

# Calidad Nutricional de *Cratylia argentea* como Suplemento en el Sistema de Producción Doble Propósito en el Trópico Subhúmedo de Costa Rica

**Marco Heli Franco Valencia, M.Sc., Instructor en Agricultura<sup>1</sup>**  
**Muhammad Ibrahim, Ph. D., Investigador<sup>2</sup>**  
**Alberto Camero, M. Sc., Investigador<sup>2</sup>**  
**Danilo Pezo**

<sup>1</sup>Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, Kilometro 10 vía al Magdalena, A.A. 350, Manizales.  
Teléfono (68) 748444, ext. 211. Fax: (68) 748200, 748350

Dirección para la correspondencia: Marco Heli Franco Valencia, Calle 42 No 26-45, Manizales, Caldas.

Teléfono (68) 884452.

Correo electrónico: mfranco21@hotmail.com marcoelifranco@starmedia.com

<sup>2</sup>CATIE, A.A 7170, Turrialba, Costa Rica

## Resumen

En la región en donde se realizó el ensayo y en otros lugares, se han observado niveles bajos de consumo de *Cratylia argentea*, lo cual justifica que en éste trabajo se estudien diferentes estrategias de ofrecimiento del forraje para incrementarlo. Se propuso como objetivo evaluar los efectos del premarchitamiento y la adición de melaza sobre el consumo de *C. argentea* como suplemento a una dieta basal de *Hyparrhenia rufa*, durante la época seca, en el trópico subhúmedo de Costa Rica. El trabajo se realizó en la finca del señor José Antonio López Garita, en San Miguel de Barranca, Provincia de Puntarenas; a 140 msnm, temperatura media anual de 27°C y 2040 mm de precipitación, las lluvias en la región son estacionales (junio-diciembre) y el período seco de enero a mayo.

Los tratamientos fueron: A) *C. argentea* fresca. B) *C. argentea* fresca + melaza. C) *C. argentea* premarchitada. D) *C. argentea* premarchitada + melaza. Se utilizó un diseño cuadrado latino, con arreglo factorial (2<sup>2</sup>) de los tratamientos, en donde los factores fueron: forraje (fresco y premarchito) y melaza (con y sin adición); se emplearon 8 novillas de remplazo, mestizas, del cruce Pardo Suizo x Cebú. Las variables bajo estudio fueron: consumo de materia seca (MS) en Kg/100 Kg de peso vivo (PV) y consumo de energía metabolizable (EM) en Mcal/100 Kg PV de *C. argentea*, *H. rufa* y total. Además, tanto para el forraje ofrecido como rechazado de *C. argentea* se evaluó el porcentaje de materia seca (%MS) por el método de liofilización, digestibilidad *in vitro* de la materia seca (%DIVMS), proteína cruda (%PC), fibra en detergente neutro (%FDN) y fibra en detergente ácido (%FDA).

Se encontró diferencia significativa ( $p < 0.05$ ), entre los tratamientos forraje premarchito vs fresco y con adición de melaza vs sin melaza, para las variables consumo de MS y EM de *C. argentea*, *H. rufa* y total. Además, para las variables DIVMS, PC, FDN y FDA se detectó diferencia significativa ( $p < 0.01$ ) entre los tratamientos con melaza vs sin melaza, pero no se encontró diferencia estadística entre los tratamientos forraje fresco vs premarchito, ni para la interacción forraje x melaza. Se concluye que el premarchitamiento y la adición de melaza representan una buena alternativa para incrementar el consumo de *C. argentea* como suplemento alimenticio en un sistema de corte y acarreo, en animales doble propósito bajo pastoreo de *H. rufa* durante la época seca en el trópico subhúmedo de Costa Rica.

**Palabras claves:** consumo, DIVMS, *Hyparrhenia rufa*, melaza, MS, PC, premarchitamiento.

## Introducción

En la región Pacífico Central de Costa Rica, representativa de la Vertiente Pacífica de América Central, los sistemas de producción pecuaria predominantes son aquellos con bovinos de "doble propósito". El pasto predominante es el Jaragua (*Hyparrhenia rufa*), el cual presenta durante la época lluviosa contenidos de DIVMS y PC alrededor de 33 y 5 % respectivamente (Franco, 1996); los animales producen normalmente entre 6-7 litros de leche total/ día, pero durante la época de sequía estacional (Enero-Mayo), la producción baja alrededor del 50% y más, haciéndose necesario suplementar los animales con fuentes energéticas, como melaza y caña de azúcar, y/o proteicas como pollinaza.

La inclusión de árboles y arbustos forrajeros significa un punto de partida en el reto de la ganadería tropical moderna; consistente, por un lado, en incrementar la producción de leche y carne en forma acelerada y sostenible para suplir la creciente demanda de la población y, por otro, en garantizar la conservación de los recursos naturales y el medio ambiente. El arbusto *Cratylia argentea* es una leguminosa relativamente nueva en los sistemas de evaluación forrajera a nivel del trópico; por lo tanto, se conoce poco sobre su respuesta al manejo agronómico, valor nutritivo y su posible contribución a los sistemas agropecuarios de la región (Argel y Maass, 1995). Las leguminosas arbustivas, como *Cratylia argentea*, tienen el potencial para contribuir en forma significativa a la producción animal y a mejoramiento de los suelos. Estas plantas ofrecen mayores rendimientos de materia seca que las leguminosas forrajeras herbáceas, toleran mejor las condiciones adversas y tienen la capacidad de rebrotar y ofrecer forraje de buena calidad en condiciones de alto estrés ambiental.

