

FONTE: Araújo e Vieira (1987). Dados expressos em 100% de MS.

Entre as plantas nativas arbustivas dessa região destaca-se a "camaratuba" (*Cratylia mollis* Mart.), uma leguminosa que contribui significativamente para a composição da dieta de caprinos, ovinos e bovinos. Este artigo apresenta uma revisão dos trabalhos existentes sobre a camaratuba na região semi-árida do Brasil.

Potencial Forrageiro do Gênero *Cratylia*

Embora as plantas arbóreas e arbustivas tenham destaque na região semi-árida, as pesquisas em termos de avaliação dos recursos genéticos nativos e exóticos ainda são escassas. Entre essas plantas existem pelo menos duas espécies do gênero *Cratylia*, a *C. mollis* Mart. e *C. floribunda*, que segundo Otero (1961) podem ocorrer nas matas e capoeiras, desde as Guianas até Minas Gerais. Essas espécies oferecem uma forragem de qualidade e são resistentes à seca. Araújo Filho e

Silva et al. (1994) relacionam a camaratuba entre as arbustivo-arbóreas da Caatinga que contribuíram significativamente para a composição da dieta de bovinos, ovinos e caprinos. Silva (1992) avaliando 28 tipos de camaratuba em Petrolina-PE encontraram uma grande variação de produção de matéria seca (MS) comestível, digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS) e proteína bruta (PB). A produção MS comestível variou de 1.05 a 2.7 t/ha por ano, a DIVMS de 45% a 56% e a PB de 18% a 23%. Esta leguminosa é mais apropriada para utilização na Caatinga, podendo também ser usada em bancos de proteínas. Oliveira e Silva (1988) avaliando a camaratuba obtiveram uma produtividade média de 1.18 t/ha de MS por ano e concluiu que a leguminosa possui crescimento inicial lento, necessitando de até três estações chuvosas para atingir o estágio de pastejo, sem comprometimento da sobrevivência das plantas.

Na Tabela 1 são apresentados os resultados da análise química,

coeficiente de digestibilidade, Nutrientes Digestíveis Totais e consumo voluntário do feno de camaratuba com caprinos. Lima et al. (1977) demonstraram que esta leguminosa tem uma participação elevada (18.2%) na dieta de caprinos em Caatinga nativa e em Caatinga rebaixada. Sua participação e das outras espécies juntas na fitomassa foi de 4.3% e 39.1%, respectivamente.

A perenicidade da camaratuba é outro fator importante a ser destacado. Silva (1992) relata que em parcelas do Banco Ativo de Germoplasma de forrageiras do CPATSA a leguminosa encontra-se em cultivo sistemático a 12 anos, com um bom comportamento, sem aparente sinal de declínio, demonstrando que pode ser utilizada em banco de proteína para pastejo direto, ou cortada no cocho.

Silva et. al. (1984) destaca que *C. mollis* é um excelente recurso forrageiro para o semi-árido em especial para o período seco, produz grandes quantidades de sementes e em condições naturais é resistente a pragas e doenças. O relatório Técnico Anual do CNPC (1989) também destaca a importância forrageira do gênero *Cratylia* como as espécies *C. mollis* Mart. e *C. floribunda*.

Comentário

Embora algumas espécies e ecotipos de *Cratylia* tenham mostrado bom potencial para as condições de semi-árido, têm certas deficiências, como por exemplo, o crescimento inicial lento. Essa característica deve ser considerada de grande importância na avaliação e seleção de *Cratylia* para uso no semi-árido.

Acessos de camaratuba avaliados são promissores em termos de aceitação, valor nutritivo, produção de MS comestível, longevidade e produção de sementes. O melhoramento das pastagens nativas com *Cratylia* e o seu uso para formação de banco

de proteína, são áreas de alta prioridade dentro de um trabalho de avaliação desse gênero na região semi-árida do Brasil.

Referências

- Araújo, E. C. e Vieira, M. E. Q. 1987. Nutritive value and voluntary intake of native forage of semi-arid region of Pernambuco. Camaratuba, *Cratylia mollis*. In: Int. Conf. on Goats. 4th. Brasília, DF. Proc. EMBRAPA. Documento no. 14. v. 2, p. 1408.
- Araújo Filho, J. A. e Silva, N. L. 1994. Alternativas para o aumento da produção de forragem na Caatinga. In: Simpósio Nordestino de Alimentação de Ruminantes. V. Anais. Salvador, Bahia. p. 1221-1233.
- Lima, M. A.; Araújo, E. C.; Silva, M. A.; Silva, M. J. A.; Brito, M. P.; e Primo, G. B. 1987. Aproveitamento da Caatinga bruta, rebaixada e raleada por caprinos no semi-árido de Pernambuco. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (SBZ). 24. Anais. Brasília, DF. p. 247.
- Oliveira, M. C. de e Silva, C. M. de S. 1989. Comportamento de algumas leguminosas forrageiras para pastejo e produção de feno na região semi-árida do Nordeste. Comunicado Técnico no. 24. EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (EMBRAPA-CPATSA), Petrolina, PE, Brasil.
- Otero, J. R. de. 1961. Informações sobre algumas plantas forrageiras. Série didática no. 11. SIA, Rio de Janeiro, Brasil. 334 p.
- Silva, C. M. de S. 1992. Avaliação da camaratuba no semi-árido Nordeste. Petrolina, PE. EMBRAPA-CPATSA. Boletim de Pesquisa no. 43.
- _____; Oliveira, M. C. de; e Soares, J. G. 1984. Avaliação de forrageiras nativas e exóticas para a região semi-árida do Nordeste. Documento no. 27. EMBRAPA-CPATSA, Petrolina, PE, Brasil. 28 p.

Estudos Desenvolvidos Pela Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária com *Cratylia argentea*

J. M. Sobrinho
M. Rogério Nunes*

Resumo

Em 1975, a Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária (EMGOPA) reativou as atividades de introdução de plantas forrageiras em Goiás. Avaliaram-se na Estação Experimental de Zootecnia Senador Canedo em Goiás, e Estação Experimental de Araguaína, Tocantins, mais de 1000 acessos de gramíneas e leguminosas forrageiras. Entre as leguminosas, destacaram-se algumas arbustivas e arbóreas como *Leucaena leucocephala*, *Cratylia argentea*, *Desmodium* spp. e *Chamaecrista* sp. *Cratylia argentea* foi a planta nativa que chamou a atenção dos pesquisadores envolvidos no programa.

Os dados coletados nos 2 anos mostraram que, independente das datas de utilização, a uniformização em abril proporcionou os melhores rendimentos de forragem, PB e outros componentes analisados. No entanto, cortes de uniformização em abril, proporcionaram maiores rendimentos de forragem consumível. As geadas afetaram o desenvolvimento das plantas, prejudicando os tratamentos uniformizados em junho e não permitindo cortes em julho e nem em agosto. Ademais, verificou-se que a *Cratylia* rebrota muito bem quando cortada durante o período seco, e é uma das poucas plantas que mantém altas proporções de folhas antes de começar o período da chuvas. Num Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, fase Cerrado, verificou-se que a omissão de P ou, somente, a aplicação da calagem provocou diminuição acentuada na produção de MS e ausência de nodulação.

Summary

In 1975, the Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária (EMGOPA) re-initiated its activities of germplasm introduction in Goiás, Brazil. *Leucaena leucocephala*, *Cratylia argentea*, *Desmodium* spp., and *Chamaecrista* sp. were outstanding among the 1,000 or more legume accessions evaluated. *Cratylia argentea* is a native plant, characterized by good performance and high dry matter production. Studies on optimum cutting time indicated that April was the best month because later cuttings increased plant damage during frosts. *Cratylia argentea* is especially tolerant to drought and maintains its foliage for a long time before the next rains. Lime applications in the region's Oxisols enhanced the DM production and nodulation of this species.

* Pesquisadores da Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária (EMGOPA), Brasil.

Introdução

Em 1975, a Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária (EMGOPA) reativou as atividades de introdução de plantas forrageiras em Goiás (Goiás e Tocantins, antes da divisão do Estado). Em parceria com o Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC-EMBRAPA) iniciou-se um programa de coletas de forrageiras nativas no Estado, que deveria se expandir para outros estados brasileiros. No entanto, em virtude de redefinições do Programa Nacional de Pesquisa, essas atividades não tiveram prosseguimento na EMGOPA, senão até 1976.

A partir desse ano, a EMGOPA começou a avaliar distintas espécies forrageiras introduzidas e nativas, coletadas em Goiás. O objetivo foi selecionar plantas que se adaptassem às condições de solos ácidos e de baixa fertilidade. Naquela época prevaleceu a busca de tecnologias utilizando baixos níveis de insumos.

Avaliaram-se na Estação Experimental de Zootecnia Senador Canedo em Goiás, e Estação Experimental de Araguaina, Tocantins, mais de 1000 acessos de gramíneas e leguminosas forrageiras. Entre as leguminosas, destacaram-se algumas arbustivas e arbóreas como *Leucaena leucocephala*, *Cratylia argentea*, *Desmodium* spp. e *Chamaecrista* sp. *Cratylia argentea* foi a planta nativa que chamou a atenção dos pesquisadores envolvidos no programa.

A partir de 1978, percebeu-se que esta espécie seria promissora. Das quatro entradas avaliadas, uma foi coletada no município de São Domingos, Goiás, região de solos calcáreos, outras próximas a Dianópolis, Porto Nacional e Xambioá, e as três últimas em locais ácidos do Estado do Tocantins, sendo a última em local de areias quartzozas.

Nas viagens de coletas, verificou-se que *C. argentea* está associada com

formações vegetais abertas, onde ocorre como arbustos e, quando associada a plantas de porte maior, ela torna-se liana. *Cratylia argentea* foi encontrada, também, a poucos quilômetros ao sul de Rondonópolis, MT; nas regiões de Caiapônia, Varjão, Goiás, Rianópolis e São Domingos, no Estado de Goiás.

Tendo em vista a promissoria da espécie, foram conduzidas algumas pesquisas no campo e em casa de vegetação, inclusive, tentando implantar um cultivo em linhas preparadas em pastagem de *Brachiaria decumbens*.

Estudos com *Cratylia argentea*

No município de Senador Canedo foram avaliados diversas datas de corte de uniformização, combinadas com diferentes datas de corte, visando a utilização no final do período seco. O objetivo do ensaio foi desenvolver tecnologias para utilizar *Cratylia* como banco de proteína. O ensaio foi implantado em um solo ácido pobre em nutrientes, especialmente fósforo (P) e com elevado teor de alumínio (Al). Em novembro 1981, foi feita a semeadura utilizando uma adubação no sulco de 200 kg/ha de calcário dolomítico, 25 kg/ha de P (superfosfato simples), 50 kg/ha de K (cloreto de potássio), 20 kg/ha de FTE BR-9 e 5 kg/ha de óxido de zinco.

Nas Tabelas 1, 2 e 3 observam-se os dados obtidos durante 1984 em três datas de utilização, cujas plantas cresceram de seis datas de corte de uniformização. A uniformização em abril favoreceu maiores produções de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) em as três datas de utilização (Tabela 1). Houve uma redução da produção de MS e PB, assim como dos componentes químicos analisados, exceto fibra detergente ácido (FDA) (Tabelas 2 e 3), da primeira para a segunda data de corte de utilização. No entanto, na terceira, os teores de lignina e a produção de MS e PB (Tabela 2) haviam recuperado, assim como

Tabela 1. Produção de matéria seca, proteína bruta e percentagens de folhas de *Cratylia argentea* em três épocas de utilização e seis datas de uniformização. 1984.

	Datas de utilização												
	20 de julho				20 de agosto				20 de setembro				
	MS (kg/ha)	PB	Folhas (%)		MS (kg/ha)	PB	Folhas (%)		MS (kg/ha)	PB	Folhas (%)		
Datas de uniformização:													
Janeiro 1	493	68	62		445	57	69		914	159	58		
Febrero 15	1254	207	56		810	90	52		883	114	51		
Março 15	1402	182	57		1006	120	51		1288	172	41		
Abril 15	1585	223	61		1305	17	50		1739	218	53		
Mai 15	985	191	72		962	153	67		1423	230	52		
Junho 15	68	15	83		202	47	76		714	171	68		

Tabela 2. Percentagens de proteína bruta (PB), FAD e lignina na matéria seca de *Cratylia argentea* em três épocas de utilização e seis datas de uniformização. 1984.

	Datas de utilização								
	20 de julho			20 de agosto			20 de setembro		
	PB	FAD	Lignina	PB	FAD	Lignina	PB	FAD	Lignina
Datas de uniformização:									
Janeiro 15	13.9	46.25	5.11	12.9	48.10	5.03	17.5	47.77	5.76
Febreiro 15	13.6	48.00	5.65	8.1	50.63	4.75	13.7	55.30	5.89
Março 15	13.0	48.67	5.46	10.0	50.15	4.96	13.4	55.10	6.65
Abril 15	14.1	49.60	5.95	13.1	49.32	5.06	16.0	50.86	6.04
Mai 15	19.4	43.34	5.13	9.6	47.05	4.87	16.2	56.68	6.03
Junho 15	21.7	32.22	3.86	2.0	40.57	4.60	24.0	44.49	5.76

Tabela 3. Percentagem de fósforo, cálcio e magnésio na matéria seca de *Cratylia argentea* em três épocas de utilização, e seis de uniformização. 1984.

	Datas de utilização												
	20 de julho				20 de agosto				20 de setembro				
	P	Ca	Mg		P	Ca	Mg		P	Ca	Mg		
Datas de uniformização:													
Janeiro 15	0.09	0.54	0.24		0.08	0.48	0.19		0.18			1.01	
Febrero 15	0.09	0.60	0.26		0.07	0.47	0.20		0.13			0.77	
Março 15	0.07	0.59	0.23		0.06	0.40	0.18		0.13			0.67	
Abril 15	0.09	0.40	0.21		0.07	0.39	0.20		0.12			0.61	
Mai 15	0.10	0.55	0.23		0.11	0.40	0.20		0.14			0.87	
Junho 15	0.19	0.40	0.27		0.18	0.36	0.24		0.21			0.97	

os teores dos componentes químicos responsáveis pela qualidade da forragem. Fósforo e cálcio apresentaram os maiores incrementos, da segunda para a terceira data de corte de utilização.

A percentagem de folhas apresentou tendência de redução, na forma em que retardou o corte de utilização. Os cortes de uniformização, de março a abril, provocaram os mais baixos teores dos minerais analisados na forragem. No entanto, cortes de uniformização em abril, proporcionaram maiores rendimentos de forragem consumível.

As Tabelas 4 e 5 apresentam resumo dos dados obtidos durante 1985 em três datas de utilização, cujas plantas cresceram de seis datas de uniformização. Semelhante em 1984, o corte de uniformização em abril proporcionou maiores produções, especialmente nas duas últimas datas de utilização. Os rendimentos de MS e PB foram inferiores aos de 1984. Ademais, os procedimentos das relações entre os diferentes tratamentos foram os mesmos. É bom ressaltar que em 1985 as reduções de rendimentos foram causadas por fortes geadas ocorridas na segunda semana de junho. As geadas afetaram o desenvolvimento das plantas, prejudicando os tratamentos uniformizados em junho e não permitindo cortes em julho e nem em agosto. O efeito das geadas no desenvolvimento das plantas pode ser verificado pelos dados da Tabela 4.

As percentagens de PB na MS foram maiores a medida em que o corte de uniformização passou a ser efetuado mais tarde e em todas as datas de utilização (Tabela 5). As percentagens de folhas procederam da mesma forma quanto aos cortes de uniformização, no entanto, com uma tendência a decrescerem com o avanço da data de utilização. Por outro lado, as percentagens de P (Tabela 5) foram baixas e mais ou menos estáveis nas três ou quatro primeiras datas de uniformização, com tendência a crescerem nas duas últimas

datas deste corte. As percentagens de Ca decresceram com o avançar da data de utilização e de uniformização. Além do efeito danoso das geadas nos rendimentos de forragem, a seca prolongada, seguramente, afetou, baixando os níveis de P e Ca no corte de utilização de setembro.

Os dados coletados nos 2 anos mostraram que, independente das datas de utilização, a uniformização em abril proporcionou os melhores rendimentos de forragem, PB e outros componentes analisados. Ademais, verificou-se que a *Cratylia* rebrota muito bem quando cortada durante o período seco, e é uma das poucas plantas que mantém altas proporções de folhas antes de começar o período da chuvas. Tendo em vista a excelente capacidade de rebrota, durante o período seco, Nunes e Vilela (1981) realizaram inspeções nos sistemas radiculares de *C. argentea* e *L. leucocephala*, consorciadas com *B. decumbens*, num Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico fase Cerrado, do município de Senador Canedo, constatando que a saturação de Al atingiu valores bastante elevados, ao passar da camada superficial (0-15 cm) para as camadas subjacentes, sendo os valores de saturação de Al cerca de 10 vezes maior que o da faixa superficial. Verificaram, também, que enquanto as raízes das plantas de *Leucaena* abandonaram o crescimento vertical crescendo lateralmente, as de *Cratylia*, por sua vez, conseguiram penetrar sem grandes transtornos por uma camada de saturação de Al relativamente alta (38%).

Um ensaio exploratório, em vasos, foi realizado por Nunes et al (1981) com o objetivo de averiguar quais os nutrientes poderiam limitar o desenvolvimento da *C. argentea* num Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, fase cerrado. Verificou-se que a omissão de P ou, somente, a aplicação da calagem provocou diminuição acentuada na produção de MS e ausência de nodulação. A omissão de Cu provocou redução na produção de MS. A presença de Zn e Fe teve efeito reduzindo peso e o número de

Tabela 4. Produção de matéria seca (MS) (kg/ha) e proteína bruta (PB) (%) de folhas de *Cratylia argentea* em três datas de utilização, e seis datas de uniformização. 1985.

	Datas de utilização												
	20 de julho				20 de agosto				20 de setembro				
	MS (kg/ha)	PB	Folhas (%)		MS (kg/ha)	PB	Folhas (%)		MS (kg/ha)	PB	Folhas (%)		
Datas de uniformização:													
15/01	1172	160	48		448	51	47		406	54	42		
15/02	1087	148	53		1086	146	53		637	86	47		
15/03	1200	179	53		918	135	52		908	128	48		
15/04	699	193	65		1041	172	58		1071	167	589		
15/05	58	16	78		153	34	75		675	133	68		
15/06	—	—	—		—	—	—		187	43	74		

Tabela 5. Percentagem de proteína bruta (PB), fósforo e cálcio na matéria seca de *Cratylia argentea* em três datas de utilização, e seis datas de uniformização. 1985.

	Datas de utilização											
	20 de julho			20 de agosto			20 de setembro			20 de setembro		
	PB	P	Ca	PB	P	Ca	PB	P	Ca	PB	P	Ca
Datas de uniformização:												
Janeiro 15	13.7	0.08	0.78	11.3	0.07	0.64	13.3	0.07	0.30	13.3	0.07	0.30
Febrero 15	13.6	0.07	0.99	13.5	0.07	0.53	13.5	0.07	0.37	13.5	0.07	0.37
Março 15	14.9	0.08	0.71	14.7	0.09	0.54	14.1	0.06	0.41	14.1	0.06	0.41
Abril 15	23.3	0.13	0.66	16.6	0.09	0.48	15.6	0.08	0.31	15.6	0.08	0.31
Mai 15	28.6	0.22	0.48	22.6	0.15	0.53	19.8	0.11	0.33	19.8	0.11	0.33
Junho 1	—	—	—	—	—	—	23.2	0.14	0.22	23.2	0.14	0.22

nódulos. A presença de Ca ou Mg parece ter beneficiado a produção de forragem, peso e número de nódulos.

Um outro ensaio, implantado nas condições de solo anteriores, com o objetivo de avaliar o comportamento da *Cratylia* em uma pastagem de *B. decumbens*, a leguminosa foi semeada em 1981 como uma cultura companheira do arroz. Em 1982-1983, novamente cultivou-se arroz na área e em janeiro de 1984 semeou-se *B. decumbens* após a incorporação de 500 kg/ha de fosfato de catalão. A partir de julho de 1984 a área foi pastejada em sistema rotacional — 2 a 3 semanas de pastejo e 8 a 10 semanas de descanso — por vacas mestiças Zebu x holandês. Em abril de 1985, essa área foi diferida para ser pastejada continuamente, a partir de julho até novembro. Em 1987, ainda havia um bom stand de *Cratylia* na área. Neste ensaio não foram coletados dados, no entanto, observações efetuadas nos piquetes permitiram verificar que durante o período chuvoso (novembro a abril) os bovinos consumiram pouca leguminosa. Por outro lado, de maio a outubro os animais consumiam totalmente as folhas e talos finos das plantas. Sempre que retirados os animais, as plantas de *Cratylia* rebrotavam bem, até 1987, enquanto o manejo da área foi controlado.

Em uma área de areias quartizosas em Araguaína, Tocantins, *Cratylia* e *Leucena* foram consorciadas com várias gramíneas. Esse ensaio permitiu observar que os bovinos consumiram bem *Cratylia* durante o período seco que persistiu até 4 ou 5 anos; e a *Leucena* desapareceu logo após o primeiro ano de pastejo.

As observações efetuadas até o momento, permitiram verificar que *C. argentea* semeada antes de janeiro e cultivada utilizando baixos níveis de insumos, nas condições do município de Senador Canedo, Goiás, alcança altura de 4 a 5 m, e floresce no primeiro ano. O florescimento, quando as plantas crescem livremente, inicia-se na primeira semana de maio e atinge o máximo na primeira

quinzena de junho; no entanto, pode ser retardado, ou até suprimido, na forma em que se retarda o corte de uniformização.

Desde o início do florescimento as ramificações das plantas que não florescem começam a alongar rapidamente emitindo cipós. Isso é uma forma da planta garantir a perpetuação da espécie, quando não consegue frutificar. A partir da fase de florescimento, as plantas passam a ser consumidas por animais.

Formigas cortadeiras como *Atta* sp. são ávidas por folhas e partes jovens de *C. argentea*. Da mesma forma, insetos como Mamangava (*Xilocopa* sp.), abelhas europa (*Apis mellifera*) e outros polinizadores procuram a *Cratylia* durante a época do florescimento. Ademais, plantas de *C. argentea* foram atacadas por fungos, desenvolvendo em locais danificados por danos mecânicos causados por tratos culturais. As sementes de *Cratylia* deterioram-se muito rápido, quando armazenadas em condições ambientais desfavoráveis.

Agradecimentos

Os autores desejam expressar seus agradecimentos a E. Vilela, A. Drury, A. F. Braga, I. P. de Oliveira e J. Kluthcouski pela valiosa colaboração na realização destes trabalhos.

