

Composición química, producción de gas *in vitro* y astringencia en el follaje de *Samanea saman* (Jacq.) Merrill

Chemical composition, *in vitro* gas production and astringency in the foliage of *Samanea saman* (Jacq.) Merrill

A. Ojeda¹, J.A. Barroso¹, N. Obispo², J.L. Gil² y R. Cegarra³

¹Instituto de Producción Animal, Facultad de Agronomía,
Universidad Central de Venezuela. Maracay 2101, Venezuela.
E-mail: ajojeda99@yahoo.com

²Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
Maracay, Aragua. Venezuela

³ Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Táchira. Venezuela

Resumen

Con el objetivo de determinar la composición química, la astringencia, la producción de gas y la degradabilidad ruminal *in vitro* de la fracción comestible de *Samanea saman*, durante el año 2009 se realizaron cinco muestreos (febrero, abril, mayo, junio y octubre) en plantas localizadas en un bosque semicaducifolio tropical en Venezuela. En cada muestreo se consideraron 10 plantas diferentes, cada una como una réplica evaluada en un diseño completamente aleatorizado. No hubo variación ($P > 0,05$) en la MO ($94,1 \pm 1,5\%$), la PC ($20,1 \pm 1,5\%$), la hemicelulosa ($17,5 \pm 3,7\%$), la celulosa ($10,5 \pm 2,5\%$), la lignina ($11,1 \pm 1,8\%$) y los fenoles totales ($2,8 \pm 1,1\%$). De mayo a octubre se observaron los mayores valores ($P < 0,05$) para la EE ($5,3 \pm 0,8\%$), la FND ($44,8 \pm 3,3\%$), la FAD ($16,7 \pm 1,9\%$) y el Ca ($1,3 \pm 0,2\%$); mientras que los taninos totales ($P < 0,05$) y condensados ($P < 0,01$) se elevaron en octubre ($3,75\%$ y $0,99\%$, respectivamente). La astringencia no se detectó de febrero a mayo y fue baja de junio a octubre ($0,4 \pm 0,2$ g Eat/100 g de MS). No hubo diferencias en los parámetros b ($0,04 \pm 0,01$ mL/h), T_0 ($1,2 \pm 0,2$ h) y $T^{1/2}$ ($21,3 \pm 3,3$ h), con la mayor producción potencial de gas en febrero ($63,3$ mL/g MS). La degradabilidad de la MO y de la FND se redujeron ($P < 0,05$) en abril ($44,7\%$ y $24,7\%$, respectivamente), sin diferencias para los meses restantes ($51,2 \pm 3,4\%$ y $37,7 \pm 3,3\%$, respectivamente). La biomasa comestible de *S. saman* puede ser empleada como una fuente de nutrientes en sistemas silvopastoriles, con una reducida participación de taninos condensados de baja actividad biológica, lo que supone un impacto positivo sobre el flujo de nitrógeno no amoniacal a partir del rumen.

Palabras clave: Digestibilidad, *Samanea saman*, taninos

Abstract

In order to determine the chemical composition, astringency, *in vitro* gas production and ruminal degradability of the edible fraction of *Samanea saman*, during 2009, five samplings (February, April, May, June and October) were conducted on plants located in a semideciduous tropical forest in Venezuela. In each sampling 10 different plants were considered, each as a replicate evaluated in a completely randomized design. OM ($94,1 \pm 1,5\%$), CP ($20,1 \pm 1,5\%$), hemicellulose ($17,5 \pm 3,7\%$), cellulose ($10,5 \pm 2,5\%$), lignin ($11,1 \pm 1,8\%$), and total phenols ($2,8 \pm 1,1\%$) did not show variations ($P < 0,05$). From May to October, the highest values ($P < 0,05$) of EE ($5,3 \pm 0,8\%$), NDF ($44,8 \pm 3,3\%$), ADF ($16,7 \pm 1,9\%$), and Ca ($1,3 \pm 0,2\%$) were observed; while total ($P < 0,05$) and condensed tannins ($P < 0,01$) increased in October ($3,75\%$ and $0,99\%$, respectively). Astringency was not detected from February to May, and had limited values from June to October ($0,4 \pm 0,2$ g Eta/100 g DM). No differences were observed in b ($0,04 \pm 0,01$ mL/h), T_0 ($1,2 \pm 0,2$ h) and $T^{1/2}$ ($21,3 \pm 3,3$ h) with the highest gas potential production in February ($63,3$ mL/g DM). The OM and NDF degradability was reduced ($P < 0,05$) in April ($44,7\%$ and $24,7\%$, respectively), without differences during the remaining months ($51,2 \pm 3,4\%$ and $37,7 \pm 3,3\%$, respectively). The edible biomass of *S. saman* could be used as a nutrient source in silvopastoral systems, with a low condensed tannin content of low biological activity, which causes a positive impact on the non-ammonia nitrogen flow from the rumen.

Key words: Digestibility, *Samanea saman*, tannins

Introducción

Samanea saman (samán, algarrobo, árbol de la lluvia o cenízaro) es una fabácea con fenología típica de las plantas deciduas, originaria de la América tropical y con presencia en África, el sureste asiático y el Pacífico (Durr, 2001). Se reconoce como una planta leñosa de valor forrajero, por su composición química y nutricional (García *et al.*, 2006) y, más recientemente, por sus propiedades funcionales de tipo antimicrobiano (Jagessar *et al.*, 2011). Al igual que ocurre en el resto de las fabáceas arbóreas, a menudo sus potencialidades son limitadas en los sistemas de pastoreo, debido a su menor tasa de crecimiento respecto a las poáceas dominantes, al riesgo de provocar timpanismo –por la elevada solubilidad de sus proteínas– y a la presencia de una variada gama de metabolitos secundarios (Ramírez-Restrepo y Barry, 2005; García y Medina, 2006).

En las condiciones del trópico seco, donde prevalecen los sistemas integrados basados en el ramoneo o la poda frecuente, el potencial de la fracción comestible de esta planta leñosa depende de factores genéticos y ambientales (Brewbaker *et al.*, 1982). Por ello es de particular importancia generar información acerca de las variaciones que puede mostrar, durante el año, el valor nutritivo de la fracción comestible de esta planta, lo que determinará, en buena medida, su potencial de integración en los sistemas sostenibles de silvopastoreo con rumiantes. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la evolución anual de la composición química, la astringencia, la producción de gas *in vitro* y la degradabilidad ruminal de la fracción comestible del follaje de *S. saman*, en un bosque seco tropical semicaducifolio de Venezuela.

