

Cratylia argentea: una nueva leguminosa arbustiva para suelos ácidos en zonas subhúmedas tropicales

Pedro J. Argel y Carlos E. Lascano

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Colombia

SUMMARY

Cratylia is a recently originated neotropical genera that has a natural distribution in the south of the river basin of the Amazon river and to the east of the mountain range of the Andes, occupying parts of Brazil, Peru, Bolivia and the north-east of Argentina. Of five species currently identified, *Cratylia argentea* has the most widespread distribution in South America. It's found in Brazil from the state of Pará, through the states of Mato Grosso and to Goiás in a north-south direction, and from Peru to the state of Ceará in an east-west direction. *C. Argentea* is a shrub that branches from the base of the stem and can reach 1.5 to 3.0m in height. The value of this tree has only recently been recognised in the evaluation of forage systems, despite the fact that during the last decade it has been evaluated in several sites with contrasting climatic and soil characteristics typical of the Latin American tropics. The shrub adapts well to semi-humid climates with 5 to 6 months dry periods and poor acid soils with high aluminium found in the tropical areas below 1,200 above sea level, nevertheless, the largest production of DM has been observed under humid tropic conditions with medium fertility soils. The yields are related to the age of the plant and planting density, yield can vary from 14 ton to more than 20 ton DM/ha/year. *C. argentea* readily grows back during the dry season and between 30 and 40% of the total yield of the plant is a result of regrowth occurring during this period due to the high foliar retention. *C. argentea* blooms and produces abundant seed which is

good quality and with very little latency. To date serious problems of plague or diseases in the shrub have not been identified. The edible material (leaves + fine stems) is high in protein (19-26%), but with intermediate and variable digestibility (40 to 55%) depending on the maturity. The consumption of *C. argentea* is low when the forage is immature and being offered fresh; nevertheless, the consumption is increased when the immature forage is dried, or left in the sun or when it is offered mature (fresh or sun dried), this has been attributed to a condensed tannin reduction. The supplementation of *C. argentea* to ruminants fed with forages of low quality improved (a) the consumption of the total diet, (b) the ruminal ammonium levels and (c) the flow and absorption of N in the lower digestive tract, even though substitution of the basal diet and diminution in the total digestibility of the diet was observed. With cows grazing on protein deficient graminaes, the supplementation of *C. argentea* in combination with sugar cane resulted in an increase (1.2 to 2.2 litres/d) in milk with increasing levels (0 to 75%) of the legume in the supplement. At the moment, the use of *C. Argentea* as the protein supplement for milking cows is being evaluated within the TROPILECHE consortium co-ordinated by CIAT and ILRI for dual purpose cows in sub-humid zones of Central America.

INTRODUCCIÓN

Las leguminosas forrajeras arbustivas tienen gran potencial para mejorar los sistemas de producción de rumiantes, particularmente en zonas subhúmedas (4 a 6 meses de sequía) del trópico. Las especies arbustivas producen más biomasa que las herbáceas, toleran mejor el mal manejo y tienen la capacidad de rebrotar y ofrecer forraje de buena calidad en localidades con sequías prolongadas. Las leguminosas arbustivas tienen además otros usos alternativos, tales como fuente de leña para uso doméstico y como barreras vivas rompe-vientos o para controlar erosión en zonas de ladera. Sin embargo, muchas de las leguminosas arbustivas conocidas e investigadas ampliamente (*Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium*, *Erythrina poeppigiana*) están marginalmente adaptadas a suelos ácidos y sequía prolongada. Entre las leguminosas arbustivas evaluadas en suelos ácidos por el CIAT, sobresalió *Cratylia argentea* (Desv) O. Kuntze (Perdomo, 1991).

C. argentea es un arbusto nativo de la Amazonia, de la parte central de Brasil y de áreas de Perú, Bolivia y nordeste de Argentina. Se caracteriza por su amplia adaptación a zonas bajas tropicales con sequías hasta de 6 meses y suelos ácidos de baja fertilidad del tipo ultisol y oxisol. Bajo estas condiciones produce buenos rendimientos de forraje bajo corte y tiene la capacidad de rebrotar durante el período seco debido a un desarrollo radicular vigoroso. Por otra parte, produce abundante semilla y su establecimiento es relativamente rápido cuando las condiciones son adecuadas.

En este artículo se revisa la botánica, origen, distribución y adaptación de *C. argentea*. Se describen además algunos de sus atributos agronómicos, valor nutritivo y potencial como planta forrajera en sistemas de producción ganaderos en regiones subhúmedas del trópico.

DESCRIPCIÓN BOTÁNICA, ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

El género *Cratylia* pertenece a la familia Leguminosae, subfamilia Papilionoideae, tribu Phaseoleae y subtribu Diocleinae; crece en forma de arbusto de 1,5 a 3,0m de altura o en forma de lianas volubles. Las hojas son trifoliadas y estipuladas, los folíolos son membranosos o coriáceos con los dos laterales ligeramente asimétricos; la inflorescencia es un pseudoracimo nodoso con 6 a 9 flores por nodosidad; las flores varían en tamaños de 1,5 a 3,0cm con pétalos de color lila y el fruto es una legumbre dehiscente que contiene de 4 a 8 semillas en forma lenticular, circular o elíptica (Queiroz y Coradín, s.f.).

La taxonomía del género *Cratylia* está aún en proceso de definición; sin embargo, Queiroz y Coradín (1995) han reconocido cinco especies diferentes, las cuales son: *C. bahiensis* L. P. de Queiroz, *C. hypargyrea* Mart. ex Benth, *C. intermedia* (Hassl.) L. P. de Queiroz y R. Monteiro, *C. mollis* Mart. ex Benth y *C. argentea* (Desv.) O. Kuntze. La diferenciación entre especies se ha logrado con base a características morfológicas vegetativas y la ubicación geográfica de éstas, debido a que no existen hasta la fecha estudios reproductivos ni de hibridación que permitan una clasificación de especie basada en marcadores biológicos.

Se considera a *Cratylia* como un género neotropical de origen reciente, cuya distribución natural se sitúa al sur de la cuenca del río Amazonas y al este de la cordillera de los Andes, abarcando partes de Brasil, Perú, Bolivia y la cuenca del río Paraná al nordeste de Argentina.

Las diferentes especies se han reportado en formaciones vegetales tipo Caatinga, Mata Atlántica y Cerrado en Brasil, en Matas nubosas del lado este de los Andes y en Bosques tropicales secos de Perú y Bolivia (Queiroz y Coradín, s.f.).

C. mollis y *C. argentea* tienen crecimiento similar y son consideradas especies con potencial forrajero. En contraste, *C. bahiensis*, *C. hypargyrea* y *C. intermedia* tienen poco potencial como forraje debido a que son plantas de tipo enredadera con poco follaje disponible; no obstante, pueden ser fuente valiosa de genes para suelos salinos (*C. hypargyrea*), o para la tolerancia a heladas (*C. intermedia*). Se considera que la distribución de *C. mollis* está restringida principalmente a áreas de Caatinga en el nordeste brasileño en los estados de Bahía, Piauí y Ceará; esta especie tiene buen potencial forrajero en áreas semiáridas (Sousa y Oliveira, 1995).

C. argentea (syn. *C. floribunda*, *Dioclea floribunda*) es la especie de más amplia distribución en Sur América y se extiende en Brasil desde el estado de Pará hasta los estados de Mato Grosso y Goiás en dirección norte-sur, y desde Perú hasta el estado de Ceará en dirección este-oeste. Se han colectado individuos hasta los 930 msnm., pero la mayor ocurrencia se reporta entre los 300 a 800 msnm. en formaciones vegetales de diversos tipos, pero con mayores poblaciones en el Cerrado brasileño en suelos pobres y ácidos (Queiroz y Coradín, s.f.).

El hábito de crecimiento de *C. argentea* es de tipo arbustivo en formaciones vegetales abiertas, pero puede convertirse en liana de tipo voluble cuando está asociada a plantas de porte mayor (Sobrinho y Nunes, 1995). La especie ramifica desde la base del tallo y se reportan hasta 11 ramas en plantas de 1,5 a 3,0m de altura (Maass, 1995). Las hojas tienen consistencia papirácea con abundante pubescencia en el envés en plantas provenientes del Cerrado brasileño, pero suaves y glabras en poblaciones que se encuentran en Santa Cruz de la Sierra en Bolivia. Pareciera que en sitios con bajas temperaturas las hojas tienden a tener menor pubescencia de acuerdo a observaciones no publicadas hechas por los autores.

ADAPTACIÓN A FACTORES BIÓTICOS Y ABIÓTICOS

C. argentea es una leguminosa arbustiva de reciente incorporación en los programas de evaluación forrajera del trópico Latino Americano (Argel y Maass, 1995). Durante la última década el Centro Internacional de

Agricultura Tropical (CIAT) en colaboración con otras instituciones de América tropical han realizado estudios de evaluación de adaptación de la especie en sitios bien drenados con características climáticas y de suelo contrastantes. Estas evaluaciones se han realizado en (a) Colombia (bosque húmedo tropical, sabana isohipertérmica bien drenada y bosque estacional semisiempre-verde), (b) Costa Rica (bosque muy húmedo y subhúmedo tropical), (c) México (sabana isohipertérmica bien drenada), (d) Guatemala (bosque húmedo subtropical caliente), (e) Brasil (sabana isotérmica bien drenada, clima tropical mesotérmico húmedo) y (f) Perú (bosque húmedo tropical).

