

Evaluación preliminar de la calidad potencial como forraje de un rango de especies de *Leucaena**

J. L. Stewart y A. J. Dunsdon**

Introducción

Muchas especies en el género *Leucaena* Benth. permanecen aún sin ser probadas en términos de su potencial para la producción de forraje, aun cuando una especie de este género, *Leucaena leucocephala* (*Leucaena*), es el árbol forrajero que ha sido más investigado, recibiendo especial atención por expertos en forrajeras, ingenieros forestales y agrónomos (Shelton et al., 1995). En este artículo se describe la investigación realizada sobre el potencial como cultivo forrajero de 38 accesiones de 22 taxa dentro de este género, más cinco híbridos interespecíficos, que han sido cultivados en un mismo sitio en Honduras. Muchas de ellas son poco conocidas y no han sido previamente probadas. La colección incluye ejemplares de casi todos los taxa de *Leucaena* conocidos hasta 1989 en el momento de su plantación.

El arbusto *L. leucocephala* subsp. *leucocephala* ha sido ampliamente introducido en los últimos 400 años (NAS, 1977) y es ahora verdaderamente pantropical. Desde el descubrimiento de variedades arbóreas 'gigantes' altamente productivas (*L. leucocephala* subsp. *glabrata*) en la década de los 60 (Brewbaker, 1975; Hutton y Beattie, 1976), éstas han sido también esparcidas alrededor de los trópicos, aunque no han tenido todavía tiempo para que se naturalicen ampliamente. *Leucaena leucocephala* subsp. *glabrata* es ahora el árbol leguminoso forrajero tropical más

ampliamente utilizado (Shelton y Brewbaker, 1994), aunque su popularidad ha decaído considerablemente desde mediados de los 80 con el advenimiento del 'psyllid' (*Heteropsylla cubana*), un insecto defoliador proveniente de América Central que se ha esparcido a través de Hawai y otras islas del Pacífico hasta Australia y de allí a través de Asia hasta África, reduciendo drásticamente el crecimiento de follaje y, por tanto, el valor de *L. leucocephala* como cultivo para forraje. La devastación provocada por este insecto ha sido probablemente favorecida por la estrecha base genética de las accesiones de *L. leucocephala* subsp. *glabrata* ampliamente distribuidas (Brewbaker, 1980) y, por supuesto, de *L. leucocephala* en general (Harris et al., 1994). También se ha incrementado el reconocimiento de otras limitaciones de la especie, incluyendo la carencia de tolerancia a las épocas de frío, sequías y suelos ácidos, así como la alta producción de vainas, lo que en ocasiones la ha llevado a ser un problema como planta no deseada —principalmente *L. leucocephala* subsp. *leucocephala*— en terrenos sin ganado en libre pastoreo (Stewart et al., 1992).

Reconociendo la necesidad de intensificar más ampliamente los conocimientos sobre este género, y teniendo en cuenta los problemas que se han desarrollado con *L. leucocephala*, el Instituto Forestal de Oxford (OFI, su sigla en inglés) ha explorado todo el rango nativo de *Leucaena*, que se extiende desde Texas a través de México y América Central hasta el Perú en América del Sur (Hughes y Harris, 1995). El estudio incluye colecciones exhaustivas de material botánico y semillas. Aunque previamente la Universidad de Hawai (Brewbaker, 1983) y la Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO) en Australia (Jones y Bray, 1983) han reunido colecciones de *Leucaena* que abarcan un rango de especies diferentes a *L. leucocephala*, las colecciones del OFI son, hasta la fecha, las más completas en términos del número de taxa incluidos. Los estudios taxonómicos asociados con estas

* Este artículo es una traducción con permiso de los autores del original: Preliminary evaluation of potential fodder quality in a range of *Leucaena* species, que aparece publicado en *Agroforestry Systems* 40:177-198. 1998.

** Oxford Forestry Institute, Department of Plant Sciences, University of Oxford, South Parks Road, Oxford OX1 3RB, U.K. Dirección actual: 55 Bagley Close, Kennington, Oxford OX1 5LT, Reino Unido. Dirección para correspondencia: J. L. Stewart, Oxford Forestry Institute, Department of Plant Sciences, University of Oxford, South Parks Road, Oxford OX1 3RB, Reino Unido.

colecciones han llevado a una gran revisión del género. Se debe notar que algunos de los nombres de los taxa utilizados en este artículo serán cambiados durante la revisión. Las colecciones del OFI también llevaron al descubrimiento de varios taxa totalmente nuevos, incluyendo *L. collinsii* subsp. *zacapana* y *L. shannonii* subsp. *magnifica* (Hughes, 1991) y un taxon sin nombre (*Leucaena* sp. nov.), todos incluidos en el presente estudio.

Para los 22 taxones, la calidad de la hoja fue evaluada en función de los contenidos de proteína cruda (PC), materia orgánica (MO), fibra en detergente neutro (FDN), fibra en detergente ácido (DA), taninos totales (precipitación de proteína por prueba de difusión radial), taninos condensados (TC) (prueba del ácido butanol) y digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) en muestras de hojas secas provenientes de un sitio en Honduras. Además, se utilizó material de hoja fresca proveniente de plantas del mismo sitio para comparar 15 de los taxones en función de su aceptabilidad por ovejas.

Este estudio no pretende ser una evaluación completa del valor nutritivo de *Leucaena*, sino, mas bien, una primera aproximación de la calidad de un gran número de taxones, algunos de los cuales hasta ahora no habían sido probados y nunca antes habían sido directamente comparados en un mismo sitio. El objetivo global es identificar taxones particularmente promisorios como una base para investigación futura.

Materiales y métodos

Origen de las muestras de hojas

Los materiales incluidos en este estudio aparecen en el listado del Cuadro 1. La mayoría de los lotes de semillas provinieron de la colección del OFI y siete de ellos, incluyendo cinco híbridos interespecíficos, provinieron de la Universidad de Hawaii. Las muestras de tejido de hojas para las pruebas de palatabilidad y el análisis de composición se recolectaron del campo experimental La Soledad del Proyecto de Conservación y Silvicultura de Especies del Bosque Seco (CONSEFORH) en el Valle de Comayagua en Honduras.

El campo experimental está situado a 593 m.s.n.m., con suelos de pH 6.7-7.0 y una precipitación anual de 1035 mm y con una sequía prolongada de 7 meses de duración. La mayoría de las muestras provinieron de un ensayo de campo establecido en 1989 con 39 tratamientos en dos bloques completos al azar. Se incluyeron, también, cuatro lotes adicionales de interés particular como árboles forrajeros potenciales, los que se sembraron en otra parte del mismo campo en

parcelas no replicadas. Estos fueron: K1000, el triploide híbrido de *L. leucocephala* subsp. *glabrata* y *L. esculenta* subsp. *esculenta* que es muy vigoroso, aunque estéril, siendo de particular interés en áreas donde su potencial como maleza es una seria preocupación. Otras dos accesiones pertenecen a un taxon recientemente descubierto y hasta ahora sin nombre (*Leucaena* sp. Nov. 5/91 y 6/91) estrechamente relacionados con *L. shannonii* subsp. *shannonii* y *L. salvadorensis*; y una variante inusual de *L. trichandra* (4/91).

Evaluación de la palatabilidad relativa (prueba de preferencia)

Cinco años después del establecimiento del ensayo principal, los árboles se cortaron a 1 m sobre el nivel del suelo, permitiendo su retoño durante 3 meses de la época de lluvias con el fin de simular la manera como serían utilizados, entre otras formas, como bancos de forraje o cercas vivas. Desafortunadamente, el sitio del ensayo fue severamente infestado por hormigas cortadoras de hojas y varios de los taxones fueron casi completamente defoliados, siendo necesario eliminarlos de la prueba de palatabilidad. Los taxones y los híbridos incluidos aparecen marcados con asterístico en el Cuadro 1.

Se utilizó una prueba de 'cafetería' que duró 18 días consecutivos, en la cual las ovejas, que no habían tenido acceso previo a forraje de *Leucaena*, pudieron seleccionar libremente entre los tratamientos. Cada grupo (repetición) fue colocado en un corral circular, con 15 comederos que contenían el follaje, organizados en forma periférica, permitiendo de esta forma a los animales el libre acceso a ellos. La posición del forraje fue reorganizada al azar diariamente.

Cada día, en horas de la mañana, se recolectaban 0.6 kg de hojas frescas de cada tratamiento, de ellos 500 g se colocaban en un comedero en cada uno de los tres corrales. Los 100 g restantes se utilizaban para la determinación de MS. Las ovejas, que permanecían en ayuno durante la noche anterior, se dejaban entrar al corral por 4 h cada día y se medía el consumo diario de alimento de cada grupo.

Se registró el tiempo para el consumo de los forrajes que fueron consumidos en forma total y de aquellos que sobraban menos de 50 g. Para el resto de los forrajes se registró el peso fresco restante después de 4 h y se tomó otra muestra para la determinación de MS, ya que se observó una pérdida considerable de peso durante el período de 4 h debido al secado por el sol. Estos datos se transformaron en términos de ingestión de MS por hora, la cual se utilizó como una

Cuadro 1. Taxas e híbridos de *Leucaena* incluidos en este estudio. Acciones marcadas con asterisco (*) también se incluyeron en el ensayo de aceptabilidad.