Referências

- Nunes, M. R. e Vilela, E. 1981. Observações preliminares do sistema radicular de leguminosas forrageiras arbustivas em solos de Cerrado em Goiás. In: 180. Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Anais, Goiânia. p. 137.
- _____; _____; Oliveira, I. P. de; e Kluth, C. S. 1981. Ensaio exploratório de fertilização de *Cratylia mollis* em solos de Cerrado. In: 180. Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Anais, Goiânia. p. 50.

Evaluación Agronómica de *Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze en Colombia

Brigitte L. Maass*

Resumen

La leguminosa arbustiva *Cratylia argentea* se adapta bien en suelos ácidos de mediana a baja fertilidad, localizados en zonas tropicales bajas de Colombia. Sin embargo, en la evaluación de 11 accesiones de esta leguminosa se encontró que la especie es más vigorosa en el trópico húmedo con suelos relativamente fértiles. La floración y la producción de semilla fueron abundantes en la mayoría de los ambientes en los cuales se hicieron las evaluaciones. Se encontró que la viabilidad de la semilla se reduce fuertemente cuando se escarifica antes de la siembra. En este artículo se presenta un listado de temas para futuras investigaciones.

Summary

The leguminous shrub *Cratylia argentea* has shown to be well adapted to acid soils of medium to low-fertility soil environments in Colombia. A small germplasm collection of 11 accessions has been evaluated across different tropical environments in Colombia. However, the species revealed the most vigor in the humid tropics with relative fertile soils. Flowering and seed production have been prolific in most environments tested. If scarified for sowing, viability of seed is strongly reduced. Issues for future research are listed.

Introducción

El Programa de Forrajes Tropicales del CIAT inició recientemente la búsqueda de árboles y arbustos forrajeros con adaptación a suelos ácidos de baja fertilidad, ya que las especies comúnmente utilizadas, entre ellas: *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium*, no se adaptan bien en estas condiciones. Perdomo (1991), después de evaluar 22 especies arbustivas y arbóreas en dos

sitios con condiciones edáficas contrastantes, identificó a *Cratylia argentea* como una de las mejor adaptadas al suelo ácido e infértil de Santander de Quilichao, Colombia (Cuadro 1). Posteriormente, en varias zonas tropicales de Colombia y otros países, se evaluó la adaptación de una pequeña colección de *C. argentea* que se conserva en el CIAT. En el presente artículo se presentan los resultados encontrados en Colombia con estas evaluaciones.

* Dr. sc. agr. Especialista en germoplasma, Programa de Forrajes Tropicales del CIAT, Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia.

Cuadro 1. Adaptación de especies arbustivas y arbóreas en dos suelos contrastantes en Colombia.

Especie	Accesión CIAT no.	MS (g/planta)*		Relación de producción Quilichao:Palmira (%)
		Quilichao ^b	Palmira ^c	
<i>Leucaena leucocephala</i> cv. Cunningham	17502	3	8822	0.03
<i>Gliricidia sepium</i>	21290	4	3667	0.11
<i>Desmodium velutinum</i>	23984	36	718	5.01
	23134	41	1053	3.89
<i>Cratylia argentea</i>	18516	309	454	68.06
<i>Flemingia macrophylla</i>	17412	478	1406	34.00

- a. Acumulado de tres cortes cada 3 meses, después de un corte de uniformización a la edad de 5 meses; altura de corte 30 ó 50 cm, según la especie.
 b. Características edáficas: Ultisol; pH 4.0; saturación de Al 91%; P (Bray II): 5.3 ppm.
 c. Características edáficas: Vertisol; pH 7.7; Na: 0.2 meq/100 g suelo; P (Bray II): 84.6 ppm.

FUENTE: Modificado de Perdomo, 1991.

Adaptación al Medio Ambiente

Recursos genéticos

La colección de *C. argentea* que se conserva en el CIAT contiene 11 accesiones diferentes, originarias de regiones distantes del Brasil (Cuadro 2). Las 9 accesiones *C. argentea* CIAT 18666 hasta 18676 fueron recolectadas en 1984 en los ecosistema de Cerrado y Bosque, en sitios de matorral de bordes de carretera o de bosque de galería, con precipitación anual entre 1300 y 1650 mm y 5 meses de época seca. La accesión *C. argentea* CIAT 18667 provino de ocho plantas y *C. argentea* CIAT 18675 de 10 plantas; las demás provinieron de la recolección de una a tres plantas (CIAT, 1995, Base de Datos). La multiplicación inicial de este germoplasma se realizó mediante la siembra de dos a cuatro plantas en el CIAT, Palmira. La semilla producida en este sitio, más la obtenida en Quilichao, ha servido en los últimos años para la distribución de germoplasma de la especie. La accesión más distribuida es *C.*

argentea CIAT 18516; sin embargo, también se han distribuido, para diferentes propósitos de investigación, otras accesiones.

Metodología de evaluación

En Colombia, los sitios de evaluación agronómica de *C. argentea* muestran ambientes muy contrastantes, tanto edáficos como climáticos (Cuadro 3). Inicialmente, las plantas se sembraron en bolsas y con una edad aproximada de 2 meses se trasplantaron en el campo en parcelas lineales de 8 a 10 plantas, distanciadas entre 50 y 80 cm y a 3 m entre líneas. En todos los sitios, 15 días después del trasplante, se hizo una aplicación única equivalente de 20, 20, 12 y 12 kg/ha de P, K, Mg y S, respectivamente. En cada parcela se cosecharon 4 ó 6 plantas centrales; el material cosechado se separó en hojas y tallos tiernos (MS foliar) y tallos mayores de 6 mm. El diseño experimental utilizado fue bloques randomizados al azar con 2 a 4 repeticiones. En algunos sitios se

Cuadro 2. Germoplasma de *Cratylia argentea* disponible en el CIAT. Cali, Colombia.

Accesión (no.)	Suborigen, origen ^b		Latitud	Longitud	Altitud (msnm)	Precip. (mm)	Meses secos (no.)	Información de suelo ^c
	CIAT	BRA ^a						
18672*	000086	Rurópolis, PA	03°45' S	55°14' O	140	2240	3	LVA
18957	000175 ^d	Xambioa, TO	06°30' S	48°37' O	350	3870	0	
18673*	000094	Vila Rica, MT	10°33' S	51°21' O	330	1600	5	Fert. media LVA
18516	000167*	São Domingos, GO	13°22' S	46°25' O	800	1400	5	Calcáreo
18674*	000116	Nova Xavantina, MT	14°34' S	52°20' O	320	1630	5	Aluvial
18671*	000060	Arenópolis, MT	14°41' S	56°56' O	230	1230	5	Fert. LVA
18675*	000124	Nova Xavantina, MT	14°55' S	52°19' O	380	1630	5	Fert.
18668*	000035	Cuiabá, MT	15°25' S	56°13' O	180	1320	5	Fert. media LVA
18667*	000027	Cuiabá, MT	15°38' S	55°40' O	460	1370	5	Fert. media
18666*	000019	Rondonópolis, MT	16°32' S	54°37' O	200	1590	5	pH 6.0
18676*	000132	Piranhas, GO	16°34' S	51°38' O	450	1620	5	Fert. media LVE

a. Código de accesión del sistema federal de EMBRAPA/CENARGEN.

b. GO = Goiás; MS = Mato Grosso do Sul; MT = Mato Grosso; PA = Pará; TO = Tocantins.

c. LVA = Latossolo Vermelho Amarelo; LVE = Latossolo Vermelho Escuro.

d. Originalmente donado por EMGOPA, Goiânia, al CIAT en 1985; accesión GO-580.

e. Originalmente donado de EMGOPA, Goiânia, GO, al CIAT en 1985; accesión sin identificación.

* Recolectadas por L. Coradin, R. Schuitze-Kraft, F. B. Souza, L. Jank, M. I. Penteadó y G. P. da Silva.

FUENTE: Base de datos de pasaporte del CIAT, 1995.

Cuadro 3. Características climáticas y edáficas de los sitios de evaluación de *Cratylia* en Colombia.

Sitio, Ecosistema ^a	Altura (msnm)	Temp. (°C)	Precipitación		Tipo	Suelo		
			(mm/año)	meses secos (no.)		pH	P (ppm)	Sat. Al (%)
Cauca: El Melcho								
Bs-P	1600	21.5	2000	5	Inceptisol	5.5	0.5	> 15
Cauca: San Vicente								
Bs-P	1200	24	1800	5	Inceptisol	4.5	1.0	> 70
Quilichao								
Bs-T	990	24	1800	4-5	Oxisol	4.3	3.7	80
Carimagua: Yopare								
SIBD	150	26.5	2100	5	Oxisol	4.0	1.0	88
Villavicencio: La Libertad								
Bh-T	336	25.3	2500	3	Oxisol	4.2	6.4	66
Caquetá: La Rueda								
Bmh-T	250	25	4000	1-2	Ultisol	4.4	3.8	74

a. Según Holdridge: Bs-P = Bosque seco premontano; Bs-T = Bosque seco tropical; Bh-T = Bosque húmedo tropical; Bmh-T = Bosque muy húmedo tropical. Según Cochrane: SIBD = Sabana isohipertérmica bien drenada.

Cuadro 4. Régimen de corte en la evaluación de germoplasma de *Cratylia argentea* en Colombia.

Régimen de corte	Quilichao	Carimagua	Villavicencio	Caquetá
Edad al primer corte (meses después del trasplante) y época pluviosa		15-25* (máxima)	6 (inicio de mínima)	7 (inicio de mínima)
Altura del primer corte (cm)	30	10	30	50
Frecuencia de corte de producción y uniformización (no. de semanas)	12	8	6 y 12	9
Mediciones de producción	cada corte	mínima + máxima	cada corte	mínima + máxima
Total cortes de producción reportados (no.)	5	4	9	4

a. Se sembró 1 año después.

estableció una repetición adicional para observaciones fenológicas y de producción de semilla.

Las variables que se evaluaron fueron: (1) fenológicas —inicio de floración y fructificación; (2) agronómicas —vigor, altura y diámetro de las plantas, número de tallos basales, incidencia de plagas y enfermedades, deficiencias nutricionales y adaptación; (3) de producción en diferentes épocas del año —MS total por planta, proporción hoja:tallo y producción de semilla; y (4) de calidad —contenidos de N, P, Ca, DIVMS y polifenoles.

En el Cuadro 4 aparece el régimen de corte que se utilizó en los diferentes sitios de evaluación. No es posible comparar los datos de producción de MS sin tener en cuenta las diferencias de manejo entre los sitios, especialmente en la altura y la frecuencia de corte.

Bosque seco tropical (Quilichao, Cauca). En Quilichao, en el primer ensayo

iniciado en 1988 por R. Schultze-Kraft con una colección de 11 accesiones de *C. argentea* disponibles en el CIAT, se encontró que la especie se adapta bien a los suelos ácidos prevalentes en la zona (CIAT, 1990a). Además, se observó una alta variabilidad entre algunas características, principalmente en producción de MS total/planta, producción de semilla/planta, número de ramas basales/planta y contenido de proteína cruda (PC) en las hojas (Cuadro 5). Esta colección aún persiste después de 7 años, y durante este tiempo se ha utilizado para cosechar semilla y tomar muestras para análisis de calidad.

Sabana isohipertérmica bien drenada (C.I. Carimagua, Meta). En 1989, D. Thomas estableció una colección de 10 accesiones de *C. argentea* en dos sitios con suelos contrastantes del C.I. Carimagua, Llanos Orientales de Colombia (Cuadro 3). Debido a problemas de establecimiento se abandonó el ensayo en el suelo arcilloso (sitio "Alcancía") y se continuó en el suelo franco-arenoso (sitio "Yopare"). En este

Cuadro 5. Evaluación agronómica preliminar de una colección de *Cratylia argentea* en Quilichao, Colombia, 1988/89.

Accesión CIAT no.	Producción total de MS (g/planta) ^a	Producción de semilla (g/planta) ^b	Ramas basales (no./planta) ^c	Contenido de PC en las hojas (%) ^d
18668	272.0 a*	145	17.8 a	32.8
18675	193.0 ab	0	11.1 b	25.9
18676	183.2 ab	60	10.8 b	29.8
18957	160.3 ab	8	10.8 b	29.4
18671	149.4 ab	141	11.3 b	32.8
18674	137.7 ab	86	12.4 b	27.1
18672	136.4 ab	96	10.8 b	30.1
18673	108.7 b	45	9.8 b	23.6
18666	103.9 b	53	8.1 b	32.8
18516	97.9 b	8	8.8 b	29.4
18667	85.0 b	2	9.5 b	31.7
Promedio	148.0	58.5	11.0	29.6

a. Promedio de dos cortes.

b. Rendimiento total en 7 meses, media de ocho plantas no repetidas.

c. Entre el suelo y la altura de corte a 30 cm.

d. Rebrote de 3 meses de edad.

* Promedios en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según al prueba de Duncan.

FUENTE: Modificado de CIAT (1990a).

último se encontró que la especie no se adaptó satisfactoriamente al ambiente, lo cual sí ocurrió con otras arbustivas, como *Flemingia macrophylla* (Cuadro 6).

En el primer año de evaluación, la producción de MS foliar de *C. argentea* varió entre 17 y 28 g/planta en época de lluvias y entre 3 y 10 g/planta en época seca. La proporción de hojas varió entre 65% y 80%, siendo mayores las diferencias entre accesiones que entre épocas del año. Los rendimientos de MS foliar disminuyeron drásticamente durante la época seca, llegando a 32% de los rendimientos

alcanzados en la época lluviosa, con un rango amplio entre accesiones (CIAT, datos no publicados).

Aparentemente, los problemas ocasionados por grillos y hormigas durante el establecimiento y el estrés por sequía en el suelo franco-arenoso ("Yopare") afectaron el desarrollo *C. argentea* en el C.I. Carimagua. Sin embargo, *C. argentea* CIAT 18668 establecida para producir semilla en un suelo de vega ('bajo') mostró buen vigor y buena recuperación después del corte (E. A. Cárdenas, comunicación personal); por lo tanto, esta especie podría

Cuadro 6. Desempeño de leguminosas arbustivas (*Codariocalyx gyroides*, *Cratylia argentea* y *Flemingia macrophylla*) en Colombia.

Especie (no. de accesiones)	Lugar ^a	Producción de MS foliar (g/planta) ^a			
		Precipitación máxima ^b		Precipitación mínima ^b	
		Media	Rango	Media	Rango
<i>C. gyroides</i>	(27) Caquetá	180.5	31-311	98.0	22-211
<i>C. argentea</i>	(10) Carimagua	22.0	17-28	5.9	3-10
	(11) Villavicencio	40.7	15-107	22.3 ^c	10-44
	(11) Caquetá	63.4	14-135	42.1	10-148
<i>F. macrophylla</i>	(42) Carimagua	38.3	12-64	7.7	4-17
	(57) Caquetá	177.8	15-362	100.9	7-277

- a. Rebrote de 9 semanas en Caquetá y de 12 semanas en Carimagua y Villavicencio.
 b. Datos de un corte del primer año de evaluación.
 c. Corte del segundo año de evaluación.

FUENTES: CIAT, datos no publicados; B. L. Maass et al., datos no publicados.

considerarse promisorio para sitios en los Llanos Orientales de Colombia con contenidos adecuados de humedad.

Bosque húmedo tropical (Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia). En este ecosistema los suelos son de mayor fertilidad y el número de meses en la época seca es menor que en la sabana isohipotérmica bien drenada (Cuadro 3). En 1990, R. Schultze-Kraft estableció la colección de 11 accesiones de *C. argentea* en la estación experimental ICA-La Libertad, Villavicencio, Meta, donde la especie se adaptó bien. Los rendimientos de MS foliar presentaron rangos intermedios entre los alcanzados en Carimagua y en el Caquetá (Cuadro 6), sin considerar las diferencias en el tiempo de rebrote (Cuadro 4). El porcentaje de hojas varió entre 53% y 85%, tanto entre accesiones como entre épocas. Durante 2 años de evaluación, en la época de mínima precipitación la producción de MS foliar alcanzó el 41% de la obtenida en la

época de máxima precipitación, observándose variación entre accesiones y entre épocas de evaluación (CIAT, datos no publicados).

Bosque muy húmedo tropical (Piedemonte de la Amazonía de Colombia). Desde 1992, cerca a Florencia, Caquetá, con la colaboración del Fondo Ganadero del Valle del Cauca, se está evaluando germoplasma de *Cratylia* (Cuadro 3). En las evaluaciones de arbustos se incluyeron las 11 accesiones de *C. argentea* disponibles en el CIAT. La producción de MS foliar, promedio de dos cortes en cada época, fue de 33 g/planta en la época de mínima precipitación y de 86 g/planta en la de máxima precipitación (Cuadro 7). La proporción de hojas varió entre 64% y 90%, sin grandes diferencias entre épocas. No obstante, la MS foliar varió entre accesiones y entre años y épocas de evaluación, siendo el promedio de 39%.

Cuadro 7. Desempeño de *Cratylia argentea* en el Piedemonte caquetense, Colombia.

Característica de producción*	Precipitación máxima		Precipitación mínima		Relación mínima:máxima	
	Media	Rango	Media	Rango	Media	Rango
MS total año 1 (g/pl)	86.6	16-183	58.3	12-213	0.75	0.18-2.53
MS foliar año 1 (g/pl)	63.4	14-135	42.1	10-148	0.73	0.17-2.05
MS total año 2 (g/pl)	145.1	63-373	30.4	6-70	0.21	0.09-0.55
MS foliar año 2 (g/pl)	109.3	49-252	23.4	5-49	0.22	0.11-0.54

a. Rebrote de 9 semanas.

FUENTE: B. L. Maass et al., datos no publicados.

En conclusión, *C. argentea* se mostró bien adaptada al ecosistema; sin embargo, no alcanzó rendimientos tan altos como los obtenidos con *Codariocalyx gyroides* o *Flemingia macrophylla* (Cuadro 6). En este sitio, las accesiones aún persisten con buen vigor, después de 3 años de establecidas. Estos resultados confirman los hallazgos preliminares con *C. argentea* CIAT 18516 y 18957 en Pucallpa, Perú, en donde estas accesiones se adaptan bien en condiciones de bosque tropical lluvioso (CIAT, 1990b).

Bosque seco premontano (departamento del Cauca). En 1993, en un ensayo que incluyó un amplio rango de géneros y especies, se probaron *C. argentea* CIAT 18516 y 18673, con el objeto de determinar su adaptación en zonas de ladera de mediana altitud, localizadas a 1200 y 1600 m.s.n.m. (Cuadro 3). Sólo algunas de las especies arbustivas lograron establecerse y un número muy reducido alcanzó la fase de producción, un año después de la siembra. En ambos sitios la mortalidad de plantas de *C. argentea* fue, en promedio, de 75% lo cual pudo deberse a un ataque de chiza (especies de Melolonthidae) que causa daño en varios cultivos en la región (A. Gaigl, comunicación personal). Después de 14 meses, se encontró una alta variabilidad entre las plantas sobrevivientes, las cuales

no mostraron diferencias significativas en crecimiento entre ambas altitudes (Cuadro 8).

En dos sitios de la misma región del Cauca a 1350 y 1600 m.s.n.m. se encontró, 1 año después del trasplante, que las plantas de *C. argentea* alcanzaron alturas de 115 y 64 cm, respectivamente, las cuales se pueden considerar muy reducidas para esta edad (Cuadro 8). Estos resultados fueron confirmados por K. Müller-Sämann (comunicación personal), quien en la misma zona observó que el desempeño de *C. argentea* disminuyó con la altura hasta la sobrevivencia de las plantas en un sitio a 1800 m.s.n.m.

Estos resultados indican que, *C. argentea* es una especie que se adapta mejor a climas del trópico bajo y probablemente tiene un límite de adaptación a la altura sobre el nivel del mar, por tanto, debe tener un rango de temperaturas para crecimiento óptimo indicado por el patrón de distribución de la especie hasta latitudes inferiores a 20° S (Queiroz, 1991). Es probable, sin embargo, que este nivel óptimo de temperatura interactue con la fertilidad del suelo, como lo demuestran los resultados de un ensayo preliminar realizado a 1500 m.s.n.m. en Pescador, Cauca,

Cuadro 8. Altura de plantas (cm) de *Cratylia argentea*, 14 meses después del trasplante en laderas de mediana altura en el departamento del Cauca, Colombia.

Accesión CIAT no.	Sitio y altura (m.s.n.m.)					
	San Vicente (1200)		El Pital (1350)		El Melcho (1600)	
	Media	Rango	Media	Rango	Media	Rango
18673 ^b	n.d. ^c	n.d.	—	—	72.3	20-140
18516 ^b	41.8	9-110	—	—	46.8 ns ^a	10-123
18516 ^d	—	—	114.9	22-210	63.7 ***	10-160

- a. Prueba de t: ns = no hay diferencias significativas entre sitios, ** = existen diferencias significativamente diferentes.
 b. Promedio de todas las plantas sobrevivientes (5 y 6 de 24 plantas establecidas por sitio, respectivamente).
 c. No sobrevivieron plantas.
 d. Promedio de 20 plantas seleccionadas al azar.

FUENTE: B. L. Maass y E. A. Cárdenas, datos no publicados.

en el cual 6 meses después de la siembra de *C. argentea* se encontraron alturas de planta entre 127 y 157 cm, dependiendo del nivel de fertilización e inoculación (M. Rondón, comunicación personal); no obstante, en este ensayo las plantas no se ramificaron sino que presentaron sólo un tallo principal.

Productividad y efecto de interacción genotipo x medio ambiente. En Colombia, se han observado diferencias significativas en la adaptación ambiental de *C. argentea*, medida con base en la producción de MS total de las accesiones evaluadas. La adaptación de esta especie se podría calificar de la manera siguiente: Quilichao > Caquetá > Villavicencio >> Carimagua y Cauca.

Aparentemente existen interacciones del genotipo con el medio ambiente que afectan el desempeño de *C. argentea*, ya que en Colombia los rangos de producción de las accesiones no se conservan a través de los sitios de evaluación (Figura 1), ni en relación con otras localidades como San Isidro y Atenas en Costa Rica (Argel, 1996).

Por consiguiente, las accesiones seleccionadas en cada sitio no son siempre las mismas; aunque *C. argentea* CIAT 18668 parece ser vigorosa a través de varios ambientes, y *C. argentea* CIAT 18666 aparece de manera consistente entre las menos vigorosas. Es probable que exista una respuesta al nivel de fertilidad en el suelo (D. F. Xavier y M. M. Carvalho, comunicación personal) y a ciertos factores favorables de clima; sin embargo, no se ha investigado aún la magnitud de esta interacción genotipo x medio ambiente.

Propagación y establecimiento. Hasta ahora, en el CIAT no se ha probado la propagación vegetativa y los ensayos se han sembrado con semilla. La semilla de *C. argentea* no requiere escarificación antes de la siembra; inclusive, se ha observado que cuando ésta se escarifica sólo durante 2 minutos con ácido sulfúrico pierde su poder de germinación (A. Ortega, comunicación personal).