Las precipitaciones en los sitios de evaluación han variado desde 997 mm en Isla (México) hasta 4,000 mm anuales en Guápiles (Costa Rica). El número de meses secos (precipitación menor de 100 mm) en los sitios de evaluación va desde ninguno en Guapiles (Costa Rica) hasta 6 meses en Atenas (Costa Rica), Isla (México), Coronel Pacheco y Planaltina en Brasil. En los sitios donde se ha evaluado *C. argentea* han predominado los suelos tipo oxisol, ultisol e inceptisol con pH de 3,8 a 5,9 y saturación de aluminio de 0 a 87%.

La base del germoplasma evaluado ha sido un conjunto de 11 accesiones provenientes del Banco de germoplasma del CIAT, colectadas todas en Brasil a partir de 1984 en un rango de sitios contrastantes desde los 3° 45' de Latitud Sur (Rurópolis, Paraná), hasta los 16° 34' en Piranhas, Goiás (Maass, 1995). Colecciones más recientes realizadas también en el Brasil han permitido ampliar la base genética de la especie; sin embargo, muchas de las nuevas accesiones aún están en proceso preliminar de caracterización.

Las 11 accesiones evaluadas de *C. argentea* tienen características morfológicas similares y han mostrado buena adaptación a un amplio rango de climas y suelos, en particular a suelos ácidos pobres con alto contenido de aluminio tipo ultisol y oxisol; sin embargo, el mayor vigor de crecimiento se reporta en condiciones de trópico húmedo con suelos de mediana a buena fertilidad. Aparentemente existe una interacción genotipo x ambiente, dado que, a través de sitios, las accesiones evaluadas no mantienen el mismo orden en términos de producción de biomasa. No obstante, las accesiones CIAT 18668, 18676 y 18666 tienden a mostrar rendimientos más altos y estables a través de sitios, incluyendo suelos ácidos con alta saturación de aluminio (Argel, 1995; Maass, 1995).

La alta retención foliar, particularmente de hojas jóvenes, y la capacidad de rebrote durante la época seca es una de las características más sobresalientes de *C. argentea*. Esta cualidad está asociada al desarrollo de raíces vigorosas de hasta 2 m de longitud que hace la planta tolerante a la sequía aún en condiciones extremas de suelos pobres y ácidos como los de Planaltina en Brasil (Pizarro *et al.*, 1995).

Hasta la fecha no se han reportado plagas ni enfermedades importantes en *C. argentea*. En algunos sitios se han observado ataques moderados de chiza (*Melolonthidae* sp.) durante la fase de establecimiento, así como también ataques de algunos grillos comedores y hormigas cosechadoras de hojas. Por otra parte, experiencias en las laderas del Cauca (Colombia) en suelos ácidos de baja fertilidad muestran que el arbusto tiene pobre crecimiento y desempeño por encima de los 1,200 m.s.n.m. Estos resultados sugieren que *C. argentea* presenta problemas de adaptación en sitios con suelos ácidos y temperaturas bajas (Maass, 1995).

PROPAGACIÓN

C. argentea se propaga fácilmente por semilla, pero la propagación vegetativa no ha sido exitosa hasta la fecha (Pizarro *et al.*, 1995). El arbusto produce semilla de buena calidad y sin marcada latencia física (dureza) o fisiológica; por lo tanto, la semilla no necesita escarificación previa a la siembra y aun más, hay reportes que indican que la escarificación con ácido sulfúrico reduce la viabilidad de la misma (Maass, 1995). La siembra con semilla debe hacerse muy superficial, es decir a no más de 2cm de profundidad ya que siembras más profundas causan pudrición de la semilla, retardan la emergencia de las plántulas y producen plantas con menor desarrollo radicular (RIEPT-MCAC, 1996).

La semilla de *C. argentea* responde a la inoculación con cepas de rhizobium tipo cowpea, las cuales son muy comunes en suelos tropicales. Experiencias recientes muestran buena respuesta a la formación efectiva de nódulos con las cepas CIAT 3561 y 3564, particularmente en suelos ácidos con alto contenido de aluminio (RIEPT-MCAC, 1996). En los experimentos de inoculación, la aplicación de nitrógeno ha dado los mayores rendimientos de biomasa, mostrando que existe aún campo para la identificación de cepas más efectivas de rhizobium.

CRECIMIENTO Y RENDIMIENTOS DE MATERIA SECA

El crecimiento de *C. argentea* es lento por lo menos durante los dos primeros meses después del establecimiento, a pesar que el vigor de plántula es mayor que el de otras leguminosas arbustivas como *Leucaena leucocephala*. Lo anterior está asociado a la fertilidad del suelo y a la inoculación o no de la semilla con la cepa apropiada de rhizobium. Xavier *et al.* (1990) encontraron que en condiciones de suelos ácidos con alta concentración de aluminio, representados por Coronel Pacheco en Brasil, el crecimiento acumulativo del arbusto durante un período de 210 días, fue de tipo cúbico y expresado por la ecuación: $Y = 74,47 - 6,54 X + 0,147 X^2 - 0,0004467 X^3$; $R^2 = 0,97$ (Y, materia seca (MS) estimada en g/planta; X, edad del arbusto en días). La densidad de siembra en este caso fue de 13,000 plantas/ha y el corte a los 84 días dió un rendimiento de 297g MS/planta, la cual subió a 1,073g MS/planta a los 189d, para un equivalente de 14,3 ton MS/ha; este rendimiento fue superior al observado en el mismo sitio con *L. leucocephala*.

De manera similar, *C. argentea* (CIAT 18516) superó en rendimientos a *Gliricidia sepium* y *Desmodium velutinim* en condiciones de suelos ácidos pobres de Quilichao (Colombia), pero fue inferior en rendimientos a *Flemingia macrophylla* (Maass, 1995). Todas estas mediciones se han hecho bajo corte, pero no existe aun un criterio definido sobre la altura de corte más apropiada para el manejo de la especie. Por ejemplo, Xavier y Carvalho (1995) en condiciones de Coronel Pacheco, no encontraron diferencias en rendimientos de MS/planta en cortes realizados a 20 y 40cm de altura, mientras que en Costa Rica, McLennan, S.(comunicación personal) encontró mayores rendimientos en plantas cortadas a 1m que a alturas inferiores.

En general, se sabe que los rendimientos/planta de *C. argentea* están influenciados por la fertilidad del suelo, la densidad de siembra, la edad a la cual se realiza el primer corte y la edad de la planta. Así por ejemplo, Xavier *et al.*, (1996) encontraron respuestas a aplicaciones de fósforo y Argel, P. (datos no publicados) encontró en Atenas, Costa Rica, mayor producción individual por planta en densidades de siembra de 6,000 plantas/ha (100g MS/planta), que en la de 10,000 plantas/ha (75 g MS/planta) con cortes cada 8 semanas de plantas menores de un año. En estos estudios la producción estimada de MS por área fue mayor ($P < 0,05$) en esta última (0,75 ton MS/ha/corte) que en la primera (0,67 ton MS/ha/corte) y un 30 y 40% de este rendimiento se produjo durante el

período seco de 6 meses. También se ha observado que plantas cortadas por primera vez a los 4 meses de edad y después cada 8 semanas, rindieron en promedio después de 9 cortes, significativamente menos (65 g MS/planta/corte) que las cortadas inicialmente a los 6 y 8 meses de edad (77 y 101g MS/planta/corte respectivamente). Esto indica que entre más desarrollo tengan las plantas de *C. argentea* al momento del primer corte los rendimientos de biomasa esperados serán mayores.

En la estación CIAT-Quilichao, las plantaciones adultas de *C. argentea* se manejan con cortes a ras de suelo con el fin de estimular mayor ramificación. Por otra parte, en fincas de productores en la zona pacífica central de Costa Rica se ha observado que en plantaciones de *C. argentea* de 4 años, los rendimientos de MS se han incrementado progresivamente hasta obtener entre 200 y 300g MS/planta por corte (López, A. comunicación personal). En este caso particular, *C. argentea* se corta estratégicamente al final del período lluvioso para obtener un rebrote vigoroso durante la época seca, caracterizada por baja disponibilidad y calidad de forrajes.

PRODUCCIÓN DE SEMILLA

La floración de *C. argentea* que es abundante pero poco sincronizada, se inicia hacia el final del período lluvioso en condiciones de trópico estacional con distribución monomodal de la precipitación (i.e. Centroamérica). Las plantas pueden florecer el primer año de establecidas, pero los rendimientos de semilla son bajos. La floración se prolonga por uno o dos meses y es común ver la presencia de abejas europeas (*Apis mellifera*) y otros insectos polinizadores. La maduración de los primeros frutos ocurre aproximadamente un mes y medio después de la polinización y se extiende por dos a tres meses más. Por esta razón la cosecha de semilla es un proceso continuo (cosechas manuales una vez a la semana), que puede prolongarse durante gran parte del período seco.

Los rendimientos de semilla dependen del genotipo, edad de la planta y el manejo del corte y de las condiciones ambientales prevalecientes durante la floración y fructificación. Plantas de 3 años de edad, cortadas a 30 cm de altura y fertilizadas con fósforo al comienzo del período lluvioso, rinden en promedio 50 a 70 g de semilla pura/planta en Atenas, Costa Rica (CIAT, datos no publicados). Sin embargo, la fecha del corte de uniformidad afecta el inicio de floración y por lo tanto el rendimiento

potencial de semilla; plantas cortadas cerca del inicio de la época seca o dentro de éste período, tienden a florecer poco y a formar un número bajo de frutos.