Taxon/Híbrido	Procedencia	País	No. Ident. OFI/UH
Especies y subespecies			
<i>L. collinsii</i> Britton & Rose subsp. <i>collinsii</i>	* Narcisco Mendoza, Chiapas	México	45/85
	* Chacaj, Huehuetenango	Guatemala	51/88
<i>L. collinsii</i> Britton & Rose subsp. <i>zacapana</i> C.E. Hughes	* Puerto de Golpe, Progreso	Guatemala	18/84
	* Gualán, Zacapa	Guatemala	56/88
	* El Carrizal, Chiquimula	Guatemala	57/88
<i>L. diversifolia</i> (Schlecht.) Benth.	* Corral Falso, Veracruz	México	45/87
	* Xalapa, Veracruz	México	46/87
	* (Universidad de Hawai)	México	UH K156
<i>L. esculenta</i> (Moç. & Sessé ex DC.) Benth. subsp. <i>esculenta</i>	* Pachivia, Guerrero	México	47/87
	* Tiringucha, Michoacán	México	48/87
<i>L. esculenta</i> (Moç. & Sessé ex DC.) Benth. subsp. <i>matudae</i> S. Zárate	Mezcala, Guerrero	México	49/87
<i>L. greggii</i> S. Watson	El Barrial, Nuevo León	México	82/87
<i>L. lanceolata</i> S. Watson subsp. <i>lanceolata</i>	San Jon, Oaxaca	México	43/85
	* Escuinapa, Sinaloa	México	44/85
<i>L. lanceolata</i> S. Watson subsp. <i>sousae</i> S. Zárate	Cacalote, Oaxaca	México	50/87
	Puerto Angel, Oaxaca	México	51/87
<i>L. leucocephala</i> (Lam.) de Wit subsp. <i>glabrata</i> (Rose) S. Zárate	* (Operación Doble Cosecha, Haití)	(México)	32/88 (UH K8)
	* (Universidad de Hawai)	México	NFTA K636
<i>L. macrophylla</i> Benth. subsp. <i>macrophylla</i>	* Vallecitos, Guerrero	México	55/88
<i>L. macrophylla</i> Benth. subsp. <i>nelsonii</i> (Britton & Rose) S. Zárate	* San Isidro, Oaxaca	México	47/85
<i>L. multicapitula</i> Schery	* Los Santos, Azuero	Panamá	81/87
<i>L. pulverulenta</i> (Schlecht.) Benth.	* Altas Cumbres, Tamaulipas	México	83/87
	* Sur de Texas	E. U.	84/87
<i>L. retusa</i> Benth.	Sierra La Encantada, Coahuila	México	23/86
<i>L. salvadorensis</i> Standley ex Britton & Rose	* La Garita, Choluteca	Honduras	17/86
	* Yusguare, Choluteca	Honduras	34/88
<i>L. shannonii</i> J.D. Smith subsp. <i>shannonii</i>	Comayagua, Comayagua	Honduras	26/84
	Champton, Campeche	México	53/87
<i>L. shannonii</i> J.D. Smith subsp. <i>magnifica</i> C.E. Hughes	El Rincón, Chiquimula	Guatemala	19/84
	Quetzaltepeque, Chiquimula	Guatemala	58/88
<i>L. trichandra</i> (Zucc.) Urban ^a	Zambrano, Francisco Morazan	Honduras	35/88
	* Los Guates	Guatemala	53/88
	Erandique	Honduras	4/91
<i>L. trichodes</i> (Jacq.) Benth.	* Cuicas, Trujillo	Venezuela	2/86
	* Jipijapa, Manabí	Ecuador	61/88
<i>Leucaena</i> sp. nov.	Valle del Aguán	Honduras	5/91
	Cuyamapa	Honduras	6/91
Híbridos interespecíficos			
<i>L.</i> 'hybrid' (padres desconocidos) ^b	Chapulco, Puebla	México	52/87
<i>L. diversifolia</i> x <i>L. pallida</i>	* (Universidad de Hawai)	—	UH KX1
<i>L. leucocephala</i> subsp. <i>glabrata</i> x <i>L. pallida</i>	* (Universidad de Hawai)	—	UH KX2 88-1
<i>L. leucocephala</i> subsp. <i>glabrata</i> (K8) x <i>L. diversifolia</i>	* (Universidad de Hawai)	—	UH KX3
<i>L. leucocephala</i> subsp. <i>glabrata</i> (K636) x <i>L. diversifolia</i>	* (Universidad de Hawai)	—	UH KX3+
<i>L. leucocephala</i> subsp. <i>glabrata</i> (K636) x <i>L. esculenta</i> subsp. <i>esculenta</i> (K810)	(Universidad de Hawai)	—	UH K1000

a. La semilla de *L. trichandra* ha sido distribuida por el OFI bajo su sinónimo *L. diversifolia* subsp. *stenocarpa*.

b. 52/87 fue distribuida por el OFI como *L. esculenta* subsp. *paniculata*, un sinónimo de *L. pallida*. Sin embargo, este lote de semilla ha sido ahora identificado como de origen híbrido; *L. pallida* es probablemente uno de sus padres.

medida de preferencia, suponiendo que los forrajes preferidos serían más rápidamente consumidos.

Análisis de la composición considerable

Procedimientos de muestreo. Las muestras de hojas fueron recolectadas entre 1990 y 1992. En 1990 y 1991 se tomó una muestra única de cada parcela en uno de los dos bloques. Estas muestras fueron tomadas de árboles que estaban siendo removidos durante la entresaca, de tal manera que no ocurriera superposición entre los árboles muestreados en 1990, 1991 y 1992; siendo estas muestras independientes de cada lote de semillas, en lugar de medidas repetidas en los mismos árboles. Se removieron todas las hojas de los 10 a 12 árboles talados en cada parcela las cuales, una vez mezcladas, se utilizaron para tomar una submuestra de aproximadamente 300 g. Las muestras incluían hojas maduras enteras (raquis más lámina foliar), considerable excluyendo los retoños, ya que la inclusión de éstos habría introducido una alta variación.

En 1992 se tomaron cuatro muestras por tratamiento del ensayo principal, dos por cada uno de los dos bloques. Estas muestras se recogieron de cada parcela en el mismo día por dos recolectores, con el fin de probar la repetitividad del método de muestreo utilizado el cual, en este caso, involucró la recolección de muestras de árboles en pie. Los recolectores cosecharon aproximadamente 20 g de peso fresco de cada uno de los árboles en la parcela, o más por árbol donde la supervivencia era menor, para obtener una muestra más grande de 250 a 300 g. Las hojas maduras se recolectaron de la parte alta y baja de la corona alrededor del árbol, utilizando una podadora manual de mango largo.

En todos los casos, las muestras se secaron en horno a 50 °C por 72 h y se enviaron al Reino Unido para los respectivos análisis de laboratorio.

Análisis de las muestras. Las hojas se pasaron por tamiz con malla de 1 mm. La MS, la MO y la PC se determinaron por los métodos estándar, esta última por

macro-Kjeldahl (AOAC, 1990). La FDN y la FDA por el método de Van Soest (1963).

Los TC extractables se determinaron con el método del ácido butanol (Porter et al., 1986) y los taninos totales extractables por método modificado de difusión radial de precipitación de proteína (Hagerman, 1987) utilizando hemoglobina en lugar de seroalbúmina bovina, y 70% de acetona acuosa en lugar de metano acuoso como el medio de extracción.

En los ensayos de taninos no se utilizó estándar para comparaciones, ya que actualmente no se conocen la estructura ni la actividad de los taninos de las especies de *Leucaena* probadas; por tanto, su comparación con cualquier compuesto estándar de referencia sería muy incierta. Aun más, es posible que hasta dentro del género *Leucaena* existan diferencias entre taxones en relación con la estructura y la reactividad de los taninos. Wheeler et al. (1995) confirmaron lo anterior cuando compararon los taninos de *L. leucocephala* subsp. *glabrata* y *L. pallida*. Los resultados de estos ensayos se expresan, por tanto, en función de la densidad óptica o prueba del ácido butanol y difusión radial, respectivamente, permitiendo la comparación entre taxon/procedencias, pero no presentando valores absolutos para concentraciones de taninos. Tampoco se midieron taninos ligados a fibra y ligados a proteína; sin embargo, Jackson et al. (1996) mostraron que, para *L. leucocephala* subsp. *glabrata*, *L. diversifolia* y *L. pallida*, la mayoría de los taninos en las hojas son extractables. Los autores anteriores encontraron también que para estas especies se perdió relativamente poco tanino en el secado al horno, cuando compararon este método con la liofilización.

En la DIVMS (Tilley y Terry, 1963) se omitieron la centrifugación y la adición de cloruro de mercurio al final de la primera etapa de análisis.