Materiales y Métodos

Ubicación del ensayo. La experiencia se desarrolló de enero a octubre del 2009 en la Estación Experimental “San Nicolás” (8°49’58’’ N y 69°48’00’’ O) de la Universidad Central de Venezuela, localizada entre 133 y 140 msnm en una zona de bosque seco tropical, con 1 324 mm de precipitación (Pp), temperatura media de

Introduction

Samanea saman is a legume with typical phenology of deciduous plants, which originated in tropical America and is present in Africa, southeastern Asia and the Pacific (Durr, 2001). It is known as a forage ligneous plant, due to its chemical and nutritional composition (García *et al.*, 2006) and, more recently, because of its antimicrobial functional properties (Jagessar *et al.*, 2011). As in the other tree legumes, its potential is often limited in grazing systems, due to its lower growth rate as compared to the prevailing grasses, at the risk of causing tympanites –because of the high solubility of their proteins– and the presence of a wide range of secondary metabolites (Ramírez-Restrepo and Barry, 2005; García and Medina, 2006).

Under the dry tropic conditions, where integrated systems based on browsing or frequent pruning prevail, the potential of the edible fraction of this ligneous plant depends on genetic and environmental factors (Brewbaker *et al.*, 1982). For such reason, it is particularly important to generate information about the variations that can be shown, throughout the year, by the nutritional value of the edible fraction of this plant, which will determine to a large extent, its integration potential in sustainable silvopastoral systems with ruminants. The objective of this study was to evaluate the annual evolution of chemical composition, astringency, *in vitro* gas production and ruminal degradability of the edible fraction of the *S. saman* foliage, in a Venezuelan semideciduous tropical dry forest.

Materials and Methods

Essay location. The trial was conducted from January to October, 2009, at the Experimental Station “San Nicolás” (8°49’58’’ N and 69°48’00’’ W) of the Central University of Venezuela, located between 133 and 140 masl in a zone of tropical dry forest, with 1 324 mm of rainfall (Pp), mean temperature of $27,5 \pm 0,68^{\circ}\text{C}$, potential evapotranspiration of 1 892,5 mm and 83% of relative humidity. In the zone, three well-defined periods were apparent: dry (December-April, Pp = 124 mm), humid (May-November,

27,5 ± 0,68°C, evapotranspiración potencial de 1 892,5 mm y 83% de humedad relativa. En la zona se evidenciaron tres períodos bien definidos: seco (diciembre-abril, Pp = 124 mm), húmedo (mayo-noviembre, Pp = 1 200 mm) –incluido en este último– y muy húmedo (mayo-julio, Pp = 646 mm). Los suelos son de textura arcillosa fina mixta, no ácida e isohipertérmica, definidos por Abarca (2004) como Fluventic Haplustepts y Vertic Endoaquepts. El área experimental comprendió una superficie de 50 ha de un bosque semicaducifolio tropical, con bajo nivel de intervención antrópica.

Muestreo de la vegetación. La toma de muestras de follaje verde (foliolos, estructuras reproductivas y material leñoso) se efectuó cuando las plantas tenían una altura superior a 1,5 m y más de 5 años de edad, en el horario de las 8:00 a.m., en cinco ocasiones durante el año; se identificaron las fenofases predominantes (Fournier, 1974) en cada muestreo: febrero (senescencia foliar), abril (inicio de fructificación), mayo (brote de las hojas y desarrollo de la fructificación), junio (brote de las hojas y fructificación remanente) y octubre (desarrollo foliar). Las muestras comprendieron la fracción potencialmente disponible para el ramoneo por los vacunos; se colectó la biomasa localizada a una altura igual o inferior a 2 m, y se consideraron solo los tallos con un diámetro inferior a 6 mm (Muller-Dumbois y Ellemborg, 1974). Se utilizaron 10 plantas diferentes en cada muestreo y cada una se empleó como réplica en el análisis estadístico. Una vez colectadas las muestras se trasladaron al laboratorio y se preservaron bajo refrigeración (CO₂ en estado sólido), hasta su deshidratación a 40°C en estufa con ventilación forzada. Posteriormente, se molieron en un molino de martillos, con malla de 1 mm de diámetro de paso, y se preservaron en envases de color ámbar.

Análisis químico. Se determinaron los contenidos de proteína bruta (PB, N x 6,25), extracto etéreo (EE), calcio (Ca) y fósforo (P), por la técnica de la AOAC (1995). Las determinaciones de fibra en detergente neutro (FDN) y ácido (FDA), hemicelulosa, celulosa y lignina ácido

Pp = 1 200 mm) and –included in the latter- very humid (May-July, Pp = 646 mm). The soils have anon-acid, isohyperthermic mixed fine clay texture, defined by Abarca (2004) as Fluventic Haplustepts and Vertic Endoaquepts. The experimental area comprised a surface of 50 ha of a tropical semideciduous forest with low anthropic intervention.

Vegetation sampling. The sampling of green foliage (leaflets, reproductive structures and ligneous material) was conducted when the plants were taller than 1,5 m and older than 5 years, at 8:00 a.m., on five occasions throughout the year; the prevailing phenophases were identified (Fournier, 1974) in each sampling: February (leaf senescence), April (fructification onset), May (leaf emergence and development of fructification), June (leaf emergence and remaining fructification) and October (leaf growth). The samples comprised the potentially available fraction for browsing by cattle; the biomass located at a height equal to or lower than 2 m, and only the stems with a diameter lower than 6 mm were considered (Muller-Dumbois and Ellemborg, 1974). Ten different plants were used in each sampling and each one was used as replicate in the statistical analysis. Once the samples were collected, they were transferred to the laboratory and preserved in refrigeration (CO₂ in solid state), until their dehydration at 40°C in a forced-air oven. Afterwards, they were ground in a hammer mill, with 1 mm-diameter mesh, and they were preserved in amber flasks.

Chemical analysis. The contents of crude protein (CP, N x 6,25), ether extract (EE), calcium (Ca) and phosphorus (P), were determined by the technique of the AOAC (1995). The fiber determinations in neutral (NDF) and acid detergent (ADF), hemicellulose, cellulose and acid detergent lignin (ADL) were conducted according to the methodology proposed by Van Soest *et al.* (1991), with the addition of sodium sulfite to remove partially the tannin-protein complexes (Terril *et al.*, 1994). The quantification of total extractable phenols (TF) and tannins (TT) was carried out through the modified Folin-Ciocalteu method (Makkar, 2001), and the results

detergente (LAD) se efectuaron de acuerdo con la metodología de Van Soest *et al.* (1991), con la adición de sulfito de sodio para remover parcialmente los complejos taninos-proteína (Terril *et al.*, 1994). La cuantificación del total de fenoles (FT) y taninos (TT) extractables se realizó mediante el método de Folin-Ciocalteu modificado (Makkar, 2001), y los resultados se expresaron como equivalentes (Eat) de ácido tánico (Lab. Merck®). La fracción de taninos condensados extractables (TC) se determinó con el empleo de n-Butanol/HCl/Fe³⁺ (Porter *et al.*, 1986), y los resultados se expresaron como equivalentes de leucocianidinas (Eleu) en base seca.