Los puntos anteriores pueden explicar los rendimientos variables de semilla reportados para *C. argentea*. Por ejemplo, Xavier y Carvahlo (1995) reportaron 25kg/ha de semilla en Coronel Pacheco (Brasil), mientras que Maass (1995) reportó 654kg/ha para la accesión CIAT 18516. En Atenas, Costa Rica, las accesiones CIAT 18668 y 18516 que se han sido seleccionadas por su buena producción de MS, producen en conjunto entre 600 a 800kg/ha de semilla dependiendo del año de cosecha. El peso unidad de la semilla es de 27 a 28g por cada 100g de semilla (Maass, 1995).

La semilla de *C. argentea* no tiene latencia, pero puede perder viabilidad relativamente rápido en un año si es almacenada en condiciones ambientales de temperatura y humedad prevalecientes en el trópico bajo. Por ejemplo, en condiciones de Atenas, Costa Rica, con una temperatura media de 24°C y humedad relativa de 70%, se ha encontrado que la germinación disminuye de 79 a 40% en menos de 8 meses en semilla almacenada al medio ambiente (CIAT, datos no publicados).

CALIDAD NUTRITIVA

La calidad nutritiva de una planta forrajera es función de su composición química, digestibilidad y consumo voluntario. Resultados de análisis químicos realizados en muestras de leguminosas arbustivas cosechadas en la estación CIAT-Quilichao, mostraron que el follaje comestible (hojas + tallos finos) de *C. argentea* (3 meses de rebrote) tuvo un contenido de proteína cruda (23,5%) similar al de otras especies conocidas como *Calliandra calothyrsus* (23,9%), *Erythrina poepigiana* (27,1%), *Gliricidia sepium* (25,45) y *Leucaena leucocephala* (26,5%) (Lascano, 1995). Por otra parte, la digestibilidad *in vitro* de la MS (DIVMS) del forraje de *C. argentea* (48%) fue mayor que el de *C. calothyrsus* (41%) pero menor que en *G. sepium* (51%), *E. fusca* (52%) y *L. leucocephala* (53%).

En otros estudios realizados por el CIAT se encontró que la DIVMS de *C. argentea* (53%) fue mayor que el de otras leguminosas adaptadas a suelos ácidos como *Codariocalyx giroides* (30%) y *Flemingia macrophylla* (20%), lo cual está asociado a su bajo contenido de taninos

condensados (Lascano, 1995). Como resultado del su alto contenido de proteína cruda y bajos niveles de taninos, *C. argentea* es una excelente fuente de nitrógeno fermentable en el rumen (Wilson y Lascano, 1997).

Observaciones de campo habían indicado que vacas lecheras rechazaban el follaje inmaduro de *C. argentea* cuando éste se ofrecía fresco, pero que lo consumían si se oreaba. Por lo tanto, se diseñó un ensayo con ovinos en jaula metabólica a los cuales se les ofreció forraje (hojas + tallos finos) inmaduro y maduro de *C. argentea* en estado fresco, oreado y seco al sol. Los resultados de consumo rápido (short term intake) mostraron que el consumo de *C. argentea* inmadura fresca fue bajo, pero que se aumentó significativamente cuando se oreo (24 ó 48 horas) o seco al sol (Raaflaub y Lascano, 1995). El consumo por los ovinos de forraje maduro fue alto independiente del tratamiento pos-cosecha. Sin embargo, es importante indicar que no existe ningún problema de consumo del forraje de *C. argentea* en estado inmaduro por vacas lecheras cuando éste se ofrece en mezcla con pastos de corte o con pequeñas adiciones de melaza.

Resultados, posteriores confirmaron que vacas en pastoreo con acceso a un banco de *C. argentea* consumían bien el forraje maduro y en menor grado el forraje inmaduro. El bajo consumo de *C. argentea* en este estado inmaduro no es en si una desventaja y por el contrario se considera una gran ventaja para facilitar el manejo de esta leguminosa en pastoreo directo. Nuestras observaciones indican que *C. argentea* podría ser incorporada en franjas en pasturas con gramíneas para conformar así un sistema silvopastoril. Por lo tanto, en el CIAT se está planeando un ensayo con *C. argentea* en franjas dentro de pasturas de *Brachiaria* spp. para ser pastoreadas por vacas lecheras.

UTILIZACIÓN POR RUMIANTES

Para definir el potencial forrajero de *C. argentea* como suplemento de proteína en sistemas de corte y acarreo, se han realizado una serie de ensayos en la estación CIAT-Quilichao en los cuales se ha evaluado su contribución en la nutrición de rumiantes alimentados con gramíneas de baja calidad y en la producción de leche de vacas en pastoreo.

Resultados con ovinos en jaula metabólica alimentados con una gramínea deficiente en proteína (6%) mostraron que la suplementación de *C. argentea* en niveles de 40% de la oferta total resultó en (a) un aumento de

18% de consumo total, (b) en más amonio ruminal (3,0 vs 7,5 mg/dl), (c) en más flujo al duodeno de proteína bacterial (3,3 vs 5,5 g/d) y nitrógeno total (8,4 vs 14,2) y en más absorción aparente de N (4,7 vs 8,2 g/d) en comparación con la dieta de solo gramínea (Wilson y Lascano, 1997). Sin embargo, la suplementación de *C. argentea* resultó en una sustitución de gramínea en todos los niveles de oferta (10, 20 y 40%) y en una reducción de la digestibilidad de la dieta, lo cual estuvo asociado con su alto nivel de fibra indigerible (38%) en comparación con la gramínea (13%) (Wilson y Lascano, 1997).

Una conclusión de los estudios de suplementación con *C. argentea*, es que esta leguminosa contribuye a aliviar las deficiencias de proteína de rumiantes que son comunes en la época seca dada la alta degrababilidad de su proteína en el rumen. Por otra parte, los resultados también sugirieron que el efecto positivo de *C. argentea* como suplemento en sistemas de corte y acarreo sería mayor si se combina con una fuente rica en energía como la caña de azúcar.

Con base en los resultados anteriores se diseñaron una serie de ensayos en el CIAT en los cuales se suplementó (1,5% de MS del PV) diferentes niveles de *C. argentea* y caña de azúcar a vacas lechera en pastoreo. Los resultados (Avila y Lascano, no publicados) mostraron que la suplementación resultó en aumentos crecientes de producción de leche (1,2 a 2,2 l/d) a medida que se incrementó la proporción de *C. argentea* (0, 25, 50 y 75%) en el suplemento. Sin embargo, la respuesta a la inclusión de *C. argentea* en el suplemento dependió del potencial de producción de leche de las vacas y de la calidad de la gramínea en la pastura. Vacas con poco potencial de producción de leche (3-4 litros) no respondieron a la suplementación con *C. argentea*. Tampoco se observó respuesta a la suplementación caña/*C. argentea* cuando la gramínea (hojas) en la pastura utilizada por las vacas tenía niveles de proteína de más de 7%.

CONCLUSIONES

La leguminosa arbustiva *C. argentea* se adapta bien a sitios bien drenados por debajo de los 1,200 m.s.n.m. con suelos pobres ácidos y alta concentración de aluminio. No obstante, responde a la fertilidad y los mayores rendimientos de MS se reportan en sitios de trópico húmedo con suelos de fertilidad media. *C. argentea* tolera bien la sequía y tiene la

capacidad de rebrotar durante el período seco; entre 30 y 40% del rendimiento total de MS de la planta puede darse durante ese período crítico del año.

El arbusto florece y forma semilla de buena calidad en condiciones del trópico bajo; la semilla no tiene latencia, pero puede perder viabilidad en un período corto de tiempo cuando se almacena en condiciones ambientales. Es una planta que se propaga fácilmente por semilla, que responde a la inoculación con rhizobium, pero que debe sembrarse muy superficialmente (a no más de 2 cm de profundidad) para lograr buena emergencia de plántulas.

La calidad nutritiva de *C. argentea* es alta en términos de proteína y dado que tiene bajos niveles de taninos condensados es una buena fuente de nitrógeno fermentable en el rumen, lo cual contribuye a la síntesis de proteína bacterial y a aumentar el flujo y absorción de N en el tracto posterior. El consumo de *C. argentea* está afectado por la madurez de la planta y manejo pos-cosecha del forraje, siendo bajo cuando se ofrece el follaje inmaduro fresco, pero alto cuando este se oreo o seca al sol o se ofrece maduro independientemente de secado.

Los estudios de utilización de *C. argentea* por vacas lecheras muestran que cuando se utiliza en combinación con caña de azúcar para suplementar animales en pastoreo se logran incrementos hasta de 2 litros/v/d, siempre y cuando las vacas tengan potencial de producción y la gramínea en oferta en la pastura sea deficiente en proteína.