Las cantidades de muestras analizadas por cada componente aparecen en el Cuadro 2. En todos los ensayos, cada muestra fue analizada por duplicado.

Cuadro 2. Número de muestras analizadas por cada componente (excluyendo duplicados experimentales).

Componente		1990	1991	1992	Total
PC, MO, FDA, FDN	Ensayo principal	1	1	4	6
	Parcelas sin replicar	—	—	2	2
Taninos	Ensayo principal	1	—	2	3
	Parcelas sin replicar	—	—	2	2
DIVMS	Ensayo principal	—	—	2	2
	Parcelas sin replicar	—	—	—	—

Para las estimaciones de taninos y DIVMS se mezclaron ambas muestras recolectadas en 1992 en cada parcela del ensayo principal, para un total de dos muestras por tratamiento (una por parcela) en ese año.

Análisis de los datos

Los principales valores para PC, MO, FDN, FDA, TC y taninos totales, convertidos a MS, fueron calculados utilizando la información de los 3 años —ya que las observaciones eran mutuamente independientes, como se explicó anteriormente. Los promedios de las tres variables relacionadas con digestibilidad: digestibilidad de la materia seca (DMS), digestibilidad de la materia orgánica (DMO) y materia orgánica digestible en materia seca (MODMS) fueron derivados solamente de los datos de 1992. Se usó el análisis de varianza para detectar los efectos de tratamiento (taxon/procedencia) y año para aquellos componentes en los cuales estaba disponible la información por más de 1 año; y los efectos de tratamiento, repetición y muestreo (en el caso de existir cualquier diferencia entre las muestras de los recolectores) para todos los componentes, utilizando solamente los datos de 1992.

Con el fin de sintetizar los resultados en medidas globales de posible potencial forrajero y con esto identificar los taxones/procedencias particularmente promisorios, se calcularon tres índices diferentes en los cuales la información de dos o más componentes se incorporó en un valor único para cada taxon. Los lotes de parcelas sin replicación (*L. trichandra* 4/91, *Leucaena* sp. Nov. 5/91 y 6/91 y el híbrido K1000) se omitieron de los índices debido a que faltaba la información de digestibilidad de ellos.

Cada índice se calculó como la suma de las diferencias ajustadas del promedio. Por cada componente que contribuyó al índice, el promedio general fue sustraído del promedio de cada lote de semillas, y el resultado ('diferencia ajustada'), se expresó en múltiplos de la desviación estándar para ese componente. Esto reconoce a cada componente igual

peso en el índice mediante la transformación a una distribución normal estándar en cada caso. Una diferencia ajustada positiva indica un lote mejor que el promedio para el componente en mención. Las diferencias ajustadas para los componentes individuales de cada lote se sumaron para obtener un valor del índice global, con los valores positivos más altos indicando los lotes de semillas más prometedores.

Resultados

Evaluación de la palatabilidad relativa

El promedio del consumo de MS por hora de cada taxon se incluye en el Cuadro 3. Los cambios en el consumo a través de los 18 días experimentales aparecen en la Figura 1. Debido a las altas variaciones diarias, los datos se presentan como promedio de 3 días, con el objeto de proporcionar una visión más clara de las tendencias generales.

El consumo de todos los taxones tendió a aumentar durante el transcurso del ensayo. Sin embargo, *L. leucocephala* subsp. *glabrata*, *L. diversifolia* y KX3/KX3+, el híbrido entre estos dos taxones, fueron preferidos sobre los demás desde el principio del experimento, aun cuando los animales no habían tenido acceso previo a estos materiales ni a cualquiera de los otros taxones. Otros, especialmente *L. salvadorensis*, no fueron palatables y mostraron consistentemente poco o ningún consumo. Algunos taxones, tales como *L. trichodes*, aparentemente fueron relativamente más palatables para las ovejas a medida que progresaba el experimento. Los resultados permitieron separar los taxones por su palatabilidad (ver Recuadro 1).

Análisis de la composición química

Los valores promedio para PC, MO, FDN, FDA, TC, taninos totales y las tres medidas de digestibilidad (DMS, DMO y MODMS), derivados de todos los datos disponibles para cada uno de los componentes, aparecen en el Cuadro 3.

Recuadro 1. Palatabilidad relativa de varios taxones de *Leucaena*.

Alta (promedio consumo MS >100 g/h)	Moderada (promedio consumo MS 30-100 g/h)	Baja (promedio consumo MS < 30 g/h)
<i>L. leucocephala</i> subsp. <i>glabrata</i>	<i>L. multicapitula</i>	<i>L. collinsii</i> subsp. <i>collinsii</i>
<i>L. diversifolia</i> subsp. <i>diversifolia</i>	<i>L. trichandra</i> (53/88)	<i>L. collinsii</i> subsp. <i>zacapana</i>
KX3/KX3+	<i>L. trichodes</i>	<i>L. lanceolata</i> subsp. <i>lanceolata</i>
	<i>L. macrophylla</i> subsp. <i>nelsonii</i>	<i>L. macrophylla</i> subsp. <i>macrophylla</i>
	<i>L. esculenta</i> subsp. <i>esculenta</i>	<i>L. pulverulenta</i>
		<i>L. salvadorensis</i>
		KX1

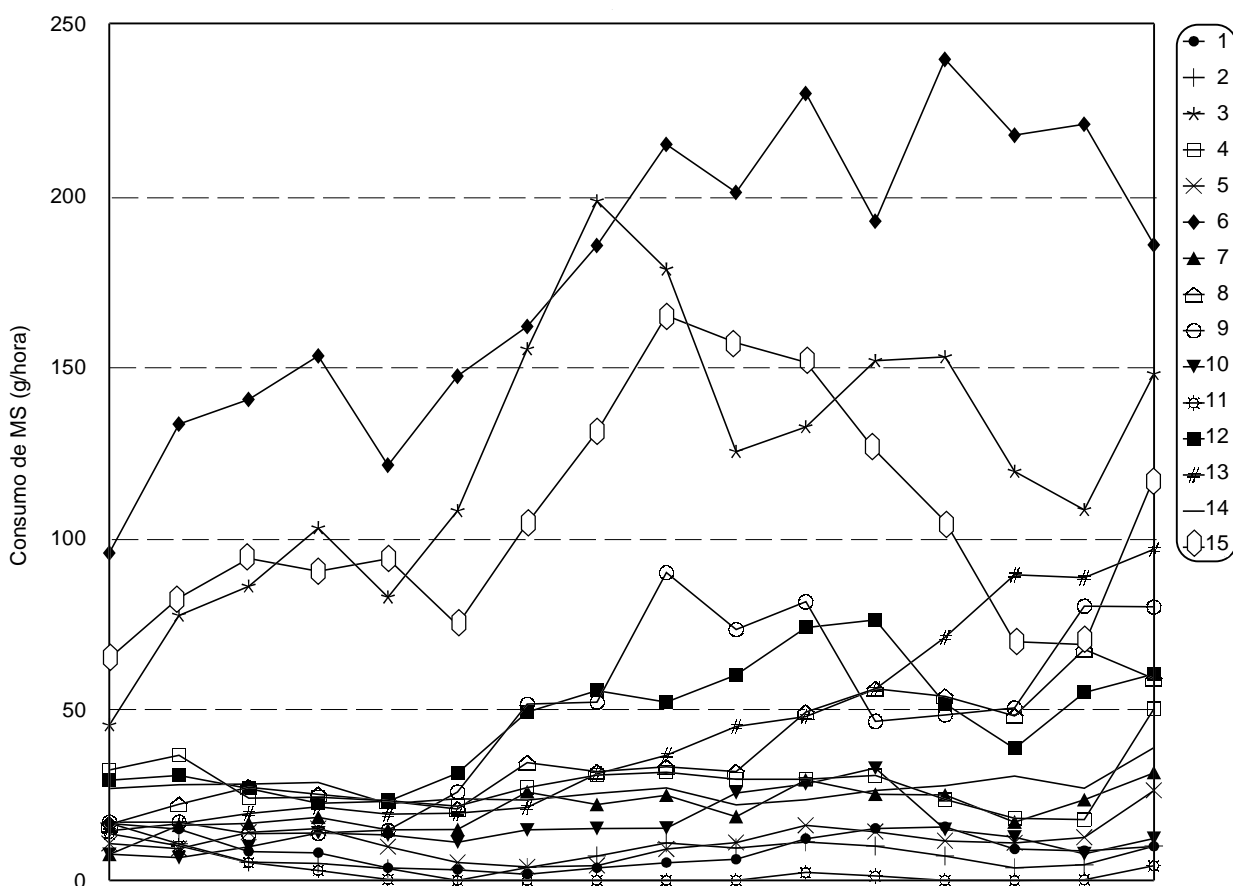


Figura 1. Palatabilidad relativa de 15 taxas de *Leucaena* en términos de la tasa de consumo de materia seca en 18 días (promedio de tres días seguidos). 1 = *L. collinsii* subsp. *collinsii*; 2 = *L. collinsii* subsp. *zacapana*; 3 = *L. diversifolia*; 4 = *L. esculenta* subsp. *esculenta*; 5 = *L. lanceolata* subsp. *lanceolata*; 6 = *L. leucocephala* subsp. *glabrata*; 7 = *L. macrophylla* subsp. *macrophylla*; 8 = *L. macrophylla* subsp. *nelsonii*; 9 = *L. multicapitula*; 10 = *L. pulverulenta*; 11 = *L. salvadorensis*; 12 = *L. trichandra*; 13 = *L. trichodes*; 14 = Híbrido KX1; 15 = Híbrido KX3/KX3+.