Los problemas de establecimiento de *C. argentea* en el CI. Carimagua y en el

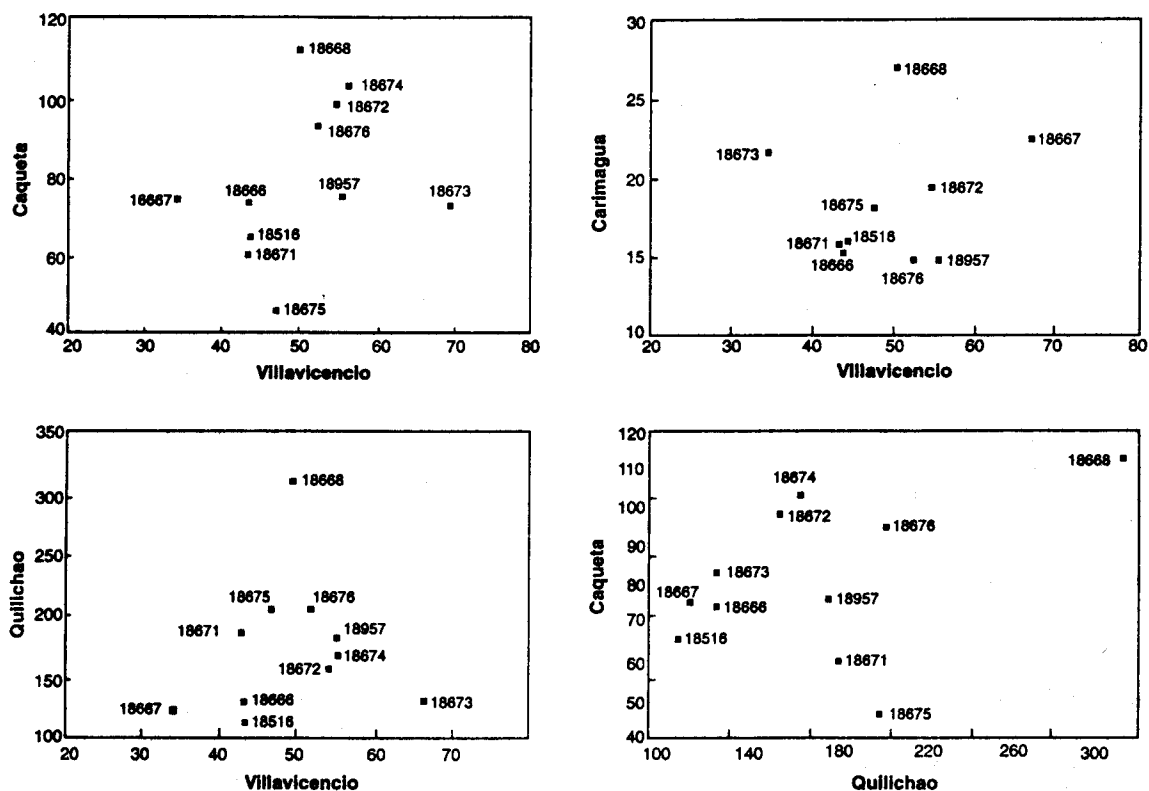


Figura 1. Promedio de producción de MS (g/planta) de 11 accesiones (no. CIAT) de *Cratylia argentea*. Quilichao = cinco cortes de 12 semanas de rebrote, Carimagua = dos cortes de 8 semanas, Villavicencio = cuatro cortes de 12 semanas, y Caquetá = cuatro cortes de 9 semanas.

FUENTES: CIAT, datos no publicados; B. L. Maass et al., datos no publicados.

Cauca, se han asociado con la baja calidad de la semilla debido a su escarificación, al ataque de plagas y aún a la falta de rizobios apropiados que estimulen la fijación de nitrógeno. En este sentido, Sylvester-Bradley et al. (1989) encontraron una alta variación en la eficiencia de varias cepas de *Bradyrhizobium* en un suelo de los Llanos Orientales de Colombia, siendo la relación del rendimiento total de N en el tratamiento inoculado sobre el testigo no inoculado, han

encontrado en experimentos en invernadero, en los cuales se ha observado una respuesta significativa de *C. argentea* a la inoculación con *Bradyrhizobium* (M. Rondón, comunicación personal) (Cuadro 9).

Tolerancia a plagas y enfermedades.
En los ecosistemas colombianos donde se ha evaluado *C. argentea* no se han observado enfermedades o plagas que limiten su desarrollo, a excepción del ataque de grillos

Cuadro 9. Respuesta de *Cratylia argentea* CIAT 18516 a la inoculación con *Bradyrhizobium* (cepa CIAT 3561).

Parámetro de respuesta*	Tratamiento		
	Inoculación con <i>Bradyrhizobium</i>	Aplicación de 150 kg/ha de N	Control
MS total (g)	9.09 a**	10.23 a	6.98 a
Nitrógeno total (mg)	182.0 a	218.7 a	125.1 b
Area foliar (cm ²)	703 ab	810 b	532 a
Nódulos (no.)	24 a	33 a	28 a
Proporción de biomasa en raíces (%)	40.8 a	34.1 a	43.0 a

* Cosecha en materas con 2 kg suelo después de 145 días.

** Los valores seguidos de la misma letra de cada parámetro indican diferencias no significativas (P < 0.05).

FUENTE: R. J. Thomas y M. Rondón, datos no publicados.

y hormigas que ocurrió en el Cl. Carimagua y el posible ataque de chiza (especies de Melolonthidae) en el Cauca; sin embargo, aún falta confirmar si ésta fue la causa principal de la pobre sobrevivencia de las plantas en esta última región. Además, en Quilichao se observan con frecuencia ataques de "matapalo" (probablemente *Oryctanthus occidentalis* Eichl. Familia lorenzaceae).

Fenología y producción de semillas.

Cratylia argentea florece y fructifica en forma abundante en la mayoría de los ambientes donde se ha evaluado en Colombia, excepto en el Caquetá, donde la mayoría de las vainas aparecen vacías. No se han tomado datos del inicio de floración de *C. argentea* en el Cl. Carimagua; sin embargo, cuando *C. argentea* CIAT 18668 se sembró en un 'bajo', las plantas florecieron y fructificaron de manera abundante (E. A. Cárdenas, comunicación personal). En Villavicencio, la floración de esta especie ocurrió entre 134 y 191 días (F. Díaz-Bolívar, comunicación personal), mientras que en el Caquetá aquella ocurrió entre 131 y 146 días después del trasplante

en el campo. Por el contrario, en el trópico húmedo de Pucallpa *C. argentea* CIAT 18516, 18666 y 18957 tardaron entre 395 y 453 días después de la siembra para florecer; esto pudo deberse a la siembra tardía, al final de la época lluviosa (CIAT, no publicado). En el Cauca, después de 14 meses aún no se ha iniciado la floración de las accesiones evaluadas, lo cual probablemente está relacionado con el desarrollo deficiente de las plantas en esta región (B. L. Maass et al., datos no publicados).

En varias localidades se ha observado que en las flores de *C. argentea* proliferan insectos, como abejas y abejorros, que posiblemente ayudan a su polinización. La falta de fructificación en el Caquetá podría indicar la ausencia de estos insectos específicos: Sin embargo, la semilla obtenida de las accesiones evaluadas ha generado plantas bastante uniformes morfológicamente, lo cual no indica que exista una tasa alta de entrecruzamiento. En el CIAT aún no se ha encontrado un marcador genético para determinar la tasa de entrecruzamiento en un estudio exacto.

Cuadro 10. Rendimiento de semilla de *Cratylia argentea* en Quilichao, Colombia.^a

Accesión	Área de producción (m ²)	Rendimiento de semilla (kg/ha)			Total rendimiento anual (g/planta) ^d
		1a. Cosecha	2a. Cosecha	Total/año	
CIAT 18516	500 ^b	460.0	194.4	654.4	409.0
CIAT 18668	225 ^b	225.6	311.1	536.5	335.3
CIAT 18668	940 ^c	228.0	n.d.	n.d.	n.d.

- a. Fertilizado con 50 kg/ha de P y K, y 20 kg/ha de Mg (superfosfato triple, cloruro de potasio, sulfato de magnesio) y 20 kg/ha de flor de azufre al establecimiento y anualmente de mantenimiento.
 b. Durante 1992.
 c. Durante 1993; n.d. = no determinado.
 d. 1600 plantas/ha.

FUENTE: A. Ortega, 1995, comunicación personal.

Como *C. argentea* es una especie silvestre, la floración no es muy sincronizada y la cosecha de semilla es continua. En Quilichao se han sembrado varios lotes para la multiplicación de semilla y, por lo general, se logran dos cosechas al año; siendo la primera entre 7 y 8 meses después de la siembra. Las accesiones *C. argentea* CIAT 18516 y 18668, que se han establecido en lotes mayores de 225 m², rindieron hasta 650 kg/ha por año (Cuadro 10). El peso específico varía entre 27 y 28 g/100 semillas.

Calidad forrajera y consumo. En algunas de las pruebas agronómicas se analizó la calidad forrajera en términos de N, P, Ca, DIVMS y polifenoles. Se encontraron altos valores de PC (Cuadro 5) y una alta variación en la DIVMS entre las accesiones (Lascano, 1996). Esto ofrece oportunidad de seleccionar accesiones superiores en cuanto a la calidad forrajera.

En ocasiones, la especie no es palatable, no obstante, en los 'bajos' del Cl. Carimagua se ha observado un buen

consumo por vacunos; igualmente en el Cauca ha sido consumida por ovinos (K. Müller-Sämann, comunicación personal). Lascano (1996) en esta misma publicación trata en forma detallada los problemas y posibilidades en relación con la calidad nutritiva de *C. argentea*.

Conclusiones

Con base en las experiencias alcanzadas hasta ahora, se puede concluir que *C. argentea* es un arbusto adaptado a los suelos ácidos y de mediana a baja fertilidad en varios ecosistemas de Colombia; no obstante crece mejor en suelos de mayor fertilidad como los "bajos" en los Llanos Orientales de Colombia. Aunque proviene de zonas con época seca hasta de 5 meses de duración, crece bien en zonas de alta precipitación como el Piedemonte amazónico. Su límite de adaptación a bajas temperaturas no se conoce bien, pero se ha observado que a alturas superiores a 1200 m.s.n.m., en la zona ecuatorial, disminuye fuertemente su crecimiento. En

esta especie no se han detectado ataques serios de plagas ni enfermedades.

Entre las 11 accesiones disponibles en el CIAT no existe mayor variación morfológica, aunque demuestran variaciones en la producción de biomasa y en calidad.

De estas conclusiones se pueden derivar algunos temas para investigación en el futuro, entre ellos:

1. Determinar el rango de variabilidad de los caracteres más importantes que existen en los recursos genéticos.
2. Determinar la tasa de entrecruzamiento para entender las estructuras de las poblaciones y diseñar las recolecciones.
3. Determinar los rangos de adaptación especialmente a temperatura, y tipo y fertilidad del suelo.
4. Determinar la interacción genotipo x medio ambiente para adaptación y calidad.
5. Determinar la necesidad de inoculación con rizobios y el control de posibles plagas.
6. Determinar el régimen óptimo de utilización mediante corte o ramoneo para alcanzar una alta producción y una mayor calidad del forraje.
7. Definir los sitios adecuados para la producción de semilla.

Agradecimientos

A Derrick Thomas, Rainer Schultze-Kraft, Gerhard Keller-Grein y Richard J. Thomas por el suministro de la información incluida en este artículo. A Edgar A. Cárdenas, Gerardo Ramírez y Belisario Hincapié por su ayuda en el manejo e interpretación de los resultados.

Referencias

- Argel, P. J. 1996. Evaluación agronómica de *Cratylia argentea* en México y Centroamérica. En: Pizarro, E. y Coradin, L. (eds.). Potencial del género *Cratylia* como leguminosa forrajera. Memorias de un taller de trabajo sobre *Cratylia*. Julio 19 y 20 de 1995, Brasilia, D.F., Brasil. p. 75.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1990a. Germplasm. En: Annual Report 1989 Tropical Pastures. Working document no. 70. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 2.1-2.15.
- _____. 1990b. Agronomía-RIEPT Trópico Húmedo. En: Informe Anual 1990 Programa de Pastos Tropicales. Documento de trabajo no. 89. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 10.1-10.14.
- Lascano, C. E. 1996. Calidad nutritiva y utilización de *Cratylia argentea*. En: Pizarro, E. y Coradin, L. (eds.). Potencial del género *Cratylia* como leguminosa forrajera. Memorias de un taller de trabajo sobre *Cratylia*. Julio 19 y 20 de 1995, Brasilia, D.F., Brasil. p. 83-96.
- Perdomo, P. 1991. Adaptación edáfica y valor nutritivo de 25 especies y accesiones de leguminosas arbóreas y arbustivas en dos suelos contrastantes. Tesis de Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira, Colombia. 141 p.
- Queiroz, L. P. de. 1991. O gênero *Cratylia* Martius ex Bentham (Leguminosae: Papilionoideae:Phaseoleae): Revisão taxonômica e aspectos biológicos. Tese de Maestria, Universidade Estatal de Campinas (UNICAMP), São Paulo, Brasil. 128 p.
- Sylvester-Bradley, R.; Franco D. M. A.; y Mosquera, P. D. 1989. Efectividad relativa de combinaciones de rizobios con leguminosas forrajeras tropicales: catálogo de resultados de ensayos en invernadero y campo. 5a ed. Documento de trabajo no. 49. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 119 p.

Evaluación Agronómica de *Cratylia argentea* en México y Centroamérica

Pedro J. Argel*

Resumen

El arbusto *Cratylia argentea*, nativo de Brasil, Perú y Bolivia, tiene menos de una década de haber sido introducido para evaluación de adaptación en México y Centroamérica. Los resultados iniciales muestran que se adapta mejor en sabanas bien drenadas y a los trópicos húmedo y subhúmedo con suelos moderadamente fértiles.

La accesión más evaluada a nivel regional es *Cratylia argentea* CIAT 18516. Los rendimientos de materia seca (MS) aprovechable de esta leguminosa han sido variables —desde un promedio de 8 g/planta por corte cada 4 semanas en Isla, México, hasta 123 g/planta por corte cada 8 a 14 semanas en Atenas, Costa Rica. Además de la frecuencia de corte, estas diferencias se deben también a los efectos del sitio y a las diferencias en densidad de plantas y alturas de corte.

Cratylia argentea tiene buena capacidad de rebrote, particularmente durante los períodos secos prolongados (5 ó más meses); en esta época, los rendimientos de materia seca varían entre 30% a 40% del total anual. La planta florece y produce semilla de buena calidad, pero no existen estudios regionales sobre manejo agronómico con fines de producción de semilla.

Summary

The shrub *Cratylia argentea* is native from Brazil, Peru and Bolivia. It does not have more than a decade that it was introduced for evaluation to Mexico and Centro América region. Preliminary reports indicate that this shrub adapts better to well drained savanna and humid and subhumid ecosystems with moderately fertile soils.

The more advanced accession regionally is *C. argentea* CIAT 18516. Reported yields of edible dry matter (EDM) are variable—from a mean of 8 g/EDM/plant/cut in Isla, Mexico, every 4 weeks, up to 123 g/EDM/plant/cut every 8 to 14 weeks in Atenas, Costa Rica. Differences are due to site effects but also to cutting height and plant density variations.

Cratylia argentea shows good regrowth after cutting, particularly during prolonged dry periods (5 or more dry months). EDM during this period range between 30% to 40% of the total produced annually for different accessions.

This shrub flowers and set seed of good quality, but there are not reported studies aimed at crop management for seed production. Research is also needed on animal production, plant density, height and frequency of cutting, plant age at first cut, response to soil nutrients and to the inoculation with *Rhizobium*.

* Agrónomo, Ph.D., Coordinador de la RIEPT-MCAC, Apartado Postal 55, 2200 Coronado, San José, Costa Rica.

Introducción

Las leguminosas arbustivas tienen un alto potencial en los sistemas de producción animal, a la vez que contribuyen al mejoramiento de los suelos. Algunas de ellas, rinden más materia seca (MS) que las leguminosas herbáceas, toleran mejor el mal manejo y tienen la capacidad de rebrotar y ofrecer forraje de buena calidad en condiciones de estrés ambiental.

El arbusto *C. argentea* (syn. *C. floribunda*, *Dioclea floribunda*) es una leguminosa nativa de la Amazonia y la parte central de Brasil, Perú y Bolivia (Queiroz, 1991). Se caracteriza por su tolerancia a la sequía y buena adaptación en suelos ácidos infértiles (Argel y Maass, 1994; CIAT, 1993). El forraje de esta planta tiene bajo contenido de taninos condensados (alrededor de 0.2%) y hasta 7% de nitrógeno foliar a los 21 días después del corte (Xavier et al., 1990). Sin embargo, la digestibilidad in vitro de la MS tiene valores intermedios (Valerio, 1994).

Esta especie fue recientemente introducida a México y Centroamérica; por lo tanto, en la región los estudios sobre su adaptación y contribución en los sistemas pecuarios se encuentran aún en desarrollo. Los primeros ensayos de utilización con bovinos se están iniciando en zonas ganaderas con períodos secos prolongados en el trópico seco y subhúmedo de Costa Rica. Se estima, sin embargo, que esta leguminosa tiene un alto potencial para suplementar la dieta de animales en pasturas de gramíneas a lo largo de la costa Pacífica de Centroamérica y México. La buena recuperación después del corte, indica que el arbusto puede utilizarse en sistemas pecuarios de corte y acarreo, predominantes entre pequeños y medianos productores de la región.

En esta revisión se presentan resultados de evaluaciones agronómicas realizadas a nivel regional en los últimos años. Mucha de la información tiene

todavía el carácter de preliminar, pero permite estimar la productividad potencial de la planta y definir necesidades futuras de evaluaciones agronómicas, producción de semilla y utilización animal.

Evaluaciones de Adaptación y Rendimiento de Materia Seca

En México y Centroamérica son pocos los sitios donde se han realizado evaluaciones de adaptación y producción de *C. argentea*. En el Cuadro 1 se incluyen los ecosistemas y las características de clima y suelo de estos sitios. Se pueden observar variaciones en la duración del período seco y en la precipitación anual desde 997 mm en Isla, México, hasta 4000 mm en Guápiles, Costa Rica. La fertilidad es igualmente variable, sobresaliendo los suelos de San Isidro en Costa Rica por la alta acidez y saturación de aluminio y el bajo contenido de fósforo.

Cratylia argentea CIAT 18516 ha sido la única accesión evaluada en todas las localidades que aparecen en el Cuadro 1, lo cual puede ser el resultado de la poca disponibilidad de material de propagación de otras accesiones de la especie para evaluación a nivel regional. No obstante, el Programa de Forrajes Tropicales en Costa Rica ha realizado evaluaciones agronómicas de mayor duración. Así, en Guápiles se evaluó la adaptación de *C. argentea* CIAT 18516 durante 2 años y en Atenas y San Isidro se viene evaluado bajo corte desde hace 3 años.

La siembra en Atenas y San Isidro, Costa Rica, se hizo primero en bolsas plásticas que contenían 2 kg de suelo, y 2 meses después las plántulas se trasplantaron en el campo. Se utilizó un diseño de bloques al azar con dos repeticiones. Las parcelas consistieron en 10 plantas establecidas en forma lineal a 1.0 m de distancia. En la primera localidad, la fertilización se hizo al establecimiento y cada año al inicio de las lluvias con 15, 25 y

Cuadro 1. Características de clima y suelo en los sitios de México y Centroamérica en donde se ha evaluado *Cratylia argentea*.

País/ localidad	Ecosistema	Precipitación (mm)	Meses secos	pH	Al (%)	P (ppm)	Suelo
Costa Rica							
San Isidro	BTESSV ^a	2900	3 a 4	4.6	73	2.4	Ultisol
Atenas	BTSh	1600	5 a 6	5.9	0	3.6	Inceptisol
Guápiles	BTL	4000	0	5.5	2	8.3	Inceptisol
México							
Isla	SBDI	997	5 a 6	4.8	nd.	13.5	Ultisol
Guatemala							
El Subin (Petén)	BHSc	1800	4 a 5	5.4	nd.	0.8	nd.

a. BTESSV = bosque tropical estacional semisiempreverde; BTSh = bosque tropical subhúmedo; BTL = bosque tropical lluvioso; SBDI = Sabana bien drenada isohipertérmica; BHSc = bosque húmedo subtropical caliente.

20 kg/ha de P, K y S, y en la segunda, con 22, 45 y 20 kg/ha de los mismos nutrientes, respectivamente.

Aproximadamente 4 meses después de la siembra en el campo se hizo un corte uniforme a 70 cm sobre el nivel del suelo. Las evaluaciones se hacen en los rebrotes de ocho plantas centrales y una vez se cosechan éstas se separan las hojas y los tallos con diámetro menor de 5 mm; este material se considera como MS aprovechable. Los cortes se realizan cada 8 semanas durante la época lluviosa y cada 12 a 14 semanas durante el período seco. En general, se ha observado una buena adaptación de las accesiones de *C. argentea* evaluadas en las condiciones climáticas y suelo prevalentes en ambas localidades. Se han observado ataques leves de comedores, particularmente en hojas jóvenes, mientras que en San Isidro, las enfermedades se han reducido a la presencia de *Cercospora* en hojas adultas, pero sin limitar el desarrollo de las plantas.

En San Isidro se ha encontrado mayor variabilidad en adaptación y productividad entre accesiones. En el Cuadro 2 se observa que el efecto del sitio es mayor en esta localidad ($P < 0.001$) que en Atenas ($P < 0.01$); lo anterior está relacionado también con un efecto significativo de la repetición, debido posiblemente a la alta variabilidad en la fertilidad del suelo en San Isidro. En Atenas, donde ocurren 6 meses secos y un número igual de meses lluviosos, la época ha tenido un efecto mayor en la productividad de las accesiones que en San Isidro, donde se presentan entre 3 y 4 meses secos.

En el Cuadro 3 se incluyen los rendimientos de MS total y aprovechable en nueve cortes realizados en Atenas —cuatro en la época seca y cinco en la de lluvias. Aunque existen diferencias en los rendimientos, éstos son estadísticamente similares lo cual, posiblemente, indica baja variabilidad genética dentro de las accesiones. Dentro de éstas, *C. argentea*

Cuadro 2. Significancia de las interacciones entre accesión, época y repetición y la adaptación y productividad de *Cratylia argentea* en Atenas y San Isidro, Costa Rica.