Necesidades futuras de investigación y difusión

La leguminosa arbustiva *C. argentea* muestra alto potencial forrajero, pero el conocimiento agronómico y de manejo de la especie, es aún limitado. Por lo tanto, la investigación futura debe enfocarse a responder los siguientes interrogantes prioritarios:

- rango de adaptación, especialmente en sitios con buenos suelos pero con bajas temperaturas (laderas de altitud media),
- interacciones genotipo x medio ambiente en términos de rendimientos de MS, producción de semilla y calidad forrajera,
- fertilización de establecimiento e identificación de cepas más efectivas de rhizobium, y
- manejo de plantaciones para producción de biomasa y semillas

Por último, es importante dar prioridad a la evaluación de *C. argentea* en fincas con el fin de demostrar sus ventajas como fuente de proteína para rumiantes e identificar con la ayuda de productores usos y manejos alternativos. Como parte de las actividades del Consorcio TROPILECHE coordinado por el CIAT y que forma parte de un programa entre Centros Internacionales que lidera el ILRI, se está evaluando con productores de ganado doble propósito en Costa Rica (zona subhúmeda del pacífico central) el uso de *C. argentea* como suplemento de vacas lecheras en la época seca.

Bibliografía

- Argel, P. J. 1995. Evaluación Agronómica de *Cratylia argentea* en México y Centroamérica. En: *Potencial del Género Cratylia como Leguminosa Forrajera*. Pizarro, E. A. y Coradin, L. (eds.). EMBRAPA/CENARGEN/CPAC/CIAT, Memorias de un Taller, 19 al 20 de julio de 1995, Brasilia, p75-82.
- Argel, P. J. Y Maass, B. L. 1995. Evaluación y Adaptación de Leguminosas Arbustivas en Suelos ácidos infértiles de América. En: *Nitrogen Trees for Acid Soils*. Evans, D. O. y Szott, L. T. (eds.). Nitrogen Fixing Tree Research Reports. Special issue. Winrock International and NFTA. Morrilton, Arkansas (USA). p215-227.
- Lascano, C. E. 1995. Calidad nutritiva de *Cratylia argentea*. En: *Potencial del Género Cratylia como Leguminosa Forrajera*. Pizarro y Coradin (eds.). EMBRAPA/CENARGEN/CPAC/CIAT, Memorias de un Taller, 19-20 julio 1995, Brasilia, p83-97.
- Maass, B. L. 1995. Evaluación Agronómica de *Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze en Colombia. En: *Potencial del Género Cratylia como Leguminosa Forrajera*. Pizarro, E. A. y Coradin, L. (eds.). EMBRAPA/CENARGEN/CPAC/CIAT, Memorias de un Taller, 19 al 20 de julio de 1995, Brasilia, p62-74.
- 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. 128 p.
- Pizarro, E. A.; Carvalho, M. A. Y Ramos, A. K. B. 1995. Introducción y Evaluación de Leguminosas Forrajeras Arbustivas en el Cerrado Brasileño. En: *Potencial del Género Cratylia como Leguminosa Forrajera*. Pizarro, E. A. y Coradin, L. (eds.). EMBRAPA/CENARGEN/CPAC/CIAT, Memorias de un Taller, 19 al 20 de julio de 1995, Brasilia, p. 40-49.
- Queiroz, L. P. De & Coradín, L. (s.f.). *O Género Cratylia. Informações Taxonômicas e Distribuição Geográfica*. Mimeografiado. 4 p.
- Queiroz, L. P. De Y Coradin, L. 1995. Biogeografía de *Cratylia* e Areas Prioritárias para Coleta. En: *Potencial del Género Cratylia como Leguminosa Forrajera*. Pizarro, E. A. y Coradin, L. (eds.). EMBRAPA/CENARGEN/CPAC/CIAT, Memorias de un Taller, 19 al 20 de julio de 1995, Brasilia, p1-28.
- Raaflaub, M & Lascano, C.E. 1995. The effect of wilting and drying on intake rate and acceptability by sheep of the shrub legume *Cratylia argentea*. *Tropical Grasslands*. 29: 97-101.
- RIEPT-MCAC (Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales para México, Centroamérica y el Caribe). 1996. *Hoja Informativa* No. 2, Año 4. 4 p.
- Sobrinho, J. M. & Nunes, M. R. 1995. Estudos Desenvolvidos Pela Empresa Goiana de Pesquisa Agrpecuária com *Cratylia argentea*. En: *Potencial del Género Cratylia como Leguminosa Forrajera*. Pizarro, E. A. y Coradin, L. (eds.). EMBRAPA/CENARGEN/CPAC/CIAT, Memorias de un Taller, 19-20 julio 1995, Brasilia, p53-61.
- Sousa, F. B. De & Oliveira, M. C. De. 1995. Avaliação Agronoômica do Genero *Cratylia* na Região Semi-Árida do Brasil. En: *Potencial del Género Cratylia como*

- Leguminosa Forrajera*. Pizarro, E. A. y Coradin, L. (eds.). EMBRAPA/CENARGEN/CPAC/CIAT, Memorias de un Taller, 19-20 julio 1995, Brasilia, p50-52.
- Wilson, Q.T Y Lascano, C.E 1997. *Cratylia argentea* como suplemento de un heno de gramínea de baja calidad utilizado por ovinos. *Pasturas Tropicales* 19: 2-8.
- Xavier, D. F.; Carvalho, M. M. Y Botrel, M. A. 1996. Níveis críticos externos e internos de fósforo da *Cratylia argentea* em um solo ácido. *Pasturas Tropicales* 18(3): 33-36.
- Xavier, D. F. & Carvalho, M. M. 1995. Avaliação Agronômica da *Cratylia argentea* na Zona da Mata de Minas Gerais. En: *Potencial del Género Cratylia como Leguminosa Forrajera*. Pizarro, E. A. y Coradin, L. (eds.). En: EMBRAPA/CENARGEN/CPAC/CIAT, Memorias de un Taller, 19-20 julio 1995, Brasilia, p29-39.
- Xavier, D. F.; Carvalho, M. M. & Botrel, M. A. 1990. Curva de crescimento e acumulação de proteína bruta de leguminosa *Cratylia floribunda*. *Pasturas Tropicales* 12: 35-38.

Comentarios

Marco Antonio de Souza

Se menciona que: «La semilla de *C. argentea* no tiene latencia, pero puede perder viabilidad relativamente rápido, en un año si es almacenada en condiciones ambientales de temperatura y humedad prevalecientes en el trópico bajo. Por ejemplo, en condiciones de Atenas, Costa Rica, con una temperatura media de 24°C y humedad relativa de 70%, se ha encontrado que la germinación disminuye de 79 a 40% en menos de 8 meses en semilla almacenada al medio ambiente (CIAT, datos no publicados).» Quiero informar algunos resultados de ensayos realizados en EMBRAPA/Cerrados (Planaltina, D.F., Brasil) El clima de esta región se caracteriza por un periodo seco de mayo a septiembre con temperatura promedio de 21°C, humedad relativa de 63% y un periodo de lluvias (octubre-abril) con temperatura promedio de 22.6°C y humedad relativa de 74%. Semillas de dos accesiones (A y B) de *C. argentea* fueron recolectadas y almacenadas en dos condiciones: cámara fría (10°C; 90% humedad) y al ambiente (en bolsas de papel de 10kg). Se realizaron pruebas de germinación (rollo de papel, 25°C) a los 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 18 y 24m. A los 12m, la germinación prácticamente no se modificó entre las dos condiciones de almacenamiento, permaneciendo alrededor de 85%. A los 18 y 24m, las semillas almacenadas en frío presentaron una germinación de 91% para las dos accesiones y las almacenadas en condiciones ambientales presentaron en el mismo período el 35 y 25% (accesión A) y 47 y 41% (accesión B). Se concluyó que:

- Las semillas almacenadas bajo condiciones ambientales perderán capacidad de germinación después de 12m de almacenamiento.
- Las semillas almacenadas en cámara fría conservarán la capacidad de germinación en un promedio del 91% para las dos accesiones, después de 24 meses de almacenamiento.
- El comportamiento de las semillas en almacenamiento en condiciones ambientales depende del genotipo (accesión).

Los datos referentes al almacenamiento a los 12 meses fueron publicados por: SOUZA, M. A.; RAMOS, A. K. B.; PIZARRO, E. A. 1997 Efeito da condição de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de *Cratylia argentea* Informativo ABRATES, Londrina, 7(1/2):248, Estamos a disposición para cualquier aclaración,

Utilización de la morera en sistemas de producción animal

Jorge E. Benavides

Consultor e investigador, Turrialba, Costa Rica

SUMMARY

A general description of the nutritional and agronomic characteristics of Morera (*Morus alba*) is given. Morera leaves have high CP (15 to 25%) and IVDMD (75 to 90%). Milk production of cows supplemented with Morera was similar to that observed with concentrates (13,2 vs. 13,6kg/d). Steers fed on King-grass and fresh Morera gained 940g/d. Silage of Morera had a lactic fermentation pattern and there was little changes in CP and IVDMD in comparison with fresh biomass. Steers fed silage of Morera gained 600g/d. Using goat manure for fertilising Morera it is possible to produce 38,3 and 14,9ton DM/ha/year of total and edible biomass respectively. The integration of Poro (*Erythrina poeppigiana*) in Morera plantations showed that it is possible to use foliage of Poro as a mulch to sustain good DM yields.

INTRODUCCIÓN

La Morera (*Morus alba*) es un árbol que tradicionalmente se utiliza para la producción de seda. Pertenece al orden de las Urticales, familia Moraceae y género *Morus*. Los rangos climáticos para su cultivo son: temperatura de 18 a 38°C; precipitación de 600 a 2 500mm; fotoperiodo de 9 a 13 horas/d y humedad relativa de 65 a 80% (Ting-Zing *et al.*, 1988). Se cultiva desde el nivel del mar hasta 4 000m de altitud y se reproduce por semilla, estaca, acodo e injerto.