Valoración de la astringencia. La astringencia, empleada como un indicador de la actividad biológica de los taninos, se estimó mediante el ensayo de difusión radial (Hagerman, 1987); los taninos extractables se evaluaron en 100 mg de muestra, incubados a 35°C durante 96 h, en cápsulas de Petri con solución base de agarosa (Sigma® A-6013/ Tipo I: Low EEO), en *buffer* de acetato y seroalbúmina bovina (Sigma® A-3350) como proteína de referencia. Se construyó una curva patrón con ácido tánico, y los resultados se expresaron en g Eat/100 g muestra en base seca.

Producción de gas y degradación ruminal in vitro. La producción *in vitro* de gas se midió mediante la técnica descrita por Mauricio *et al.* (1999), con el empleo de envases de vidrio de 168 cm³, a los que se adicionó 1 g de follaje deshidratado y molido, 90 mL de solución nutritiva (macro y microminerales), solución tampón de bicarbonato de sodio, así como 10 mL del inóculo ruminal colectado de vacas adultas (428 ± 13,1 kg PV) fistuladas en el rumen; estas pastaban en los potreros de gramíneas de mediana calidad (fundamentalmente *Cynodon nlemfuensis*) y se les suplementó con alimento concentrado a razón de 2 kg/animal/día (2,7%-N, 7,6%-cenizas, 37,2%-FDN y 15,6%-FDA). Se incubaron cuatro envases por cada réplica, a 39°C; la presión del gas se registró a las 3, 6, 9, 12, 16, 20, 24, 30, 36, 48, 60, 72 y 96 h, con un transductor de presión (Red Lion®, Modelo DP5-1/8 DIN) acoplado a un lector digital. El volumen

were expressed as equivalents (Eta) of tannic acid (Lab Merck®). The fraction of extractable condensed tannins was determined using n-Butanol/HCl/Fe³⁺ (Porter *et al.*, 1986), and the results were expressed as equivalents of leucocyanidins (Eleu) on dry basis.

Evaluation of astringency. Astringency, used as an indicator of the biological activity of tannins, was estimated through the radial diffusion assay (Hagerman, 1987); the extractable tannins were evaluated in 100 g of sample, incubated at 35°C during 96 h, on Petri dishes with agarose base solution (Sigma® A-6013/ Type I: Low EEO); on acetate and bovine serum albumin buffer (Sigma® A-3350) as reference protein. A pattern curve was built with tannic acid, and the results were expressed in g Eta/100 g sample on dry basis.

In vitro gas production and ruminal degradation. The *in vitro* gas production was measured through the technique described by Mauricio *et al.* (1999), using 168-cm³ glass flasks, to which 1 g of dehydrated and ground foliage, 90 mL of nutritional solution (macro-and microminerals), sodium bicarbonate buffer solution were added, as well as 10 mL of ruminal inoculum collected from adult cows (428 ± 13,1 kg LW) fistulated in the rumen; the cows grazed in paddocks with moderate quality grasses (mainly *Cynodon nlemfuensis*) and were supplemented with concentrate feed at a rate of 2 kg/animal/day (2,7%-N, 7,6%-ash, 37,2%-NDF and 15,6%-ADF). Four flasks were incubated for each replicate, at 39°C; the gas pressure was recorded at 3, 6, 9, 12, 16, 20, 24, 30, 36, 48, 60, 72 and 96 h, with a pressure transducer (Red Lion®, Model DP5-1/8 DIN) coupled with a digital reader. The gas volume (v; mL) was determined by means of the transformation of the pressure readings into volume (Mauricio *et al.*, 1999); while the parameters of the gas production kinetics were estimated with the application of an exponential model, developed by France *et al.* (1993), using the NLIN procedure from SAS (1994).

For each replicate four additional flasks were included that remained until 48 h, which were placed in an inverted bain-marie (4°C) to stop

de gas (V, mL) se determinó por medio de la transformación de las lecturas de presión a volumen (Mauricio *et al.*, 1999); mientras que los parámetros de la cinética de producción de gas se estimaron con la aplicación de un modelo exponencial, desarrollado por France *et al.* (1993), con el empleo del procedimiento NLIN de SAS (1994).

Por cada réplica se incluyeron cuatro envases adicionales que permanecieron hasta las 48 h, los cuales se colocaron en baño de maría inverso (4°C) para detener el proceso de fermentación; después su contenido se filtró en crisoles de vidrio con placas de porcelana porosa (poro #1), previamente pesados. El crisol y su contenido se deshidrataron a 105°C hasta alcanzar el peso constante, y por diferencia de peso se obtuvo la degradabilidad aparente de la materia orgánica (MOD) y de la FDN (FNDd), corregidas por la inclusión de tres envases sin muestra (blancos).

Diseño del experimento y análisis estadístico. Los resultados se sometieron a un análisis de varianza, de acuerdo con el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = m + A_i + e_{ij}, \text{ donde:}$$

Y_{ij} es la variable dependiente;

m es la media;

A_i el efecto debido a la fecha de muestreo; y e_{ij} el error residual.

El análisis estadístico se realizó mediante el procedimiento GLM (General Linear Models) del software estadístico SAS (SAS, 1994). En las variables que presentaron diferencias significativas ($P < 0,05$) las comparaciones entre medias se efectuaron mediante la prueba de Tukey, y el grado de asociación entre variables se estableció a través del coeficiente de correlación de Pearson.

Resultados y Discusión

En la tabla 1 se presentan los resultados correspondientes a la composición química y la astringencia de las muestras evaluadas. No se observó variación ($P > 0,05$) en los contenidos de MO ($94,1 \pm 1,5\%$), PC ($20,1 \pm 1,5\%$), hemicelulosa ($17,5 \pm 3,7\%$), celulosa ($10,5 \pm 2,5\%$), LAD ($11,1 \pm 1,8\%$) y FT ($2,8 \pm 1,1\%$). En general,

the fermentation process; afterwards, their content was filtered in glass crucibles with porous porcelain dishes (pore #1), previously weighed. The crucible and its content were dehydrated at 105°C until reaching constant weight, and through weight difference the apparent degradability of organic matter (OMd) and NDF (NDFd) was obtained, corrected by the inclusion of three flasks without sample (blank).

Experiment design and statistical analysis.