Fuente de variación	Atenas	San Isidro
Accesión	**	***
Epocas	***	**
Repetición	**	***

** P < 0.01.

*** P < 0.001.

Cuadro 3. Promedio de rendimiento de MS aprovechable de accesiones de *C. argentea* establecidas en Atenas, Costa Rica*.

Accesión CIAT no.	MS aprovechable (g/planta)		
	Lluvias	Seca	Promedio
18667	186	114 (38)**	162 ab ***
18676	190	101 (35)	169 a
18673	175	116 (40)	153 abc
18674	173	104 (38)	149 abc
18668	167	98 (37)	142 abc
18672	161	88 (35)	134 bcd
18666	167	67 (30)	127 abcd
18957	156	80 (34)	126 bcd
18516	149	78 (34)	123 cd
18675	133	60 (31)	105 de
18671	110	52 (32)	88 e

* Promedio de cinco cortes en época lluviosa y cuatro en época seca.

** Entre paréntesis el porcentaje de MS aprovechable en época seca.

*** P < 0.1, rango múltiple de Duncan.

Cuadro 4. Promedio de altura del rebrote y retención de hojas durante la época seca de accesiones de *Cratylia argentea* establecidas en Atenas, Costa Rica^a.

Accesión CIAT no.	Altura del rebrote (cm)	Retención de hojas/planta ^b	
		Adultas	Jóvenes
18667	57	5	9
18673	50	6	10
18676	50	6	10
18674	46	6	9
18668	47	5	9
18672	46	5	9
18957	46	5	9
18666	48	4	9
18516	47	6	9
18675	42	5	9
18671	40	5	8
Promedio	47.2	5.3	9.1

a. Promedio de nueve observaciones.

b. Escala de retención de hojas: 0 = defoliación total, 10 = sin defoliación.

CIAT 18671 presentó rendimientos menores a 100 g/planta por corte, y *C. argentea* CIAT 18516 presentó una producción similar a la del promedio del grupo de accesiones.

Los rendimientos de MS aprovechable disminuyeron durante la época seca, pero fueron equivalentes al 30% de los rendimientos totales, lo cual muestra la buena capacidad de rebrote y retención de follaje de *C. argentea* durante la primera época, que tiene una duración aproximada de 6 meses en la zona (Cuadro 1). Durante esta época, los rebrotes alcanzaron una altura promedio de 47 cm a las 14 semanas de crecimiento y presentaron poca defoliación en comparación con la parte adulta de la planta, la cual se defolia

aproximadamente en 50% al final del período seco (Cuadro 4).

En San Isidro, se ha observado una mayor variabilidad en los rendimientos de MS aprovechable entre accesiones (Cuadro 5). Sin embargo, los promedios en este sitio corresponden a sólo tres cortes, uno en la época seca y dos en la de lluvias, por lo tanto, los resultados son preliminares, pero se observa que *C. argentea* CIAT 18666, 18667, 18668 y 18676, tienen rendimientos similares a los encontrados en Atenas.

Los rendimientos de *C. argentea* CIAT 18516 en Atenas (Cuadro 3), son superiores a los encontrados en estudios anteriores en esta localidad y en Guápiles (CIAT, 1993),

Cuadro 5. Promedios de rendimiento materia seca aprovechable de accesiones de *Cratylia argentea*, establecidas en Atenas y San Isidro, Costa Rica.

Accesión CIAT no.	MS aprovechable (g/planta)		Diferencia (Atenas-San Isidro)
	Atenas ^a	San Isidro	
18667	162	118	ns
18676	159	172	ns
18673	153	11	**
18674	149	31	**
18668	142	174	ns
18672	134	40	**
18666	127	160	ns
18957	126	31	**
18516	123	53	**
18675	105	25	**
18671	88	21	**

a. Promedios de nueve cortes en Atenas y tres en San Isidro.

** ns = no significativo.

** significativo P < 0.10.

pero inferiores a los hallados por McLennans (comunicación personal) en Esparza, Costa Rica, quien en un ensayo con *C. argentea* establecido a 1 m entre surcos y 0.50 m entre plantas y cosechado a 1 m sobre el suelo, encontró un rendimiento de 474 g/planta de MS aprovechable por corte y un estimado de 38 t/ha por año. Por otra parte, en Isla, México, después de 1.5 años de evaluación con esta leguminosa, establecida a 0.50 m x 0.50 m y cosechada a 0.40 m sobre el suelo, se han encontrado rendimientos de MS menores a los del ensayo anterior (Cuadro 6). Se observó, en los ensayos de Isla, un incremento en la producción de MS foliar con la edad¹ de la planta, lo cual está de acuerdo con los hallazgos de Xavier et al. (1990) en Brasil.

1. Comunicación personal.

En los ensayos de Isla los rebrotes han alcanzado alturas de 0.27 m y 0.67 m a las 4 y 12 semanas de edad, respectivamente; por el contrario, en El Subín, Guatemala, las plantas de *C. argentea* CIAT 18516 no han presentado el mismo vigor y presentan una altura, promedio, de 0.24 m a las 12 semanas de edad. Lo anterior podría estar asociado con baja fertilidad de los suelos en esta localidad, particularmente por los bajos contenidos de fósforo (ver Cuadro 1).

Producción de Semilla

En Atenas, Costa Rica, la floración de esta leguminosa arbustiva se inicia a finales de noviembre, al inicio de la época seca y se extiende aproximadamente 3 meses, lo cual muestra la escasa sincronización de la floración de la planta. Sin embargo, a nivel

Cuadro 6. Promedios de rendimiento de MS aprovechable (g/planta por corte) de *C. argentea* CIAT 18516 establecida en Isla, México*. [Adaptado de: J. F. Quiroz (datos no publicados.)]

Epoca de evaluación ^b	Edad del rebrote (semanas)			Promedio
	4	8	12	
Nortes	4	nd	7.7	nd
Seca	11.6	15.4	22.8	16.6
Lluviosa	7.5	11.5	31.7	16.9
Promedio	7.7	nd	20.7	—

a. Distancia de siembra 0.50 m x 0.50 m, y 0.40 m de altura de corte.

b. Epocas: Nortes = noviembre a febrero. Seca = marzo a mayo. Lluviosa = junio a noviembre.

regional no se reportan estudios agronómicos ni de manejo sobre patrones de floración ni su efecto en la producción de semilla de la especie. La maduración de las vainas se prolonga, igualmente, a lo largo del período seco, por lo que es necesario realizar cosechas periódicas después de la aparición de las primeras vainas maduras. En Atenas, Costa Rica, se han encontrado rendimientos de semilla pura de 190 g/planta, con un rango entre 90 y 280 g/planta, para varias accesiones de *C. argentea* cosechadas en forma manual y beneficiadas mediante el secado al sol. Aparentemente, la planta tiene un alto potencial de producción de semilla, pero faltan aún estudios en este sentido.

Conclusiones

Cratylia argentea es una leguminosa arbustiva que ha demostrado su mejor adaptación en sitios de sabana bien drenada y trópicos húmedo y subhúmedo con suelos moderadamente fértiles. Tiene una alta capacidad de rebrote durante la época seca y en sitios con 6 meses de sequía los rendimientos de MS equivalen, aproximadamente, al 30% del rendimiento total, con una alta proporción de material aprovechable por los animales. Las variaciones en rendimientos de MS

aprovechable entre sitios están relacionadas con diferencias en la metodología de evaluación utilizada, así como también con factores no determinados de clima y suelo, lo que sugiere la necesidad de caracterizar la especie en diferentes ambientes. Por otra parte, de acuerdo con las variaciones en los rendimientos de MS, existe una escasa variabilidad intraespecífica del material evaluado en Costa Rica.

Se sugiere en el futuro realizar estudios sobre densidades de siembra, altura y frecuencia de cortes, edad para el primer corte, respuesta a la aplicación de nutrimentos y a la inoculación con rizobio, estudios sobre producción y calidad de semilla, manejo bajo corte y pastoreo y respuesta animal.

Agradecimientos

El autor agradece al Ing. Alfredo Valerio, del Programa de Forrajes Tropicales de CIAT (RIEPT-MCAC), por su contribución a la preparación del presente artículo, así como a los colegas Javier Francisco Enríquez de INIFAP, México; Carlos Fuentes del Proyecto Centro Maya, Guatemala; y Sandy McLennan de ODA, Costa Rica, por el suministro de resultados experimentales.

Referencias

- Argel, P. J. y Maass, B. L. 1995. Evaluación y adaptación de leguminosas arbustivas en suelos ácidos infértiles de América tropical. En: Nitrogen trees for acids soils. En: Evans, D. O. y Szott, L. T. (eds.). Nitrogen fixing tree research reports. Special issue. Winrock International y NFTA. Morrilton, Arkansas, E. U. p. 215-227.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1988. Programa de Pastos Tropicales. Informe Anual 1987. Documento de Trabajo no. 45. Cali, Colombia. p. 6-1 y 6-33.
- _____. 1993. Programa de Forrajes Tropicales. Informe Bianual 1992-1993. Documento de Trabajo no. 136. Cali, Colombia. p. 4-1 y 5-1.
- Enríquez, J. F. y Peralta, A. 1988. Efecto de tres cargas animales sobre la persistencia de la asociación *Andropogon gayanus-Pueraria phaseoloides* en el municipio de Isla, Veracruz, México. En: Pizarro, E. A. (ed.). Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT). Primera Reunión de la RIEPT-CAC, noviembre 17-19 de 1988, Veracruz, México. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia, e Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de México (INIFAP), México. p. 298-301.
- Queiroz, L. P. de. 1991. O gênero *Cratylia* Martius ex Bentham (Leguminosae: Papilionoideae:Phaseoleae): Revisão taxonomica e aspectos biológicos. Tesis de Maestría. Universidade Estatal de Campinas (UNICAMP), São Paulo, Brasil. 128 p.
- Valerio Ch., S. 1994. Contenido de taninos y digestibilidad in vitro de algunas forrajeras tropicales. Agroforestería en las Américas 1(3):10-13.
- Xavier, D. F.; Carvalho, M. M.; e Botrel, M. A. 1990. Curva de crescimento e acumulação de proteína bruta da leguminosa *Cratylia floribunda*. Pasturas Trop. 12(1):35-38.

Calidad Nutritiva y Utilización de *Cratylia argentea*

Carlos E. Lascano*

Resumen

En este artículo se resume la información disponible de algunos ensayos sobre calidad nutritiva, consumo y aceptabilidad de *Cratylia argentea*. Además, se presentan resultados sobre la utilización de esta leguminosa como suplemento a ovinos alimentados con forrajes de baja calidad y a vacas de leche en pastoreo en épocas seca y lluviosa. El valor nutritivo de *C. argentea* medido en términos de proteína cruda y digestibilidad in vitro es similar al de otras leguminosas arbustivas conocidas (i.e. *Gliricidia sepium*, *Calliandra calothyrsus* y *Erythrina poeppigiana*), pero marginalmente adaptadas a suelos ácidos. Sin embargo, el valor nutritivo de *C. argentea* con trazas de taninos es mayor que el de otras leguminosas semiarbustivas con altos niveles de taninos (i.e., *Flemingia macrophylla* y *Codariocalyx gyroides*) y con buena adaptación a suelos ácidos. El consumo de forraje de *C. argentea* en estado inmaduro y fresco es bajo, pero aumenta cuando el forraje se marchita o se seca al sol, o cuando se ofrece maduro; esto posiblemente esté asociado con la presencia de algún compuesto antinutricional no identificado. La inclusión de niveles crecientes de *C. argentea* (0% a 40% del forraje ofrecido) en mezcla con una gramínea de baja calidad aumentó en forma lineal el consumo total, pero disminuyó en la misma forma la digestibilidad de la dieta consumida por ovinos. Por otra parte, la suplementación (7 a 10 g MS/kg PV por día) de *C. argentea* a vacas en pastoreo en *Brachiaria* spp. tuvo un efecto positivo (8% a 14% de aumento) en la producción diaria de leche durante la época seca y, en menor grado (0% a 7% de aumento) en la época lluviosa. Debido al potencial de *C. argentea* como fuente de proteína para la época seca, se sugiere dar alta prioridad a su evaluación, tanto en desarrollo de germoplasma como en su utilización en sistemas de producción ganadera en el trópico. Para tal fin, se recomienda evaluar y seleccionar nuevas accesiones de *C. argentea* con base en el comportamiento agronómico y el valor nutritivo. Además, se sugiere realizar investigación que permita diseñar estrategias de suplementación de esta leguminosa en sistemas de corte y acarreo y pastoreo en función de la cantidad y calidad de la dieta basal y requerimientos nutricionales de los animales. Esta investigación debe ser complementada con experimentos en fincas y validada posteriormente con productores en diferentes sistemas de producción.

Summary

This article summarizes the information obtained in several trials on the nutritive quality, intake, and acceptability of *Cratylia argentea*. In addition, results are

* Investigador Principal del Programa de Forrajes Tropicales del CIAT, Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia.

presented of the use of this legume as a supplement for sheep fed low-quality forage and for dairy cows grazing during the dry and rainy seasons. The nutritive value of *C. argentea*, measured in terms of crude protein and in vitro digestibility, is similar to that of other common shrub legumes (i.e., *Gliricidia sepium*, *Calliandra calothyrsus*, and *Erythrina poeppigiana*) that are, however, only marginally adapted to acid soils. *Cratylia argentea* has only trace amounts of tannins; its nutritive value, however, is higher than that of other semi-shrub legumes well adapted to acid soils, which have high levels of tannins (i.e., *Flemingia macrophylla* and *Codariocalyx gyroides*). The intake of immature and fresh forage of *C. argentea* is low, but increases when the forage withers or dries in the sun, or when offered mature. This effect on intake is possibly associated with the presence of an unidentified non-nutritional compound. The inclusion of increasing levels of *C. argentea* (0% to 40% of the forage on offer) in mixtures with low-quality grass increased total intake linearly, but similarly decreased the digestibility of the sheep diet. Also, supplementation of *C. argentea* (7 g to 10 g DM/kg LW per day) to cows grazing in *Brachiaria* spp. pastures had a positive effect on daily milk production (an increase of 8% to 14%) during the dry season, and, to a lesser extent, during the rainy season (an increase of 0% to 7%). *Cratylia argentea* is a potential source of protein during the dry season. Therefore high priority should be given its evaluation, both in germplasm development and in its use in cattle production systems in the tropics. Accordingly, new accessions of *C. argentea* should be assessed and evaluated on the basis of their agronomic performance and nutritive value. In addition, research should be conducted to design strategies that use this legume as a supplement, both in cut-and-carry and in grazing systems, in relation to the quantity and quality of the animal basal diet and nutritional requirements. This research should be complemented with on-farm trials and subsequently validated by producers in different production systems.

Introducción

Uno de los factores que más limita la producción de carne y leche en el trópico es la baja disponibilidad y calidad de los forrajes en la época seca, la cual tiene duración variable entre 2 y 6 meses, dependiendo de la localidad. Para solucionar este problema, el productor tiene la alternativas de utilizar leguminosas arbustivas como fuente de proteína para suplementar gramíneas de baja calidad. Existen leguminosas arbustivas como *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium* y *Erythrina poeppigiana*, que han sido ampliamente investigadas como fuentes de forraje para rumiantes. Desafortunadamente, estas especies están marginalmente adaptadas a los suelos ácidos que predominan en algunas áreas con sequía prolongada y en donde los productores medianos y pequeños

dependen, en gran parte, de la crianza de ganado. Por lo tanto, existe un interés marcado en la selección de leguminosas arbustivas y semiarbustivas adaptadas a estos ecosistemas.

Entre las leguminosas semiarbustivas evaluadas en suelos ácidos por el Programa de Forrajes Tropicales del CIAT, sobresalió *Cratylia argentea* (Desv.) o Kuntze (Perdomo, 1991). Esta especie arbustiva perenne y nativa de Brasil (i.e. Cerrado, Caatinga y Amazonia) se caracteriza por su resistencia a la sequía y gran capacidad de rebrote después del corte (Xavier et al., 1990; Perdomo, 1991). Por otra parte, produce abundante semilla y es relativamente de rápido establecimiento cuando las condiciones son adecuadas.

En este artículo se revisa la información sobre composición química, digestibilidad y consumo de *C. argentea* y su

Cuadro 1. Porcentaje de proteína cruda (PC), digestibilidad in vitro (DIVMS) y taninos en *Cratylia argentea* en comparación con otras leguminosas arbustivas comúnmente utilizadas como forrajes. (Adaptado de Perdomo, 1991).

Especie	PC ^a	DIVMS	Taninos ^b
<i>Cratylia argentea</i>	23.5	48.1	0.2
<i>Calliandra calothyrsus</i>	23.9	41.0	16.2
<i>Erythrina fusca</i>	19.1	51.4	0.3
<i>Erythrina poeppigiana</i>	27.1	48.2	0.3
<i>Gliricidia sepium</i>	25.4	50.5	0.2
<i>Leucaena leucocephala</i>	26.5	52.2	8.3

- a. Análisis realizados en hojas (liofilizadas) de rebrote de 3 meses en leguminosas sembradas en un Vertisol con pH 7.0, Palmira, Valle, Colombia.
 b. Catequinas equivalentes (Vanilina-HCl).

utilización como suplemento para ovinos estabulados y alimentados con gramíneas de baja calidad, o como suplemento para vacas en pastoreo. También, se plantean algunas prioridades de investigación en el desarrollo de germoplasma de esta leguminosa y su utilización como suplemento forrajero en sistemas contrastantes de producción animal en el trópico.

Composición Química y Digestibilidad in Vitro de *C. argentea*

La calidad nutritiva de una planta forrajera es función de su consumo y de la eficiencia de extracción y absorción de nutrientes durante los procesos de digestión. Por lo tanto, la composición química per se y la digestibilidad in vitro (DIVMS) de un forraje son únicamente indicadores de calidad nutritiva potencial. Además, la composición química de una especie forrajera puede variar, dependiendo de la fertilidad suelo, parte de la planta (i.e., hoja, tallo, fruto), edad del rebrote y la época del año, entre otros factores. Por esta razón, en esta sección se resumen únicamente los

resultados de la composición química y DIVMS de *C. argentea* y otras leguminosas arbustivas, con una edad de rebrote similar y cosechadas en una misma localidad.

Comparación con especies de leguminosas conocidas

En el Cuadro 1 se observa que la PC y la DIVMS de hojas jóvenes (3 meses de rebrote) de *C. argentea* son similares a las de otras especies de leguminosas arbustivas como *Calliandra*, *Erythrina*, *Gliricidia* y *Leucaena*, utilizadas en la alimentación de rumiantes en el trópico. Sobresale el bajo nivel de taninos en *C. argentea*, el cual es comparable al encontrado en leguminosas arbustivas de aceptable calidad nutritiva (i.e., *E. fusca*, *E. poeppigiana*, *G. sepium*). Este bajo nivel de taninos en *C. argentea* se ha asociado con una alta tasa de degradación de su proteína en el rumen (Aroeira y Xavier, 1991) y, por ende, con altos niveles de amonio ruminal (C. Lascano, datos no publicados), lo cual es altamente deseable para una eficiente digestión de alimentos fibrosos.

Cuadro 2. Porcentaje de proteína cruda (PC), digestibilidad in vitro (DIVMS) y polifenoles en *Cratylia argentea* y otras leguminosas semiarbustivas evaluadas en suelos ácidos. (C. Lascano, datos no publicados).

Especie	PC ^a	DIVMS ^b	Polifenoles totales ^{a,b}
<i>Cratylia argentea</i>	18.6	52.7	0.9
<i>Codariocalyx giroides</i>	14.9	29.7	9.7
<i>Desmodium velutinum</i>	14.0	55.4	1.4
<i>Flemingia macrophylla</i>	16.5	20.1	9.5
<i>Tadehagi</i> spp.	12.5	25.0	18.3
<i>Uraria</i> spp.	16.9	56.9	2.7

a. Análisis realizados en hojas liofilizadas de rebrote de 3 meses en leguminosas sembradas en un Oxisol de Carimagua, Llanos Orientales de Colombia.

b. Folin-Denis.

Comparación con especies de leguminosas poco estudiadas

El Programa de Forrajes Tropicales del CIAT evaluó en suelos ácidos de los Llanos Orientales de Colombia el comportamiento y la producción de MS de un grupo de leguminosas semiarbustivas, incluyendo *C. argentea*. Como parte de la evaluación se caracterizó su valor nutritivo potencial (Cuadro 2). Los resultados muestran que la PC y DIVMS son mayores en las hojas de *C. argentea* (i.e. rebrote de 3 meses) que en las de otras leguminosas con niveles altos de polifenoles (i.e., taninos). Estos resultados despertaron interés dentro del Programa de Forrajes Tropicales en *C. argentea* como planta forrajera para suelos ácidos.

Comparación entre accesiones

En la estación CIAT-Quilichao y en el Cl. Carimagua se midieron el contenido de PC y la DIVMS en hojas inmaduras de un grupo de 10 accesiones de *C. argentea* (Cuadro 3). Ambos atributos nutritivos fueron consistentemente mayores en Quilichao que en Carimagua lo cual, posiblemente, está asociado con niveles más

altos de M.O. en el suelo de la primera localidad. Sin embargo, se observó variabilidad en el contenido de PC y la DIVMS entre accesiones, siendo mayor en Quilichao que en Carimagua, pero no se observó una interacción significativa de la localidad con la accesión, ya que el comportamiento de las accesiones fue similar en ambos sitios. Se espera que, al ampliar la base genética de *C. argentea* mediante la recolección de nuevo germoplasma, también se amplíen las posibilidades de selección de genotipos con alto valor nutritivo.

Efecto de la madurez y el manejo poscosecha

La composición química de *C. argentea* varía con la madurez de la planta y entre sus partes (Cuadro 4). El mayor efecto de la madurez se presenta en la DIVMS de las hojas y los tallos, lo cual está asociado con incrementos en contenido de pared celular (FND y FAD). Debido a que en muchos sistemas de producción las leguminosas arbustivas son utilizadas para corte y acarreo, se evaluó el efecto del manejo poscosecha en la PC y la DIVMS (Cuadro 4), encontrándose que ambos

Cuadro 3. Variación en composición química y digestibilidad in vitro (DIVMS) (en porcentajes) entre accesiones de *Cratylia argentea*. (C. Lascano, datos no publicados)

Accesión CIAT no.	Quilichao		Carimagua	
	PC ^a	DIVMS ^a	PC ^a	DIVMS ^a
18516	24.0	58.4	19.2	53.5
18666	21.0	64.9	19.6	55.0
18667	22.7	60.9	19.8	54.4
18668	25.4	63.0	17.5	54.4
18671	28.0	61.9	20.0	54.5
18672	24.5	53.6	17.9	50.5
18673	23.3	54.9	15.4	50.8
18675	25.6	56.1	19.1	52.2
18676	21.7	53.9	19.6	50.9
18957	26.1	56.3	17.8	51.1
Promedio	24.2	58.4	18.6	52.7

a. Análisis realizados en hojas (liofilizadas) de rebrote de 3 meses en leguminosas sembradas en un Ultisol (Quilichao, Cauca, Colombia) y un Oxisol (Carimagua, Llanos de Colombia).