RESULTADOS OBTENIDOS CON MORERA

El follaje de Morera tiene un alto contenido de proteína cruda (PC) y una elevada digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS). Datos de América Central indican contenidos de PC entre 15 y 25% y de DIVMS entre 75 y 90% lo que implica una calidad igual o superior a la de los concentrados comerciales (Cuadro 1). El tallo no lignificado (tallos tiernos) también tiene una buena calidad bromatológica, con valores entre 7 y 14% para PC y entre 56 y 70% para la DIVMS (Benavides *et al.*, 1994; Espinoza, 1996; Rojas y Benavides, 1994). La PC de la hoja de Morera tiene una digestibilidad *in vivo* de 90% (Jegou *et al.*, 1994). Los contenidos de nitrógeno, potasio y calcio son altos, alcanzando las hojas valores de 3,35; 2,0 y 2,5% para cada mineral, respectivamente (Espinoza, 1996).

Cuadro 1

Contenido de materia seca (MS), proteína cruda (PC) y digestibilidad *in vitro* de la MS (DIVMS) del follaje de Morera y otros alimentos utilizados en América Central.

Especie	MS	PC (%)	DIVMS
Morera (<i>Morus alba</i>)	28,7	23,0	80,0
Pasto King (<i>P. purpureum</i> x <i>P. typhoides</i>)	20,0	8,2	52,7
Pasto Estrella (<i>C. nlemfluensis</i>)	22,3	8,9	54,9
Concentrado comercial	91,5	17,7	85,0

La calidad del follaje se afecta por factores ambientales. En la costa del Pacífico de Costa Rica, con alta luminosidad y elevadas temperaturas, la PC y la DIVMS de las hojas se reducen (15,1 y 71,5%, respectivamente) en comparación con sitios más elevados, con más nubosidad y menor temperatura (24,8 y 74,9%, respectivamente) como en las zonas montañosas de Costa Rica (Espinoza, 1996).

Oviedo (1995) al comparar el follaje de Morera con el concentrado, como suplemento a vacas en pastoreo, obtuvo un nivel de producción de leche similar (13,2 y 13,6kg/d, respectivamente) para cada suplemento a iguales niveles de consumo de MS (1,0% del PV) y muy superior al obtenido con sólo pastoreo (11,3kg/d). El uso de Morera en la dieta no afectó el contenido de grasa, proteína y sólidos totales de la leche pero sí mejoró el beneficio neto en comparación con el concentrado (US\$ 3,29 vs

2,84, respectivamente). Esquivel *et al.* (1996), al reemplazar el 0, 40 y 75% del concentrado por follaje de Morera tampoco encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) en la producción de leche (14,2; 13,2 y 13,8kg/d, respectivamente) de vacas Holstein en pastoreo y sin efectos apreciables en la calidad de la leche (Cuadro 2). También en este trabajo, considerando sólo los costos de alimentación, el ingreso neto por animal fue 11,5% superior con el máximo nivel de Morera al del obtenido con el concentrado.

Cuadro 2

Efecto de la sustitución de concentrado por follaje de Morera (*Morus alba*) sobre la producción de leche y el consumo de vacas Holstein pastoreando Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*).

Parámetro	Relación Concentrado : Morera		
	100 : 0	60 : 40	25 : 75
Leche (kg/d)	14,2	13,2	13,8
Consumo (kg MS/d)			
Concentrado	6,4	4,2	1,9
Morera	0	2,8	5,5
Pasto	9,3	7,8	6,2
Total	15,7	14,8	13,6

Fuente: Esquivel *et al.*, 1996.

Con bovinos se han obtenido ganancias de peso biológicamente atractivas al utilizar el follaje Morera como suplemento. En el trópico húmedo de Turrialba, vaquillas de reemplazo Jersey x Criollo ganaron 610g/d suplementadas con Morera y 410g/d con concentrado (Oviedo y Benavides, 1991). Con toretes Criollos Romosinuanos recibiendo una dieta basal de pasto Elefante (*Pennisetum purpureum*), se observaron incrementos de peso de 40, 690, 940 y 950 g/d con consumos de MS de Morera equivalentes al 0; 0,90; 1,71 y 2,11% del PV como suplemento (González, 1996). En este trabajo el estudio de presupuesto parcial arrojó una relación ingreso/costo de 0,10; 1,11; 1,18 y 0,97 para cada nivel de ganancia de peso, respectivamente. En cabras lecheras, Rojas y Benavides (1994) encontraron incrementos de leche de 2,0 a 2,5 kg/d cuando la suplementación con Morera pasó del 1,0 al 2,6% del PV en base seca, con ligeros incrementos en los contenidos de grasa, proteína y sólidos totales de la leche. Con corderos alimentados con una dieta base de King-grass,

se reportan ganancias de peso de 60, 75, 85 y 101 g/d cuando se suplementan con Morera a razón del 0; 0,5; 1,0; y 1,5% del PV en base seca (Benavides, 1986). En una evaluación de tres años, en un módulo agroforestal con cabras (cabras estabuladas y una plantación asociada de Morera con Poró) alimentadas sólo con cantidades similares (3,0% del PV en base seca) de pasto King-grass (*P. purpureum* x *P. typhoides*) y Morera, se reportan cerca de 900kg de leche/lactancia de 300 días (Oviedo *et al.*, 1994). Esto equivale a un promedio de producción de 3,0 kg/d y a 4,1 kg/d al inicio de la lactancia. La alimentación proviene de un área de Morera y pasto asociados con Poró (*Erythrina poeppigiana*) de 1,100 m² fertilizada con estiércol de los animales, follaje de Poró asociado y residuos de los comederos. Durante el tercer año la producción de leche fue de 2,5kg/d, lo que equivale a 16,500 kg/año. El estudio de flujo de caja para el análisis financiero mostró una relación beneficio/costo de 1,27; 1,39 y 1,45 para cada año, respectivamente.

Uno de los problemas más serios de la ganadería es la drástica disminución de la disponibilidad y calidad del pasto durante la sequía. Entre las alternativas utilizadas está la del ensilaje de forraje durante las lluvias para utilizarlo luego en la sequía. Estos ensilajes normalmente se hacen con gramíneas tropicales que contienen un alto nivel de fibra y poca presencia de carbohidratos solubles, lo que afecta la fermentación y da como resultado un material de baja calidad. Debido a su poca fibra y alto nivel de carbohidratos el follaje de Morera puede ensilarse sin aditivos, mostrando un patrón láctico de fermentación, con pocas pérdidas en PC (entre 16 y 21% de PC) y manteniendo entre 66 y 71% de DIVMS (Vallejo, 1994; González, 1994), parámetros muy superiores a los de ensilajes fabricados con forrajes tropicales. Al utilizar ensilaje sin aditivos de planta entera de Morera como suplemento a toretes en confinamiento, alimentados con una dieta basal de pasto Elefante, se han obtenido ganancias de peso superiores a 600 g/d con un consumo de Morera de 1,1% del PV en base seca (González, 1996). Por otra parte, cabras consumiendo ensilaje de Morera como dieta única, mostraron un consumo del 5,0% del PV en base seca y un rendimiento de 2,0 kg/d de leche (Vallejo, 1994). Por su gran alta capacidad de producción y por la elevada concentración de minerales en la biomasa, la Morera extrae gran cantidad de nutrimentos del suelo. Por ello, se ha enfatizado en la utilización de abonos orgánicos (estiércol y mulch) como fuente de nutrimentos. Con una densidad de 25,000 plantas/ha se han obtenido más de 35 t0n MS

total/ha/año utilizando estiércol de cabra como abono, 20% más que la obtenida con la misma cantidad de nitrógeno proveniente de Nitrato de Amonio (Cuadro 3) y, durante tres años, se observó un incremento del 10% en rendimiento entre años (Benavides *et al.*, 1994).

Por otra parte, bajo condiciones de trópico húmedo y utilizando follaje de Poró como «mulch» en niveles equivalentes a 0, 160 y 300kg N/ha/año, Oviedo (1995) encontró rendimientos de 8,0; 9,4; y 10,6 ton MS/ha, respectivamente, en dos cortes sucesivos de cuatro meses.

Cuadro 3

Producción entre años de biomasa total (ton MS/ha) de Morera por efecto de la aplicación de estiércol de cabra al suelo.

Año	Nivel de estiércol				NH ₄ NO ₃
	0	240 ¹	360 ¹	480 ¹	480 ¹
1 ²	23,0c	24,4bc	26,6b	31,1a	26,7b
2	21,3c	25,2b	27,6ab	33,4a	29,7b
3	22,9d	28,2c	32,6b	38,2a	29,2b

¹kg de N/ha/año. ²Valores con igual letra en sentido horizontal no difieren, p<0,001.

Con tres variedades de Morera en tres sitios de Costa Rica (Puriscal, Coronado y Paquera), Espinoza (1996) reporta rendimientos de MS total de 14,1; 22,3 y 25,4 ton/ha/año, respectivamente. En Paquera, a pesar de sufrir un largo período de sequía, la producción promedio de todas las variedades (31,2 ton MS/ha/año), duplicó la de Coronado (15,5 ton MS/ha/año) con mejor régimen de lluvia. Esto se atribuye a la mayor luminosidad y mayores temperaturas de Paquera.