En los Cuadros 4 y 5 se incluyen los análisis de varianza a través de años, utilizando todos los datos disponibles y probando los efectos de tratamiento y de año; y sólo para 1992, probando los efectos de tratamiento, bloque y recolector. Ambos grupos de análisis muestran un efecto de tratamiento altamente significativo ($P < 0.001$) para todos los componentes, indicando la gran variación que existe dentro de *Leucaena*.

Se encontraron también efectos altamente significativos del año en todos los componentes, excepto para la MO (Cuadro 4), y de muestreo para PC y MO en dos muestras de cada parcela recolectadas en 1992 (Cuadro 5).

Índices del potencial forrajero

Los resultados se utilizaron para construir tres índices diferentes de potencial forrajero general. El **índice 1** combina los datos de PC y MODMS, asumiendo que se prefieren valores altos de cada uno de estos componentes. El **índice 2** incluye, además de los dos

componentes anteriores, los valores de producción de biomasa de madera tomados de un estudio anterior en el mismo ensayo (Stewart et al., 1991). Aunque la biomasa de la madera no es relevante para la producción de forraje, sí es una medición del tamaño del árbol y su vigor, lo que probablemente se refleje en la producción de hojas. El **índice 3** incluye la palatabilidad relativa, lo que significa ingestión de MS por hora; además de PC, materia orgánica digestible (MOD) y producción de biomasa para los 15 taxones incluidos en la prueba de preferencia. La FDA, la FDN y las dos medidas de taninos no se incluyeron en los índices, ya que se encontró que estos componentes estaban relacionados con la digestibilidad. La regresión lineal de DMS vs. FDA fue altamente significativa ($P < 0.001$, $R^2 = 0.55$). La FDA estaba, como era de esperar, positivamente correlacionada con la FDN ($r = 0.46$), aun cuando no se encontró una relación clara entre la FDN y la DMS. Resultados similares se obtuvieron cuando se hizo una regresión de DMS vs. TC ($P < 0.001$, $R^2 = 0.41$), siendo para taninos totales (difusión radial) la relación aún más alta ($P < 0.001$, $R^2 = 0.59$). Wheeler et al. (1995), en estudios previos

Cuadro 3. Promedios y clasificación para cada componente basados en todas las muestras.

Lote de semillas	Palatabilidad relativa ^a		Proteína cruda ^b		Materia orgánica ^b		FDN ^b		FDA ^b		Taninos				DMS (%)		DMO (%)		MODMS (%)		
	Media	Clase	Media	Clase	Media	Clase	Media	Clase	Media	Clase	Media	Clase	Media	Clase	Media	Clase	Media	Clase	Media	Clase	
	Totales ^d		Condensados ^c		Totales ^d		Condensados ^c		Totales ^d		Condensados ^c		Totales ^d		Condensados ^c		Totales ^d		Condensados ^c		Totales ^d
<i>L. collinsii</i> subsp. <i>collinsii</i> 45/85	10	13	20.8	27	89.0	40	41.2	18	25.6	36=	0	34=	0	37=	56.3	6	51.3	7	45.7	8	
<i>L. collinsii</i> subsp. <i>collinsii</i> 51/88			21.4	23=	90.7	31=	45.4	7	27.7	32	0	34=	0	37=	54.4	7	49.9	9	45.0	9	
<i>L. collinsii</i> subsp. <i>zacapana</i> 18/84	9	14	22.3	14	88.5	42	32.3	40	21.5	43	27	31	0	37=	64.6	2	60.5	2	54.1	2	
<i>L. collinsii</i> subsp. <i>zacapana</i> 56/88			21.4	23=	88.7	41	36.9	32	22.1	42	0	34=	0	37=	67.3	1	62.8	1	55.4	1	
<i>L. collinsii</i> subsp. <i>zacapana</i> 57/88			20.2	30	88.2	43	38.6	30=	25.3	38	0	34=	0	34	59.6	4	55.9	4	48.8	6	
<i>L. diversifolia</i> 45/87	121	2	22.0	18=	93.4	8	36.5	33	28.5	26	235	8	350	6	31.6	34	28.4	33	26.8	32	
<i>L. diversifolia</i> 46/87			24.5	3	93.0	12=	42.9	15	30.7	15	121	20	227	16	36.0	30	31.4	30	29.3	31	
<i>L. diversifolia</i> K156			23.1	10=	93.6	3=	38.6	30=	28.9	25	157	15	300	10	27.4	37	23.2	37	21.9	37	
<i>L. esculenta</i> subsp. <i>esculenta</i> 47/87	31	8	18.0	41	93.3	9=	35.1	37	31.6	12	262	7	363	5	34.0	32	34.1	28	32.1	27	
<i>L. esculenta</i> subsp. <i>esculenta</i> 48/87			19.9	31	92.5	15	32.2	41	27.1	33	385	2	438	1	39.3	28	35.5	26	32.7	26	
<i>L. esculenta</i> subsp. <i>esculenta</i> 49/87			17.3	43	93.2	11	30.4	43	29.9	17=	300	3	331	7	40.3	26	31.3	31	31.9	30	
<i>L. greggii</i> 82/87			19.2	35=	93.8	2	36.4	34=	34.6	3	144	17	238	15	33.0	33	28.5	32	26.8	33	
<i>L. lanceolata</i> subsp. <i>lanceolata</i> 43/85	13	12	22.0	18=	92.2	19	39.6	25=	25.6	36=	155	16	198	19	51.9	10	48.3	11	44.8	10	
<i>L. lanceolata</i> subsp. <i>lanceolata</i> 44/85			21.6	22	91.6	25	43.9	12	31.9	10	124	19	190	21	43.6	21	39.9	20	36.7	20	
<i>L. lanceolata</i> subsp. <i>sousae</i> 50/87			21.8	21	92.1	20=	44.9	9	28.3	27=	82	26	88	29	47.1	16	43.1	18	40.1	18	
<i>L. lanceolata</i> subsp. <i>sousae</i> 51/87			21.0	25=	89.7	38=	40.4	21	26.3	34	93	25	123	26	51.1	11	46.6	14	41.4	15	
<i>L. leucocephala</i> subsp. <i>glabrata</i> K8	173	1	23.6	6	92.3	16=	35.5	36	26.2	35	184	11	212	18	47.0	17	48.3	12	41.1	17	
<i>L. leucocephala</i> subsp. <i>glabrata</i> K636			24.1	4=	92.0	22=	39.0	27	27.8	31	178	13	194	20	46.6	18	43.8	17	41.6	14	
<i>L. macrophylla</i> subsp. <i>macrophylla</i> 55/88	21	10	22.4	13	92.1	20=	50.9	1	34.2	5	118	21	161	23	39.7	27	34.8	27	31.9	29	
<i>L. macrophylla</i> subsp. <i>nelsonii</i> 47/85	37	7	23.1	10=	91.5	26	48.5	3	31.8	11	103	24	119	27	43.2	22	38.5	22	35.8	22	
<i>L. multicapitula</i> 81/87	47	4	25.8	1	91.7	24	46.4	5	29.7	19	62	29	173	22	42.3	24	37.9	25	35.3	24	
<i>L. pulverulenta</i> 83/87	15	11	18.8	38	93.5	6=	33.5	38	30.8	14	181	12	398	2	27.3	38	22.1	38	20.8	38	
<i>L. pulverulenta</i> 84/87			18.7	39	93.6	3=	31.8	42	30.9	13	294	5	372	4	28.5	36	24.1	36	23.0	36	
<i>L. retusa</i> 23/86			19.7	32	93.6	3=	40.2	23	27.9	30	298	4	320	8	54.3	8	55.5	5	53.0	3	
<i>L. salvadorensis</i> 17/86	3	15	20.7	28	89.9	36	42.2	16	28.2	29	0	34=	72	31	49.7	14	46.5	15	41.8	13	
<i>L. salvadorensis</i> 34/88			19.6	33	90.0	35	40.3	22	29.2	22=	79	27	131	25	50.4	12	49.7	10	42.5	12	

(Continúa)

Cuadro 3. (Continuación.)