*Cratylia argentea* es una de las cinco especies identificadas dentro del género, el cual es nativo de Sur América; no tiene más de una década de haber sido introducido para evaluación en México y Centro América. Los primeros reportes indican que se adapta mejor a sitios de sabana bien drenada y a los trópicos húmedo y subhúmedo, pero con suelos moderadamente fértiles (Maass, 1995). El arbusto tiene un crecimiento inicial lento, pero se incrementa a partir de los dos meses de edad; dependiendo de las condiciones de cada sitio entre 5 y 7 meses después se considera establecido; tolera bien cortes con frecuencias de 6 a 8 semanas y tiene la capacidad de rebrotar aún durante el período de sequía; por lo tanto, puede ser una alternativa para suplementar gramíneas en sistemas de corte y acarreo o utilizarse como banco de proteína en pastoreo directo, principalmente durante la época seca (CIAT, 1996).

Una de las cualidades de *C. argentea* es su buena tolerancia a déficit hídrico prolongado, lo cual se refleja en la alta retención foliar. Al respecto, Purcino y Lynd (1982), reportan un comportamiento similar al observado para *Cratylia floribunda* Mart. ex. Benth. Esto probablemente está asociado con el origen de la planta, pues en su medio natural ésta se encuentra expuesta a una estación seca definida y prolongada (Queiroz y Coradin, 1995). En el Cerrado Brasileiro, con seis meses de sequía estacional, en una colección de *C. argentea* se ha reportado retención foliar de aproximadamente 75% durante el período seco (mayo a octubre) (Pizarro *et al.*, 1995). Por esta razón, en otras localidades con período seco definido, se ha observado que los rendimientos de MS durante éste período, con respecto al lluvioso, son aproximadamente de 30% en Atenas (Costa Rica) (Argel, 1995); de 32 y 41% para Carimagua y Villavicencio en Colombia, respectivamente (Maass, 1995).

Según Argel (1995), la retención foliar durante la sequía es principalmente de hojas jóvenes en plantas manejadas bajo corte. Los ensayos realizados en Atenas (Costa Rica) muestran que durante la época seca, la altura promedio de los rebrotes fue de 47 cm, en un lapso de crecimiento de 12 a 14 semanas y la retención foliar de hojas jóvenes fue de 90% comparado al 50% obtenido en hojas adultas. La alta tolerancia a la sequía está relacionada con un sistema radicular profundo que se ha encontrado hasta de 1.80 m de profundidad en plantas adultas de *C. argentea* en el Cerrado Brasileiro (Pizarro *et al.*, 1995). El arbusto forrajero continúa mostrándose altamente promisorio por la alta retención foliar durante

periodos de 4 ó más meses secos y la buena adaptación a un amplio rango de suelos bien drenados, incluyendo los ácidos y moderadamente ácidos (CIAT, 1996).

Los estudios realizados hasta el momento indican que *C. argentea*, tiene la ventaja de ser perenne y tolerar los periodos prolongados de sequía, condición necesaria para los sistemas de producción en el trópico seco y subhúmedo. Además se han encontrado, a las 8 y 12 semanas de edad del rebrote, valores promedio de 26 y 20% de proteína cruda y de 52 y 45 % de DIVMS, respectivamente. Estos valores están dentro del rango encontrado para leguminosas forrajeras tropicales y adecuados desde el punto de vista nutricional para un forraje en éstas zonas secas.

Por todo lo anterior la especie tiene alto potencial como suplemento forrajero en sistemas de corte y acarreo, particularmente durante la estación seca; sin embargo, al igual que con otras leguminosas, el tipo de animal, la edad y experiencia previa, la época del año y manera como se ofrezca el forraje, si duda alguna van a influir sobre el consumo y la producción animal. En éste estudio se planteó como objetivo evaluar los efectos del premarchitamiento y la adición de melaza sobre el consumo y la calidad nutricional de *Cratylia argentea* como suplemento, a una dieta basal de pasto Jaragua (*Hyparrhenia rufa*), durante la época seca en el trópico subhúmedo de Costa Rica.

## Materiales y Métodos

### Localización

El experimento se realizó en la finca "El Chaparrón", propiedad del señor José Antonio López Garita, en San Miguel de Barranca, Distrito de Barranca, Cantón de Puntarenas, Costa Rica. Según Chinchilla (1987), la finca está ubicada a 10° 10' latitud norte y 84° 42' longitud oeste; a 140 msnm, con una temperatura media anual de 27° C y precipitación de 2040 mm anuales aproximadamente. La precipitación en el área es marcadamente estacional, diferenciándose un periodo seco que va desde Enero hasta Mayo (5 meses), y otro lluvioso desde Junio a Diciembre (7 meses). (Instituto Meteorológico Nacional, 1993). El sitio es representativo de la zona de vida Bosque Subhúmedo Tropical (Holdridge, 1978).

### Tratamientos

Se evaluaron cuatro tratamientos, para medir su efecto sobre el consumo de *Cratylia argentea*, a saber:

Tratamiento A = *Cratylia argentea* fresca.

Tratamiento B = *Cratylia argentea* fresca + melaza.

Tratamiento C = *Cratylia argentea* premarchitada.

Tratamiento D = *Cratylia argentea* premarchitada + melaza.

Se utilizó *C. argentea* de un banco forrajero establecido en la finca, la edad del rebrote era de 4 mese aproximadamente; para el tratamiento forraje premarchitado se cortó la *C. argentea* el día anterior, en horas de la tarde, y se dejó secar a la sombra hasta el día siguiente que se picó y ofreció a los animales. Para el tratamiento forraje fresco, la *C. argentea* se cortó el mismo día en la mañana e inmediatamente se picó y ofreció. Para el tratamiento con melaza, se disolvió 1 Kg de melaza en 1 galón de agua y luego se regó sobre el forraje ya picado, para obtener un material homogéneo se revolvió con la mano; la dosis empleada fue de 1 Kg de melaza para 50 Kg de forraje.