CONCLUSIONES

La Morera se caracteriza por la elevada calidad nutricional de su biomasa y por su capacidad de producción de por unidad de área. Utilizada, fresca o ensilada, como suplemento para rumiantes puede estimular altos niveles de producción de leche y ganancias de peso. El ensilaje de su follaje es factible y muestra patrones de fermentación de tipo láctico y poca disminución en sus niveles de PC y DIVMS. Es recomendable continuar investigando aspectos relacionados al uso de abonos orgánicos, principalmente el uso de «mulch» de árboles plantados en asociaciones agroforestales. Así mismo debe enfatizarse el estudio más detallado de

técnicas de ensilamiento orientadas a la aplicación práctica de esta tecnología en fincas.

Bibliografía

- Benavides, J. E.** 1986. Efecto de diferentes niveles de suplementación con follaje de morera (*Morus sp.*) sobre el crecimiento y consumo de corderos alimentados con pasto (*Pennisetum purpureum*). En: *Resumen de las investigaciones realizadas con rumiantes menores, cabras y ovejas*. Proyecto Sistemas de Producción Animal. CATIE, Turrialba, C.R. 1986. Serie Técnica. Inf. Técnico No. 67:40-42.
- Benavides, J.E., Lachaux, M. y Fuentes, M.** 1993. Efecto de la aplicación de estiércol de cabra en el suelo sobre la calidad y producción de biomasa de Morera (*Morus sp.*). En: J. Benavides ed. «*Arboles y arbustos forrajeros en América Central*». Vol. II. Serie técnica, Inf. técnico No. 236. Turrialba, C.R. CATIE. pp.495-514.
- Espinoza, E.** 1996. *Efecto del sitio y del nivel de fertilización nitrogenada sobre la producción y calidad de tres variedades de Morera (Morus alba.) en Costa Rica*. Tesis Mag.Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 84p.
- Esquivel, J., Benavides, J.E., Hernandez, I., Vasconcelos, J., Gonzalez, J., y Espinoza, E.** 1996. Efecto de la sustitución de concentrado con Morera (*Morus alba*) sobre la producción de leche de vacas en pastoreo. En: *Resúmenes. Taller Internacional «Los árboles en la producción ganadera»*. EEPF «Indio Hatuey», Matanzas, Cuba. p25.
- Gonzalez, J.** 1996. *Evaluación de la calidad nutricional de la Morera (Morus sp.) fresca y ensilada, con bovinos de engorda*. Tesis Mag.Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 84p.
- Jegou, D., Waelput, J.J., y Brunschwig, G.** 1994. Consumo y digestibilidad de la materia seca y del nitrógeno del follaje de Morera (*Morus sp.*) y Amapola (*Malvabiscus arboreus*) en cabras lactantes. En: J.E. Benavides ed. «*Arboles y arbustos forrajeros en América Central*». Vol. I. Serie técnica, Informe técnico No. 236. Turrialba, C.R. CATIE. pp155-162.
- Oviedo, F. J., Benavides, J. E., y Vallejo, M.** 1994. Evaluación bioeconómica de un módulo agroforestal autosostenible con cabras lecheras en Turrialba, Costa Rica. En: J. Benavides (ed) «*Arboles y arbustos forrajeros en América Central*». Vol. II. Serie técnica, Informe técnico No. 236. Turrialba, C.R. CATIE. pp601-630.
- Oviedo, J. F.** 1995. *Morera (Morus sp.) en asocio con Poró (Erythrina poeppigiana) y como suplemento para vacas lecheras en pastoreo*. Tesis Mag.Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 86p.
- Rojas, H., Benavides, J. E. y Fuentes, M.** 1994. Producción de leche de cabras alimentadas con pasto y suplementadas con altos niveles de Morera. En: J. Benavides ed. «*Arboles y arbustos forrajeros en América Central*». Vol. II. Serie técnica, Informe técnico No. 236. Turrialba, C.R. CATIE. p305-320.
- Ting-Zing, Z., Yun-Fang, T., Guang-Xian, H., Huaizhong, F., & Ben, M.** 1988. *Mulberry cultivation*. FAO Agricultural Services Bulletin. No. 73/1. FAO, Roma. 127p
- Vallejo, M.A.** 1995. *Efecto del premarchitado y la adición de melaza sobre la calidad del ensilaje de diferentes follajes de árboles y arbustos tropicales*. Tesis Mag.Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 98p.

Comentarios

Roberto Sanginés García y Pedro Lara y Lara

En atención a su conferencia sobre la utilización de Morera en los sistemas de producción, nos gustaría saber si la información que reporta de Espinoza (1996) sobre la disminución en el contenido de proteína por efecto de la elevada luminosidad y altas temperaturas corresponde a una misma edad al corte, o rebrote, ya que nuestra experiencia con Morera en Yucatán, México, en donde tenemos las mismas condiciones ambientales a las reportadas, no encontramos una disminución en el contenido de proteína, pero si se encontró un efecto por la edad al corte. En breve podremos tener más información sobre el efecto de la fertilización de Morera con aguas residuales porcinas, en suelos someros de origen calcáreo, con elevada pedregosidad y rocosidad y un pH alcalino, sobre la producción de materia seca y contenido de nutrientes. Por otro lado, nos gustaría saber si tiene alguna información sobre plagas y enfermedades, ya que en nuestro cultivo, al año de establecido y a pesar de ser un cultivo nuevo en la zona se han presentado problemas de fungosis (*Micosphaerella*) y Diabrotica.

Manuel Alfaro

Los datos que presenta Jorge Benavides son interesantes y comparto, su interés en el uso de la morera, la cual podría ser el sustituto potencial de la alfalfa en condiciones subtropicales y tropicales con un buen régimen de lluvias o con posibilidades de riego y que junto con las alternativas de ensilar maíz o sorgo, se superarían los problemas de oferta energética que con regularmente se enfrentan los ganaderos que dependen de gramíneas tropicales, cuando son utilizadas en la alimentación animales con potencial genético alto para la producción de leche. Sin embargo, es necesario tener más claridad sobre los efectos que podría ocasionar el uso de altos niveles de esta planta, ya sea ofrecida fresca, ensilada o deshidratada, picada o molida. En El Salvador, recientemente se ha iniciado la experimentación con morera variedad Kanva-2. Nos ha estado inquietando los resultados iniciales en contenido de grasa láctea de vacas que consumieron 6kg de materia seca por día, a lo cual es necesario ponerle atención. También debe de tomarse en consideración que las concentraciones de calcio, en muchos análisis resulta ser alto, más de 3%;

de tal manera, que su uso en vacas próximas a parir podría elevar los casos de hipocalcemia. Otro factor importante a estudiar son los efectos en la digestión de la fibra, en raciones altas en morera, por sus contenidos de extracto etéreo. En el caso de terneras Holstein destetadas, una experiencia realizada por Araujo *et al.* (1998) mostró excelentes resultados (ganancias diarias de 830g por animal) cuando se incorporó en niveles de 16% de una mezcla suplementaria que se balanceo con el suministro de pasto estrella.

Araujo, G., Alfaro, M., y Castillo, R. 1998. Uso de heno de morera (*Morus alba*) en la alimentación de terneras lecheras. Memorias XLIV reunión anual del PCCMCA. Montelimar, Nicaragua.

Jatnel Alonso y Tomás E. Ruiz

Primeramente permitame saludarlo. Desde que conocimos que usted enviaría una conferencia a este evento estamos al tanto con el objetivo de poder conocer un poco más de los trabajos realizados con la Morera. A pesar de que en la conferencia no se hace referencia al contenido de fibra bruta (FB), en otras oportunidades usted ha reportado valores entre 9 y 11%, que según los resultados encontrados por nosotros en Cuba son muy bajos, por lo que quisiéramos saber el método que ha utilizado para su determinación. Por otro lado, algo que siempre nos ha llamado la atención, y que se le ha planteado en otras ocasiones, es que la Morera no se haya utilizado en sistemas de pastoreo. Esta posibilidad se ha negado con el argumento de que la Morera no resiste el pastoreo. En esta oportunidad nos interesa conocer alguna experiencia del empleo de esta especie en pastoreo y de ser posible se describa el sistema desde el establecimiento hasta el manejo durante la explotación especificando la especie y categoría animal utilizada

Napoleón Antonio Mejía

Sobre los comentarios de Jatnel Alonso y Tomás E. Ruiz

En El Salvador trabajamos con la variedad Kanva-2, que es totalmente erecta con 6 hijos (ramas), en promedio, bien desarrolladas que contribuyen en la producción total. Siempre se ha cosechado por corte y acarreo, nunca se probó en pastoreo directo, porque asumimos posibles daños de la planta, pero al final es una buena pregunta. Ahora estamos incluyéndola en las raciones de novillas en forma de harina de morera

sustituyendo el aporte de soya de la dieta con una reducción entre el 35 y el 40% de los costos de alimentación.