Cuadro 4. Efecto de madurez y manejo poscosecha en la composición química y digestibilidad in vitro (DIVMS) (en porcentajes) de *Cratylia argentea* (C. Lascano, datos no publicados).

Tipo de muestra	PC	DIVMS	FND	FAD
Hojas inmaduras ^a	23.1	54.0	64.0	34.8
Hojas maduras ^b	21.5	42.0	70.0	37.0
Tallos inmaduros	8.9	45.0	71.1	51.1
Tallos maduros	6.1	24.0	76.1	58.8
Hojas marchitas en sombra (48 h)	24.1	47.6	—	—
Hojas secadas al sol (48 h)	24.2	46.9	—	—

a. Rebrote de 4 meses.
b. Rebrote de 22 meses.

Cuadro 5. Consumo de *Cratylia argentea* por ovinos en jaula metabólica.

Experimento	Tipo de forraje	Consumo MS	
		(g/día) ^a	(g/h) ^b
A ^c	Forraje fresco	780	—
	(2 meses de rebrote)	(1.8% PV)	
B ^d	Forraje inmaduro:		
	Fresco	—	84
	Marchito (24 h)	—	157
	Marchito (48 h)	—	183
	Seco al sol	—	160
	Forraje maduro:		
	Fresco	—	291
	Marchito (24 h)	—	376
	Seco al sol	—	359

a. Consumo medido durante 5 días, previo ajuste de 2 semanas.

b. Consumo medido en períodos de 20 minutos.

FUENTES: c. Aroeira y Xavier (1991)

d. Raaflaub y Lascano (1995).

parte, Ahn (1990) encontró que el consumo de heno de cebada por ovinos aumentó, en promedio, en 65% cuando se suplementó forraje seco —6.8 g MS/kg de PV por día— de *G. sepium* y *C. callothyrsus*, en comparación con forraje fresco. El secado de ambas leguminosas estuvo asociado con una disminución en la degradación de la proteína en el rumen y un aumento del N absorbido y retenido por el animal (Ahn et al., 1989). Es posible que el secado de *C. argentea* también contribuya a reducir la degradación de su proteína en el rumen y, como consecuencia, exista mayor proteína de paso.

El efecto positivo del secado de *C. argentea* en el consumo por ovinos, medido

en períodos cortos de tiempo, sugiere que esta práctica produjo cambios en la planta, particularmente en estado inmaduro, que alteraron la aceptabilidad del forraje. Uno o varios factores antinutritivos podrían estar asociados con el consumo y la aceptabilidad de *C. argentea*, los cuales se inactivarían total o parcialmente con el secado del forraje inmaduro o cuando la planta madure. En una primera evaluación de factores antinutricionales de esta leguminosa, sólo se encontraron trazas de taninos condensados, alcaloides, cumarina y compuestos cianogénicos. Raaflaub y Lascano (1995) también encontraron hydroxicumarinas y terpenos, particularmente en hojas jóvenes; sin embargo, no se sabe si estos compuestos son los responsables del bajo

Cuadro 6. Utilización diaria de *Cratylia argentea* como suplemento de *Brachiaria dictyoneura* de baja calidad suministrada a ovinos en jaula metabólica.

Tipo de experimento	Suplementación con leguminosa (% MS)	Consumo de MS (g/animal/día)	Digestibilidad (%)		
			MS	FND	N
A ^a	0	457	44.7	52.3	30.8
	50	476	43.8	49.0	61.7
B ^b	0	818	57.6	—	—
	10	899	55.7	—	—
	20	924	55.1	—	—
	40	945	53.0	—	—

- a. Fässler y Lascano, 1995; leguminosa secada al sol y ofrecida sólo en la mañana como leguminosa pura.
 b. C. Lascano y W. Quiñonez (datos no publicados); leguminosa fresca en estado maduro y ofrecida mañana y tarde en mezcla con la gramínea.

consumo y aceptabilidad del forraje fresco no maduro de *C. argentea*.

Utilización de *C. argentea* como Suplemento en Raciones

Las dietas con base en forrajes de baja calidad no suplen nutrientes como energía, proteína y minerales, necesarios para la eficiente fermentación ruminal. Por lo tanto, una estrategia utilizada por productores en algunos sistemas de producción es suplementar la dieta basal con proteína proveniente de leguminosas arbustivas. Existen en la literatura numerosos trabajos sobre el valor nutritivo y el uso de leguminosas arbustivas tropicales como suplemento para bovinos, ovinos y caprinos. Norton (1994a y 1994b) hizo una completa revisión sobre el tema y en ella se muestra que la respuesta a la suplementación de una leguminosa depende de su calidad y nivel en la dieta, de su presentación —seca o fresca— y de la calidad de la dieta basal. Por otra parte, el efecto positivo de la suplementación con leguminosas arbustivas

está relacionado, normalmente, con aumento en el consumo, mejora en la digestibilidad de la dieta y, con la mayor absorción y retención de nitrógeno por el animal.

Suplementación a ovinos estabulados

El Programa de Forrajes Tropicales del CIAT ha realizado una serie de estudios de suplementación con *C. argentea* a ovinos estabulados. En el Cuadro 6 se resumen los resultados de dos experimentos en los cuales se suplementó *C. argentea* a ovinos alimentados con una dieta de *Brachiaria dictyoneura*, una gramínea de baja calidad (4% a 5% de PC). El experimento A (Fässler y Lascano, 1995) indica que la sustitución de 50% de la gramínea por hojas de *C. argentea* secadas al sol y ofrecidas solas una vez al día no mejoró el consumo total de forraje, ni la digestibilidad de la MS o de la fibra. Sin embargo, se encontró un efecto positivo de la suplementación con *C. argentea* en la digestión del nitrógeno, lo que se asoció con un balance positivo de nitrógeno en los animales suplementados y

un balance negativo en los que sólo tuvieron acceso a la gramínea (Fässler y Lascano, 1995). Estos resultados contrastan con los obtenidos en otro estudio (experimento B) (Cuadro 6), en el cual se observó un incremento lineal en el consumo de la MS, cuando los ovinos tuvieron a disposición todo el tiempo niveles crecientes entre 0% y 40% de MS de hojas maduras y frescas de *C. argentea* en mezcla con una leguminosa de baja calidad. Este incremento en consumo estuvo asociado con una pequeña disminución en la digestibilidad de la MS.

Las diferencias entre los dos estudios se deben, posiblemente, a que en el experimento A el suplemento con *C. argentea* se ofreció en las horas de la mañana en forma leguminosa pura, mientras que en el experimento B se suministró, tanto en la mañana como en la tarde, en mezcla con la gramínea. Se sugiere que la estrategia de suplementación utilizada en el experimento A pudo contribuir a una excesiva pérdida de amonio ruminal, debido a la falta de energía para síntesis de proteína bacterial.

En el Programa de Forrajes Tropicales también se evaluó el uso de mezclas de *C. argentea* con *F. macrophylla*, una leguminosa con alto contenido de taninos, como suplemento a ovinos mantenidos en una gramínea de baja calidad (C. Powell y C. Lascano, datos no publicados). Los resultados de este estudio mostraron que el consumo total de forraje fue similar con el suplemento de leguminosas ofrecidas individualmente o en mezcla. Sin embargo, en esta última forma se encontró un efecto positivo en la eficiencia de utilización del nitrógeno por los animales. Así, con la suplementación de 20% de *C. argentea* más 20% de *F. macrophylla* del forraje ofrecido, se redujo la degradabilidad de la proteína en el rumen y se aumentó en 20% el flujo de nitrógeno al duodeno, en comparación con la suplementación del 40% del forraje ofrecido solamente como *C. argentea*.

Con base en lo anterior, existe la posibilidad de formular mezclas de leguminosas arbustivas con base en *C. argentea* para mejorar la fermentación ruminal y aumentar la proteína sobrepasante al tracto posterior. Al respecto, existen estudios que muestran aumentos en la producción animal con suplementación de proteína sobrepasante en combinación con leguminosas arbustivas; por ejemplo, van Eys et al. (1986) encontraron que con el suministro de 2.7 g/kg de PV por día de torta de soya tratada con formaldehído, una fuente de proteína sobrepasante, se logró duplicar la ganancia de peso de caprinos alimentados con pasto Napier (*Pennisetum purpureum*) como dieta basal y suplementados con *L. leucocephala* y *S. grandiflora*.

Suplementación a vacas lecheras en pastoreo

Es posible que el mayor uso potencial de *C. argentea* sea como suplemento en la época seca para vacas lecheras en los sistemas de doble propósito comunes en zonas tropicales.

Los resultados obtenidos en ensayos con suplementación de *C. argentea* (Cuadro 7) mostraron que durante la época seca el forraje cosechado de esta leguminosa produjo un aumento de 13% (rango 8% a 14%) en la producción de leche de vacas mantenidas en una pastura de *Brachiaria dictyoneura*. En los mismos experimentos, la suplementación con *Flemingia macrophylla*, una leguminosa arbustiva de menor calidad con altos niveles de taninos, produjo incrementos menores, entre 0% y 10%, en producción de leche. La diferencia en calidad de las dos leguminosas arbustivas también se reflejó en el consumo (3.0 vs. 6.3 g de MS/kg de PV por día) y en nivel de urea en la leche (9.3 vs. 15.3 mg %). La urea en la leche o en la sangre refleja el consumo de la leguminosa y la degradabilidad de la proteína de la planta en el rumen, lo cual está asociado con

Cuadro 7. Efecto de suplementación con *Cratylia argentea* y otras leguminosas en la producción diaria de leche con vacas en pastoreo (C. Lascano, datos no publicados).

Pastura ^a	Leguminosa suplementada	Oferta de leguminosa (g MS/kg PV/día)	Consumo de leguminosa	Producción de leche ^b (kg/vaca)	Urea en la leche (mg/100 ml)
Epoca seca:					
<i>B. dictyoneura</i>	Control ^c	—	—	6.2	10.8
	<i>F. macrophylla</i> ^{c,d}	8.4	3.0	(4.9-7.4) ^e	(5.5-16.0)
	<i>C. argentea</i> ^{c,d}	(7.6-9.1) ^e	(1.0-4.4)	(5.0-8.0)	(5.8-14.6)
<i>B. decumbens</i>	Control	—	—	9.3	10.0
	<i>C. macrocarpum</i> ^d	11.4	8.1	10.1	14.0
	<i>C. argentea</i> ^d	11.3	7.8	10.0	17.7
Epoca de lluvia:					
<i>B. dictyoneura</i>	Control	—	—	6.8	12.8
	<i>C. macrocarpum</i> ^d	13.5	10.5	7.0	15.2
	<i>C. argentea</i> ^d	11.3	7.8	6.9	20.5

a. Pastoreo con vacas (1 vaca/ha) Holstein y mestizas por período de 42 días.

b. Leche corregida por grasa (4%).

c. Promedio de 4 ciclos de medición de 42 días cada uno.

d. Hoja de leguminosa marchita.

e. Rango.

taninos (Lascano et al., 1990; Hess et al., 1992).

La suplementación de *C. argentea* durante la época de lluvias resultó en un bajo (7%) o ningún aumento en producción de leche de vacas en pastoreo (Cuadro 7); igualmente, se observó un incremento reducido en la producción de leche cuando se suplementó *Centrosema macrocarpum*, una leguminosa herbácea de buena calidad. Los estudios realizados con *E. poeppigiana* en el trópico húmedo de Costa Rica tampoco han mostrado un beneficio directo de la leguminosa en producción de leche de vacas en pastoreo (Pezo et al., 1990).

El promedio del incremento en producción de leche en la época seca (13%), asociado con la suplementación de *C. argentea* está dentro del rango de aumento encontrado con la suplementación de *L. leucocephala* en varios experimentos revisados por Jones (1994). También es similar al que se encontró en un estudio realizado en la estación CIAT-Quilichao, Colombia, donde se midió el efecto de un banco de proteína con *Centrosema* spp. en la producción de leche de vacas en pastoreo (Mosquera y Lascano, 1992). Sin embargo, en la misma localidad la producción de leche en época seca fue 30% más alto en asociaciones de *B. dictyoneura* con *Centrosema* spp. que en la gramínea sola (Avila y Lascano, 1991). Esta mayor respuesta en producción de leche en la asociación de gramíneas con leguminosas, en comparación con el uso de bancos de proteína, podría estar asociada a un mejor balance de energía y proteína en la dieta consumida por las vacas en pastoreo.

Tanto en vacas suplementadas con forraje de una leguminosa arbustiva una o dos veces al día durante el ordeño, como en vacas en pastoreo con acceso controlado a bancos de proteína, puede ocurrir una pérdida de amonio ruminal por deficiencia de energía para la síntesis de proteína microbial. En el CATIE, Costa Rica, se

encontró un efecto benéfico en la ganancia de peso de corderos (Benavides y Pezo, 1986) y en producción de leche de cabras (Esnaola y Ríos, 1986) suplementadas con *E. poeppigiana* en combinación con una fuente de energía a base de banano verde. Por lo tanto, se sugiere que la inclusión de fuentes de energía como gramíneas de corte en suplementos a base de *C. argentea* podrían resultar en una fermentación ruminal más eficiente, lo cual tiene implicaciones en la producción animal.

Con base en las evidencias disponibles, se espera que con la suplementación de *C. argentea* en combinación con gramíneas de corte utilizadas en sistemas de doble propósito, sea posible no solo ordeñar las vacas en época seca sino también mantener la producción de leche a través del año. Además, la suplementación con la leguminosa podría mejorar el estado de los terneros de cría y la condición corporal de las vacas, lo cual se traduciría en una mayor eficiencia reproductiva. Por otra parte, es posible que la suplementación con *C. argentea* en época de lluvia no tenga un efecto significativo en la producción de leche individual, pero sí podría permitir un aumento de la carga animal en las pasturas sin afectar la producción de leche por vaca.

Prioridades de Investigación con *C. argentea*

La información disponible sobre la calidad nutritiva y la suplementación de *C. argentea* sugiere que esta leguminosa podría ser una excelente alternativa para la alimentación de rumiantes en el trópico, particularmente en la época seca. Sin embargo, para explotar su potencial como planta forrajera es necesario considerar algunas estrategias de investigación, que se pueden enmarcar en dos grandes áreas: (1) desarrollo de germoplasma y (2) utilización de la leguminosa en sistemas de producción.

Desarrollo de germoplasma de *C. argentea*

La caracterización inicial de 10 accesiones de *C. argentea* mostró que existe variabilidad en la calidad nutritiva de esta especie. Por lo tanto, se recomienda dar prioridad a la caracterización de nuevas accesiones de esta especie con buen comportamiento agronómico. En esta caracterización se sugiere evaluar: (1) la composición química y la DIVMS, en función de la madurez de la planta, época del año y fertilidad del suelo, y (2) la aceptabilidad y el consumo, en función de madurez de la planta y la forma de presentación del forraje —fresco, marchito o seco. Por otra parte, para una mejor caracterización del germoplasma disponible de *C. argentea* es necesario conocer qué factor o factores antinutricionales podrían estar asociados con su consumo y aceptabilidad.

Para evaluar y seleccionar el germoplasma de *C. argentea* por consumo y aceptabilidad, se sugiere utilizar la metodología propuesta por Kenney y Black (1984) y modificada por Raaflaub y Lascano (1995). Con esta metodología se mide el consumo de forraje por ovinos, caprinos o bovinos en períodos cortos de tiempo (entre 20 y 30 min), previo acostumbamiento de los animales. La metodología propuesta tiene como ventaja la de permitir la evaluación en un momento determinado, de un alto número de genotipos, ya que para las pruebas con animales se requiere poca cantidad de forraje.

Utilización en sistemas de producción

El forraje de *C. argentea* podría ser utilizado en sistemas de corte y acarreo para suplementar dietas de baja calidad. En algunos de estos sistemas con pequeños productores los animales tienen poco acceso al pastoreo y derivan su alimentación, principalmente de gramíneas de corte, residuos de cosecha o de subproductos agrícolas. En forma alternativa, en los sistemas de pastoreo comunes en América tropical, el forraje de *C. argentea* podría ser

utilizado como suplemento de proteína en época seca, ya sea en pastoreo directo si los animales consumen el forraje, o en un sistema de corte y acarreo.

Para diseñar prácticas eficientes de suplementación con forraje de *C. argentea*, que sean aplicables a diferentes sistemas de producción, es necesario realizar investigación estratégica con animales en confinamiento y en pastoreo; para tal fin, existen alternativas de diseño experimental. No obstante, se sugiere considerar el diseño cuadrado latino con sobrecambio, ya que permite detectar pequeñas diferencias entre tratamientos con un número reducido de animales (Stobbs y Sandland, 1972).

Investigación estratégica con animales en confinamiento. Algunas estrategias de investigación con rumiantes menores confinados en jaulas metabólicas y alimentados con dietas basales de baja calidad se enumeran a continuación:

1. Estudios de suplementación con niveles crecientes de *C. argentea* en diferentes formas de presentación: inmaduro, maduro, fresco o seco y su interacción con fuentes de energía y minerales.
2. Estudios de suplementación de mezclas de *C. argentea* con otras leguminosas arbustivas con niveles variables de taninos y digestibilidad. Lo anterior con el objeto de incrementar la proteína sobrepasante y aumentar de esta forma la retención de N.

En estudios con rumiantes menores en jaula metabólica se sugiere medir: el consumo de la dieta basal y del suplemento; la digestibilidad de las dietas; parámetros de fermentación ruminal como los ácidos grasos volátiles, el amonio, y la producción de biomasa bacteriana en función de consumo de M.O. digerible; parámetros de utilización de nitrógeno como la degradación en el rumen, el flujo y la absorción de este nutriente en el tracto posterior.

Investigación estratégica con animales en pastoreo. Los estudios con ruminantes menores en jaula metabólica deben complementarse con ensayos de pastoreo bajo condiciones controladas en una estación experimental. El objetivo central de estos ensayos es medir la respuesta animal en pasturas contrastantes en cantidad y calidad, con y sin suplementación de forraje de *C. argentea* solo, en mezcla con otras leguminosas arbustivas y en combinación con forrajes altos en energía.

Entre los estudios que se sugieren realizar con vacas de leche en pastoreo se pueden citar:

1. Medición de la respuesta de los animales, en términos de producción de leche en épocas seca y lluviosa, a niveles crecientes de forraje de *C. argentea* sola o en mezcla con otras leguminosas arbustivas como suplemento de vacas en pastoreo en gramíneas. A manera de ejemplo, los tratamientos a evaluar podrían ser: T1 sólo pastoreo, T2 pastoreo + 0.5% del peso vivo animal (PV) en forma de *C. argentea*, T3: pastoreo + 1% del PV como *C. argentea*, y T4: pastoreo + 1.5% del PV como *C. argentea*.
2. Medición de la respuesta de los animales, en términos de producción de leche en épocas seca y lluviosa, a la suplementación con forraje de *C. argentea* en combinación con gramíneas de corte como fuentes de energía y su interacción con la calidad y la cantidad de la gramínea en la pastura. Por ejemplo, con vacas en pastoreo en una gramínea común se podría medir el efecto en producción de leche de los siguientes tratamientos (T): T1 = niveles altos de gramínea de corte (1% o más del PV) y de *C. argentea* (1% o más del PV), T2 = niveles bajos de gramínea de corte (< 0.5% del PV) y de *C. argentea* (< 0.5% del PV), T3 = nivel bajo de gramínea de corte (< 0.5% del PV) y alto de *C. argentea* (1% o

más del PV), y T4 = nivel alto de gramínea de corte (1% o más del PV) y bajo de *C. argentea* (< 0.5% del PV).

3. Medición de la respuesta de los animales, en términos de producción de leche, a la utilización directa por los animales de *C. argentea* en bancos de proteína establecida en bloques o en hileras en los callejones de los potreros, y su interacción con la cantidad y la calidad de la gramínea en la pastura. Como variables complementarias de respuesta se sugiere medir la tolerancia de las plantas al pastoreo y la frecuencia de consumo de la leguminosa.

Para ayudar en la interpretación y extrapolación de los resultados de producción de leche de vacas suplementadas con *C. argentea*, se sugiere cuantificar la disponibilidad y calidad de la gramínea en la pastura experimental. Además, se recomienda medir algunos constituyentes de la leche que reflejen el consumo de proteína degradable, entre ellos la urea en el suero (Lascano et al., 1990) y la energía digestible como el ácido oléico en la grasa (Stobbs y Brett, 1974).

Investigación participativa en sistemas de producción. La investigación estratégica en suplementación de *C. argentea* debe complementarse con la investigación participativa con productores. Los resultados de estas pruebas deben servir como base para posteriores validaciones y la promoción de *C. argentea*. Algunas acciones de investigación que se podrían ejecutar en campos de productores de ganado de doble propósito son los siguientes:

1. Estudios sobre los requerimientos del cultivo tales como inoculación, fertilización, distancia y manejo (altura y frecuencia de corte) para maximizar la producción de forraje, particularmente en época seca.

2. Estudios de respuesta en producción de leche, reproducción y ganancia de peso de terneros de cría con suplementación de *C. argentea* como forraje de corte en época seca, y su interacción con otras gramíneas de corte como "King grass", elefante y caña, comúnmente utilizadas por productores en sistemas de doble propósito.