The results were subject to a variance analysis, according to the following model:

$$Y_{ij} = m + A_i + e_{ij}, \text{ where:}$$

Y_{ij} is the dependent variable;

m is the mean;

A_i the effect due to the sampling date; and

e_{ij} is the residual error.

The statistical analysis was done through the GLM (General Linear Models) procedure of the statistical software SAS (SAS, 1994). In the variables that showed significant differences ($P < 0,05$) the comparisons among means were made by Tukey's test, and the degree of association among variables was established through Pearson's correlation coefficient.

Results and Discussion

Table 1 shows the results corresponding to the chemical composition and astringency of the evaluated samples. No variation ($P < 0,05$) was observed in the contents of OM ($94,1 \pm 1,5\%$), CP ($20,1 \pm 1,5\%$), hemicellulose ($17,5 \pm 3,7\%$), cellulose ($10,5 \pm 2,5\%$), ADL ($11,1 \pm 1,8\%$), and TF ($2,8 \pm 1,1\%$). In general, these values were similar to the ones reported for the edible fraction of this species, when it grew under different environmental conditions (Conklin *et al.*, 1991; Pedraza *et al.*, 2003; García *et al.*, 2006); and to those of other tropical legumes (García and Medina, 2006).

The CP content was higher than that of natural and introduced tropical pastures (Minson, 1990), and was above the minimum needs of ruminants (7-8% on DB), for an optimum intake and ruminal functioning (Van Soest, 1994). The EE, NDF, ADF and Ca contents increased from May to October ($P < 0,05$); while those of TT

Tabla 1. Composición química (%) y astringencia (g Eat/100 g de MS).
Table 1. Chemical composition (%) and astringency (g Eat/100 g DM).

Indicador	Mes					EE±
	Febrero	Abril	Mayo	Junio	Octubre	
MO	96,43	93,41	92,41	94,05	94,28	2,0
PB	21,00	20,34	21,98	18,71	18,45	2,1
EE	3,01 ^b	4,37 ^a	4,45 ^a	5,56 ^a	5,92 ^a	1,5*
FND	41,72 ^a	38,15 ^b	47,04 ^a	46,35 ^a	40,94 ^a	5,1*
FAD	26,72 ^a	22,97 ^b	24,57 ^{ab}	27,43 ^a	28,15 ^a	2,9*
Hemicelulosa	13,00	15,18	22,47	18,92	12,79	5,0
Celulosa	13,31	9,39	7,69	9,33	12,91	3,3
LAD	8,94	9,77	12,18	13,47	11,15	2,5
Ca	0,48 ^b	1,20 ^a	1,35 ^a	1,08 ^a	1,50 ^a	0,2**
P	0,15 ^a	0,13 ^b	0,11 ^b	0,11 ^b	0,08 ^c	0,01*
FT	2,74	2,27	2,73	2,77	4,55	1,4
TT	2,09 ^b	1,68 ^b	2,12 ^b	2,16 ^b	3,75 ^a	1,3*
TC	0,28 ^b	0,25 ^b	0,22 ^c	0,52 ^b	0,99 ^a	0,2**
Astringencia	nd	nd	nd	0,26 ^b	0,50 ^a	0,1*

nd: no detectado

*P<0,05 ** P<0,01

estos valores fueron similares a los señalados para la fracción comestible de esta especie, cuando se desarrolló en diferentes condiciones ambientales (Conklin *et al.*, 1991; Pedraza *et al.*, 2003; García *et al.*, 2006); así como a los de otras fabáceas tropicales (García y Medina, 2006).

El contenido de PC fue superior al de los pastos tropicales naturales e introducidos (Minson, 1990), y se ubicó por encima de las necesidades mínimas de los rumiantes (7-8% en BS), para un óptimo consumo y funcionamiento ruminal (Van Soest, 1994). Los contenidos de EE, FND, FAD y Ca aumentaron de mayo a octubre (P<0,05); mientras que los de TT (P<0,05) y TC se incrementaron durante el mes de octubre. Respecto al P, las muestras mostraron su mayor contenido (P<0,05) en febrero (0,15%) y disminuyeron hasta 0,08% en octubre. No se detectó actividad biológica de los taninos de febrero a abril, aunque en junio y octubre se observó la capacidad de precipitar proteínas de estos metabolitos secundarios, con mayor actividad (P<0,05) durante el mes de octubre (0,50 g Eat/100 g de MS).

S. saman es referida como caducifolia, con una defoliación completa al cabo de uno a tres meses después de iniciada la época seca, y abun-

(P<0,05) and CT increased during October. With regards to P, the samples showed their highest content (P<0,05) in February (0,15%) and decreased to 0,08% in October. No biological activity of tannins was detected from February to April, although in June and October the protein-precipitating capacity of these secondary metabolites was observed, with higher activity (P<0,05) during October (0,50 g Eta/100 g DM).

S. saman is referred to as deciduous, with full defoliation two to three months after the beginning of the dry season, and abundant leaf growths at the onset of the rainy season (Durr, 2001); however, this phenological pattern can vary in areas where the dry season is not very marked (Janzen, 1982), such as the zone where this study was conducted. Thus, the species maintained a behavior of semideciduous plant, which allowed the NDF and ADF of the edible fraction to remain constant throughout the year, and decrease only during the transition period (April-May), when leaf growths prevailed in the biomass. During May to October, the cell wall showed a trend (P<0,11) to increase its lignification level (12,3 ± 1,16% ADL), which should be a factor to be considered in the nutritional evaluation of this foliage, due to the high negative correlation

dantes brotes foliares al inicio del periodo de lluvias (Durr, 2001); sin embargo, este patrón fenológico puede variar en áreas donde el periodo seco no sea tan marcado (Janzen, 1982), como en la zona donde se desarrolló el estudio. De este modo, la especie mantuvo un comportamiento de planta semicaducifolia, lo cual permitió que la FND y la FAD de la fracción comestible se mantuvieran constantes a través del año, y disminuyeran solo durante el periodo de transición sequía-lluvia (abril-mayo), cuando predominaron los brotes foliares en la biomasa. Durante mayo a octubre, la pared celular mostró una tendencia ($P < 0,11$) a incrementar su nivel de lignificación ($12,3 \pm 1,16\%$ LAD), lo cual debe ser un factor a considerar en la valoración nutricional de este follaje, debido a la alta correlación negativa entre LAD y el consumo voluntario en los rumiantes (Van Soest *et al.*, 1991).

La relación Ca:P varió desde 3,2:1 (febrero) hasta 18,8:1 (octubre), lo que demuestra la superioridad relativa del follaje de *S. saman* respecto a las gramíneas tropicales en cuanto al suministro de Ca, con valores ajustados a las necesidades estimadas para los vacunos de niveles medios de producción. Sin embargo, los valores de P ($0,12 \pm 0,03\%$) indicaron la necesidad de suplementación para cubrir las necesidades de dicho mineral, cuando se emplee este recurso (NRC, 2001).