## Manejo de los animales

Para estudiar el consumo de *C. argentea*, se utilizaron 8 novillas de reemplazo, mestizas, Pardo Suizo Cebú; en buen estado nutricional. Antes de iniciar el ensayo los animales se trataron contra parásitos internos y externos, durante todo el ensayo se les suministró sal mineralizada y agua *ad libitum* para cubrir sus requerimientos básicos. Los animales se suplementaron con *C. argentea* durante 4 horas en la mañana y luego se pasaron a un potrero de pasto Jaragua; en cada tratamiento se les suministró 2 Kg MS/100 Kg PV/día de *C. argentea*, para poder determinar el consumo potencial de ésta especie; además, se pesaron al iniciar y finalizar el ensayo para poder estimar el consumo en % PV (peso vivo).

## Diseño Experimental

Se utilizó un diseño de sobrecambio en cuadrado latino sin período extra, repetido dos veces y con un arreglo factorial ( $2^2$ ) de tratamientos, (Lucas, 1957; Venereo, 1976; Lucas, 1983), en el cual, los dos factores fueron forraje (fresco y premarchito) y melaza (con y sin). Además, las novillas constituyeron las columnas y los períodos las hileras. Debido a que el peso de los animales no era uniforme, se formaron dos grupos (cuadrados), uno compuesto por 4 animales livianos (250-300 Kg PV) y el otro por 4 pesados (300-350 Kg PV). Cada período experimental tuvo una duración de 15 días, de los cuales los primeros 10 fueron de adaptación a la dieta y los últimos 5 para medir las variables bajo estudio (período de evaluación). Los análisis estadísticos se realizaron por el procedimiento de análisis de varianza (SAS, 1985) y las comparaciones entre medias por la prueba de comparación de tratamientos de Tukey (Steel y Torrie, 1988).

## VARIABLES DE RESPUESTA

**Consumo de *Cratylia argentea*.** Para determinar el consumo de materia seca (MS), en cada tratamiento y para cada animal, la cantidad de *C. argentea* ofrecida y rechazada se pesó diariamente. Durante el período de mediciones se tomó una submuestra de cada pesaje, tanto del forraje ofrecido como del rechazado, para estimar el contenido de MS utilizando el método de Liofilización. El consumo de MS, al igual que el consumo de energía digestible ( $ED = 4.409 * \% DIVMS$ ), fueron calculados por la diferencia entre la MS y ED ofrecida y rechazada respectivamente. Con base en éstos resultados, se determinó la cantidad de MS, energía metabolizable ( $EM = 0.82 * ED$ ) y N, consumida por cada animal durante cada día. Debido a que hubo marcada diferencia en el peso de los animales, se transformaron los datos de consumo en % PV para poder hacer las comparaciones.

**Calidad de la *Cratylia argentea*.** Durante los últimos 5 días de cada período de evaluación se recolectaron muestras diariamente, tanto para el forraje ofrecido como rechazado, las cuales fueron llevadas al Laboratorio de Fitoquímica del CATIE, en donde se formaron muestras compuestas por tratamiento y por animal, para hacer los respectivos análisis. El secado de las muestras se realizó mediante extracción de humedad a una presión de vacío de un bar y a  $-20^{\circ}\text{C}$  (Liofilización), se liofilizó aproximadamente 100 g/muestra. se utilizó un liofilizador EYELA Modelo FD-1. Luego, cada muestra fue molida con un molino Willey, utilizando una criba de 1 mm. para proceder a realizar los análisis de digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS), según la técnica de Tilley y Terry (1963) modificada por Kass y Rodríguez (1993); proteína cruda (PC =  $N \times 6.25$ ) por el método de Micro Kjeldahl (Bateman, 1970) y constituyentes de la pared celular (FDN y FDA) por el método de Goering y Van Soest (1970).

**Consumo del pasto.** Para medir el consumo del pasto, en cada uno de los períodos evaluados, la producción total de heces se estimó mediante la técnica de marcadores externos, utilizando el óxido crómico (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) como marcador, siguiendo la metodología descrita por Iturbide (1967) y modificada por Kass y Rodríguez (1993). A las novillas en estudio se les suministró una dosis de 10 g de óxido crómico/día, durante 10 días consecutivos, tomando muestras de heces directamente del recto, a partir del quinto día. Las muestras de heces recolectadas fueron secadas en un horno con flujo de aire forzado a 65°C hasta alcanzar peso constante; luego se preparó una muestra compuesta por animal, para cada período y tratamiento, en la que se determinó la concentración de cromo por espectrofotometría (Christian y Coup, 1954). La producción total de heces y el consumo de pasto se estimó con la siguiente fórmula:

$$\text{Producción total de Heces, kg MS/día} = \frac{\text{Cromo total consumido, g/día}}{\text{Concentración de Cr en las heces, g/kg/día}}$$

En cada período experimental se tomaron muestras de pasto Jaragua y se les determinó contenido de PC (N \* 6.25), DIVMS, FDN y FDA. Para calcular el consumo de pasto se estimó la porción de las heces producto de la fracción indigestible de la *C. argentea* y se le restó a la producción total de heces, obteniéndose la cantidad de heces producidas por el pasto y la cantidad consumida con la siguiente fórmula:

$$\text{Consumo de pasto, Kg MS/día} = \frac{\text{Prod. heces total/día} - \text{Prod. heces } C. \text{ argentea/día}}{\text{IDIVMS pasto}} * 100$$

IDIVMS = Indigestibilidad in vitro de la MS (CI-DIVMS)

## Resultados

### Contenido de materia seca

Los resultados para esta variable se presentan en el Cuadro 1, en donde se aprecia que tanto para el forraje ofrecido como rechazado, no se encontró diferencia estadística en el contenido de MS entre los tratamientos con y sin melaza; pero si hubo efecto del premarchitamiento del forraje, en el cual la MS fue superior en 7.9 y 10.4 % (unidades porcentuales) con relación al forraje fresco ofrecido y rechazado respectivamente.

**Cuadro 1.** Efecto del premarchitamiento y la adición de melaza sobre la calidad nutricional de *Cratylia argentea* ofrecida y rechazada.