Referencias

- Ahn, J. H.; Robertson, B. M.; Elliot, R.; Gutteridge, R. C.; y Ford, C. W. 1989. Quality assessment of tropical browse legumes: Tannin content and protein degradation. *Anim. Feed Sci. Technol.* 27:147-156.
- _____. 1990. Quality assessment of tropical browse legumes. Tannin content and nitrogen degradability. Tesis PhD. The University of Queensland, Brisbane, Australia.
- Aroeira, L. J. M. y Xavier, D. F. 1991. Digestibilidad e degradabilidad de *Cratylia floribunda* no rumen. *Pasturas Trop.* 13(3):11-14.
- Avila, P. y Lascano, C. E. 1991. Potencial de producción de leche en pasturas solas y asociadas con leguminosas adaptadas a suelos. *Pasturas Trop.* 13(3):2-10.
- Benavides, J. E. y Pezo, D. 1986. Evaluación de crecimiento y del consumo de proteína seca en corderos alimentados con follaje de poro (*Erythrina poeppigiana*) ad. lib., suplementada con diferentes fuentes de energía. En: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Resumen de las investigaciones realizadas con rumiantes menores, cabras y ovejas, en el Proyecto de Sistemas de Producción Animal. Serie Técnica. Informe Técnico no. 67. Costa Rica. p. 43-47.
- Esnaola, M. A. y Ríos, C. 1986. Hojas de poro (*Erythrina poeppigiana*) como suplemento protéico para cabras lactantes. En: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Resumen de las investigaciones realizadas con rumiantes menores, cabras y ovejas, en el Proyecto de Sistemas de Producción Animal. Serie Técnica. Informe Técnico no. 67. Costa Rica. p. 60-69.
- Fässler, O. M. y Lascano, C. E. 1995. The effect of mixtures of sun-dried tropical shrub legumes on intake and nitrogen balance by sheep. *Trop. Grassl.* (s.p.).
- Hess, D.; Lascano, C. E.; y Plazas, C. 1992. Niveles de amonio ruminal en novillos que pastorean gramíneas solas y asociadas con leguminosas de calidad nutritiva contrastante. *Pasturas Trop.* 14(3):9-13.
- Jones, R. M. 1994. The role of Leucaena in improving the productivity of grazing cattle. En: Gutteridge, R. C. y Shelton, H. M. (eds.). Forage tree legumes in tropical agriculture. CAB International, Reino Unido. p. 232-244.
- Kenney, P. A. y Black, J. L. 1984. Factors affecting diet selection by sheep; 1: Potential intake rate and acceptability of feed. *Aust. J. Agric. Res.* 35:551-563.
- Lascano, C.; Rodríguez, J. C.; y Avila, P. 1990. Niveles de úrea en la leche como un indicativo del consumo de leguminosas tropicales por animales en pastoreo. *Pasturas Trop.* 12(3):38-40.
- Lowry, B. J. 1989. Agronomy and forage quality of *Albizia lebbek* in the semi-arid tropics. *Trop. Grassl.* 23:84-91.
- Morán, J. B.; Saloto, K. B.; y Dawson, J. E. 1983. The utilization of rice straw fed to Zebu cattle and swamp buffalo as influenced by alkali treatment and Leucaena supplementation. *Aust. J. Agric. Res.* 34:73-84.

- Mosquera, P. y Lascano, C. 1992. Producción de leche de vacas en pasturas de *Brachiaria decumbens* solo y con acceso controlado a bancos de proteína. *Pasturas Tropicales* 14(1):2-10.
- Norton, B. W. 1994a. The nutritive value of tree legumes. En: Gutteridge, R. C. y Shelton, H. M. (eds.). *Forage tree legumes in tropical agriculture*. CAB International, Reino Unido. p. 177-191.
- _____. 1994b. Tree legumes as dietary supplements for ruminants. En: Gutteridge, R. C. y Shelton, H. M. (eds.). *Forage tree legumes in tropical agriculture*. CAB International, Reino Unido. p. 192-201.
- Palmer, B. y Schlink, A. C. 1992. The effect of drying on the intake and rate of digestion of the shrub legume *Calliandra calothyrsus*. *Trop. Grassl.* 26:89-93.
- Perdomo, P. 1991. Adaptación edáfica y valor nutritivo de 25 especies y accesiones de leguminosas arbóreas y arbustivas en dos suelos contrastantes. Tesis de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira, Valle. 128 p.
- Pezo, D.; Kass, M.; Benavides, J.; Romero, F.; y Cháves, C. 1990. Potential of legume tree fodders as animal feed in Central America. En: Devendra, C. (ed.). *Shrubs and tree fodders for farm animals*. International Development Centre (IDRC), Canadá. p. 163-182.
- Raaflaub, M. y Lascano, C. E. 1995. The effect of wilting and drying on intake rate and acceptability by sheep of the shrub legume *Cratylia argentea*. *Trop. Grassl.* (s.p.).
- Stobbs, T. H. y Brett, D. J. 1974. Milk yield and composition of milk and blood indicators of energy intake by Jersey cows. *Aust. J. Agric. Res.* 25:657-666.
- _____. y Sandland, R. L. 1972. The use of a Latin square change-over design with dairy cows to detect differences in the quality of tropical pastures. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 12:463-469.
- van Eys, J. E.; Mathius, I. W.; Pongsapan, P.; y Johnson, W. L. 1986. Foliage of the trees *Gliricidia*, *Leucaena* and *Sesbania* as a supplement to Napier grass for growing goats. *J. Agric. Sci.* 107:227-233.
- Xavier, D. F.; Carvalho, M. M.; y Brotel, M. A. 1990. Curva de crescimento e acumulação de proteína bruta de leguminosa *Cratylia floribunda*. *Pasturas Trop.* 2(1):35-38.

Leguminosas Arbustivas en Sistemas de Producción en el Trópico

Peter C. Kerridge
Carlos E. Lascano*

Resumen

Se presentan en forma breve algunas de las características especiales de las leguminosas arbustivas, que las hacen atractivas para su uso en sistemas de producción en el trópico; así como también, algunas de sus limitaciones actuales y se dan ejemplos sobre su empleo en sistemas de producción.

Estas especies, una vez que se establecen, pueden convertirse en un componente permanente de los sistemas agrícolas. Esta característica de longevidad se relaciona, a menudo, con un establecimiento lento y, en consecuencia, con un período de tiempo largo antes que se puedan utilizar plenamente; esto es válido tanto en especies arbustivas cultivadas para la alimentación de animales, como para otros usos. A pesar de lo anterior, se utilizan con frecuencia como colonizadoras en la recuperación de áreas degradadas y, al igual que las leguminosas herbáceas, son capaces de fijar N atmosférico que luego puede ser utilizado por las especies asociadas. La mayoría de las leguminosas arbustivas presentan alta tolerancia a la sequía y son capaces de sobrevivir en estas condiciones, entre ellas *Cratylia argentea* que mantiene sus hojas verdes durante la estación seca.

Una de las limitaciones para el uso de estas plantas en los sistemas de producción es su lento establecimiento. Otra limitación fundamental en algunas de ellas es su bajo valor nutritivo, debido a la presencia de factores anticalidad. La palatabilidad o la preferencia de los animales por estas leguminosas varía ampliamente entre sitios o regiones, y no parece deberse exclusivamente a que aquellos estén acostumbrados a una especie específica o a ciertas prácticas de manejo.

Se enfatiza en el desarrollo de asociaciones de especies arbustivas y herbáceas, y se sugiere no concentrar los esfuerzos en una sola especie. Es importante, también, liberar poblaciones con cierta variabilidad, en vez de liberar accesiones con una base genética demasiado estrecha. Las limitaciones nutricionales asociadas con factores anticalidad probablemente serán menos severas en aquellos sistemas donde los animales pueden seleccionar una dieta variada, o los agricultores pueden cosechar una mayor variedad de plantas forrajeras.

* Respectivamente: Agrónomo, y Especialista en Calidad Nutritiva de Forrajes, Programa de Forrajes Tropicales del CIAT, Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia.

Summary

Special characteristics of shrub legumes that make their use attractive in tropical production systems are briefly presented, as well as several constraints. Examples are then given of their use in diverse production systems.

These species, once established, can become a permanent component of the farming system. This characteristic of longevity is often related to slow establishment and, accordingly, to a long period before the shrubs can be fully utilized. This is valid for shrub species grown either for feed animals or for other uses. These species, however, are frequently used as pioneers to recover degraded areas. Just like herbaceous legumes, they are capable of fixing atmospheric N so it can later be used by associated species. Most shrub legumes are highly tolerant of drought and are capable of surviving in these conditions; for example, *Cratylia argentea* maintains green leaves during the dry season.

One of the constraints to using these plants in production systems is their slow establishment. For some species, another key constraint is the low nutritive value due to the presence of antiquality factors. The palatability or animal preference for these legumes varies broadly among sites or regions, and does not seem to be confined to those areas where a specific species is usually grown or to certain management practices.

The importance of developing associations of shrub and herbaceous species is stressed; research efforts should not focus on a single species. It is also important to release populations with broad variability, instead of releasing accessions with a very narrow genetic base. The nutritional constraints associated with antiquality factors will probably be less severe in those systems where animals can select a varied diet, or where farmers can harvest a greater variety of forage plants.

Introducción

Las leguminosas arbustivas se han utilizado tradicionalmente en sistemas de producción, pero sólo en los últimos 20 años los investigadores han mostrado un creciente interés en su empleo en sistemas agrícolas en áreas tropicales.

La investigación sobre especies de leguminosas arbustivas en sistemas agrícolas avanzados se ha centrado en su utilización como componente secundario, mientras que en los sistemas tradicionales, especialmente con pequeños productores, éstas forman parte integral del sistema de producción.

Estas especies proporcionan alimento, leña, forraje, y contribuyen a mejorar el suelo mediante la fijación y reciclado de nitrógeno, el aporte de materia orgánica y la

prevención de la erosión. Por ello, es común denominarlas como árboles y arbustos de usos múltiples o multipropósitos. Algunas especies arbustivas, como *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium* y *Sesbania sesban* han recibido más atención que otras, como *Cratylia* (*Cratylia argentea* Desv. O. Kuntze, *Cratylia floribunda* Benth., *Dioclea argentea* Desv. *) especie que tienen un alto potencial y es de interés en este Taller de Trabajo.

Hasta ahora, la investigación sobre especies arbustivas ha sido una iniciativa individual, pero existen organizaciones que han desarrollado programas de investigación bien establecidos, por ejemplo, Oxford Forestry Institute (OFI, sigla en inglés) y el Centro Internacional para Investigación en Agroforestería (ICRAF, sigla en inglés). En América tropical, el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

(EMBRAPA) han comprometido recursos a largo plazo en la investigación sobre árboles y arbustos para multipropósito.

En este documento se presentan en forma breve algunas de las características especiales de las leguminosas arbustivas, que las hacen atractivas para su uso en sistemas de producción en el trópico; así como también, algunas de sus limitaciones actuales y se dan ejemplos de su uso en sistemas de producción.

Características de las Leguminosas Arbustivas

Especies para usos múltiples

Las leguminosas arbustivas se pueden utilizar para forraje, abono verde, combustible (leña o carbón vegetal), material de construcción, soporte para especies enredaderas y árboles que dan sombra a otros cultivos, control de la erosión, barreras rompevientos y, a veces, para la alimentación de los humanos.

Aunque no existe una leguminosa arbustiva útil para todos estos fines, *Leucaena leucocephala* sí tipifica el uso de éstas como multipropósito: es un forraje excelente para rumiantes debido a su alta productividad y contenido de proteína sobrepasante, que puede utilizarse en corte o acarreo o en pastoreo directo (Jones, 1994); se puede emplear como abono verde en sistemas de barbecho (Piggin y Parera, 1985) o en sistemas de cultivos intercalados o asociados (Kang et al., 1990); produce madera de alta densidad y, por lo tanto, de gran contenido energético (Ryan, 1994). Esta especie fue introducida al sudeste asiático por los españoles como una fuente de forraje para los animales que transportaban en buques (Brewbaker et al. 1985). En esta región, *Leucaena* se utiliza ampliamente para proporcionar sombra a otros cultivos y para controlar la erosión (Dijkman, 1950). En Sikka, Indonesia, se usa para recuperar áreas degradadas como

resultado de los cultivos migratorios (Piggin y Parera, 1985). En América Central e Indonesia, es frecuente el consumo de las legumbres de *Leucaena* como si fuera una hortaliza.

Características agronómicas

Existen algunas características que sirven para diferenciar las leguminosas arbustivas de las herbáceas, mientras que otras son comunes a ambas.

La mayoría de las leguminosas arbustivas son perennes y tienen larga vida. Jones y Carter (1989) estiman que *L. leucocephala* tiene un promedio de vida superior a 50 años en el sudeste de Queensland. Por tanto, una vez que se establecen, las leguminosas arbustivas pueden convertirse en un componente permanente del paisaje agrícola.

Sin embargo, esta característica de longevidad se relaciona, a menudo, con un establecimiento lento y, en consecuencia, con un período de tiempo largo antes que se puedan utilizar plenamente; esto es válido tanto en especies arbustivas cultivadas para la alimentación de animales, como para otros usos. Los estudios de Brandon y Shelton (1993) muestran que cuando hay bajas poblaciones de micorrizas y rizobios en el suelo, las plántulas de *L. leucocephala* pueden presentar deficiencias nutricionales de N y P.

A pesar de su lento establecimiento, las leguminosas arbustivas se utilizan con frecuencia como colonizadoras en la recuperación de áreas degradadas. Al igual que las leguminosas herbáceas, son capaces de fijar N atmosférico que luego puede ser utilizado por las especies asociadas. Se estima que esta fijación varía entre 25% y 80% del N total de la planta, lo que equivale a una fijación anual de hasta 300 kg/ha de N atmosférico (Dart, 1994). En la práctica, la contribución de N por las leguminosas arbustivas a los cultivos asociados en sistemas intercalados es del orden de 40 a 60 kg/ha por año, lo cual se

mejora mediante la incorporación en el suelo de la materia verde.

La capacidad de rebrote de las leguminosas arbustivas es una característica deseable cuando éstas se utilizan como forraje o para madera. Muchas de estas especies, como *L. leucocephala*, *G. sepium* y *S. sesban* presentan buen rebrote después de la defoliación frecuente; pero otras, como *Sesbania grandiflora*, son muy susceptibles a la defoliación. Los arbustos de *L. leucocephala*, *G. sepium* y *C. argentea*, una vez alcanzan su pleno desarrollo, presentan una alta resistencia a la quema, siendo ésta una ventaja sobre las leguminosas herbáceas para el mejoramiento de áreas en barbecho y de pasturas nativas.

La mayoría de las leguminosas arbustivas presentan alta tolerancia a la sequía y son capaces de sobrevivir en estas condiciones, entre ellas *C. argentea* que mantiene sus hojas verdes durante la estación seca (Xavier, et al., 1990). Esta característica se relaciona generalmente con el enraizamiento profundo, pero puede variar en forma significativa entre especies y es muy afectada por el sistema de manejo. En consecuencia, la defoliación de *G. sepium*, que ocurre antes de la estación seca, aumenta su valor como planta forrajera para esta época (Simons y Stewart, 1994).

Otro atributo de las especies arbustivas es el de favorecer el crecimiento y la calidad de las pasturas que se desarrollan bajo la sombra de aquellas. Este efecto se ha atribuido al mejor reciclado de nutrimentos por parte de las especies arbustivas y a la mayor actividad microbiana, como resultado de la menor temperatura y del mejor nivel de humedad en los suelos con áreas bajo sombra. Queda, aún, por determinar si esto se presenta sólo en áreas con arbustos o árboles aislados, o si también ocurre cuando éstos se presentan en altas poblaciones.

Cuando se evalúa el potencial de leguminosas relativamente desconocidas como *Cratylia*, se deben estudiar todas sus

características o atributos. No obstante, como se indicó antes, es necesario tener en cuenta que las características se pueden cambiar o controlar mediante prácticas de manejo con defoliación; así, además del mejor desempeño durante la estación seca, las prácticas de manejo pueden afectar su utilidad como forraje y el control de malezas.

Limitaciones

Una de las principales limitaciones al mayor uso de las leguminosas arbustivas en los sistemas de producción es su lento establecimiento. Aunque este factor puede reducir el uso de las áreas de pastoreo durante el período de establecimiento, es posible manejarlo en sistemas de explotación agrícola mixta intensiva, mediante la introducción de leguminosas arbustivas en una de las fase de cultivo.

El vigor de las plántulas es afectado sustancialmente por el nivel de nutrimentos y de humedad en el suelo, y por el uso de fertilizantes o de riego para superar estas deficiencias. Además, en este sentido existen diferencias en el potencial genético de crecimiento de las plántulas (Sorensson et al., 1990), que se deben investigar en *Cratylia*. La calidad de la semilla puede afectar también el establecimiento de esta leguminosa, se reconoce a ésta como una de las principales limitaciones.

Otra limitación fundamental para el uso de varias especies de leguminosas arbustivas en sistemas de producción animal es su bajo valor nutritivo, debido a la presencia de factores anticalidad. En áreas donde los herbívoros se presentan en forma natural o con frecuencia, las plantas han desarrollado estructuras como espinas, y compuestos como taninos y otros factores anticalidad, que evitan su defoliación excesiva. Por fortuna, en América Central y del Sur, no se ha presentado la presión de selección suficiente para el desarrollo de estos mecanismos de protección, como sí ha ocurrido en África.

Como resultado de lo anterior, hay especies arbustivas de palatabilidad relativamente buena como *Leucaena*, pero también hay otras como *Calliandra* que tienen menor palatabilidad y por consiguiente menor valor nutritivo. La importancia de estos factores anticalidad, especialmente para *C. argentea*, es analizado por Lascano en otro escrito de este volumen. Es bueno mencionar aquí que la palatabilidad o la preferencia de los animales por leguminosas arbustivas varía ampliamente entre sitios o regiones, y no parece deberse exclusivamente a que aquellos estén acostumbrados a una especie específica o a ciertas prácticas de manejo. En el caso de *Gliricidia*, por ejemplo, hay evidencias sobre variación genética entre accesiones colectadas en una región con relación a la preferencia por rumiantes (Simons y Stewart, 1994). Sería, entonces, importante hacer observaciones sobre la preferencia de los animales de *C. argentea* en su hábitat natural.

Los requerimientos de manejo pueden diferir entre las especies arbustivas y las herbáceas. Las primeras, cuando son palatables requieren protección durante el pastoreo, mientras que cuando son menos palatables requieren prácticas de manejo que aseguren su defoliación; además, debido a su gran tamaño y a su sistema de enraizamiento profundo pueden requerir de un manejo especial cuando se usan en sistemas de producción agrícola con el fin de reducir la competencia hacia los cultivos asociados. Por lo tanto, cuando *Leucaena* se utiliza en sistemas asociados, con frecuencia es necesario defoliarla severamente durante el ciclo de desarrollo del cultivo; pero durante los períodos en barbecho se debe permitir su desarrollo con el objeto de reducir el crecimiento de las malezas. En los estudios sobre el manejo de la defoliación de estas especies se deben tener en cuenta factores como el número de meristemas residuales, el área foliar y las reservas nutricionales para garantizar el rebrote; y no de simplemente relacionar el rebrote con la altura y la frecuencia de corte (Stur et al., 1994).

Las especies arbustivas crecen en forma natural en asociaciones con otras especies, donde la incidencia de enfermedades y plagas es reducida. Pero cuando se establecen como monocultivo o cuando se sacan de su hábitat nativo, existen mayores riesgos de ataque por patógenos y ausencia de los predadores que los controlan. Lo anterior lleva a sugerir una mayor atención al desarrollo de diversas asociaciones de especies, tal como se presenta en los hábitats nativos.

Las especies arbustivas, al igual que las herbáceas, pueden convertirse en un importante problema como malezas, cuando no se manejan o no se utilizan adecuadamente. Un ejemplo es *Acacia nilotica*, especie espinosa que se introdujo a comienzos de 1900 a lo largo de los desagües en Queensland occidental, y que se utiliza como leguminosa para sombra de otros cultivos, resultó tan invasora que se estima que en el año 2005 ocupará el 50% de las pasturas naturales en la región. No obstante, en Africa y Asia, esta especie se considera como una planta útil para ramoneo (Carter, 1994). De otra parte, se estima que el crecimiento de las gramíneas asociadas con esta leguminosa se reduce en 50% cuando la cubierta vegetal arbórea de es 25% a 30%. Inclusive, *Leucaena* se ha convertido en una maleza en algunas áreas agrícolas del Pacífico, donde no hay animales.

Importancia de las Leguminosas Arbustivas en los Sistemas de Producción en el Trópico

Sistemas naturales

En los sistemas pecuarios tradicionales las especies arbustivas y arbóreas son un componente de la mayoría de las áreas de pastoreo. En efecto, el uso de especie de ramoneo continúa siendo un componente importante de los sistemas de producción pecuaria en muchas regiones del mundo, especialmente en Africa, pero

también en las zonas más áridas de América del Sur donde se reconoce ampliamente la importancia de géneros como *Prosopis*.

Las hojas de las especies arbustivas son un complemento del forraje ofrecido por las especies herbáceas. Los animales ramonean las primeras, a pesar de la presencia de factores anticualidad en muchas de ellas, para complementar el bajo contenido mineral y proteínico de las gramíneas. Sin duda, las especies arbustivas tienen un mayor valor forrajero cuando son parte de la dieta y no su único componente. Son también importantes ya que tienden a presentar menos cambios estacionales en productividad.

Sistemas de manejo

El uso de leguminosas arbustivas como componentes en sistemas de cultivos asociados y pasturas es más reciente que el uso de leguminosas herbáceas en estos mismos sistemas. A pesar de que se han desarrollado varios sistemas que incluyen a las primeras, sólo unos pocos han sido exitosos.

***Leucaena* como mejoradora de áreas en barbecho.** En la década de los 30, en el distrito de Amarasi, Timor Occidental, Indonesia, se introdujo *Leucaena* para recuperar áreas degradadas de pastoreo. Como resultado, la especie se naturalizó y, en la actualidad, es el componente dominante en el barbecho arbustivo que sigue a los cultivos anuales. En la misma región se observó que cuando se restringió el pastoreo libre, *Leucaena* fue el componente más importante del sistema forrajero para animales en confinamiento o amarrados a estacas (Piggin y Parera, 1985). En áreas de África Occidental, donde aún se practica el barbecho arbustivo o la agricultura migratoria, bien podría usarse en forma similar *C. argentea*, una especie promisoría en esta región (CIAT, 1995).

***Leucaena* como barrera contra la erosión.** En el distrito de Sikka, Flores,

Indonesia, *Leucaena* se seleccionó como apropiada para estabilizar el suelo en las zonas pendientes de ladera. Para el efecto, se sembró en curvas a nivel en aproximadamente 40,000 ha, y se permitió su desarrollo en terrazas naturales como un sistema de cultivo permanente. Como resultado, el suelo fue más productivo bajo cultivo continuo que bajo el anterior sistema de agricultura migratoria, se mejoró la retención de agua y se reanudó el flujo constante de ésta en los arroyos (Piggin y Parera, 1985). Este sistema fue el precursor de los cultivos en franjas o callejones que se desarrollaron posteriormente en las Filipinas y África Occidental.

Uso de *Leucaena* y *Gliricidia* en sistemas de explotación agrícola mixta. Los sistemas de manejo que incluyen *Leucaena* o *Gliricidia* establecidas en hileras con cultivos, han dado como resultado un mejor desempeño de estos últimos; un menor requerimiento de fertilizantes químicos; un aumento en la actividad de la fauna del suelo y una mejor estructura física de éste, que se traduce en una mayor infiltración del agua y una menor erosión en zonas pendientes de ladera (Kang et al., 1990). Sin embargo, aunque estos sistemas han sido desarrollados por el International Institute of Tropical Agriculture (IITA, su sigla en inglés) para el trópico húmedo de África Occidental y han recibido una amplia divulgación científica, todavía no han encontrado aceptación entre los agricultores.