Lote de semillas	Palatabilidad relativa ^a		Proteína cruda ^b		Materia orgánica ^b		FDN ^b		FDA ^b		Taninos		DMS (%)		DMO (%)		MODMS (%)	
	Media	Clase	Media	Clase	Media	Clase	Media	Clase	Media	Clase	Media	Clase	Media	Clase	Media	Clase	Media	Clase
	Totales ^d		Totales ^d		Totales ^d		Totales ^d		Totales ^d		Totales ^d		Totales ^d		Totales ^d		Totales ^d	
<i>L. shannonii</i> subsp. <i>magnifica</i> 19/84	20.3	29	89.8	37	44.0	11	30.3	16	0	34=	14	36	50.1	13	47.9	13	43.1	11
<i>L. shannonii</i> subsp. <i>magnifica</i> 58/88	22.2	15=	90.7	31=	44.4	10	29.6	20=	0	34=	16	35	53.0	9	51.2	8	46.8	7
<i>L. shannonii</i> subsp. <i>shannonii</i> 26/84	24.1	4=	90.9	29=	40.5	20	24.9	39	34	30	63	32	57.3	5	53.6	6	49.1	5
<i>L. shannonii</i> subsp. <i>shannonii</i> 53/87	25.3	2	91.0	28	36.4	34=	24.0	40=	74	28	96	28	60.2	3	57.0	3	51.9	4
<i>Leucaena</i> sp. nov. 5/91	18.4	40	90.6	33	42.0	17	29.9	17=	0	34=	0	37=						
<i>Leucaena</i> sp. nov. 6/91	19.1	37	90.5	34	45.4	7	32.3	9	0	34=	0	37=						
<i>L. trichandra</i> 35/88	17.4	42	93.0	12=	40.7	19	36.2	1	495	1	375	3	24.9	39	20.6	39	19.4	39
<i>L. trichandra</i> 53/88	45	5=	19.2	35=	91.3	27	45.4	7	33.7	6=	131	18	34.3	31	27.9	34	25.6	34
<i>L. trichandra</i> 4/91	19.3	34	92.0	22=	50.6	2	34.3	4	0	34=	0	37=						
<i>L. trichodes</i> 2/86	45	5=	23.4	7=	90.9	29=	47.5	4	33.7	6=	22	32	44.0	20	38.4	23	34.8	25
<i>L. trichodes</i> 61/88	22.2	15=	89.7	38=	43.6	13	28.3	27=	15	33	49	33	48.6	15	43.0	19	38.4	19
Híbrido 52/87	23.2	9	94.0	1	39.6	25=	29.2	22=	110	22	242	14	45.6	19	44.0	16	41.4	16
Híbrido KX1	28	9	21.0	25=	93.5	6=	32.5	8	207	10	246	13	31.1	35	27.2	35	25.4	35
Híbrido KX2 88-1	23.4	7=	93.3	9=	38.8	28=	29.6	20=	177	14	216	17	42.4	23	38.4	24	36.2	21
Híbrido KX3	106	3	23.0	12	92.3	16=	32.4	39	24.0	40=	270	6	41.7	25	38.5	21	35.7	23
Híbrido KX3+	21.9	20	92.9	14	38.8	28=	29.1	24	217	9	272	11	37.6	29	34.1	29	31.9	28
Híbrido K1000	22.1	17	92.3	16=	43.3	14	35.7	2	106	23	258	12						
Promedio	47	21.6	91.7	135	39.9	29.0	29.0	184	44.5	40.8	37.4							
D.E.	29	1.3	0.7	80	2.7	2.5	3.2	70	3.5	3.5	3.3							

a. Consumo por hora (g MS).

b. Porcentaje de MS.

c. Absorbancia máxima (densidad óptica) a 540-560 nm por g MS.

d. Difusión radial (cm²) por g MS.

Cuadro 4. Análisis de varianza para proteína cruda (PC), materia orgánica (MO), fibra en detergente ácido (FDA), fibra en detergente neutro (FDN), taninos condensados (TC) y taninos totales (actividad de precipitación de proteína): datos de 3 años.

Componente	ANDEVA				
		g.l. (v.p.) ^a	c.m. ^a	r.v. ^a	prob.
PC	Año	1	89.24	25.62	<.001 ***
	Lote de semillas	39	25.74	7.39	<.001 ***
	Residuo	193	3.48		
MO	Año	1	1.56	1.59	0.208 n.s.
	Lote de semillas	39	16.06	16.29	<.001 ***
	Residuo	193	0.99		
FDN	Año	1	726.58	48.26	<.001 ***
	Lote de semillas	39	143.96	9.56	<.001 ***
	Residuo	193	15.06		
FDA	Año	1	364.85	29.05	<.001 ***
	Lote de semillas	39	70.38	5.60	<.001 ***
	Residuo	193	12.56		
TC	Año	1	375850	51.43	<.001 ***
	Lote de semillas	39	49174	6.73	<.001 ***
	Residuo	78 (1)	7308		
Taninos totales	Año	1	843854	87.53	<.001 ***
	Lote de semillas	39	40311	4.18	<.001 ***
	Residuo	78 (1)	9640		

a. g.l. = grados de libertad; v.p. = valores perdidos; c.m. = cuadrado medio; r.v. = razón de varianza.

encontraron variabilidad en la relación entre el contenido de taninos y la DIVMS de *Leucaena*.

En el Cuadro 6 aparece la clasificación de los taxones e híbridos de *Leucaena*, de acuerdo con cada uno de los índices. En la Figura 2 se incluyen los valores de la diferencia ajustada del taxon/híbrido para cada uno de los componentes que contribuyen a los índices. Con esto se quiere dar una imagen más clara de cómo se derivó cada índice.

Cada índice da una clasificación diferente, pero *L. shannonii* subsp. *shannonii*, *L. collinsii* subsp. *zacapana* y *L. multicapitula* están entre los cinco primeros taxones en cada índice en los que aparecen —*L. shannonii* subsp. *shannonii* no aparece en el índice 3, ya que no fue incluido en el experimento de palatabilidad).

Discusión

Los resultados de los análisis, así como también el experimento de palatabilidad y preferencia, mostraron la alta variación que existe en el género *Leucaena*, tanto entre y, en algunos casos, dentro de los taxones. *Leucaena trichandra*, por ejemplo, está representada por tres procedencias, pero estas muestran diferencias considerables con respecto a la mayoría de los componentes medidos. Se destaca la variación en el contenido de taninos dentro de este taxon (Cuadro 3), así, la procedencia 35/88 (Zambrano, Honduras)

muestra el más alto nivel de taninos condensados de todas las accesiones probadas, siendo una de las más altas en términos de actividad de precipitación proteica, mientras que la procedencia 4/91 (Erandique, Honduras) no muestra actividad de precipitación proteica ni TC. La variabilidad de *L. trichandra* no es sorprendente, puesto que tiene la distribución natural más amplia de cualquier otra especie de *Leucaena* y exhibe una gran variación morfológica a través del rango, así como alta diversidad genética como se estima por marcadores moleculares incluyendo iso-enzimas y cloroplastos de ADN (Hughes, 1996).

Palatabilidad relativa

La prueba de preferencia da una indicación útil de la aceptabilidad relativa de los alimentos por animales no acostumbrados previamente a ellos. El método utiliza cantidades mucho más pequeñas de material de hoja que un ensayo de alimentación convencional y puede, por tanto, ser útil en ejercicios de selección de este tipo. Sin embargo, se debe ser consciente de las limitaciones de este enfoque: la aparente palatabilidad de cada alimento es dependiente en gran medida de la composición del experimento y los taxones menos palatables no deberían necesariamente ser desechados como forrajes; si se suministraran solos, podrían ser consumidos, especialmente después de un período de adaptación. El principal valor del experimento está en la identificación de aquellos taxones, los cuales definitivamente no tienen problema de palatabilidad y,

Cuadro 5. Análisis de varianza para proteína cruda (PC), materia orgánica (MO), fibra en detergente ácido (FDA), fibra en detergente neutro (FDN), taninos condensados (TC) y taninos totales (actividad de precipitación de proteína): datos de 1992.

Componente	ANDEVA				
		g.l. (v.p) ^a	c.m. ^a	r.v. ^a	prob.
PC	Repetición	1	25.84	11.28	0.001 ***
	Lote de semillas	38	25.94	11.32	<.001 ***
	Recolector	1	27.84	12.15	<.001 ***
	Residuo	113 (2)	2.29		
MO	Repetición	1	1.38	1.74	0.189 n.s.
	Lote de semillas	38	16.10	20.31	<.001 ***
	Recolector	1	3.31	4.18	0.043 *
	Residuo	113 (2)	0.79		
FDN	Repetición	1	142.83	21.20	<.001 ***
	Lote de semillas	38	116.74	17.33	<.001 ***
	Recolector	1	6.89	1.02	0.314 n.s.
	Residuo	113 (2)	6.74		
FDA	Repetición	1	13.01	1.08	0.300 n.s.
	Lote de semillas	38	64.05	5.33	<.001 ***
	Recolector	1	24.88	2.07	0.153 n.s.
	Residuo	113 (2)	12.02		
TC	Repetición	1	13672	2.86	0.099 n.s.
	Lote de semillas	38	19679	4.11	<.001 ***
	Residuo	37 (1)	4786		
Taninos totales	Repetición	1	5124	0.66	0.423 n.s.
	Lote de semillas	38	28369	3.64	<.001 ***
	Residuo	37 (1)	7792		
Digestibilidad de la materia seca (DMS)	Repetición	1	65.95	6.54	0.015 *
	Lote de semillas	38	226.64	22.48	<.001 ***
	Residuo	37 (1)	10.08		
Digestibilidad de la materia orgánica (DMO)	Repetición	1	38.60	3.19	0.083 n.s.
	Lote de semillas	38	248.73	20.52	<.001 ***
	Residuo	37 (1)	12.12		
Materia orgánica digestible en materia seca (MODMS)	Repetición	1	30.50	2.89	0.098 n.s.
	Lote de semillas	38	184.53	17.47	<.001 ***
	Residuo	37 (1)	10.56		

a. g.l. = grados de libertad; v.p. = valores perdidos; c.m. = cuadrado medio; r.v. = razón de varianza.

para los cuales, se puede proceder con una evaluación completa del valor nutritivo en experimentos de largo plazo de producción animal, sin problemas por la aceptabilidad del alimento.