No hubo variaciones en el contenido de FT ($2,8 \pm 1,1\%$); mientras que TT y TC presentaron una evolución similar en su comportamiento, con las mayores concentraciones ($P < 0,05$) en el mes de octubre (3,75 y 0,99%, respectivamente). Los valores de FT y TT se ubicaron dentro del rango señalado para esta especie (Durr, 2001; García *et al.*, 2006) y para otras plantas leñosas tropicales de valor forrajero (Valerio, 1994; García y Medina, 2006), aunque fueron inferiores a los de especies leñosas forrajeras de los géneros *Acacia* y *Erica* (Abdulrazak *et al.*, 2000; Hervás *et al.*, 2003). Estas variaciones han sido ampliamente reportadas no solo entre especies, sino también entre individuos de una misma especie, ya que en la síntesis de estos metabolitos influyen

between ADL and voluntary intake in ruminants (Van Soest *et al.*, 1991).

The Ca:P ratio varied from 3,2:1 (February) to 18,8:1 (October), which proves the relative superiority of the *S. saman* foliage as compared to tropical grasses regarding the supply of Ca, with values adjusted to the estimated needs for moderately productive cattle. Nevertheless, the P values ($0,12 \pm 0,03$) indicated the need of supplementation to cover the needs of such mineral, when this resource is used (NRC, 2001).

There were no variations in the content of TF ($2,8 \pm 1,1\%$); while TT and CT showed a similar evolution in their performance, with the highest concentrations ($P < 0,05$) in October (3,75 and 0,99%, respectively). The TF and TT values were within the range reported for this species (Durr, 2001; García *et al.*, 2006) and for other forage tropical ligneous plants (Valerio, 1994; García and Medina, 2006), although they were lower than those of forage ligneous species from the genera *Acacia* and *Erica* (Abdulrazak *et al.*, 2000; Hervás *et al.*, 2003). These variations have been widely reported not only among species, but also among individuals of the same species, because many factors influence the synthesis of these metabolites, such as: climate, soil fertility, tissue maturity degree and exposition to defoliators, etc. (Wood *et al.*, 1994).

The CT quantities were in the range considered as beneficial for ruminant nutrition, due to their capacity to reduce the risk of tympanites, control parasite infections and promote the non-ammonia nitrogen flow to the posterior tract (Makkar, 2001); however, they were lower than expected, if the TF levels and the reports for the foliage of different non-cultivated ligneous plants are considered (Frutos *et al.*, 2002; Melaku *et al.*, 2010). Although the reasons for the low CT values are not clear, this could have been due to the little sensitivity of the method used for the chemical analysis, as a consequence of a reduced participation of leucocyanidins in the chemical structure of the polyphenol fraction (Schofield *et al.*, 2001), or to a limited genetic fixation of the synthesis and vacuolar storage of CT, because the traditional

diversos factores, tales como: el clima, la fertilidad del suelo, el grado de madurez de los tejidos y la exposición a defoliadores, entre otros (Wood *et al.*, 1994).

Las cantidades de TC estuvieron en el rango considerado como beneficioso para la nutrición del rumiante, por su capacidad para reducir el riesgo de timpanismo, controlar las infecciones parasitarias y promover el flujo de nitrógeno no amoniacal al tracto posterior (Makkar, 2001); no obstante, fueron inferiores a lo que se esperaba, si se consideran los niveles de FT y lo informado para el follaje de diferentes plantas leñosas no cultivadas (Frutos *et al.*, 2002; Melaku *et al.*, 2010). Aunque no están claros los motivos de los bajos valores de TC, ello pudo deberse a la poca sensibilidad del método empleado para su análisis químico, como consecuencia de una reducida participación de leucocianidinas en la estructura química de la fracción de los polifenoles (Schofield *et al.*, 2001), o a una limitada fijación genética de la síntesis y almacenamiento vacuolar de TC, debido a que el manejo tradicional de estos bosques –bajo un esquema de pastoreo estacional– no promueve la interacción plantarumoneador (Launchbaugh *et al.*, 2001). La actividad biológica de los taninos (astringencia) varió en el transcurso del año, lo cual ha sido señalado como una consecuencia de las modificaciones metabólicas asociadas a los cambios fenológicos, que ocurren por la interacción de los factores genéticos y ambientales (Wood *et al.*, 1994). En las condiciones del presente estudio, *S. saman* debe considerarse un recurso forrajero con taninos de baja actividad biológica, por presentar astringencia inferior a 1 g Eat/100 g de MS (Hagerman, 1987).

Durante el mes de febrero, el follaje presentó la mayor ($P < 0,05$) producción potencial de gas (63,3 mL/g de MS), sin diferencias entre los restantes meses ($47,7 \pm 6,2$ mL/g de MS), como se observa en tabla 2. La degradabilidad de la MO y FND fue menor durante el mes de abril (44,7% y 24,7%, respectivamente), sin diferencias durante el resto de la evaluación ($51,2 \pm 3,4\%$ y $37,7 \pm 3,3\%$, respectivamente). No se observaron diferencias estadísticas entre los meses para

management of these forests –under a seasonal grazing system– does not promote the plant-browser interaction (Launchbaugh *et al.*, 2001). The biological activity of tannins (astringency) varied throughout the year, which has been pointed out as a consequence of the metabolic modifications associated to the phenological changes occurring due to the interaction of genetic and environmental factors (Wood *et al.*, 1994). Under the conditions of this study, *S. saman* should be considered a forage resource with tannins of low biological activity, for showing astringency lower than 1 g Eat/100 g DM (Hagerman, 1987).

During February, the foliage showed the highest ($P < 0,05$) gas potential production (63,3 mL/g DM), without differences among the other months ($47,7 \pm 6,2$ mL/g DM), as it is shown in table 2. The OM and NDF degradability was lower during April (44,7% and 24,7%, respectively), without differences during the remainder of the evaluation ($51,2 \pm 3,4\%$ and $37,7 \pm 3,3\%$, respectively). No statistical differences were observed among the months for *b* ($0,04 \pm 0,01$ mL/h), *To* ($1,2 \pm 0,2$ h) and $T^{1/2}$ ($21,3 \pm 3,3$ h). The parameters of *in vitro* gas production in ligneous plants, cited in literature, show widely variable ranges, with values for *a* (22-149 mL/g DM), *b* (0,02-0,06 mL/h), *To* (0,8-4,5 h) and $T^{1/2}$ (11-28 h), which show the effect of age and physiological status of the plant, the content of secondary metabolites and the environmental conditions, among others (Frutos *et al.*, 2002; Bakhawain, 2010).