Jorge Benavides

Sobre los comentarios de Jatnel Alonso y Tomás E. Ruiz

En respuesta a Jatnel y Tomás Ruiz en primer lugar mi alegría por saber de ellos. Hasta donde conozco no se ha hecho ningún experimento con Morera en pastoreo, razón por la cual no se puede afirmar categóricamente que esta práctica no funcionaría. Sin embargo siempre he manifestado mis dudas por varias razones: Me parece obvio que con los espaciamientos y densidades (25 000 plantas/ha) utilizados hasta la fecha es muy difícil que un animal pueda desplazarse cómodamente. En este caso habría que estudiar arreglos espaciales adecuados para permitir el desplazamiento y disminuir el impacto físico sobre las plantas. Estos otros arreglos espaciales implicarían muy posiblemente, una fuerte disminución de la productividad de Morera por unidad de área y periodos de establecimiento de dos o tres años antes de introducir animales con el fin de permitir un anclaje fuerte y profundo y troncos lo suficientemente gruesos para soportar el impacto de los animales. Arreglos espaciales amplios implican mayor entrada de luz y con ello mayores problemas de invasión de malas hierbas. La Morera necesita de al menos 90d para reponerse de una defoliación y recuperar reservas para próximas defoliaciones por lo que si se asociara con pasturas tendríamos contradicciones en los ciclos de recuperación de ambos tipos de vegetación. Después de la entrada de los animales sería necesario hacer un uso innecesario de mano de obra para recortar las ramas quebradas y terminar la defoliación que no completaron los animales.

Dada la elevada calidad de la Morera se perdería la posibilidad de balancear dietas adecuadamente ya que su principal función hasta ahora es como suplemento a dietas basales de baja calidad. En otro orden de cosas debe recordarse que una plantación normal de Morera manejada como forraje de corte y acarreo y para producir 30ton de MS total, extrae del suelo por año alrededor de 500kg de N, 400kg de K, 400kg de Ca, 100kg de P, entre otros nutrimentos. Esto implica la aplicación de grandes cantidades de nutrimentos al suelo y no veo otra vía que el uso intensivo de estiércol en países con pocos recursos para adquirir o producir fertilizantes químicos. Esto a su vez conlleva a la semi-estabulación de

animales para recuperar la mayor cantidad posible de abono orgánico y lógicamente el pastoreo desciende a una mínima expresión.

Para su información y la de otros colegas, Manuel Sánchez de FAO y yo, conocimos hace dos días en Costa Rica una finca lechera con 40 vacas Holstein con 20kg/d de producción en donde la alimentación es con base en Morera y forraje de gramíneas suministrados en el comedero. En esta lechería resolvieron de una manera muy simple la cuestión de la recolección de estiércol. Los animales se recogen al mediodía y se dejan confinados hasta el otro día a las 7 de la mañana cuando salen a pastorear estrella (solo 5-6 horas de pastoreo por día). El estiércol se recoge cada día y se composta en un pequeño patio de cemento hasta que este listo para ser usado como abono. Pero tal vez el aspecto más impresionante es en la alimentación de terneras y novillas con ganancias de peso impresionantes y mortalidad cero.

Creo que el papel del pastoreo en el trópico disminuirá a una mínima expresión y que el futuro de la ganadería con rumiantes es en sistemas semi-estabulados o estabulados. Esto a la luz de los nuevos forrajes que han estado apareciendo que echan por tierra el mito de que es imposible tener en el trópico altos niveles de productividad por animal. Además no olvidemos que el establecimiento de potreros en el trópico ha implicado la eliminación de un recurso por el cual clama ahora la humanidad: los árboles. Y estos últimos si se pueden asociar entre sí (forrajeros, leguminosos, maderables y ornamentales).

La semi-estabulación o estabulación completa en sistemas de producción basados en el uso de leñosas arbóreas y arbustivas implica un mayor uso de mano de obra (actualmente no encuentra trabajo en el campo), pero a su vez un menor costo de producción al eliminar la dependencia con los alimentos concentrados que en muchos países se fabrican con materias primas importadas y con el uso de combustibles fósiles. También implica en América Central y el Caribe un uso de la tierra más ajustado a su vocación natural que es la producción de leñosas.

Algunas personas se asustan cuando oyen hablar de el incremento de la mano de obra en el campo, pero no tienen en cuenta que en los países sub-desarrollados la pérdida de fuentes de trabajo en el campo ha conllevado situaciones desastrosas en las zonas urbanas.

Tal vez me he salido del tema pero he querido aprovechar la oportunidad para dar un marco más amplio a las apreciaciones sobre el uso de la Morera en pastoreo y sobre los árboles forrajeros en general.

Creo que todavía no es difícil salir del concepto de pastoreo e intentamos la búsqueda de soluciones intermedias cuando no se cuenta con los recursos suficientes para ello. Pronto les informaré sobre lo de la fibra, pero mientras tanto creo que ya la EEPF Indio Hatuey en Cuba tiene información al respecto.

Sobre los comentarios de Napoleón Antonio Mejía

Es un placer saber de Napoleón y sobre todo de sus esfuerzos y los de sus estimables colegas en el estudio de la Morera. Ahora tienen ellos la responsabilidad de profundizar en esta especie ya que son la única institución en América Central que lo está haciendo. Los colegas cubanos han empezado fuerte con la Morera y es de esperar que pronto tendrán resultados. Quisiera aprovechar para invitar a Napoleón visite a Costa Rica para que vea la experiencia que hay en la lechería que mencioné en mi pasado comentario. Siguen siendo los productores los que al final encuentran las soluciones obvias a problemas en los que los investigadores invertimos mucha «filosofía». Me gustaría saber que otros trabajos están realizando con Morera.

Napoleón Antonio Mejía

Sobre las apreciaciones de Jorge Benavides

En el último año se está estableciendo morera en asocio con una *E. berteriana* (4 x 4m) en fincas de productores. Realmente es la primera especie arbórea que es aceptada por los productores de leche con ganado europeo puro con tecnología de altos insumos y muy frágil a los cambios en el sistema. Se siembra en parcelas cercanas al establo en un área variable hasta de una hectárea. Parte de la experiencia con la morera es el heno del follaje en raciones balanceadas de novillas Holstein y en bloques multinutricionales para conejos. Conducimos pruebas de establecimiento asociada con maíz. Otra sobre la calidad del forraje al ensilarla. Niveles de fertilización orgánica e inorgánica, altura de podas. Finalmente debemos confrontar resultados por que la variedad nuestra es diferente a la de Costa Rica en lo referente a la estructura de la planta.

Alessandro Finzi

Sobre los comentarios de Napoleón Mejía

Mi trabajo es con conejos y cuyes en sistemas caseros. Los bloques de melaza (tal vez no multinutricionales en las economías pobres) pueden ser

un recurso útil para cubrir períodos en los cuales no hay forrajes frescos y, tal vez, como suplemento para las hembras en el final de la preñez y en lactancia. Pero no es fácil trabajar con hojas si no hay medios para molerlas mecánicamente. Estoy muy interesado en conocer los planes experimentales, las técnicas de preparación de los bloques, la forma de suministro, las ventajas o desventajas técnicas en la preparación y en el suministro, y los resultados. Estaría agradecido por cualquier información al respecto. También estoy dispuesto a suministrar información ya que tenemos algunos resultados que podrían ser útiles.

Jorge Benavides

Sobre los comentarios de Roberto Sanginés y Pedro Lara y Lara

En relación a lo solicitado por Roberto Sanginés y Pedro Lara debo mencionar que no es la primera vez que se informa de una plaga de tales características en la Morera. Normalmente en nuestras plantaciones y en plantaciones cubanas se presentan ataques de hongos en las hojas siempre asociadas a plantas con más de tres o cuatro meses de rebrote. Esto lo resolvemos podando las plantas y manteniendo intervalos de poda no superiores a los 120d. También no es extraño ver estas plagas en plantas con poca fertilización. Es normal que la Morera con un año de plantada presente pocas hojas y muchas de ellas con hongos (la vida promedio de una hoja de morera oscila entre 90 y 120d). Es muy posible que después de poda las plantas y mantener un ritmo trimestral de podas la plaga deje de ser importante. Sin embargo, siempre hemos advertido que es de esperar que esto suceda (y habrá que esperar que sucede en el futuro con los insectos) tratándose de una planta que produce una biomasa con alto contenido de carbohidratos solubles y niveles de fibra por debajo del 10%. Una de las posibles soluciones a este problema esta en diversificar las plantaciones, asociando la morera con otras especies de leñosas tales como las del género *Erythrina* o *Gliricidia*. Una recomendación es buscar tres estratos en la plantación: la morera abajo, leguminosas arbóreas que puedan podarse en un segundo nivel y árboles maderables que den poca sombra en el estrato más alto. La clave en estas asociaciones está en buscar la menor intercepción posible de luz solar: árboles podables en el estrato intermedio que puedan podarse con la misma frecuencia de la Morera y árboles maderables de poca copa y debidamente espaciados y orientados con respecto al sol. Con respecto al trabajo de Espinoza efectivamente se trataba de plantas cortadas a la misma edad y con el

mismo nivel de fertilización (adjunto resumen y cuadros con más información). Lo que sucedió es que en Paquera (con la mayor luminosidad) se produjo mucho más biomasa (sobre todo de tallo leñoso) y el crecimiento fue más rápido que en los otros sitio. Esta mayor tasa de crecimiento está relacionada con un menor contenido de proteína. El tema de la mezcla de forrajes en la dieta de los animales tiene todavía muchas complicaciones pero donde si es mas evidente la necesidad de la diversificación es en las plantaciones por razones de todos conocidas y que tiene que ver con el control de plagas, un uso más adecuado del suelo y un mayor estímulo a la diversidad de fauna

Efraín Espinoza¹, Jorge Benavides, Pedro Ferreira

Evaluación de tres variedades de morera (*Morus alba*) en tres sitios ecológicos de costa rica y bajo tres niveles de fertilización

Objetivo: Obtener información útil para definir recomendaciones sobre las variedades de Morera más adecuadas a diferentes ambientes y niveles de fertilización.