Leucaena leucocephala subsp. *glabrata* y *L. diversifolia*, conjuntamente con el híbrido entre ellas (KX3/KX3+) aparecen como los taxones más palatables, siendo utilizados actualmente como forraje en diversas partes de los trópicos. Algunos de los otros taxones mostraron ser promisorios, con un incremento en el consumo durante el tiempo del ensayo a medida que los animales se acostumbraban a ellos. La baja palatabilidad de KX1 es sorprendente, ya que uno de sus padres, *L. diversifolia*, ha mostrado en este experimento ser bastante palatable, y el otro, *L. pallida*, aunque no fue incluido en este experimento,

se encontró que era más preferido que *L. leucocephala* por ganado en pastoreo (Austin et al., 1991). También es sorprendente la baja palatabilidad de *L. salvadorensis*. Se ha indicado que el rebrote natural de esta especie es ramoneado activamente por ganado en su hábitat nativo en Choluteca, en el sur de Honduras (Hellin y Hughes, 1993). Estas discrepancias pueden reflejar simplemente diferencias en la selección del alimento entre bovinos y ovejas, pero sería muy útil una posterior investigación para clarificar este punto, particularmente para *L. salvadorensis* en Honduras, donde esta especie es nativa, ya que también es preferida por los pobladores de la zona por su madera, por lo que es considerada una prioridad en programas de conservación (Colindres et al., 1995).

Cuadro 6. Índices de potencial forrajero de las taxas e híbridos de *Leucaena*.

Índice 1 (PC + MODMS)	Índice 2 (PC + MODMS + biomasa)	Índice 3 (PC + MODMS + biomasa + palatabilidad)			
<i>L. shannonii</i> subsp. <i>shannonii</i>	2.96	<i>L. collinsii</i> subsp. <i>zacapana</i>	3.00	<i>L. leucocephala</i> subsp. <i>glabrata</i>	5.44
<i>L. multicapitula</i>	1.81	<i>L. leucocephala</i> subsp. <i>glabrata</i>	2.86	Híbrido KX3/KX3+	2.57
<i>L. collinsii</i> subsp. <i>zacapana</i>	1.64	<i>L. macrophylla</i> subsp. <i>nelsonii</i>	2.33	<i>L. collinsii</i> subsp. <i>zacapana</i>	2.21
<i>L. leucocephala</i> subsp. <i>glabrata</i>	1.56	<i>L. shannonii</i> subsp. <i>shannonii</i>	2.15	<i>L. macrophylla</i> subsp. <i>nelsonii</i>	2.12
Híbrido 52/87	1.27	<i>L. multicapitula</i>	1.44	<i>L. diversifolia</i>	1.61
<i>L. retusa</i>	0.92	Híbrido KX3/KX3+	1.35	<i>L. multicapitula</i>	1.45
Híbrido KX2	0.77	<i>L. trichodes</i>	1.29	<i>L. trichodes</i>	1.25
<i>L. shannonii</i> subsp. <i>magnifica</i>	0.74	Híbrido 52/87	1.16	<i>L. lanceolata</i> subsp. <i>lanceolata</i>	0.33
<i>L. collinsii</i> subsp. <i>collinsii</i>	0.72	<i>L. lanceolata</i> subsp. <i>lanceolata</i>	1.03	<i>L. collinsii</i> subsp. <i>collinsii</i>	0.08
<i>L. macrophylla</i> subsp. <i>nelsonii</i>	0.62	<i>L. collinsii</i> subsp. <i>collinsii</i>	0.84	Híbrido KX1	-1.17
<i>L. trichodes</i>	0.55	Híbrido KX2	0.83	<i>L. salvadorensis</i>	-1.26
<i>L. lanceolata</i> subsp. <i>lanceolata</i>	0.55	<i>L. shannonii</i> subsp. <i>magnifica</i>	0.59	<i>L. macrophylla</i> subsp. <i>macrophylla</i>	-1.39
<i>L. lanceolata</i> subsp. <i>sousae</i>	0.34	<i>L. diversifolia</i>	0.08	<i>L. esculenta</i> subsp. <i>esculenta</i>	-1.41
Híbrido KX3/KX3+	0.06	<i>L. salvadorensis</i>	-0.35	<i>L. trichandra</i>	-3.51
<i>L. salvadorensis</i>	-0.06	<i>L. lanceolata</i> subsp. <i>sousae</i>	-0.69	<i>L. pulverulenta</i>	-4.04
<i>L. macrophylla</i> subsp. <i>macrophylla</i>	-0.13	Híbrido KX1	-0.78		
<i>L. diversifolia</i>	-0.42	<i>L. macrophylla</i> subsp. <i>macrophylla</i>	-0.86		
Híbrido KX1	-1.51	<i>L. retusa</i>	-1.00		
<i>L. esculenta</i> subsp. <i>esculenta</i>	-1.71	<i>L. esculenta</i> subsp. <i>esculenta</i>	-1.08		
<i>L. greggii</i>	-2.24	<i>L. esculenta</i> subsp. <i>matudae</i>	-2.86		
<i>L. esculenta</i> subsp. <i>matudae</i>	-2.54	<i>L. pulverulenta</i>	-3.38		
<i>L. trichandra</i>	-2.95	<i>L. trichandra</i>	-3.48		
<i>L. pulverulenta</i>	-2.95	<i>L. greggii</i>	-4.50		

Varios de los taxones incluidos en los análisis químicos debieron ser excluidos del ensayo de palatabilidad, debido al daño producido por hormigas cortadoras de hojas. Es probable que el nivel del ataque haya estado asociado con estrés en los árboles y la carencia de vigor en este sitio; los ejemplos incluyen *L. greggii*, *L. trichandra* 5/88 y *L. retusa*, que se encontraban en condiciones severas de estrés. En otros taxones, tales como *L. shannonii* subsp. *shannonii* y *L. shannonii* subsp. *magnifica*, es posible que la preferencia de las hormigas se reflejó en los bajos niveles de taninos encontrados en ellos, que también podría resultar en un forraje de buena calidad para rumiantes. En el ensayo de palatabilidad, sin embargo, no se encontró correlación entre el contenido de taninos y la palatabilidad. Un efecto a menudo citado de los taninos en la dieta es la reducción del consumo debido a la baja palatabilidad y la astringencia (Hagerman y Butler, 1991), pero esto no se observó en este estudio, quizás debido a que los niveles de taninos no fueron lo suficientemente altos en los taxones para producir una astringencia detectable. De hecho, tres de los taxones menos palatables, *L. collinsii* subsp. *collinsii*, *L. collinsii* subsp. *zacapana* y *L. salvadorensis*, se encuentran dentro de aquellos con los contenidos más bajos de taninos, mientras que *L. leucocephala* subsp. *glabrata* y

L. diversifolia, los más palatables, tienen niveles relativamente altos taninos.

Composición química del follaje

Aunque este estudio es casi completo en términos de taxones evaluados, las muestras provinieron de sólo un sitio y es probable que se pudiera obtener una clasificación diferente con muestras de otros sitios. En particular, aquellas especies que estaban 'fuera de su sitio' y que mostraban claros signos de estrés y crecimiento limitado, como *L. greggii*, *L. retusa* y *L. esculenta* subsp. *matudae*, que pudieran ser atípicas, especialmente en relación con componentes tales como niveles de taninos. Como se sabe, muchas plantas muestran niveles de taninos más altos en sitios de pobre calidad o bajo otras formas de estrés, por ej., *Lotus pedunculatus* (Barry y Manley, 1986). Norton et al. (1995) recopilaron datos sobre PC, MO (ceniza), FDN, FDA, lignina y DIVMS de 10 fuentes publicadas sobre varios de los taxones e híbridos de *Leucaena* —aunque no necesariamente las mismas procedencias— incluidos en este trabajo, observándose que muchos de los valores que ellos citan difieren considerablemente de los encontrados en el presente estudio; además, el rango de los valores para el mismo