The *in vitro* evaluation showed a lower nutritional value of the foliage during April. Although this behavior can not be completely explained through the chemical determinations of this study; Durr (2001) and García *et al.* (2009) referred to diverse secondary metabolites in the edible fraction of this species (saponins, alkaloids, trypsin inhibitors, sterols, phytic phosphorus and mimosine, among others), related –variably– to the limitations in nutrient availability and the microbial enzymatic activity at ruminal level and, consequently, to the nutritional evaluation of this resource (Launchbaugh *et al.*, 2001).

Tabla 2. Parámetros de la producción de gas *in vitro* y degradación ruminal.
Table 2. Parameters of *in vitro* gas production and ruminal degradability.

Parámetro	Mes					EE±
	febrero	abril	mayo	junio	octubre	
<i>a</i> (mL/g MS)	63,27 ^a	43,51 ^b	42,07 ^b	49,47 ^b	55,61 ^b	11,9*
<i>b</i> (mL/h)	0,03	0,05	0,03	0,03	0,05	0,02
<i>To</i> (h)	1,00	1,10	1,12	1,44	1,10	0,2
<i>T</i> _½ (h)	17,1	19,5	21,1	25,3	23,7	4,4
Degradabilidad 48 h (%)						
MO	55,17 ^a	44,73 ^b	48,42 ^a	52,74 ^a	48,35 ^a	5,5*
FND	38,80 ^a	24,73 ^b	34,28 ^a	41,75 ^a	36,13 ^a	8,7*

a: Producción potencial de gas, *b*: tasa de fermentación, *To*: tiempo empleado por lo microorganismos para colonizar *in vitro* el tejido de los follajes evaluados, *T*_½: tiempo medio de fermentación.

* $P < 0,05$

b ($0,04 \pm 0,01$ mL/h), *To* ($1,2 \pm 0,2$ h) y *T*_½ ($21,3 \pm 3,3$ h). Los parámetros de la producción de gas *in vitro* en plantas leñosas, citados en la literatura, presentan rangos ampliamente variables, con valores para *a* (22-149 mL/g DM), *b* (0,02-0,06 mL/h), *To* (0,8-4,5 h) y *T*_½ (11-28 h), los cuales muestran el efecto de la edad y el estado fisiológico de la planta, el contenido de metabolitos secundarios y las condiciones ambientales, entre otros (Frutos *et al.*, 2002; Bakhashwain, 2010).

La evaluación *in vitro* mostró un menor valor nutricional del follaje durante el mes de abril. Si bien este comportamiento no puede ser completamente explicado a través de las determinaciones químicas del presente estudio, Durr (2001) y García *et al.* (2009) refirieron diversos metabolitos secundarios en la fracción comestible de esta especie (saponinas, alcaloides, inhibidores de tripsina, esteroides, fósforo fítico y mimosina, entre otros), relacionados –en grado variable– con las limitaciones en la disponibilidad de nutrientes y la actividad enzimática microbiana a nivel ruminal y, consecuentemente, con la valoración nutricional de este recurso (Launchbaugh *et al.*, 2001).

En la tabla 3 se muestra la correlación entre las variables químicas y la valoración *in vitro* del follaje de *S. saman*. Se observó una relación negativa de la PC con los compuestos fenólicos (FT, TT y TC, $P < 0,01$) y el *T*_½ ($P < 0,05$). Esto, además de reafirmar la relación entre dichos

Table 3 shows the correlation between the chemical variables and the *in vitro* evaluation of the *S. saman* foliage. A negative relation was observed of CP to the phenolic compounds (TF, TT and CT, $P < 0,01$) and *T*_½ ($P < 0,05$). This, in addition to reaffirming the relation between such secondary metabolites and the nitrogen fraction of the foliage, reveals the importance of evaluating their potential adverse effects on the nitrogen metabolism of the animal and the ruminal fermentation rate (García *et al.*, 2009). The ADF, hemicellulose and cellulose showed a positive relation to the different tannin fractions ($P < 0,05$), particularly TF and TT, because of the participation of polyphenolic compounds as precursors of the multiple condensation reactions, required for the formation of some components of the cell wall (Hervás *et al.*, 2003).

An important relation of the phenolic compounds among themselves was observed, mainly CT to TF ($r = 0,95$; $P < 0,01$) and TT ($r = 0,92$; $P < 0,01$). Under the conditions of this evaluation, and before the little biological reactivity of the CT fraction, the little participation of protein-precipitable tannins in the *S. saman* foliage was proven, which is manifested in a limited presence of high molecular weight phenols (Makkar, 2001).

On the other hand, the absence of association among the tannin fractions and gas production parameters, and degradability, confirmed that –

Tabla 3. Coeficientes de correlación de la composición química, parámetros de la producción *in vitro* de gas y degradabilidad.
 Tabla 3. Correlation coefficients of chemical composition, *in vitro* gas production parameters and digestibility.

	MO	EE	FND	FAD	Hem	Cel	LAD	Ca	P	FT	TT	TC	a	b	To	T½	MOd	FNDd
PB	-0,17	-0,57	0,30	-0,64	0,68	-0,36	-0,33	-0,29	0,58	-0,79**	-0,81*	-0,83**	-0,25	-0,18	-0,52	-0,72*	-0,03	-0,30
MO		-0,46	0,00	0,51	-0,30	0,86*	-0,56	-0,60	0,48	0,37	0,38	0,12	0,95**	-0,13	-0,29	-0,41	0,74*	0,44
EE			-0,11	0,41	-0,35	-0,15	0,51	0,59	-0,62	0,55	0,55	0,46	-0,29	0,17	0,61	0,94**	-0,33	0,15
FND				0,33	0,84**	-0,27	0,54	-0,25	0,05	-0,35	-0,36	-0,23	0,05	-0,91**	0,37	0,18	0,66	0,75*
FAD					-0,25	0,61	0,28	-0,08	-0,43	0,75*	0,75*	0,75*	0,69	-0,27	0,27	0,49	0,63	0,35
Hem						-0,63	0,39	-0,21	0,30	-0,79*	-0,80*	-0,67	-0,34	-0,78*	0,22	-0,09	0,31	0,28
Cel							-0,57	-0,41	0,07	0,74*	0,74*	0,51	0,93**	0,28	-0,45	-0,25	0,44	0,30
LAD								0,51	-0,60	-0,04	-0,04	0,25	-0,46	-0,51	0,86*	0,58	0,02	0,44
Ca									-0,87*	0,25	0,24	0,48	-0,63	0,45	0,21	0,63	-0,55	-0,32
P										-0,60	-0,59	-0,80*	0,23	0,23	-0,32	-0,81*	0,36	-0,14
FT											0,96**	0,95**	0,56	0,43	-0,04	0,40	0,07	0,28
TT												0,92**	0,56	0,42	-0,02	0,40	0,07	0,28
TC													0,34	0,35	0,16	0,64	-0,03	0,32
a														-0,08	-0,32	-0,27	0,73	0,55
b															-0,55	-0,17	-0,44	-0,32
To																0,81*	0,15	0,43
T½																	-0,09	0,38
MOd																		0,86*

a: Producción potencial de gas, b: tasa de fermentación, To: tiempo empleado por los microorganismos para colonizar *in vitro* el tejido de los follajes evaluados, T½: tiempo medio de fermentación, MOd: degradabilidad (48 h) de la materia orgánica, FNDd: degradabilidad (48 h) de la fibra insoluble en detergente neutro