Materiales y métodos

(1) **Localización:** Puriscal: San José, Costa Rica; 850 msnm; 27,0°C; HR 86%, 2 100 mm de lluvia (6-7 meses de sequía); suelo septisol, ácido, arcilloso, topografía quebrada. Coronado: San José, Costa Rica; 1 470 msnm; 16,7°C; 2 890 mm de lluvia distribuidos a lo largo del año; HR 86%; bosque nuboso tropical. (Holdridge, 1987), suelo volcánico, topografía ondulada. Paquera: Puntarenas, Costa Rica, 20 msnm; 30,0°C; HR 80%; 1 500 mm de lluvia (5-7 meses de sequía); bosque seco tropical; suelo sedimentario, topografía plana.

(2) **Tratamientos:** 3 variedades de Morera (Criolla, Indonesia y Tigreada); 3 sitios (Puriscal, Coronado y Paquera); 3 niveles de fertilización nitrogenada (180, 360 y 540kg/ha/año).

(3) **Diseño:** Bloques al azar (factorial 3x3x3 con dos repeticiones).

Manejo de la morera: 25 000 plantas/ha; 3 cortes por año; fertilización después de cada corte; poda a 30cm del suelo.

Resultados:

A continuación se presentan los resultados de los efectos de sitio y fertilización nitrogenada sobre varios parámetros en las tres variedades.

Cuadro 1

Contenido de proteína cruda (%) de la hoja por variedad

<u>Sitio</u>	Criolla	Tigreada	Indonesia	Promedio
Puriscal ¹	20,1	21,0	22,2	21,1a
Coronado	22,2	25,7	26,3	24,8a
Paquera	17	13,7	14,8	15,1b
<u>Fertilización²</u>				
180kg	18,9	20,0	20,8	19,9
360 kg	20,5	19,9	20,8	20,4
480 kg	20,4	20,6	21,6	20,7
Promedio	19,8b	21,1a	20,1b	

¹ Valores con igual letra no difieren significativamente ($p < 0,05$) ² Nitrato de amonio.

Mayor valor: 26,0% (Indonesia y Tigreada en Coronado). Menor valor: 14,4% (Tigreada en Paquera).

Cuadro 2

Contenido de proteína cruda (%) del tallo tierno

<u>Sitio</u>	Criolla	Tigreada	Indonesia	Promedio
Puriscal ¹	11,2	12,1	13,0	12,1a
Coronado	13,4	14,3	13,9	13,9a
Paquera	9,4	8,7	12,4	9,4b
<u>Fertilización</u>				
180kg	11,2	11,6	12,7	11,8
360kg	11,3	11,8	11,8	11,7
480kg	11,4	11,7	12,6	11,9
Promedio	11,3	11,7	11,9	

¹ Valores con igual letra no difieren significativamente ($p < 0,05$). Mayor valor: 26,0% (Indonesia y Tigreada en Coronado). Menor valor: 14,4% (Tigreada en Paquera).

Cuadro 3

Digestibilidad de las hojas (% de DIVMS)

<u>Sitio</u>	Criolla	Tigreada	Indonesia	Promedio
Puriscal ¹	77,4	76,9	75,6	76,6a
Coronado	75,3	75,6	73,8	74,9a
Paquera	71,8	71,7	71,2	71,5b
<u>Fertilización</u>				
180kg	74,7	75,1	72,6	73,4
360kg	74,7	74,1	73,5	73,6
480kg	75,2	74,9	74,2	74,6
Promedio	74,4	74,2	73,1	

¹ Valores con igual letra no difieren significativamente ($p < 0,05$). Mayor valor: 78,0% (Criolla en Puriscal) Menor valor: 70,8 (Indonesia en Paquera)

Cuadro 4

Digestibilidad del tallo tierno (% de DIVMS)

<u>Sitio</u>	Criolla	Tigreada	Indonesia	Promedio
Puriscal ¹	62,8	62,8	69,9	66,7a
Coronado	68,7	67,4	67,9	67,9a
Paquera	65,9	58,9	64,8	63,0b
<u>Fertilización</u>				
180kg.	68,3	68,0	64,0	66,7
360kg	67,8	69,5	63,6	67,3
480kg	67,6	66,2	62,2	65,8
Promedio	67,9	67,6	64,9	

¹ Valores con igual letra no difieren significativamente ($p < 0,05$). Mayor valor: 69,9% (Indonesia en Puriscal) Menor Valor: 58,9% (Tigreada en Paquera)

Cuadro 5

Contenido de minerales (%) de la hoja y el tallo tierno.

	N	P	K	Ca	Mg
<u>Hojas</u>					
Criolla	3,16	0,28	2,07	1,90	0,47
Tigreada	3,22	0,38	2,33	2,74	0,55
Indonesia	3,37	0,33	1,73	2,87	0,63
<u>Tallo tierno</u>					
Criolla	1,81	0,29	2,24	1,33	0,35
Tigreada	1,87	0,33	2,41	1,38	0,29
Indonesia	1,98	0,43	2,99	1,53	0,26

Cuadro 6

Producción de materia seca (ton/ha/año) por variedad.

<u>Sitio</u>	Criolla	Tigreada	Indonesia	Promedio
Puriscal ¹	11,1	15,6	19,0	15,2b
Coronado	8,9	19,5	18,0	15,5b
Paquera	22,4	31,9	39,2	31,2a
<u>Fertilización</u>				
180kg	11,2	18,0	19,2	16,1b
360kg	13,7	22,8	28,3	21,6a
480kg	17,4	26,3	28,7	24,1a
Promedio	14,1c	22,3b	25,4a	

¹Valores con igual letra no difieren al 5%. Mayor producción: 45,2 ton/ha/año (Indonesia en Paquera con 360kg N). Menor producción: 6,5 ton/ha/año (Criolla en Puriscal con 180kg N/ha/año)

Cuadro 7

Producción de proteína cruda (ton/ha/año) por variedad.

<u>Sitio</u>	Criolla	Tigreada	Indonesia	Promedio
Puriscal ¹	1,16	1,59	1,58	1,44c
Coronado	1,24	2,59	2,13	1,99a
Paquera	1,48	1,81	1,82	1,70b
<u>Fertilización</u>				
180kg	0,93	1,67	1,45	1,35c
360kg	1,31	2,02	1,94	1,76b
480kg	1,65	2,30	2,14	2,03a
Promedio	1,29b	2,00a	1,84a	

¹Valores con igual letra no difieren al 5%. Mayor producción: 2,8 ton/ha/año (Tigreada en Coronado con 540kg N). Menor producción: 0,7 ton/ha/año (Criolla en Puriscal con 180kg N).

Cuadro 8.

Materia seca digestible (ton/ha/año) por variedad

<u>Sitio</u>	Criolla	Tigreada	Indonesia	Promedio
Puriscal ¹	4,57	5,94	5,54	5,35c
Coronado	4,3	8,16	6,37	6,28a
Paquera	6,41	9,53	8,86	8,27b
<u>Fertilización</u>				
180kg	3,9	6,59	5,45	5,31c
360kg	4,92	7,93	7,48	6,78b
480kg	6,46	9,1	7,84	7,80a
Promedio	5,09c	7,88a	6,92b	

¹Valores con igual letra no difieren significativamente ($p < 0,05$) según Duncan Mayor producción: 11,0 ton/ha/año (Tigreada en Paquera con 540kg N/ha/año). Menor producción: 2,8 ton/ha/año (Criolla en Puriscal con 180kg N/ha/año).

Cuadro 9

Producción de materia seca comestible (ton/ha/año).

<u>Sitio</u>	Criolla	Tigreada	Indonesia	Promedio
Puriscal ¹	5,95	7,85	7,37	7,05c
Coronado	5,76	10,99	8,74	8,50b
Paquera	8,96	13,40	12,49	11,62a
<u>Fertilización</u>				
180kg	5,32	8,95	7,6	7,29c
360kg	6,67	10,87	10,27	9,27b
480kg	8,69	12,42	10,72	10,61a
Promedio	6,89c	10,75a	9,53b	

¹Valores con igual letra no difieren significativamente ($p < 0,05$) según Duncan Mayor producción: 15,5 ton/ha/año (Tigreada en Paquera con 540kg N/ha/año). Menor producción: 3,6 ton/ha/año (Criolla en Puriscal con 180 kg N/ha/año).

Cuadro 10

Proporción de biomasa comestible (% de la biomasa).

<u>Sitio</u>	Criolla	Tigreada	Indonesia	Promedio
Puriscal ¹	53,9	50,2	38,7	46,3b
Coronado	64,6	56,4	48,6	55,0a
Paquera	40,1	42,0	31,8	37,3c
<u>Fertilización</u>				
180kg	52,8	51,5	41,3	45,2a
360kg	52,8	49,1	38,5	42,9a
480kg	52,9	48,7	39,6	44,0a
Promedio	48,9a	48,1a	37,5b	

¹Valores con igual letra no difieren significativamente ($p < 0,05$) según Duncan Mayor proporción: 66,9% (Criolla en Coronado). Menor proporción: 31,0% (Indonesia en Paquera).