Tecnología para tierras agrícolas de ladera (SALT, su acrónimo en inglés). SALT es un sistema de explotación agrícola desarrollado por una organización no gubernamental (ONG) en Mindanao, Filipinas. En él la siembra de los cultivos se hace en franjas o callejones y utilizan *L. leucocephala*, *L. diversifolia*, *C. calothyrsus*, *G. sepium*, *Flemingia macrophylla* y *Desmodium rensonii* como cercas vivas. En varios sitios entre las 5000 ha que abarca el sistema se ha encontrado a largo plazo una menor pérdida de suelo, menor absorción de N por los cultivos y menor demanda de

mano de obra, en comparación con los sistemas tradicionales de manejo de las pasturas (Laquihon y Pagbilao, 1994). Con este sistema ha sido posible elevar entre 7 y 8 veces más las ganancias netas de los agricultores y alcanzar un retorno a la inversión de 42%.

Los sistemas Amarasi y Sikka, al igual que SALT, han tenido éxito porque han ido acompañados por un paquete tecnológico completo, que incluye variedades mejoradas, disponibilidad de pesticidas y de fertilizantes, y de la introducción de sistemas de cultivo más diversificados. Estos sistemas se desarrollaron a nivel de finca con la participación de los agricultores, y no en las estaciones experimentales. El sistema SALT considera que *Leucaena* es útil en la recuperación de áreas degradadas que han sido dominadas por *Imperata cylindrica*.

***Leucaena* en pastoreo extensivo.** En Queensland Central, *Leucaena* se siembra en surcos de más de 5 m de ancho en asociación con gramíneas adaptadas y, en algunos casos, con un cultivo nodriza de sorgo y protegida de la competencia excesiva de malezas durante 12 meses. Se utiliza en el engorde de novillos en pastoreo, con ganancias por año de peso vivo animal de 250 a 300 kg/ha, con cargas entre 1 y 1.5 animales/ha, en áreas con 550 a 750 mm de precipitación anual (Wildin, 1994). Actualmente existen 20,000 ha sembradas, y se estima que la persistencia de esta especie puede ser superior a 20 años. El "psyllid" (piojo volador) no ha sido un problema importante para *Leucaena* en esta región que es cálida y relativamente seca.

Pasturas de pangola y *Leucaena* bajo riego. En el noroccidente de Australia se han obtenido ganancias de peso vivo animal de 1420 kg/ha en pasturas de pangola (*Digitaria decumbens*) y *Leucaena*, que son comparables a las obtenidas en pasturas solas de pangola fertilizadas con 350 a 600 kg/ha por año de N (Jones, 1994). En estas condiciones, *Leucaena* se siembra en

hileras distanciadas 3 m. Sin embargo, informes recientes indican que en los sistemas bajo riego se presentan ataques severos de enfermedad radicales en *Leucaena*.

Perspectivas para las Leguminosas Arbustivas

El entusiasmo de la comunidad científica y de los conservacionistas del ambiente por los sistemas agroforestales garantiza la disponibilidad de fondos para desarrollar sistemas de producción que incorporen el uso de leguminosas arbustivas. Sin embargo, es necesario tener en cuenta en las anteriores experiencias con la introducción de especies arbustivas, si se quiere que los esfuerzos tengan éxito.

En primer lugar, se deben replantear el manejo de las especies arbustivas en relación con su ocurrencia y utilización en los sistemas tradicionales de pastoreo. Se debe enfatizar en el desarrollo de asociaciones de especies arbustivas y herbáceas, y no concentrar los esfuerzos en una sola especie. Es importante, también, liberar poblaciones con cierta variabilidad genética, en vez de liberar accesiones con una base genética demasiado estrecha. Las limitaciones nutricionales asociadas con factores anticalidad probablemente serán menos severas en aquellos sistemas donde los animales pueden seleccionar una dieta variada, o los agricultores pueden cosechar una mayor variedad de plantas forrajeras. O sea, es necesario acumular una base amplia de germoplasma dentro de las especies arbustivas y entre ellas.

Es probable que el proceso de introducción y desarrollo de sistemas de manejo de especies arbustivas sea lento, si se toma como base los sistemas de investigación en proyectos a corto plazo, como los que se está obligando a seguir en la actualidad. Es también obvio que el éxito anterior en la introducción sistemas de

manejo de especies arbustivas se relacionó con la participación de los agricultores, quienes tenían cierto incentivo y, por lo tanto, contribuyeron al desarrollo de las tecnologías.

Algunas prácticas de manejo pueden superar algunas limitaciones, así, se puede manejar la relación hojas/tallos, aumentar la disponibilidad de forraje durante la estación seca, modificar la palatabilidad y mejorar el consumo. Sin embargo, el conocimiento de esas limitaciones debe influir en la observación e investigación de muchos otros atributos más allá de la acumulación de biomasa. Por ejemplo, ¿por qué la defoliación ejerce un efecto más severo en algunas especies que en otras?

Ahora bien, ¿Por qué *Cratylia*? Kang y Gutteridge (1994) terminan su revisión de leguminosas arbustivas para sistemas de explotación agrícola en franjas o callejones, con la conclusión: "La identificación de especies arbóreas adicionales que se adapten a suelos ácidos con bajo nivel de bases es también una meta importante de la investigación, así como la definición de las mejores prácticas de manejo." *Cratylia argentea* y otras especies relacionadas ofrecen esa posibilidad. Pero no se debe pasar por alto otros géneros y especies del mismo hábitat de los Cerrados.

Una última reflexión: la mayoría de las introducciones forrajeras exitosas tienen características similares a las malezas. Su facilidad de propagación hace que se conviertan en especies naturalizadas en nichos específicos. ¿Será posible identificar esos nichos a comienzos del proceso investigativo en poblaciones naturales de *Cratylia*?

Referencias

Brandon, N. y Shelton, H. M. 1993. The role of mycorrhizas in establishment of leucaena. En: XVII Int. Grassl. Congr. Proc.

Brewbaker, J. L.; Hedge, N.; Hutton, E. M.; Jones, R. J.; Lowry, R. J.; Moog, F.; y van Beldt, R. 1985. Leucaena: Forage production and use. Nitrogen Fixation for Tropical Agricultural Legume (NFTAL), Hawaii.

Carter, J. O. 1994. *Acacia nilotica*—A tree legume out of control. En: Gutteridge, R. C. y Shelton, H. M. (eds.). Forage tree legumes in tropical agriculture. CAB International, Wallingford, Reino Unido. p. 338-351.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1995. West and Central African Feed Research Project. Cali, Colombia. (Manuscrito.)

Dart, P. J. 1994. Microbial symbioses of tree and shrub legumes. En: Gutteridge, R. C. y Shelton, H. M. (eds.). Forage tree legumes in tropical agriculture. CAB International, Wallingford, Reino Unido. p. 143-157.

Dijkman, M. J. 1950. Leucaena-A promising soil-erosion-control plant. Econ. Bot. 4:337-349.

Jones, R. J. 1994. The role of leucaena in improving the productivity of grazing cattle. En: Gutteridge, R. C. y Shelton, H. M. (eds.). Forage tree legumes in tropical agriculture. CAB International, Wallingford, Reino Unido. p. 232-244.

Jones, R. M. y Carter, E. D. 1989. Demography of pasture legumes. En: Martens, G. C.; Barnes, A. G.; Brougham, R. F.; Clements, R. W.; y Sheath, G.W. (eds.). Persistence of forage legumes. ASA, CSA, SSSA, Madison, Wisconsin, E. U. p. 139-158.

Kang, B. T.; Reynolds, L.; y Atta-Krah, A. N. 1990. Alley farming. Adv. Agron. 43:315-359.

_____ y Gutteridge, R. C. 1994. Forage tree legumes in alley cropping systems. En: Gutteridge, R. C. y Shelton, H. M. (eds.). Forage tree legumes in tropical agriculture. CAB International, Wallingford, Reino Unido. p. 267-279.

- Laquihon, W. A. y Pagbilao, M. V. 1994. Sloping Agricultural Land Technology (SALT) in the Philippines. En: Gutteridge, R. C. y Shelton, H. M. (eds.). Forage tree legumes in tropical agriculture. CAB International, Wallingford, Reino Unido. p. 366-373.
- Piggin, C. M. y Parera, V. 1985. The use of leucaena in Nusa Tenggara Timur. En: Craswell, E. T. y Tangendjaja, B. (eds.). Shrub legume research in Indonesia and Australia: proceedings of an internacional workshop held at Balai Penelitian Ternak, Ciawi-Bogor, Indonesia. February 1984: ACIAR Proceedings Series no. 3. p. 19-27.
- Ryan, P. A. 1994. The use of tree legumes for fuelwood production. In: Gutteridge, R. C. y Shelton, H. M. (eds.). Forage tree legumes in tropical agriculture. CAB International, Wallingford, Reino Unido. p. 257-266.
- Simons, A. J. y Stewart, J. L. 1994. *Gliricidia sepium*—A multipurpose forage tree legume. En: Gutteridge, R. C. y Shelton, H. M. (eds.). Forage tree legumes in tropical agriculture. CAB International, Wallingford, Reino Unido. p. 30-48.
- Sorrensson, C. T.; Shelton, H. M.; y Austin, M. T. 1993. Seedling vigor of *Leucaena leucocephala*, *L. diversifolia*, *L. pallida* and their hybrids. Trop. Grassl. 26:
- Stur, W. W.; Shelton, H. M.; y Gutteridge, R. C. 1994. Defoliation management of forage tree legumes. En: Gutteridge, R. C. y Shelton, H. M. (eds.). Forage tree legumes in tropical agriculture. CAB International, Wallingford, Reino Unido. p. 168-176.
- Wildin, J. H. 1994. Beef production from broadacre *Leucaena* in Central Queensland. En: Gutteridge, R. C. y Shelton, H. M. (eds.). Forage tree legumes in tropical agriculture. CAB International, Wallingford, Reino Unido. p. 352-356.
- Xavier, D. F.; Carvalho, M. M.; y Botrel, M. A. 1990. Curva de crescimento e acumulação de proteína bruta da leguminosa *Cratylia floribunda*. Pasturas Trop. 12(1):35-38.

Revisión de la Evaluación Agronómica de Especies Arbustivas

Brigitte L. Maass
Rainer Schultze-Kraft
Pedro J. Argel*

Resumen

Se realizó una revisión de literatura sobre la evaluación de especies arbóreas y arbustivas que se utilizan como forrajeras o para otros propósitos. En la literatura consultada se demuestra que entre los factores que influyen en el desempeño de las plantas sometidas a defoliación se deben considerar: la capacidad inherente de las especies para soportar defoliación continua, la frecuencia e intensidad de los cortes, la estación del año, la edad al primer corte de las especies de crecimiento lento y la densidad de la plantación. Dependiendo de la especie y del medio ambiente, las interacciones entre estos factores pueden tener efectos significativos. Se discuten las necesidades de investigación futura.

Summary

Literature on defoliation management of multiple purpose trees and shrubs is reviewed. The most important factors influencing plant performance under defoliation, are the inherent capacity of species to support continuous defoliation, frequency and intensity (height) of cutting, season and age of first cut (more important in slow growing species) when the defoliation is taking place, and plant density. Depending on species and the environment, also interactions among these factors may be significant. Future research needs are discussed.

Introducción

En 1979, los participantes en la Primera Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), propusieron una metodología común de evaluación agronómica que permitiera generar información confiable y comparable

a través de localidades. Para los ensayos de adaptación ambiental (ERA) y agronómicos (ERB) se establecieron los métodos publicados por Toledo (1982), los cuales fueron modificados posteriormente por Schultze-Kraft y Toledo (1990) para los ensayos del RABAO (Réseau de recherche en alimentation du bétail en Afrique Occidentale et Centrale).

* Respectivamente: Programa de Forrajes Tropicales (TFP), Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia; Universität Hohenheim (380), D-70593-Stuttgart, Alemania; y TFP del CIAT, Apartado 55-2200 Coronado, San José, Costa Rica.

Desde finales de la década de los 80, el Programa de Pastos Tropicales (hoy: Programa de Forrajes Tropicales) del CIAT inició la evaluación de árboles y arbustos. Por primera vez la evaluación agronómica de especies leñosas se trató por separado de las herbáceas en la metodología modificada para el RBAOC (Schultze-Kraft y Toledo, 1990), pero esta metodología no fue establecida para la RIEPT. La diferencia principal de la nueva metodología es que se realizan ensayos simplificados tipo ERB con algunos elementos del ensayo ERA, resaltando especialmente el desempeño durante la época seca, fenología y potencial de producción de semilla.

En años recientes, las publicaciones sobre especies arbóreas y arbustivas para uso múltiple han aumentado, acumulando así un conocimiento considerable. La mayoría de los trabajos originó en la región pacífica (e.g., Gutteridge y Shelton, 1994), el sureste de Asia (e.g., Devendra, 1990) o en África. El presente artículo pretende hacer disponible esta información regional, dando énfasis especial a los parámetros que se consideran más importantes en un método de evaluación agronómica de especies arbustivas, tomando como base la bibliografía disponible y la experiencia de los autores.

Metodología de Evaluación y Utilización

Una metodología de evaluación agronómica depende de muchos factores y no existe un método ideal para todos los casos. Para una evaluación adecuada no sólo es importante considerar la especie y los diversos factores ambientales, sino también el sistema de producción para su futura utilización.

Hay especies leñosas de uso múltiple semi-perennes, como *Cajanus cajan*, *Codariocalyx gyroides* y *Sesbania sesban*, y perennes, como *Calliandra calothyrsus*, *Cratylia argentea*, *Gliricidia sepium* y

Leucaena leucocephala que, cuando sirven en el mismo sistema de producción, deberían recibir un manejo diferente. Los factores ambientales pueden demandar cierto tipo de manejo, como es el caso en regiones con época seca prolongada, donde es más importante cosechar forraje durante la sequía que obtener máximos rendimientos.

Finalmente es importante considerar la utilización y el sistema de producción para evaluar una especie en un ambiente con el manejo apropiado. Por ejemplo, en sistemas de corte y acarreo puede existir el uso durante todo el año o sólo estratégicamente durante la época seca; en sistemas de pastoreo en savannas semiáridas a subhúmedas, por otro lado, las especies deben resistir a sobrepastoreo y quemadas ocasionales. Esto significa que deben tener la capacidad de rebrotar desde yemas —puntos de crecimiento— basales. Para el uso múltiple, como forraje, leña y madera, de las especies leñosas, es importante también evaluar la producción y calidad de los subproductos.

Efectos de la Defoliación en la Producción de Biomasa

En la mayoría de experimentos se presentan los rendimientos obtenidos bajo corte, simulando, de esta manera, un sistema de corte y acarreo. Esto puede reflejarse en altos rendimientos o en un desempeño por debajo del potencial de la especie al no seleccionar la altura y la frecuencia de corte apropiadas de acuerdo con la especie y el ambiente (Blair et al., 1990).

La presente revisión se basa, principalmente, en los trabajos de Horne et al. (1986), Blair et al. (1990) y Stür et al. (1994), quienes, a su vez, hicieron una amplia revisión de los efectos de la defoliación, especialmente en *Leucaena*. Además se toman en cuenta resultados más recientes con énfasis en otras especies.

En los trabajos consultados se encuentran varios ejemplos sobre los efectos de la utilización bajo corte en el desempeño de los árboles y arbustos. Sin embargo, existen igualmente muchos resultados contradictorios, lo que resalta la necesidad de investigar más la respuesta de las especies leñosas a la defoliación frecuente.

Tolerancia inherente a la defoliación frecuente

Entre las especies arbustivas y las arbóreas existen diferencias relacionadas con su capacidad para tolerar la defoliación frecuente (Stür et al., 1994). Aparentemente, algunas especies, como *Albizia falcataria*, no toleran cortes frecuentes (Hairiah et al., 1992). Otras especies, como *Sesbania grandiflora*, no toleran cortes del tallo principal. Stür et al. (1994) sugieren que esta tolerancia está relacionada con el número de yemas cerca a la superficie del suelo; por lo tanto, una especie poco tolerante al corte del tallo principal, puede utilizarse mediante la poda de las ramas laterales.

Se espera que también existan diferencias intraespecíficas a nivel de las diferentes accesiones o proveniencias. Por ejemplo, Heering (1995) observó que algunas de las seis accesiones de *S. sesban* evaluadas no podían mantener el alto nivel de producción inicial después de realizar varios cortes.

Edad al primer corte

Rebrotar con vigor después de un corte requiere que los arbustos y árboles hayan desarrollado suficientemente su sistema radicular para soportar el rebrote. Por lo tanto, realizar el primer corte demasiado temprano —en un estado inmaduro— o demasiado tarde —en un estado senescente— puede reducir el vigor del rebrote significativamente (Steinmüller, 1995). Los rendimientos foliares y leñosos de varias especies durante el año posterior al primer corte —entre 13 y 21 meses

después de la siembra— aumentaron a medida que la edad al primer corte fue mayor (Ella et al., 1991; Stür et al., 1994). Sin embargo, Blair et al. (1990), al analizar los resultados obtenidos en los cortes posteriores del mismo ensayo, encontraron que esto no ocurrió con las especies de crecimiento inicial relativamente rápido, como *S. grandiflora* y *C. calothyrsus*, mientras que en las especies perennes *L. leucocephala* y *G. sepium*, las plantas que fueron cosechadas por primera vez a los 21 meses de edad, también alcanzaron los rendimientos más altos en las cosechas subsiguientes durante 12 meses.

Blair et al. (1990) sugieren que en especies semi-perennes como *C. cajan*, *C. gyroides* y *S. sesban*, así como en las especies de crecimiento inicial relativamente rápido, no se esperaría un mayor efecto en el rendimiento de materia seca (MS) por mayor edad al primer corte. Así que al postergar el primer corte de *S. sesban* de 6 a 11 meses después del trasplante, Steinmüller (1995) no encontró diferencias ni en el rendimiento total del primer rebrote 6 meses después del corte ni en el rendimiento acumulativo a través de casi 2 años, pero hubo interacciones significativas entre accesiones y edad al primer corte, tanto en el primer rebrote como en el rendimiento acumulativo.

Altura de corte

La altura de corte refleja la intensidad de defoliación, ya que determina la cantidad de tallos y hojas residuales. Ncamihigo y Brandelard (1993) encontraron que la altura de corte fue el factor de manejo que más influyó en la producción de MS foliar y total de *L. diversifolia* cv. Buitenzorg, *L. leucocephala* cv. Perú y *C. calothyrsus* cuando se cortaron a 0, 50, y 100 cm cada 3, 4 y 6 meses (Cuadro 1). Igualmente, varios autores encontraron que la producción de MS aumentó con la altura de corte, independiente de la frecuencia de corte (Cuadro 1); por ejemplo, Costa y Oliveira (1992) en *Cajanus cajan*, Trujillo (1992) en *Desmanthus virgatus*, y Hairiah et

Cuadro 1. Efecto de la altura y la frecuencia de corte sobre el rendimiento de biomasa total en el rebrote.

Especie	Alturas (cm)	Frecuencia	Efecto principal	Referencia
<i>Calliandra calothyrsus</i>	0, 50 ó 100	3, 4 ó 6 meses	altura	Ncamihigo y Brandelard, 1993
<i>Desmanthus virgatus</i>	5, 25 ó 100	2, 4 ó 12 semanas	altura	Trujillo, 1992
<i>Leucaena diversifolia</i>	0, 50 ó 100	3, 4 ó 6 meses	altura > frecuencia	Ncamihigo y Brandelard, 1993
<i>L. leucocephala</i>	0, 50 ó 100	3, 4 ó 6 meses	altura	Ncamihigo y Brandelard, 1993
<i>L. leucocephala</i>	25, 50, 75 ó 100	1 ó 3 meses	frecuencia	Karim et al., 1991
<i>Sesbania sesban</i>	75 ó 150	3 ó 6 meses	frecuencia	Heering, 1995

al. (1992) en seis especies de leguminosas. En la mayoría de los trabajos revisados por Blair et al. (1990), las alturas de corte más altas se relacionaron con altos rendimientos de MS, estando la altura de corte óptima entre 90 y 120 cm. En el departamento del Caquetá, Colombia, la persistencia de *C. gyroides* cosechado cada 9 semanas durante más de 3 años, podría ser favorecida por la altura de corte a 80 cm sobre el suelo (B. L. Maass et al., datos no publicados). Lazier (1981) encontró que esta especie aumentó su persistencia y rendimiento de MS a medida que la altura de corte aumentó entre 5 y 50 cm.

No obstante, Blair et al. (1990) reportaron que en algunos casos la altura de corte no afectó el rendimiento de MS. Por ejemplo, Xavier et al. (1990) no encontraron diferencias en producción de MS de *Cratylia argentea* (sin. *C. floribunda*) cuando se cosechó a 20 ó a 40 cm. Igualmente, Heering (1995) no encontró diferencias en producción de MS de *S. sesban* cuando se cosechó el rebrote a 75 ó a 150 cm durante un año.

Stür et al. (1994) consideran que el efecto de la altura de corte en el comportamiento de los arbustos y árboles aún no es claro y que se requieren más estudios sobre la relación entre la altura de

corte y el número de yemas de la planta. Además, estos investigadores sugieren que la capacidad de rebrote de algunas especies después de cortes a baja altura, depende del número de yemas y de las reservas en los tallos y en las hojas residuales. Una baja reserva puede causar un retraso significativo en la aparición de nuevos rebrotes.

Frecuencia de corte

Aunque se considera que el intervalo tiene más influencia que la altura de corte sobre el rendimiento total de MS (Stür et al., 1994), existen algunas excepciones; por ejemplo, en el ensayo de Ncamihigo y Brandelard (1993), *L. diversifolia* mostró efectos significativos debidos a la frecuencia de cortes, mientras que *L. leucocephala* y *C. calothyrsus* no fueron afectadas (Cuadro 1). Horne et al. (1986) consideran que la escogencia previa de los estados de rebrote —altura del rebrote encima del corte anterior, diámetro del tallo, inicio de floración— indican mejor el momento adecuado de cosecha, que intervalos fijos de corte y, además, se pueden aplicar en otros ambientes.

En los trabajos revisados se resalta que intervalos de corte más espaciados resultan en mayores rendimientos de

biomasa, siendo la proporción hoja:tallo menor (Blair et al., 1990; Horne et al., 1986; Ivory, 1990; Karim et al., 1991; Sabiiti y Cobbina, 1992; Stür et al., 1994). Los cambios en la tasa semanal de crecimiento y en el promedio semanal de dicha tasa determinan el momento óptimo para la máxima utilización de MS comestible (Stür et al., 1994). Con base en los datos de varios trabajos, los autores concluyen que el mejor indicador para el intervalo óptimo de corte es la proporción de hojas, y que el rendimiento de MS comestible es máximo cuando la cosecha se realiza en el momento en que la proporción de hojas es aproximadamente de 50%. En las especies arbustivas del trópico subhúmedo y húmedo, como *C. calothyrsus* y *L. leucocephala*, este intervalo se encuentra entre 2 y 4 meses, pero puede ser más prolongado en regiones más áridas o en el subtrópico con temperaturas más bajas; aunque puede ser menor para arbustos y árboles pequeños. Por otra parte, es necesario tener en cuenta que la calidad nutritiva de las especies disminuye al aumentar la cantidad de hojas viejas; en consecuencia, es importante encontrar el momento óptimo de cosecha para conseguir tanto cantidad como calidad del follaje (Blair et al., 1990).