* P<0,05 ** P<0,01

Hem- Hemicelulosa

Cel- Celulosa

metabolitos secundarios y la fracción nitrogenada del follaje, revela la importancia de la evaluación de sus potenciales efectos adversos en el metabolismo nitrogenado del animal y la tasa de fermentación ruminal (García *et al.*, 2009). La FAD, la hemicelulosa y la celulosa mostraron una relación positiva con las diferentes fracciones de taninos ($P < 0,05$), particularmente FT y TT, debido a la participación de los compuestos polifenólicos como precursores de las reacciones de condensación múltiple, requeridas para la formación de algunos componentes de la pared celular (Hervás *et al.*, 2003).

Se observó una importante relación de los compuestos fenólicos entre sí, fundamentalmente TC con FT ($r = 0,95$; $P < 0,01$) y TT ($r = 0,92$; $P < 0,01$). En las condiciones de esta evaluación, y ante la poca reactividad biológica de la fracción de TC, se evidenció la reducida participación de los taninos que precipitan la proteína en el follaje de *S. saman*, lo que se manifiesta en una limitada presencia de fenoles de elevado peso molecular (Makkar, 2001).

Por otro lado, la ausencia de asociación entre las fracciones de los taninos y los parámetros de producción de gas, y la degradabilidad, confirmaron que –en el marco de este estudio– los metabolitos secundarios no ejercieron un peso decisivo en la valoración nutricional de la biomasa comestible de *S. saman*; el contenido de FNDd fue el de mayor importancia y presentó una elevada correlación ($r = 0,86$; $P < 0,01$) con la MOD.

Se concluye que la caracterización química, la astringencia, la producción de gas y la degradabilidad *in vitro* de la biomasa comestible de *S. saman*, que crecía en un bosque seco tropical semicaducifolio, demostraron el valor forrajero de esta planta perenne y evidenciaron su elevado potencial para ser incorporada en los sistemas silvopastoriles con rumiantes, como una importante fuente de nutrientes en períodos en los que se reduce el aporte de materia seca de las gramíneas. Se

in this study- secondary metabolites did not play a decisive role in the nutritional evaluation of the edible biomass of *S. saman*; the content of NDFd was the most important and showed high correlation ($r = 0,86$; $P < 0,01$) to the OMd.

It is concluded that the chemical characterization, astringency, gas production and *in vitro* degradability of the edible biomass of *S. saman*, which grew in a semideciduous tropical dry forest, showed the forage value of this perennial plant and proved its high potential to be incorporated in silvopastoral systems with ruminants, as an important nutrient source in periods in which the dry matter contribution of grasses is reduced. To conduct studies which include the design and evaluation of silvopastoral systems using the *S. saman* foliage is recommended.

Acknowledgement

The authors would like to thank the Scientific and Humanistic Development Council of the Central University of Venezuela for the financial support to conduct this research (Project CDCH N° PG-01-36-4995-2002).

--End of the English version--

recomienda realizar estudios que incluyan el diseño y la evaluación de los sistemas silvopastoriles con la utilización del follaje de *S. saman*.

Agradecimiento

Los autores desean expresar su agradecimiento al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela por el apoyo financiero para la realización de esta investigación (Proyecto CDCH N° PG-01-36-4995-2002).

Referencias bibliográficas

Abarca, O. 2004. Planificación del aprovechamiento de la tierra de las estaciones experimentales de la

- Universidad Central de Venezuela. Trabajo de Ascenso. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay. p. 43
- Abdulrazak, S.S. *et al.* 2000. Nutritive evaluation of some Acacia tree leaves from Kenya. *Anim. Feed Sci. Technol.* 85 (1):89
- AOAC. 1995. Official methods of analysis (16th ed.). Association of Official Analytical Chemist. Washington D.C., USA
- Bakhashwain, A.A. 2010. Nutritive value assessment of some Saudi Arabian foliages by gas production technique *in vitro*. *Met. Env. & Arid Land Agric. Sci.* 21 (1):65
- Brewbaker, J.L. *et al.* 1982. Nitrogen fixing tree resources: potentials and limitations. In: Biological nitrogen fixation technology for tropical agriculture. (Eds. P.H. Graham and S.C. Harris). CIAT. Cali, Colombia. p. 413
- Conklin, N.L. *et al.* 1991. Ranking twenty-two tropical browse species from Guanacaste, Costa Rica. *Turrialba*. 41 (5):615
- Durr, P.A. 2001. The biology, ecology and agroforestry potential of the raintree, *Samanea saman* (Jacq.) Merr. *Agrof. Syst.* 51 (3):223
- Fournier, L.A. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. *Turrialba*. 24 (4):422
- France, J. *et al.* 1993. A model to interpret gas accumulation profiles associated with *in vitro* degradation of ruminant feeds. *J. Theor. Biol.* 163(1):99
- Frutos, Pilar *et al.* 2002. Condensed tannin content of several shrub species from a mountain area in northern Spain, and its relationship to various indicators of nutritive value. *Anim. Feed Sci. Tech.* 95(3-4): 215
- García, D.E. & Medina, María G. 2006. Composición química, metabolitos secundarios, valor nutritivo y aceptabilidad relativa de diez árboles forrajeros. *Zootecnia Trop.* 24 (3):233
- García, D.E. *et al.* 2006. Composición química, factores antinutricionales potenciales y valor nutritivo de dos especies del género *Pithecellobium*. *Pastos y Forrajes*. 29:177
- García, D.E. *et al.* 2009. Caracterización químico-nutricional de forrajes leguminosos y de otras familias botánicas empleando análisis descriptivo y multivariado. *Avanc. Investig. Agrop.* 13(2): 25
- Hagerman, A.E. 1987. Radial diffusion method for determining tannin plant extracts. *J. Chem. Ecol.* 13(3):437
- Hervás, G. *et al.* 2003. Evolución anual del contenido de taninos del brezo (*Erica vagans*) y relación con otros parámetros indicativos de su valor nutritivo. *ITEA*. 99A(1):69
- Jagessar, R.C. *et al.* 2011. Selective antimicrobial properties of leaf extract of *Samanea saman* against *Candida albicans*, *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* using several microbial methods. *J. Americ. Sci.* 7 (3):108
- Janzen, D.H. 1982. Cenízero tree (*Leguminosae: Pithecellobium saman*) delayed fruit development in Costa Rican deciduous forests. *Amer. J. Bot.* 69(9):1269
- Launchbaugh, K.L. *et al.* 2001. Herbivore response to anti-quality factors in forages. *J. Range Manage.* 54(4):431
- Makkar, H.P.S. 2001. Quantification of tannins in tree foliage. A laboratory manual for the FAO/IAEA Coordinated Research Project on use of nuclear and related techniques to develop simple tannin assays for predicting and improving the safety and efficiency of feeding ruminants on tanniferous tree foliage. FAO/IAEA, Viena. p. 26
- Mauricio, R.M. *et al.* 1999. A semi-automated *in vitro* gas production technique for ruminant feedstuff evaluation. *Anim. Feed Sci. Techn.* 79 (4):321
- Melaku S. *et al.* 2010. Chemical composition, *in vitro* dry matter digestibility and *in sacco* degradability of selected browse species used as animal feeds under semi-arid conditions in Northern Ethiopia. *Agroforest. Syst.* 80 (2):173
- Minson, D.J. 1990. The chemical composition and nutritive values of tropical grasses. In: Tropical grasses. (Eds. P.J. Skerman and F. Rivers). FAO, Rome. p. 163
- Muller-Dumbois, D. & ElleMBERG, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons. New York, USA. p. 547