Variable	Forraje		Melaza	
	Fresco	Premarchito	Sin	Con
% MS oferta	42.2b	50.1a	46.6a	45.7a

% MS rechazo	52.1b	62.5a	56.6a	55.9a
% DIVMS oferta	58.2a	58.2a	55.2b	61.1a
% DIVMS rechazo	56.6a	54.9a	53.0b	58.5a
% PC oferta	18.9a	18.6a	20.0a	17.5b
% PC rechazo	17.9a	16.0b	18.2a	15.7b
% FDN oferta	48.2a	48.0a	51.0a	45.2b
% FDA oferta	31.4a	32.4a	33.9a	29.8b

Para cada factor promedios con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente, según prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ). Digestibilidad in vitro de fibra en detergente ácido (DIVMS).

El análisis de varianza detectó diferencias significativas ( $p < 0.01$ ) del tratamiento con melaza sobre la DIVMS de *C. argentea* en oferta y rechazo, pero no se observó efectos del premarchitamiento del forraje sobre estas variables. El promedio de DIVMS de *C. argentea* tratada con melaza supero en 5.9 y 5.5 % (unidades porcentuales) al tratamiento sin melaza, para el forraje ofrecido y rechazado respectivamente ; además, el promedio de DIVMS de *C. argentea* ofrecida sin y con melaza supero e 2.2 y 2.6 % (unidades porcentuales) al rechazado sin y con melaza respectivamente (Cuadro 1).

### Proteína cruda (PC)

Como se puede observar, tanto la PC ofrecida como rechazada fue afectada en forma significativa ( $p < 0.01$ ) con la adición de melaza y sólo hubo efecto significativo del factor forraje sobre la PC rechazada ( $p < 0.01$ ), la cual como se aprecia en el Cuadro 1 fue en promedio superior para el forraje fresco (17.9 %) vs premarchito (16.0 %). Pero a diferencia de la DIVMS la PC de *C. argentea*, tanto para el forraje ofrecido como rechazado, fue la que presentó un mayor valor para el tratamiento sin melaza vs con melaza; correspondiendo en ambos casos a una diferencia de 2.5 % (unidades porcentuales).

### Fibra en detergente neutro (FDN) y fibra en detergente ácido (FDA)

En el Cuadro 1 se presentan los datos del % de FDN y FDA de *C. argentea* ofrecida, los cuales presentan un comportamiento similar al encontrado para la PC. El forraje tratado con melaza tuvo un valor promedio de 45.2 % de FDN y de 29.8 % de FDA; dichos valores, al ser comparados con los del forraje sin adición de melaza, fueron inferiores en 5.8 y 4.1 % para FDN y FDA respectivamente.

### Consumo de Materia seca (MS)

**Cratylia.** El análisis estadístico mostró efectos significativos del premarchitamiento ( $p < 0.05$ ) y la adición de melaza ( $p < 0.01$ ) sobre el consumo de *C. argentea*, pero no se detectó significancia para la interacción entre los tratamientos para ésta variable. En el Cuadro 2 se puede notar que el promedio del consumo se incrementó en 18.9 % cuando se premarchitó el forraje y en 26.3 % con la adición de melaza, en comparación con el consumo cuando se ofreció el forraje fresco y sin melaza respectivamente.

**Pasto.** Según el análisis de varianza, el consumo de pasto fue afectado por los tratamientos en forma muy similar a la observada para el consumo de *C. argentea*; el promedio de consumo de pasto se incrementó en un 9.2 % con la adición de melaza y en un 6.6 % con el premarchitamiento (Cuadro 2).

**Total.** Se encontraron efectos significativos de los tratamientos sobre el consumo total, observándose que los animales suplementados con *C. argentea* fresca incrementaron su consumo total en 18.80 % cuando la *C. argentea* fue tratada con melaza y en un 15.40 % con el premarchitamiento. Sin embargo, el análisis de varianza no detectó significancia estadística para la interacción forraje x melaza. Además, como se observa en el Cuadro 2 el premarchitamiento de *C. argentea* no tuvo beneficio adicional en el consumo total cuando el forraje fue tratado con melaza.

### Consumo de energía metabolizable (EM)

Las estimaciones de EM consumida de *C. argentea*, pasto y total en los diferentes tratamientos se presentan en el Cuadro 2, en el cual se aprecia que la EM consumida fue mayor tanto para los tratamientos con melaza ( $p < 0.01$ ) como para el forraje premarchito ( $p < 0.05$ ), pero no hubo interacciones entre los dos factores.

**Cuadro 2.** Efecto del premarchitamiento o la adición de melaza sobre el consumo de MS (kg/100 kg PV/día) y EM (Mcal/100 kg PV/día) de *Cratylia argentea*, pasto (*Urochloa rufa*) y total

Variable	Forraje		Melaza	
	Fresco	Premarchito	Sin	Con
Consumo MS <i>Cratylia</i>	0.338b	0.402a	0.327b	0.413a
Consumo MS pasto	2.239b	2.386a	2.211b	2.415a
Consumo MS total	2.577b	2.788a	2.538b	2.828a
Consumo EM <i>Cratylia</i>	0.715b	0.852a	0.652b	0.915a
Consumo EM pasto	2.996b	3.191a	2.957b	3.230a
Consumo EM total	3.711b	4.043a	3.609b	4.145a

Para cada factor promedios con letra diferente en la misma fila difieren estadísticamente, según prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ).

### Discusión

La mayor DIVMS y los menores valores de FDN y FDA observados en el tratamiento con melaza, sin duda están relacionados con el aporte de las trazas de melaza aplicadas al forraje; debido a que la melaza tiene una alta concentración de energía (3.5 Mcal/kg MS) (NRC, 1989; Church and Pond, 1994). Por otro lado la concentración de PC de la melaza (4,5%) es relativamente baja y esto puede explicar la depresión en la concentración de PC cuando *C. argentea* fue tratada con melaza. Sin embargo, los valores promedios de PC observados en todos los tratamientos (16-20%), se consideran adecuados para satisfacer altos niveles de producción de leche. Cowan *et al* (1986), encontraron que animales de alta producción necesitan un forraje por lo menos con 14% de PC. La DIVMS del forraje ofrecido fresco y sin melaza fue de 55.6%, valores similares han sido encontrados por Xavier y Carvalho (1995), quienes

reportan una DIVMS de 57%, cuando la *C. argentea* fue manejada con cortes cada tres meses en el trópico seco de Brasil. Por otro lado, datos presentados por Lascano (1995) y Valerio (1994), en el trópico húmedo con cortes cada ocho semanas, muestran niveles entre 41 y 46% de DIVMS, inferiores a los que se encontraron en éste estudio.