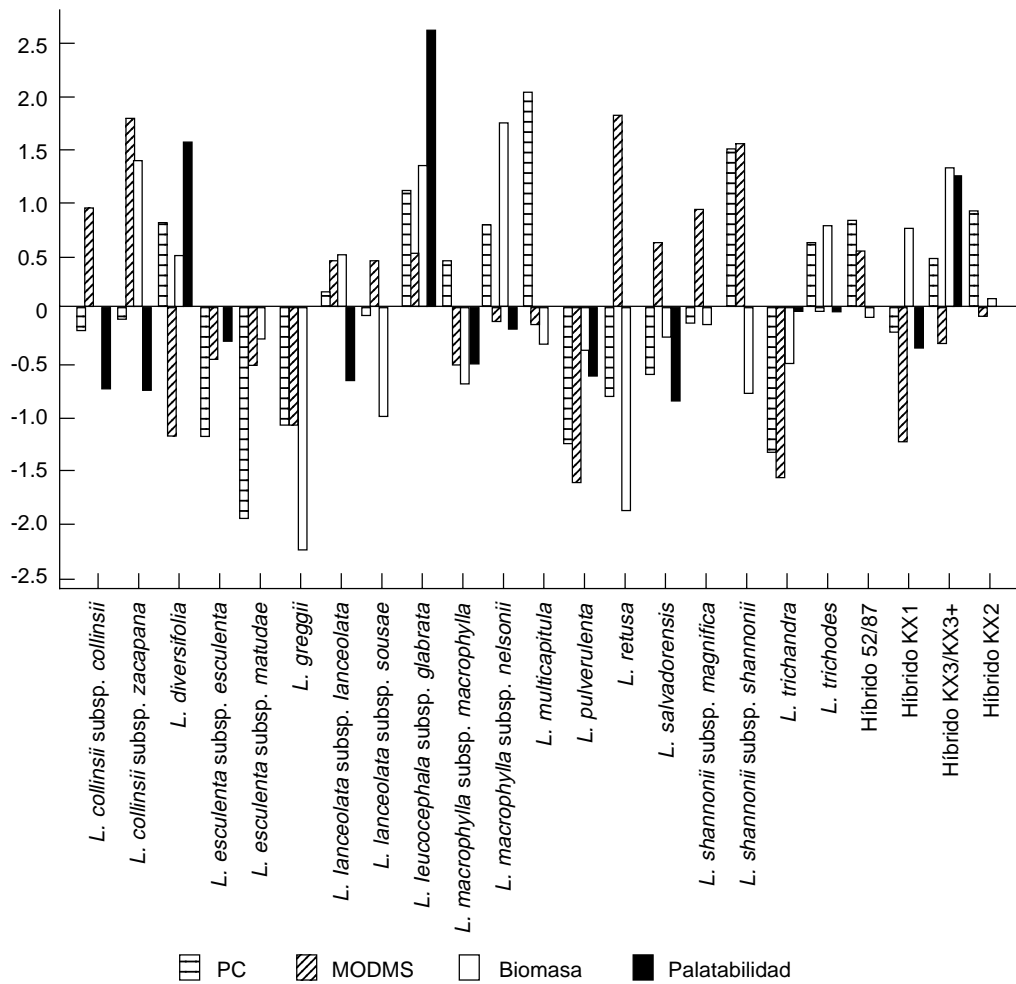


Figura 2. Calidad relativa de taxas de *Leucaena* en términos de proteína cruda (PC), materia orgánica digestible en materia seca (MODMS), producción de biomasa y palatabilidad relativa; todos los valores expresados como diferencias ajustadas (múltiplos de la desviación estándar por la cual el promedio del tratamiento difiere del promedio general para cada componente).

material fue, a menudo, muy alto entre las diferentes fuentes citadas, por ej., los niveles de PC para *L. leucocephala* K8 variaron de 17.8% a 26.9% en diferentes sitios. Los lotes de semilla incluidos en este estudio han sido ampliamente distribuidos para su evaluación en zonas tropicales y, en la medida en que más información se encuentre disponible, se tendrá una idea más completa sobre la variación de estos componentes.

La significancia de los niveles de taninos es aún incierta, ya que no se conoce acerca de la estructura y actividad de los taninos en *Leucaena*. El análisis de regresión mostró que en este estudio entre 41% y 59% de la varianza en DMS pudiera ser responsable de la variación en taninos, sugiriendo que éstos están reduciendo la DMS en el rumen. Esto pudiera, sin embargo, ser perjudicial o beneficioso, dependiendo de lo que pase con el complejo

tanino-proteína en la parte baja del tracto digestivo. Aunque niveles moderados de TC pueden incrementar la retención de nitrógeno en rumiantes protegiendo las proteínas de la degradación en el rumen, pero liberándolas más tarde (Waghorn et al., 1990), este efecto parece ser específico de la especie. Existe una fuerte evidencia de esto en leguminosas herbáceas de la zona templada tales como Lotus (*L. pedunculatus*) y Sainfoin (*Onobrychis viciifolia*), pero en otros forrajes los taninos han mostrado capacidad para reducir la retención de nitrógeno (Kumar y Singh, 1984). Los taninos son un grupo de compuestos muy grande y estructuralmente diverso por lo que se esperan diferencias en su actividad química y, por tanto, en sus efectos nutricionales (Mueller-Harvey, 1989). En las especies de *Leucaena*, estos compuestos deben tratarse con precaución hasta que exista alguna evidencia de sus efectos nutricionales específicos.

El efecto del recolector observado en 1992 indica un problema a menudo asociado con el muestreo de hojas de árboles. Muchos estudios utilizan muestras compuestas únicas y no toman las precauciones adecuadas con la variación dentro y entre árboles, la cual puede ser más grande que las diferencias entre tratamientos. Esta variación puede resultar en diferencias entre muestras que se pretenden duplicados, como en este caso, donde los dos recolectores estaban siguiendo instrucciones idénticas de muestreo. Este efecto del recolector destaca los problemas de repetitividad del método de muestreo y la necesidad de basar cualquier evaluación en el mayor número de muestras posible. El efecto significativo de año en la mayoría de los componentes también muestra las limitaciones cuando la evaluación se basa en una valoración única. Los valores promedio derivados de las observaciones de 3 años deben ser estimados más representativos del potencial de la especie.

Indíces del potencial forrajero

El índice 1, derivado de PC y MODMS, sugiere que el taxon más promisorio es *L. shannonii* subsp. *shannonii*, seguido por *L. multicapitula* y *L. collinsii* subsp. *zacapana*. Todos ellos presentaron valores más altos que *L. leucocephala* subsp. *glabrata*. Entre estos cuatro taxones, sin embargo, el estudio de biomasa (Stewart et al., 1991) había mostrado que *L. collinsii* subsp. *zacapana* y *L. leucocephala* subsp. *glabrata* eran más vigorosos que *L. shannonii* subsp. *shannonii* o *L. multicapitula*, lo que se refleja en el índice 2. Es importante anotar, sin embargo, que estos datos sólo reflejan el comportamiento en un solo sitio y es probable que la producción de biomasa esté fuertemente afectada por las condiciones climáticas y edáficas. En el índice 3, en el cual se combinaron las cuatro características, la alta palatabilidad le dio a *L. leucocephala* subsp. *glabrata* la mayor clasificación global. Este índice incluyó solamente los 15 taxones en el ensayo de preferencia; y desafortunadamente *L. shannonii* subsp. *shannonii* no estaba entre ellos. *Leucaena diversifolia*, que ha sido ampliamente introducida como exótica, de alguna manera estaba por debajo del promedio en el índice 1 debido a su baja digestibilidad in vitro, pero se comportó mejor en los otros índices en los cuales se incluyó producción y palatabilidad. En el otro extremo, *L. pulverulenta* y *L. esculenta* (ambas subespecies), *L. greggii*, *L. trichandra* y el híbrido KX1 tuvieron un comportamiento pobre, de acuerdo con todos los índices utilizados.

Conclusiones

Varios de los taxones de *Leucaena* aparecen igualmente promisorios para forraje como

L. leucocephala subsp. *glabrata*, de acuerdo con los criterios de evaluación de composición y digestibilidad usados en este estudio. *Leucaena shannonii* subsp. *shannonii*, en particular, combina un alto contenido proteico con una alta digestibilidad in vitro y niveles muy bajos de taninos extractables. Sin embargo, cuando se incluyen producción y palatabilidad en la evaluación, *L. leucocephala* subsp. *glabrata* emerge globalmente como superior. Por ej., la producción de *L. shannonii* subsp. *shannonii* en este sitio fue relativamente baja y su aceptabilidad por las ovejas no pudo ser evaluada. *Leucaena collinsii* (ambas subespecies) es altamente digerible y vigorosa, particularmente la subespecie *zacapana*, y contiene poco o nada de tanino, pero no es muy alta en proteína y parece relativamente poco palatable para las ovejas. *Leucaena multicapitula* tiene el mayor contenido proteico y es también moderadamente palatable para las ovejas, pero su digestibilidad y su producción son relativamente bajas.