- NRC (National Research Council). 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th rev. ed. National Academy of Sciences. Washington, D.C., USA. p. 381
- Pedraza, R.M. *et al.* 2003. Nota técnica: Degradabilidad ruminal efectiva y digestibilidad intestinal *in vitro* del nitrógeno del follaje de leguminosas arbóreas tropicales. *Pastos y Forrajes*. 26:237
- Porter, L.J. *et al.* 1986. The conversion of procyanidins and prodelphinidins to cyanidin and delphinidin. *Phytochem*. 25 (1):223
- Ramírez-Restrepo, C. & Barry, T. 2005. Alternative temperate forages containing secondary compounds for improving sustainable productivity in grazing animals. *Anim. Feed Sci. Tech.* 120(3-4):179
- SAS. 1994. User's guide. 4th ed. Statistical Analysis System Institute, Inc. Cary, USA. p. 470
- Schofield, P. *et al.* 2001. Analysis of condensed tannins: a review. *Anim. Feed Sci. Technol.* 91 (19):21
- Terril, T.H. *et al.* 1994. Effect of drying method and condensed tannin on detergent fiber analysis of *Serica lespedeza*. *J. Sci. Food Agric.* 66 (3):337
- Valerio, Silvia. 1994. Contenido de taninos y digestibilidad *in vitro* de algunos forrajes tropicales. *Agroforestería en las Américas*. 1 (3):10
- Van Soest, P.J. 1994. Nutritional ecology of ruminants. 2nd ed. Cornell University Press. Ithaca, USA
- Van Soest, P.J. *et al.* 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74 (10):3583
- Wood, C.D. *et al.* 1994. Interspecies differences and variability with time of protein precipitation activity of extractable tannins, crude protein, ash, and dry matter content of leaves from 13 species of Nepalese fodder tree. *J. Chem. Ecol.* 20 (12):3149

Recibido el 2 de noviembre del 2011

Aceptado el 15 de febrero del 2012

IBERGECYT 2012

EVENTO INTERNACIONAL

GECYT, Empresa de Gestión del Conocimiento y la Tecnología, adscripta al Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente, CITMA, de la República de Cuba le invita a:

IBERGECYT 2012 Hotel Habana Libre, La Habana, Cuba

7, 8 y 9 de noviembre

IBERGECYT, es un evento organizado desde 1995 por GECYT, con el apoyo de prestigiosas instituciones académicas y del ámbito empresarial de Iberoamérica. Las temáticas que se discuten abarcan el nuevo conocimiento y las aplicaciones desarrolladas en relación con la gerencia de la ciencia y la tecnología. En su duodécima edición, además de mantener la temática de la gestión del conocimiento y sus diferentes derroteros, abre como foco importante los temas de la innovación abierta, sus diferentes dimensiones y agentes; la creación y gestión de las zonas de desarrollo y parques tecnológicos, con enfoque autóctono, integracionista y sustentable.

Temáticas que abordará IBERGECYT

1. Gestión del conocimiento: dimensión organizacional y económica, medición de intangibles, herramientas, redes sociales y empresas consultoras.
2. La innovación abierta, modelos y herramientas colaborativas.
3. Las políticas de gestión del conocimiento y la innovación con enfoque al desarrollo sustentable. La innovación social.
4. Las zonas de desarrollo tecnológico y su manejo efectivo.
5. El desarrollo local, planes estratégicos, redes de conocimiento y sustentabilidad.
6. Utilización inteligente de las tecnologías de la información y la gestión integrada.

Tipos de actividades que se desarrollarán en IBERGECYT

1. Sesiones de conferencias magistrales, donde se presentarán a nivel del estado del arte, aspectos seleccionados en estos campos.
2. Paneles y foros especializados para debatir la problemática de las aplicaciones de programas de gestión del conocimiento en el ámbito Iberoamericano.
3. Comisiones para presentación de las ponencias seleccionadas por el comité académico.
4. Presentación de nuevas publicaciones y sitios web.

Contactos:

Néstor del Prado Arza, Librada Taylor Martínez y Sara Artilles Visbal

Email: ibergecyt2012@gecyt.cu, www.gecyt.cu

Teléf.: 537- 203- 2491 y 537- 202-7920

Fax: 537- 204- 9664

Ing. Arlene Alvarez Rey

eventos1@cbtevent.cbt.tur.cu

Lic. Manuela González

comercial.eventos@excelenciastravel.com

Cuota de inscripción

Delegados y ponentes extranjeros: 220.00 CUC a la tasa de cambio del día.

Delegados y ponentes de entidades cubanas: 220.00 CUP.

Delegados y ponentes de empresas mixtas e instituciones extranjeras acreditadas en Cuba: 220.00 CUC.

La cuota de inscripción en el Evento cubre: participación en todas las actividades del programa, certificado, documentación técnica, refrigerio y almuerzo.