Fassler y Lascano (1995) reportan valores de PC de *C. argentea* de 25.6% a una edad de 10-12 semanas superiores a lo encontrado en este estudio con *C. argentea* cortada a una edad mucho mayor. En estudios realizados con otras leguminosas arbustivas como *Gliricidia* y *Erythrina* también se ha encontrado que la concentración de PC disminuye con la edad; pero siempre mantienen un alto valor (Urriola, 1994) Aunque dicha disminución es bastante menor que en las gramíneas, particularmente en éste estudio e pasto Jaragua disminuyó su concentración de PC de 5.6 a 2.5 % entre el primer período y el último, es decir, en un lapso de sesenta días.

La DIVMS del forraje ofrecido fresco y con melaza supero en 5% (unidades porcentuales) a la DIVMS del forraje ofrecido fresco y sin melaza, debido probablemente a que la baja cantidad de melaza estimulo una mayor actividad microbial, la cual contribuyó a una mayor DIVMS; además, la melaza en la muestra presentó una mayor concentración a la melaza aplicada, debido también en parte a la dificultad en homogeneizar la muestra. Como se esperaba, la DIVMS del forraje en oferta fue entre 2 y 3 % (unidades porcentuales) mayor que la DIVMS del forraje rechazado; esto se puede asociar con la selección en favor de las hojas por los animales. además se observó que el material de rechazo tuvo una mayor fracción de tallos.

Valerio (1994) encontró en *C. argentea*, accesión CIAT 18516, valores de aproximadamente 20% de PC en rebrotes de 8 semanas de edad; sin embargo, la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) tuvo valores intermedios (45%), mientras que el contenido de taninos fue bajo (1.6%). Estas cifras son similares a las reportadas por Perdomo (1991) en rebrotes de 12 semanas de edad (23% PC, 48% DIVMS y 0.2% de taninos). Los valores de DIVMS y PC de *C. argentea* son muy similares a los valores que se han reportado para otras leguminosas arbustivas de uso común en América latina, tales como *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium* y *Erythrina spp*, bajo condiciones similares de suelo, clima y manejo (Camero, 1991; Mochiutti, 1995; Oviedo, 1995; Hernández, 1996). En general la mayoría de las leguminosas tienen un nivel de DIVMS y PC que oscila entre 52 a 60% y 18 a 25 % respectivamente, excepto *Calliandra spp* la cual tiene valores menores de 45% debido a la alta concentración de taninos (Baggio, 1982; Valerio, 1990; Kumar y D'Mello, 1995).

Observaciones realizadas sobre consumo animal de *C. argentea* indican que éste es afectado por el manejo postcosecha del material cosechado (Lascano, 1995). Las pruebas realizadas con ovejas en jaulas mostraron que el consumo del arbusto en un período de una hora, casi se duplicó cuando el forraje ofrecido había sido secado al sol en comparación con el forraje fresco; también muestran que el premarchitamiento de *C. argentea* dió como resultado un mayor consumo de forraje por ovejas y además que aquellas sin experiencia previa en el consumo discriminaron menos entre hojas frescas maduras o inmaduras; mientras que el consumo del forraje fresco fue de 11 g MS/kg PV<sup>0.75</sup>/hora, éste se incremento a 41 g MS/kg PV<sup>0.75</sup>/hora con el premarchitamiento; siendo mayor al que se encontró en éste estudio con novillas. Sin embargo, observaciones ocasionales no controladas indican que vacas de doble propósito consumen normalmente el arbusto en fincas de la vertiente subhúmeda de Costa Rica (Argel y Valerio, 1996) y en condiciones de Goiás en Brasil (Sobrinho y Nunes, 1995), particularmente durante el período seco.

El contenido de MS del forraje premarchitado supero en 8 % (unidades porcentuales) al contenido de MS del forraje fresco, lo cual probablemente se traduce en un mayor consumo de *C. argentea*. Esto es sustentado por Kenney *et al* (1984), quienes encontraron que el consumo del pasto Kikuyo (*Pennisetum*



*clandestinum*) aumento en 55%, cuando el % de MS del forraje subió de 15 a 40%. Sin embargo, es importante anotar que el premarchitamiento no siempre ha resultado en mayor consumo para todos los forrajes, posiblemente debido a que existen diferencias en compuestos secundarios entre especies, los cuales actúan de manera diferente sobre el consumo. Palmer and Schlink (1992), encontraron una diferencia significativa ( $p < 0.01$ ) entre el consumo voluntario, en relación al peso corporal, de *Calliandra calothyrsus* fresco (59 g MS/Kg PV<sup>0.75</sup>) y el material secado a baja temperatura (25°C), en donde el consumo disminuyó en forma significativa con el premarchitamiento (37 g MS/Kg PV<sup>0.75</sup>), es posible que los taninos tengan un mayor efecto sobre el consumo del forraje premarchitado.

Los resultados anteriores y los de éste estudio sugieren que existe algún compuesto secundario que afecta el consumo del forraje fresco de *C. argentea* y aparentemente el premarchitamiento inhibe los efectos de estos compuestos antinutricionales. Al respecto Xavier *et al* (1990), encontraron que el follaje de *C. argentea* tiene bajos contenidos de taninos condensados (alrededor de 0.2%) y puede tener hasta 7.0% de N foliar a los 21 días de rebrote sin embargo la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) no es muy alta y se reporta en 45% en rebrotes de 8 semanas de edad en Costa Rica (Valerio, 1994). Resultados obtenidos en el CIAT muestran que *C. argentea* contiene sólo trazas de tanino condensados, alcaloides, cianógenos y cumarinas; otros estudios muestran la presencia de hidroxycumarinas (Raaflaub y Lascano, 1995), las cuales según (Reed, 1986; Rittner y Reed, 1992) son más tóxicas que las mismas cumarinas.