La fuerte preferencia mostrada por las ovejas hacia *L. leucocephala* subsp. *glabrata* sobre todos los demás taxones, es la razón principal para su alto puntaje en el índice 3. Aunque una baja clasificación en una prueba de preferencia no implica necesariamente que un alimento sería rehusado si se ofreciera solo, la posibilidad de acostumar a los animales a un taxon de baja preferencia, tal como *L. collinsii* subsp. *zacapana*, debe ser establecida antes de recomendarla para una evaluación más detallada sobre sus efectos nutricionales en rumiantes. En resumen, aunque ninguno de los taxones, procedencias e híbridos probados mostraron ser más promisorios como forraje que *L. leucocephala* subsp. *glabrata*, muchos de ellos ameritan ser probados más profundamente como alternativas a esta especie, siempre que se puedan obviar las posibles restricciones de palatabilidad.

Agradecimientos

El trabajo aquí descrito fue financiado completamente por el Programa de Investigación Forestal del Departamento para el Desarrollo Internacional del Reino Unido (DFID, anteriormente ODA). Los autores agradecen a M. Rosales por la traducción de este artículo del inglés. Las muestras, así como todas las facilidades necesarias para el experimento de palatabilidad, fueron amablemente suministradas por CONSEFORH, Proyecto de Conservación y Silvicultura de Especies del Bosque Seco de Honduras, que es también financiado por el DFID. Los análisis fueron llevados cabo en el Instituto de Recursos Naturales, NRI, en Chatham, Kent y por NRM Ltda., Bracknell, Berks, Reino Unido.

Summary

Twenty-two taxa and five interspecific hybrids of *Leucaena*, grown together on a site in Honduras, were evaluated in terms of their potential value as tropical fodder crops. Content of crude protein, organic matter, acid detergent fiber, neutral detergent fiber, total tannins, and condensed tannins (proanthocyanidin), as well as in vitro digestibility, were estimated in dried leaf samples, and the accessions ranked according to each of these criteria. The relative palatability of 13 of the taxa and two of the hybrids was also assessed in a 'cafeteria' trial using fresh leaf material fed to sheep over an 18 day period. Protein, digestibility and palatability estimates, together with previously published yield data, were used to construct three indices of fodder potential, to allow direct comparisons between taxa. The most promising taxa according to these criteria include *L. shannonii* subsp. *shannonii*, *L. collinsii* subsp. *zacapaca*, and *L. multicapitula*, all of which achieved higher scores than the much better-known *L. leucocephala* subsp. *glabrata* in the index derived from CP and digestibility. When yield and palatability were included in the indices, the very high palatability of *L. leucocephala* gave it the highest score overall. The most unpromising taxa include *L. pulverulenta*, *L. trichandra*, *L. esculenta* (subsp. *esculenta* and subsp. *matudae*), and *L. greggii*.

Referencias

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Volume 1. 15a. edición. Arlington, VA, E.U. 1298 p.
- Austin, M. T.; Williams, M. J.; Hammond, A. C.; y Chambliss, C. G. 1991. Cattle preference ratings for eight *Leucaena* species in Florida. *Leucaena Research Reports* 12:109-110.
- Barry, T. N. y Manley, T. R. 1986. Interrelationships between the concentrations of total condensed tannin, free condensed tannin and lignin in *Lotus* sp. and their possible consequences in ruminant nutrition. *J. Sci. Food Agric.* 37:248-254.
- Brewbaker, J. L. 1975. "Hawaiian Giant" koa haole. Misc. Publication 125. Hawaii Agriculture Experimental Station.
- _____. 1980. What is "giant" *Leucaena*? *Leucaena Newsletter* 1:43-44.
- _____. 1983. Systematics, self-incompatibility, breeding systems, and genetic improvement of *Leucaena* species. En: *Leucaena Research in the Asian-Pacific Region. Proceedings of a workshop held in Singapore, 23-26 November 1982. International Development Research Centre (IDRC), Ottawa, Canadá.* 192 p.
- Colindres, I.; Allison, G.; y Belaunde, L. E. 1995. Estudio participativo: Uso de especies forestales por los pobladores del bosque seco de la zona sur (Choluteca, Valle, El Paraíso) de Honduras. Unpublished report to ODA. 142 p.
- Hagerman, A. E. 1987. Radial diffusion method for determining tannin in plant extracts. *J. Chem. Ecol.* 13(3):437-449.
- _____. y Butler, L. G. 1991. Tannins and lignins. Chapter 10 in: Rosenthal, G. A. y Berenbaum, M. R. (eds.). *Herbivores: Their interactions with secondary plant metabolites*, 2a. edición. Volume 1: The chemical participants. Academic Press.
- Harris, S. A.; Hughes, C. E.; Abbott, R. J.; e Ingram, R. 1994. Genetic variation in *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (Leguminosae: Mimosoideae). *Silvae Genet.* 43:159-167.
- Hellin, J. J. y Hughes, C. E. 1993. *Leucaena salvadorensis*: Conservation and utilisation in Central America. Serie Miscelánea de CONSEFORH no. 39-21/93. CONSEFORH, Siguatepeque, Honduras. 41 p.
- Hughes, C. E. 1991. Two new subspecies of *Leucaena* (Leguminosae: Mimosoideae) from Guatemala. *Kew Bull.* 46(3):547-557.
- _____. 1996. Systematics of *Leucaena* Benth. Unpublished D. Phil. thesis, University of Oxford.
- Hughes, C. E. y Harris, S. A. 1995. Systematics of *Leucaena*: Recent findings and implications for breeding and conservation. Proceedings of a workshop. Bogor, Indonesia, January 1994. ACIAR Proceedings no. 57. Edited by Shelton, H. M.; Piggins, C. M.; and Brewbaker, J. L. p. 54-65.
- Hutton, E. M. y Beattie, W. M. 1976. Field characteristics in three boxed lines of the legume *Leucaena leucocephala*. *Trop. Grassl.* 10:187-194.
- Jackson, F.; Barry, T. N.; Lascano, L.; y Palmer, B. 1996. The extractable and bound condensed tannin content of leaves from tropical tree, shrub and forage legumes. *J. Sci. Food Agric.* 71:103-110.
- Jones, R. J. y Bray, R. A. 1983. Agronomic research in the development of *Leucaena* as a pasture legume in Australia. En: *Leucaena Research in the Asian-Pacific Region. Proceedings of a workshop held in Singapore, 23-26 November 1982. International Development Research Centre (IDRC), Ottawa, Canadá.* 192 p.
- Kumar, R. y Singh, M. 1984. Tannins: Their adverse role in ruminant nutrition. *J. Agric. Food Chem.* 32:447-453.
- Mueller-Harvey, I. 1989. Identification and importance of polyphenolic compounds in crop residues. En: Chesson, A. Y. Ørskov, E.R. (eds.). *Physico-chemical characterisation of plant residues for industrial and feed use.* Elsevier Applied Science, Londres y Nueva York.
- NAS (National Academy of Sciences). 1977. *Leucaena*: Promising forage and tree crop for the tropics. Washington, D.C., E.U. 115 p.

- Norton, B. W.; Lowry, B.; y McSweeney, C. 1995. The nutritive value of *Leucaena* species. Proceedings of a workshop. Bogor, Indonesia, January 1994. ACIAR Proceedings no. 57. Edited by Shelton, H. M.; Piggan, C. M.; and Brewbaker, J. L. p. 103-111.
- Porter, L. J.; Hrstich, L. N.; y Chan, B. G. 1986. The conversion of procyanidins and prodelphinidins to cyanidin and delphinidin. *Phytochemistry* 25(1):223-230.
- Shelton, H. M. y Brewbaker, J. L. 1994. *Leucaena leucocephala* - the most widely used forage tree legume. En: Gutteridge, R. C. y Shelton, H. M. (eds.). Forage tree legumes in tropical agriculture. CABI, Wallingford, Reino Unido. 389 p.
- Shelton, H. M.; Piggan, C. M.; y Brewbaker, J. L. 1995. *Leucaena* - opportunities and limitations. Proceedings of a workshop held in Bogor, Indonesia, 24-29 January 1994. ACIAR Proceedings no. 57. 241 p.
- Stewart, J. L.; Dunsdon, A. J.; Hellin, J. J.; y Hughes, C. E. 1992. Wood biomass estimation of Central American dry zone species. Tropical Forestry Paper 26. Oxford Forestry Institute, University of Oxford, Reino Unido. 83 p.
- _____ ; _____ ; y Hughes, C. E. 1991. Early results from a *Leucaena* species/provenance trial in Honduras. *Leucaena Research Reports* 12:101-104.
- Tilley, J. M. A. y Terry, R. A. 1963. A two stage technique for *in vitro* digestion of forage crops. *J. Br. Grassl. Soc.* 18:104-111.
- Van Soest, P. J. 1963. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fibre and lignin. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 46(5):829.
- Waghorn, G. C.; Jones, W. T.; Shelton, I. D.; y McNabb, W. C. 1990. Condensed tannins and the nutritive value of herbage. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association* 51:171-176.
- Wheeler, R. A.; Norton, B. W.; y Shelton, H. M. 1995. Condensed tannins in *Leucaena* species and their implications for nutritive value. Proceedings of a workshop. Bogor, Indonesia, January 1994. ACIAR Proceedings no. 57. Edited by Shelton, H. M.; Piggan, C. M.; and Brewbaker, J. L. p. 112-118.