Otros factores que afectan la producción de las especies arbustivas

Densidad de plantas. La densidad de plantas y la distribución espacial son factores que dificultan la interpretación de los resultados de producción en especies arbustivas. La alta densidad dentro de líneas de siembra parece afectar negativamente los rendimientos de *L. leucocephala* (Blair et al., 1990). Por otro lado, Ivory (1990) reportó rendimientos de MS más altos con mayor densidad dentro de líneas de siembra para varias especies. Parece que, igual a la configuración de siembra en bloque, existe un rango amplio de rendimiento máximo por metro lineal, donde la menor densidad de plantas se compensa por mayor rendimiento individual.

Además de la densidad, la configuración de siembra de las plantas también puede afectar los rendimientos de MS; así, con *C. argentea* se han observado mayores rendimientos por área cuando las plantas se siembran en bloques, en comparación con la siembra en líneas (S. McLennan, comunicación personal). Es importante resaltar que en la evaluación de especies forrajeras ambos tipos de distribución —en líneas o en bloques— son útiles con respecto a un sistema de utilización; el primero, en sistemas de barreras vivas o en cultivos en callejones, mientras que el segundo lo es en bancos de proteína y en sistemas de barbecho mejorado. No obstante, dentro de una amplia gama de densidades, la eliminación o entresaca de plantas favorece una menor densidad y el crecimiento de los árboles restantes sin sacrificar el rendimiento total por área (Briscoe, 1990; Figura 1). Para conocer con más detalle el efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento de MS, se pueden establecer los ensayos de evaluación tipo 'rueda de Nelder', que provee diferentes densidades de siembra porque se organizan las parcelas en forma radial (Briscoe, 1990).

Epoca del año y estado fisiológico.

Existen diferencias en el efecto de defoliación según la estación del año —de lluvia o de seca— y del estado fisiológico de la planta —reproductivo o vegetativo. Sin embargo, hay poca documentación sobre estos efectos. Steinmüller (1995) determinó el efecto de la época de cosecha sobre los rendimientos de *Sesbania* spp. Hernández y Benavides (1994) realizaron podas estratégicas en cercos vivos de *G. sepium* para la producción de forraje en la época seca; ellos encontraron que los cortes al final de la época lluviosa impidieron la floración de los árboles y permitieron así disponer de forraje verde durante la época seca. Los meses de poda final —febrero, marzo, abril o mayo— tenían más relación con la producción de MS que los meses de poda inicial —octubre, noviembre, diciembre o enero.

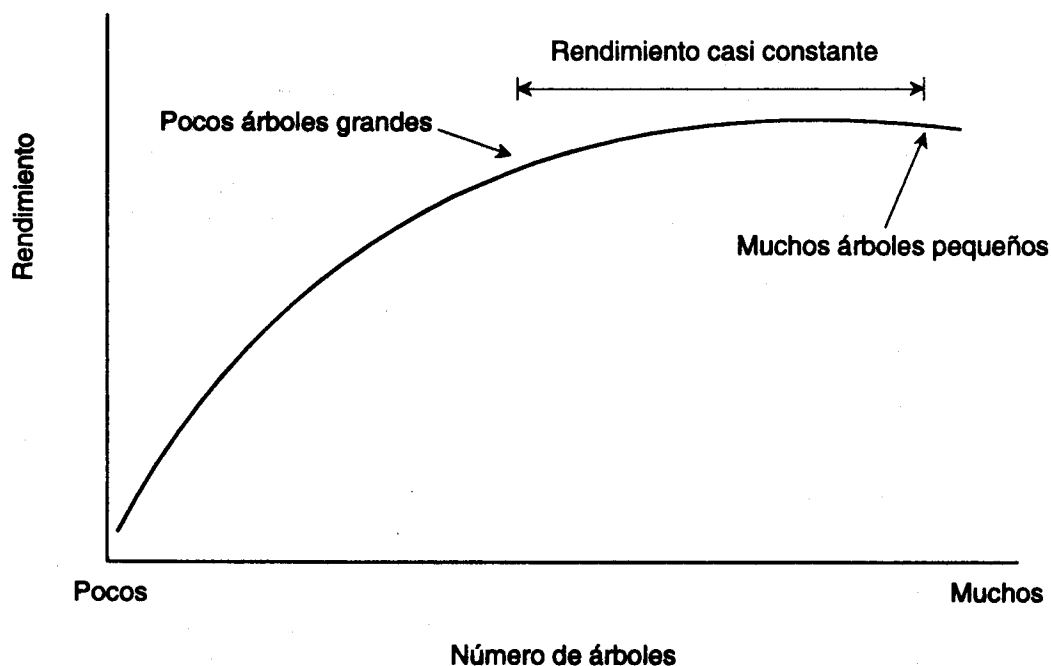


Figura 1. Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento de MS total por área (modificado de Briscoe, 1990).

Interacciones entre los factores de manejo

Existen interacciones importantes entre los factores ambientales limitantes —nutricionales, bióticos o climáticos— y los factores del manejo; por ejemplo, plantas de *L. leucocephala* infestadas con el "psyllid" probablemente no sobrevivirían un corte durante la época seca. Plantas que sufren una limitación edáfica, como suelos ácidos con alta saturación de aluminio, pueden requerir otro tipo de manejo que plantas bien nutridas, por ejemplo encontraron Rodríguez et al. (1994) que plantas de morera (*Morus* sp.: Moraceae) fertilizadas con nitrógeno pueden ser cortadas con más frecuencia para obtener la misma producción de MS que en plantas no fertilizadas.

En general, el ramoneo por los animales causa menos daño a las plantas que un régimen intenso de corte. La defoliación por animales es menos drástica para la planta porque sólo quitan las hojas y

tallos tiernos, mientras que en el corte se cosechan también las ramas (Stür et al., 1994). Steinmüller (1995) encontró que ramoneo con cabras al final de la época seca resultó en mayor rendimiento de MS del rebrote de 2 meses en *S. sesban*, en comparación al rendimiento cumulativo de dos cortes durante el mismo tiempo.

La intensidad y la frecuencia de defoliación están relacionadas, ya que a medida que la primera es más severa, los intervalos deben ser más largos para que las plantas se recuperen; mientras que con cortes menos severos las plantas pueden ser cosechadas con más frecuencia (Blair et al., 1990). En este sentido también existen resultados contradictorios. Así, Ncamihigo y Brandelard (1993) no encontraron interacciones significantes entre la altura y la frecuencia de corte de *C. calothyrsus*, *L. diversifolia* o *L. leucocephala*, mientras que Trujillo (1992) encontró que los rendimientos de MS total y foliar de *D. virgatus* disminuyeron cuando las plantas

se cortaron a mayores intervalos y a 25 ó 100 cm sobre el nivel del suelo, mientras que aumentaron con cortes a 5 cm.

Horne et al. (1986) estiman que existe una alta interacción entre la frecuencia de corte y la densidad de plantas, lo cual puede conducir a conclusiones erradas. Cuando se favorece una alta densidad de plantas y, por lo tanto, una cobertura arbórea máxima, los cortes frecuentes deberían dar rendimientos foliares óptimos.

Prioridades de Investigación con Forrajeras Arbustivas

La evaluación de especies arbustivas tiene como propósito fundamental la producción de forraje, lo cual significa un uso frecuente de las plantas; por tanto, otros productos de estas plantas —leña y madera— se consideran como subproductos. Según los resultados presentados en la literatura, los factores que más influyen sobre la capacidad de producción de MS foliar o parte aprovechable por los animales son: la capacidad inherente de las especies para tolerar la defoliación frecuente, la frecuencia y la intensidad (altura) del corte, la época del año, la edad inicial de defoliación en especies de crecimiento lento, y la densidad y configuración de siembra. Dependiendo de la especie y del medio ambiente, las interacciones entre estos factores también pueden tener efectos significativos. Además existe mucha falta de claridad sobre la importancia de los factores, tanto del manejo como del ambiente; por lo tanto, se requiere profundizar varios aspectos en la investigación futura.

La investigación debe enfatizar en la importancia de los meristemas residuales (yemas), en el área de follaje residual y en las reservas de energía y nutrimentos como responsables del rebrote (Stür et al., 1994). Horne et al. (1986) enfatizan en la necesidad de investigar las interacciones entre altura e intervalo del corte y densidad de plantas, y sus efectos sobre crecimiento,

persistencia, rendimiento de forraje, fijación de nitrógeno y valor forrajero de la MS aprovechable. Existe un acuerdo general en que es necesario investigar más sobre los efectos de las defoliaciones total y parcial sobre la celeridad de rebrote. Además de las mediciones anteriores, se sugiere evaluar con más detalle el efecto de los factores locales y ambientales sobre la adaptación de las diferentes especies.

Referencias

- Blair, G.; Catchpoole, D.; y Horne, P. 1990. Forage tree legumes: their management and contribution to the nitrogen economy of wet and humid tropical environments. *Adv. Agron.* 44:27-54.
- Briscoe, C. B. 1990. Manual de ensayos de campo con árboles de usos múltiples. Manual no. 3. Winrock International Institute for Agricultural Development. Arlington, VA, E.U. 143 p.
- Costa, N. de L. y Oliveira, J. R. da C. 1992. Cutting height affects *Cajanus cajan* yield and protein content. *Nitrogen Fixing Tree Research Reports* 10:119-120.
- Devendra, C. (ed.). 1990. Shrub and tree fodders for farm animals: proceedings of a workshop in Denpasar, Indonesia, 24-29 July 1989. International Development Research Centre (IDRC), Ottawa, Ontario, Canadá. 349 p.
- Ella, A.; Blair, G. J.; y Stür, W. W. 1991. Effect of age of forage tree legumes at the first cutting on subsequent production. *Trop. Grassl.* 25:275-280.
- Gutteridge, R. C. and Shelton, H. M. (eds.). 1994. Forage tree legumes in tropical agriculture. CAB International, Wallingford, Reino Unido. 389 p.
- Hairiah, K.; Noordwijk, M. van; Santoso, B.; y Syekhfani, M. S. 1992. Biomass production and root distribution of eight trees and their potential for hedgerow intercropping on an ultisol in southern Sumatra. *Agrivita* 15:54-68.

- Heering, J. H. 1995. The effect of cutting height and frequency on the forage, wood and seed production of six *Sesbania sesban* accessions. *Agroforestry Syst.* 30(3): 341-350.
- Hernández, M. y Benavides, J. E. 1994. Podas estratégicas en cercos vivos de Piñón cubano (*Gliricidia sepium*) para la producción de forraje en la época seca. En: Benavides J. E. (ed.). *Arboles y arbustos forrajeros en América Central*, vol. 2. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. p. 559-582.
- Horne, P. M.; Catchpoole, D. W.; y Ella, A. 1986. Cutting management of tree and shrub legumes. En: Blair, G.; Ivory, D. A.; y Evans, T. R. (eds.). *Forages in Southeast Asian and South Pacific agricultures: proceedings of an international workshop held at Cisarua, Indonesia, 19-23 August 1985*. ACIAR Proceedings Series no. 12. p. 164-169.
- Ivory, D. A. 1990. Major characteristics, agronomic features, and nutritional value of shrubs and tree fodders. En: Devendra, C. (ed.). *Shrub and tree fodders for farm animals: proceedings of a workshop in Denpasar, Indonesia, 24-29 July 1989*. International Development Research Centre (IDRC), Ottawa, Ontario, Canadá. p. 22-38.
- Karim, A. B.; Rhodes, E. R.; y Savill, P. S. 1991. Effect of cutting height and cutting interval on dry matter yield of *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. *Agroforestry Syst.* 16:129-137.
- Lazier, J. 1981. 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.
- Ncamihigo, O. y Brandelard, P. 1993. Effects of cutting heights and cutting frequencies on the annual yield of *Leucaena* and *Calliandra* hedges. In: *Proceedings of the XVII International Grassland Congress, New Zealand and Queensland, Australia*. Vol. 1, p. 2131-2132.
- Rodríguez, C.; Arias, R.; y Quiñones, J. 1994. Efecto de la frecuencia de poda y el nivel de fertilización nitrogenada, sobre el rendimiento y calidad de la biomasa de Morera (*Morus spp.*) en el trópico seco de Guatemala. En: Benavides J. E. (ed.). *Arboles y arbustos forrajeros en América Central*, vol. 2. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. p. 515-529.
- Sabiiti, E. N. y Cobbina, J. 1992. Initial agronomic evaluation of *Parkia biglobosa* in the humid zone of Nigeria. *Agroforestry Syst.* 17:271-279.
- Schultze-Kraft, R. y Toledo, J. M. 1990. Methodology for the agronomic evaluation of forage plants in regional trials of the West African Forage Evaluation Network (WAFNET). Paper presented at the 2nd Workshop of RABAO, 16-21 April 1990, Avétonou, Togo. 19 p.
- Steinmüller, N. 1995. Agronomy of the N₂-fixing fodder trees *Sesbania sesban* (L.) Merr. and *Sesbania goetzii* Harms in the Ethiopian highlands. Dr. sc. agr. dissertation. Verlag Ulrich E. Grauer, Stuttgart, Alemania. 230 p.
- Stür, W. W.; Shelton, H. M.; y Gutteridge, R. C. 1994. Defoliation management of forage tree legumes. En: Gutteridge, R. C. and H. M. Shelton (eds.). *Forage tree legumes in tropical agriculture*. CAB International, Wallingford, Reino Unido. 158-167.
- Toledo, J. M. (ed.). 1982. Manual para la evaluación agronómica. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT). Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 168 p.
- Trujillo, W. 1992. Clipping height and interval effects on *Desmanthus virgatus*. Tesis MSc. University of Florida, E.U. 134 p.
- Xavier, D. F.; Carvalho, M. M.; y Botrel, M. A. 1990. Curva de crescimento e acumulação de proteína bruta da leguminosa *Cratylia floribunda*. *Pasturas Trop.* 12(1):35-38.

Conclusiones y Recomendaciones de los Grupos de Trabajo

Los participantes en el Taller formaron un solo grupo y acordaron discutir los temas siguientes:

1. Género *Cratylia*

Coordinador: Luciano Paganucci de Queiros

En este sentido los temas de discusión se dividieron en: (1) conocimientos actuales sobre *Cratylia*, (2) perspectivas y trabajos futuros de recolección.

Estado del conocimiento sobre *Cratylia*. Después de analizar el conocimiento actual sobre este género, se estimó que es necesario enfatizar en el estudio de:

- La taxonomía y la biosistemática.
- Los sistemas de reproducción —tasa de alogamia. Se propuso el inicio de estos estudios entre abril y mayo de 1966 en EMBRAPA-CPAC, bajo la dirección del Profesor L. P. de Queiroz.
- La importancia del polen con énfasis en la explotación apícola.
- La anatomía de la planta, especialmente el crecimiento secundario y la diferenciación de meristemas.
- La biogeografía de las especies y ecotipos. En este sentido se propuso estudiar el comportamiento de estos a condiciones extremas de baja temperatura.

- La formación de compuestos secundarios en las partes de la planta. Se sugirió iniciar los estudios sobre aminoácidos no proteicos y lecitina en semillas de *Cratylia*.
- Los estudios de sistema radicular para promover la multiplicación vegetativa.

Perspectiva y recolección. En julio de 1995, se encontraban disponibles 28 accesiones de *C. mollis* y 23 de *C. argentea*. Entre estas últimas 11 se habían evaluado en forma agronómica.

El grupo de trabajo propuso:

- Recolectar semilla de las 63 poblaciones de *C. argentea* recientemente identificadas.
- Identificar, entre 1996 y 1997, nuevas poblaciones de *C. argentea* y *Cratylia* spp.
- Preparar un catálogo con la información del germoplasma disponible.
- Caracterizar el germoplasma recolectado hasta el presente.
- La recolección de muestras de suelo y de nódulos de las raíces en los sitios de recolección de plantas.
- Iniciar los estudios de isoenzimas en las accesiones disponibles.
- Preparar un listado de accesiones promisorias de *Cratylia* y promover su evaluación agronómica en la RIEPT.

2. Evaluación Agronómica

Coordinadores: Margarida M. Carvalho
y Rainer Schultze-Kraft

En este grupo la discusión se concentró en: (1) la evaluación de colecciones (caracterización), y (2) la evaluación de accesiones promisorias (evaluación agronómica).

Como temas prioritarios de investigación se consideraron:

- Celeridad de establecimiento, incluyendo los estudios sobre rizobios, tipo de material de propagación, fertilidad y nivel de humedad en el suelo.
- Calidad de la semilla y los factores que la afectan: humedad, temperatura y tiempo de almacenamiento.
- Factores de manejo del cultivo, entre ellos, área foliar residual, edad al primer corte, localización de meristemos y altura y frecuencia de corte o pastoreo.
- Efecto de la leguminosa en las condiciones físicas y químicas del suelo y en las pasturas asociadas..
- Identificación de los nichos para el uso de *C. argentea*.

3. Caracterización Morfológica y Bioquímica

Coordinador: Carlos Lascano

Sobre el valor nutritivo de *Cratylia* el grupo de trabajo, propuso:

- Identificar los compuestos secundarios presentes en las especies de *Cratylia*.
- Estudiar las interacciones genotipo x ambiente que afectan la composición química y la digestibilidad de este género.
- Estudiar la variabilidad en aceptabilidad y consumo de esta leguminosa, tanto entre como dentro de especies.
- Estudiar la complementariedad nutritiva entre *Cratylia* y otras leguminosas arbustivas.

4. Utilización y Manejo

Coordinadoras: Deise Ferreira Xavier y
Brigitte L. Maass

El grupo sugirió para estudio los temas siguientes:

- Utilización de *Cratylia* spp. en pastoreo directo.
- Tratamientos poscosecha en sistemas de corte y acarreo: marchitamiento, henificación y ensilaje, uso estratégico en épocas secas y formas de corte.
- En fincas de productores, el grupo sugirió adelantar estudios sobre utilización de la leguminosa como cultivo asociado, en cercas, para mejorar barbechos y para recuperación de áreas degradadas.

Lista de Participantes

Alemania

Rainer Schultze-Kraft
Universidad de Hohenheim
Universität Hohenheim (380)
Stuttgart D-70593
Tel.: +49-711 4592764
Fax: +49-711 4592304

Esteban A. Pizarro
CIAT-EMBRAPA/CPAC
BR 020 Km 18
C.P. 08.223
73.301-970 Planaltina, DF.
Tel.: (061) 389.3016
Fax: (061) 389.3016

Brasil

Alfonso Celso C. Valois
EMBRAPA-CENARGEN
SAIN-Parque Rural
C.P. 02372
Brasília, DF. 70.849-970
Tel.: (061) 345.1262
Fax: (061) 274.3212

Allan Kardec Braga Ramos
CIAT-EMBRAPA/CPAC
BR 020 Km 18
C.P. 08.223
73.301-970 Planaltina, DF.
Tel.: (061) 389.3016
Fax: (061) 389.3016

Ari Drudi
EMGOPA
R. Jornalista Geraldo Vale no. 10
Set Universitário
74.610-060 Goiânia, Goiás
Tel.: (062) 771.2216

Deise Ferreira Javier
EMBRAPA-CNPGL
Rodovia MG 133 Km 42
36.155-00 Coronel Pacheco, MG
Tel.: (032) 215.8550
Fax: (032) 215.8550

Francisco Beni de Sousa
EMBRAPA-CNPC
Rodovia Sobral-Groairas Km 4
62.011-970 Sobral, Ceará
Tel.: (085) 612.1077
Fax: (085) 612.1132

Hernán Maldonado V.
LIENF-CCTA
Alberto Lamego 2000
Campos dos Goytacazes
28.100-000 Rio de Janeiro
Tel.: (0247) 263744
Fax: (0247) 230160

Jose Marcelino Sobrinho
EMGOPA
R. Jornalista Geraldo Vale no. 10
Set Universitário
74.610-060 Goiânia, Goiás
Tel.: (062) 261.5509
Fax: (062) 261.7877

José Olino A. de Andrade Lima
EMBRAPA-CPATC
Av. Beira Mar 3250
49.000-000 Aracaju, Sergipe
Tel.: (079) 217.1300
Fax: (079) 231.9145

Lídio Coradin
EMBRAPA-CENARGEN
SAIN-Parque Rural
C.P. 02372
70.849-970 Brasília, DF.
Tel.: (061) 317.1260
Fax: (061) 317.1270/2268050

Luciano Paganucci de Queiroz
UEFS-Dep. Ciências Biológicas
BR 116 Km 03 Campus
44.031-460 Feira de Santana, Bahia
Tel.: (075) 224.1521
Fax: (075) 224.1926/224.2284

Marco Antônio de Souza
EMBRAPA-CPAC
BR 020 Km 18
C.P. 08.223
73.301-903 Planaltina, DF.
Tel.: (061) 389.1171 Ramal 122
Fax: (061) 389.2953

Margarida M. Carvalho
EMBRAPA-CNPGL
Rodovia MG 133 Km 42
36.155-00 Coronel Pacheco, MG
Tel.: (032) 215.8550
Fax: (032) 215.8550

María Eunice de Queiroz Vieira
UFRPE-IPA
Av. Dom Manuel de Medeiros S/N - Dois Irmãos
52.171-030 Recife, Pernambuco
Tel.: (081) 441.4577 Ramal 268
Fax: (081) 441.4697

Martiniano de Oliveira
EMBRAPA-CAPTSA
BR 428 km 152 Zona rural
56.300-000 Petrolina, Pernambuco
Tel.: (081) 862.4411
Fax: (081) 862.1711

Colombia

Brigitte L. Maass
CIAT
Apartado Aéreo 6713
Cali
Tel.: +57-2-44 50000
Fax: +57-2-44 50273

Carlos E. Lascano
CIAT
Apartado Aéreo 6713
Cali
Tel.: +57-2-44 50000
Fax: +57-2-44 50273

Costa Rica

Pedro Argel
CIAT
Apdo. 55-2200 Coronado
San José
Tel.: 506-2290222 Ext. 3014
Fax: 506-2294981

Documento de Trabajo No. 158
Programa de Forrajes Tropicales

Edición: Alberto Ramírez P.
Esteban A. Pizarro

Producción: Unidad de Artes Gráficas, CIAT