Abarca (1989) reporta que en vacas pastoreando estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) cuando ofreció poró (*Erythrina poeppigiana*) + melaza, como suplemento, en promedio de  $0.74 \pm 0.34$  % PV, encontró que el poró consumido por los animales fue de  $0.45 \pm 0.25$  % PV, muy similares a los resultados de éste estudio, para el tratamiento forraje fresco + melaza, en donde el consumo de MS de *C. argentea* fue  $0.4 \pm 0.11$  % PV. Valores superiores a los reportados por Vargas (1987) cuando ofreció una cantidad equivalente al 0.7 % PV de *Erythrina cocleata*, como suplemento a toretes en pastoreo, y encontró consumos de MS de 0.15, 0.19 y 0.28 % del PV; además, el mismo autor menciona que las cantidades ofrecidas fueron en promedio 2.38 veces mayores que las consumidas, lo cual evidencia una gran selectividad del forraje ofrecido.

Debido a que el pasto Jaragua sólo tuvo en promedio 4.0 % de PC durante todo el ensayo, el aumento en el consumo de pasto con la suplementación de *C. argentea* puede estar relacionado con la capacidad de esta leguminosa de proveer nutrientes como N-NH<sub>3</sub> y azufre para las bacterias ruminales y esto sin duda puede estar relacionado con un sinergismo entre el N de *C. argentea* y el mejoramiento de la actividad microbiana; en ese sentido Goodchild and McMeniman (1994), reportan que cuando el nivel de N-NH<sub>3</sub> en el licor ruminal estaba por debajo de 3 mg N-NH<sub>3</sub>/100 ml de licor ruminal, la inclusión de leguminosa en la dieta incrementó el consumo de la dieta basal.

La mayoría de los datos muestran que la inclusión de 20–50% de leguminosas (incluyendo arbustivas) en la dieta, da como resultado un aumento entre 10 y 45% en consumo total (Poppi y Norton, 1994). Sin embargo, Lascano y Palacios (1993) reportan que el bajo consumo de una pastura madura de *Andropogon gayanus*, por ovejas, no fue aumentado con la incorporación de *Desmodium ovalifolium* o *Stylosanthes capitata* en la dieta. Por otra parte, el consumo de forrajes bajos en proteína, como el pasto Jaragua, podría incrementarse al mejorar el estado proteico del animal con el suplemento del N de *C. argentea*; éste efecto se produciría al elevarse las concentraciones de amoníaco en el rumen, importantes para el mantenimiento de altas tasas de fermentación y maximización del consumo y la digestibilidad (Preston and Leng, 1984; Swiegers *et al.* 1988; Pulido, 1990; Goodchild and McMeniman, 1994; Estrada, 1997).

Es posible que la *C. argentea* sea una fuente de energía importante para la actividad microbiana, teniendo

presente que la DIVMS del pasto Jaragua estuvo alrededor del 35 % y esto también puede explicar el aumento en el consumo del pasto. Estudios conducidos por Higgins *et al* (1992), con *Brachiaria decumbens*, indican que la inclusión de la leguminosa *Aeschynomene americana* en la dieta de los animales no se tradujo en mayor síntesis de energía, ni en mayor consumo del pasto, debido a la falta de energía; lo anterior indica la importancia del balance entre energía y proteína para que los microorganismos puedan ser eficientes en la síntesis de proteína microbial.

En forrajes de baja calidad, como el pasto Jaragua, pequeñas cantidades de suplemento energético y de nitrógeno han permitido aumentar el consumo de dichos forrajes, debido a una mejora en la relación energía/nitrógeno a nivel ruminal la que estimularía el crecimiento y la actividad celulolítica de las bacterias ruminales (Elliot, 1967a; Elliot, 1967b; Fick *et al*, 1973; Tamminga, 1982). Además, cuando animales bajo pastoreo, en forrajes de pobre calidad, se suplementan con fuentes proteicas, generalmente se mejora el consumo y la digestibilidad de la fibra (Sanz, 1990).

Los resultados obtenidos muestran que *C. argentea* aportó entre 16.8 y 23.8 % de la EM total consumida por los animales, dependiendo de los tratamientos. La EM total consumida en las dietas de *C. argentea* es suficiente para el mantenimiento y además sostener una producción de 4.5-5.5 litros de leche/día (NRC, 1989); ésta se considera buena para la época seca, debido a que los animales estaban pastoreando un forraje de baja DIVMS, como se mencionó con anterioridad, el aporte energético de la *C. argentea* sin duda va a contribuir a una mayor síntesis de proteína microbial que la observada en dietas de sólo pasto. En términos generales, existe un efecto aditivo en el consumo del forraje por el suplemento, debido a que la *C. argentea* permite solucionar el déficit de N en la dieta; el consumo de materia seca total es mayor a medida que se incrementa el consumo de suplemento (Campling y Murdoch, 1966; Jones, 1972).

Se concluye que los tratamientos de premarchitamiento y adición de melaza representan una buena alternativa para mejorar el consumo de *Cratylia argentea* como suplemento alimenticio en un sistema de corte y acarreo.

## Agradecimientos

Sr. José Antonio López Garita, Agricultor, San Miguel de Barranca, Provincia de Puntarenas, Costa Rica.

## Referencias

- Abarca S (1989) Efecto de la suplementación con poró (*Erythrina poeppigiana*) y melaza sobre la producción de leche en vacas pastoreando estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*). Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 68 p.
- Argel P.J (1995) Evaluación Agronómica de *Cratylia argentea* en México y Centroamérica. Trabajo presentado en el taller de *Cratylia*, 19-20 de julio de 1995 en Brasilia, D.F., Brasil. 11 p.
- Argel P.J, Maass B.L (1995) Evaluación y adaptación de leguminosas arbustivas en suelos ácidos infértiles de América tropical. In: Nitrogen Trees for Acid Soils. Evans, D.O. and Szott, L.T. (eds.). Nitrogen Fixing Trees Research Reports. Special issue. Winrock International and NFTA. Morrilton, Arkansas. p. 215-227.
- Argel P.J, Valerio A (1996) *Cratylia argentea*: un nuevo arbusto forrajero con potencial para el trópico subhúmedo. Trabajo presentado en V Ciclo Internacional en Producción e Investigación en Pastos Tropicales, 25-26 de abril de 1996. Maracaibo, Venezuela. 16 p.

- Baggio A.J (1982) Establecimiento manejo y utilización del sistema agroforestal cercos vivos de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., UCR/CATIE. 91 p.
- Bateman J.V (1970) Nutrición animal. Manual de métodos analíticos. Ed. Herrero, México, D.F., 468 p.
- Camero A (1991) Evaluación del poró (*Erythrina popeppigiana* (Walpers) O. F. Cook) y madero negro (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud.) como suplemento proteico para vacas lecheras alimentadas con heno de Jaragua (*Hyparrhenia rufa*). Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 91 p.
- Campling R.C, Murdoch J.C (1966) The effect of concentrates on the voluntary intake of roughages by cows. *Journal of Dairy Science* 3(1): 1-11.
- CIAT (1996) *Cratylia argentea*. Hoja informativa Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (México, Centroamérica y el Caribe), RIEPT-MCAC, 2(4): 1-3.
- Chinchilla V E (1987) Atlas cantonal de Costa Rica. San José, C.R., IFAM. p. 305-310.
- Christian K.R, Coup M.R (1954) Measurement of feed intake by grazing cattle and sheep. VI. The determination of chromic oxide in faeces. *Journal of Science and Technology* 36: 328-330.
- Church D.C, Pond W.G (1994) Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. UTEHA. Noriega editores. México. 438 p.
- Cowan R.T, Davison T.M and Shepard (1986) Observations on the diet selected by Friesan cows grazing tropical grass and grass legume pastures. *Tropical Grasslands* 20(4): 183-192.
- Estrada X.A (1997) Efecto de la sustitución del King grass (*Pennisetum purpureum* \* *Pennisetum typhoides*) por Morere (*Morus sp.*) sobre los parámetros de degradación y fermentación ruminal de cuatro forrajes de calidad contrastante. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 70 p.
- Elliot R.C (1967<sup>a</sup>) Voluntary intake of low protein diets by ruminants. I. Intake of food by cattle. *Journal of Agricultural Science* 69(3): 375-382.
- Elliot R.C (1967<sup>b</sup>) Voluntary intake of low protein diets by ruminants. II. Intake of food by sheep. *Journal of Agricultural Science* 69(3): 383-390.
- Fassler O.M, Lascano C.E (1995) The effect of mixtures of sun-dried tropical shrub legumes on intake and nitrogen balance by sheep. *Tropical Grasslands* 29(2): 92-96.
- Fick K.R, Ammerman C.B, Mc Gowan C.H, Loggins P.E and Cornell J.A (1973) Influence of supplemental energy and biuret nitrogen on the utilization of low quality roughage by sheep. *Journal of Animal Science* 36 (1): 137-142.
- Franco M (1996) Calidad nutricional de forrajes. Informe final: Curso de sistemas ganaderos y estrategias de alimentación animal. Turrialba, C.R., CATIE. p. irr.
- Goering H.K, Van Soest P.J (1970) Forage fiber analysis (apparatus, reagentes, procedures and some applications). USDA. Handbook 379.
- Goodchild A.V, McMeniman N.P (1994) Intake and digestibility of low quality roughages when supplemented with leguminous browse. *Journal of Agricultural Science* 122: 151-160.
- Hernández I (1996) Manejo de las podas de *Leucaena leucocephala* para la producción de forraje en el periodo seco en Cuba. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 106 p.
- Higgins S.J, Tabrett S.J, Poppi D.P and Norton B.W (1992) Duodenal protein supply in cattle grazing signal

grass (*Brachiaria decumbens*) and glenn joint vetch (*Aeschynomene americana*). Proceedings of the Australian Society of Animal Production 19: 52.

Holdridge S.J (1978) Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), San José, Costa Rica. 206 p.

Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica (1993) Datos meteorológicos de temperatura y precipitación de 1950-1986. San José, C.R. (mimeografiado). 15 p.

Iturbide A.M (1967) El óxido crómico como indicador externo para estimar producción fecal y consumo en las pruebas de digestibilidad. Tesis Mag. Sc., Turrialba, C.R., IICA. 137 p.

Jones G.M (1972) Chemical factors and their relation to feed intake regulation in ruminants: a review. Canadian Journal of Animal Science 52(2): 207-239.

Kass M.L, Rodriguez G (1993) Evaluación nutricional de alimentos. Turrialba, C.R., CATIE. Laboratorio de nutrición animal. 57 p. (mimeografiado).

Kenney P.A, Black J.L and Colebrook W.F (1984) Factors affecting diet selection by sheep. III. Dry matter content and particle length of forage. Australian Journal of Agricultural Research 35: 831-838.

Kumar R, D'Mello J.P.F (1995) Antinutritional factors in forage legumes. In D'Mello J.P.F and Devendra C eds. Tropical legumes in animal nutrition. Wallingford, UK, CAB International, p. 95-134.

Lascano C.E, Palacios E (1993) Intake and digestibility by sheep of mature grass alone and in combination with two tropical legumes. Tropical Agriculture (Trinidad) 70: 356-358.

Lascano C.E (1995) Calidad nutritiva y utilización de *Cratylia argentea*. In Potencial del género *Cratylia* como leguminosa forrajera. Memorias del taller de trabajo sobre *C. argentea* (1995, Brasilia, Brasil). p 83-98.

Lucas H.L (1957) Extra-period latin-square change-over designs. Journal of Dairy Science (EE.UU.) 40: 225-239.

Lucas H.L (1983) Design and analysis of feeding experiments with milking dairy cattle. North Carolina State University. Raleigh, North Carolina. Chapt. 16 p. 1-51.

Maass B.L (1995) Evaluación Agronómica de *Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze en Colombia. Trabajo presentado en el taller de *Cratylia*, 19-20 de julio de 1995 en Brasilia, D.F., Brasil. 10 p.

Mochiutti S (1995) Comportamiento agronómico y calidad nutritiva de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. bajo defoliación manual y pastoreo en el trópico húmedo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 144 p.

National Research Council (1989) Nutrient Requirements of Domestic Animals; Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Washington, D.C. 85 p.

Oviedo 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. 87 p.

Palmer B, Schlink A.C (1992) The effect of drying on the intake and rate of digestion of the shrub legume *Calliandra calothyrsus*. Tropical Grasslands 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, Colombia, 128 p.

Pizarro E.A, Carvalho M.A, Ramos A.K.B (1995) Introducción y evaluación de leguminosas forrajeras

arbustivas en el Cerrado Brasileiro. Trabajo presentado en el taller de *Cratylia*, 19-20 de julio de 1995 en Brasilia, D.F., Brasil. 14 p.

Poppi D.P, Norton B.W (1994) Intake of tropical legumes. In D'MELLO, J.P.F. and DEVENDRA, C., eds. Tropical legumes in animal nutrition. Wallingford, UK, CAB International, p. 173-190.

Preston T.R, Leng R.A (1984) Supplementation of diets based on fibrous residues and by-products. In Sundstol F and Owen E eds. Straw and other fibrous by-products as feed. Amsterdam, Elsevier, p. 373.

Pulido J.I (1990) Efecto de la amonificación con urea sobre el valor nutritivo y parámetros de digestión ruminal de la paja de Jaragua (*Hyparrhenia rufa*). Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 130 p.

Purcino A.A.C, Lynd J.Q (1982) Growth stage effects on nitrogenase, nitrate reductase, and ureide content in nodules of "Copada" (*Cratylia floribunda*). Soil Science 133(3): 186-194.

Queiroz L.D de Coradin L (1995) Biogeografía de *Cratylia* e Areas Prioritarias para coleta. Trabajo presentado en el taller de *Cratylia*, 19-20 de julio de 1995 en Brasilia, D.F., Brasil. 23 p.

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 (2): 97-101.

Reed J.D (1986) Relationships among soluble phenolic, insoluble proanthocyanidins and fiber in east Africa browse specie. Journal of Range Management 39: 5-7.

Rittner U, Reed J.D (1992) Phenolics and *In-vitro* degradability of protein and fiber in West African Browse. Journal of the Science of Food and Agriculture 58: 21-28.

Sanz E (1990) Los nuevos sistemas de alimentación en vacuno lechero. España. AEDOS. 271 P.

SAS INSTITUTE INC. 1985. SAS user's guide: Statistics. Cary, EE.UU., SAS Institute Inc. 629 p.

Sobrinho J.M, Nunes M.R (1995) Estudios desenvolvidos pela Empresa Goaina de pesquisa Agropecuaria com *Cratylia argentea*. Trabajo presentado en el taller de *Cratylia*, 19-20 de julio de 1995 en Brasilia, D.F., Brasil. 12 p.

Steel R.D.G, Torrie J.C (1988) Bioestadística: principios y procedimientos. 2da. de. Trad. Por Ricardo Martínez. México, McGraw-Hill. 622 p.

Swiegers J.P, Pienaar J (1988) The potential of chemically treated common reed hay in maintenance diets for sheep. 1. The effect of NaOH treatment and silage with urea on intake digestibility and rumen kinetics. South African Journal of Animal Science 18(3): 101.

Tamminga S (1982) Energy protein relationships in ruminant feeding: Similarities and differences between rumen fermentation and post ruminal utilization. In E.L. Miller; I.H. Pike; A.J.H. Vanes, eds. Protein contribution of feedstuffs for ruminants: application to feed formulation. England, Scientific Butterworth. p. 4 15.

Tilley J.M.A, Terry R.A (1963) A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. Journal of the British Grassland Society 18(2): 104-111.

Urriola D.M (1994) Efecto de la edad de rebrote sobre la composición química y digestibilidad *in vitro* de cinco procedencias de *Gliricidia sepium* y su aceptabilidad por cabras adultas. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 73 p.

Valerio S (1990) Efecto del secado y método de análisis sobre los estimados de taninos y la relación de éstos con la digestibilidad *in vitro* de algunos forrajes tropicales. Tesis Mag. Sc., Turrialba, C.R., CATIE. 94 p.

Valerio S (1994) Contenido de taninos y digestibilidad in vitro de algunas forrajeras tropicales. *Agroforestería en las Américas* 1(3): 10-13.

Vargas F.A (1987) Evaluación del forraje de poró (*Erythrina cocleata*) como suplemento proteico para toretes en pastoreo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., UCR/CATIE. 81 p.

Venero A (1976) Número de réplicas en diseños cuadrados latinos balanceados para la estimación de efectos residuales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 10 (3): 237-246.

Xavier D.F, Carvalho M.M, Botrel M.A (1990) Curva de crecimiento e acumulacao de proteína bruta de leguminosa *Cratylia floribunda*. *Pasturas Tropicales* 12 (1): 35-38.

Xavier D.F, Carvalho M.M (1995) Availacao Agronômica de *Cratylia argentea* na zona de Mata de Minas Gerais. Trabajo presentado en el taller de *Cratylia*, 19-20 de julio de 1995 en Brasilia, D.F., Brasil. 17 p.