

Las plantaciones de guadua (*Guadua angustifolia* Kunth) y bambú (*Bambusa vulgaris* Wendland) de San Javier, estado Yaracuy, Venezuela. I. Aspectos climáticos y caída de hojarasca.

Guadua (*Guadua angustifolia* Kunth) and bamboo (*Bambusa vulgaris* Wendland) plantations in San Javier, Yaracuy state, Venezuela. I. Climate and litterfall

D. Marín Ch., Y. Guédez y L. Márquez de Hernández

Laboratorio de Ecología Agrícola. Instituto de Botánica Agrícola. Fac. Agronomía UCV. Maracay. Av. El Limón. Apartado 4579. Maracay, estado Aragua. Teléfono: 0243-5507098

Resumen

En el presente trabajo se caracterizó el clima del Campo Experimental de la Fundación DANAC (San Javier, estado Yaracuy, Venezuela), y se evaluó la caída mensual de hojarasca en las plantaciones de bambú (*Bambusa vulgaris*) y guadua (*Guadua angustifolia*), establecidas para atender la demanda por parte de artesanos del sector. Los valores promedio anuales de la precipitación, evaporación y temperatura del aire, según datos de los 18 años de registros disponibles (1988-2005), fueron respectivamente: 1362 ± 252 mm, 2071 ± 88 mm y $26,5 \pm 0,8^\circ\text{C}$. El clima se calificó como del tipo Awi' según la clasificación de Köppen. El bambú presentó una producción de hojarasca significativamente mayor que la de guadua ($17,67$ vs $9,02$ t.ha⁻¹.año⁻¹. $P < 0,01$). En ambas especies la caída de hojarasca fue continua a lo largo del año, pero con valores máximos en sequía para la guadua y durante la época de lluvias en el bambú. Las hojas representaron la mayor fracción de la hojarasca, con 54,6% en bambú y 57,1% en guadua.

Palabras clave: *Bambusa vulgaris*, *Guadua angustifolia*, caída de hojarasca, clima.

Abstract

Climatic characteristics in Experimental Campus of DANAC Foundation (San Javier, Yaracuy state, Venezuela), and litterfall of *Bambusa vulgaris* and *Guadua angustifolia* plantations, were studied. Annual mean values of rainfall, evaporation and air temperature, between 1988 and 2005, were 1362 ± 252 mm, 2071 ± 88 mm and $26.5 \pm 0.8^\circ\text{C}$, respectively. Climate was considered as Aw' type according to Köppen classification. Annual litterfall was significantly higher in *B. vulgaris* in relation to *G. angustifolia* (17.67 vs 9.02 t.ha⁻¹; $P < 0.01$). In both species, litterfall was continuous all the year but maximal values were founded in dry period for *Guadua* and for *Bamboo* in rainfall period. Leaves were the most important fraction in litterfall (54.6% in bamboo and 57.1% in *guadua*).
Key words: *Bambusa vulgaris*, *Guadua angustifolia*, litterfall, climate.

Introducción

Los bambúes incluyen las gramíneas más grandes del mundo. Son plantas perennes, macollantes o monopódicas, con rizomas bien desarrollados, que poseen cañas duras generalmente huecas, y crecen naturalmente bajo climas tropicales y templados, desde el nivel del mar hasta unos 4.000 m de altitud, entre los 46° LN y los 47° LS, con excepción de Europa y Asia Occidental (Judziewicz *et al.*, 1999). En América se han descrito 451 especies de bambúes pertenecientes a 41 géneros, distribuidos desde el sudeste de Estados Unidos hasta el sur de Chile (Londoño, 2001).

En Venezuela se citan 81 especies entre leñosas y herbáceas, que incluyen los géneros *Arthrostylidium*, *Atractantha*, *Aulonemia*, *Chusquea*, *Elytostachys*, *Guadua*, *Merostachys*, *Myriocladus*, *Neurolepis* y *Rhynchocladum*, *Bambusa*, *Arundo*, *Gynerium*, *Dendrocalamus* y *Phyllostachys* (Londoño, 1998, 2001; Infante, 2002). Las especies de bambú se localizan desde las zonas bajas

Introduction

Bamboos include the bigger gramineae around the world. They are perennial plants, cane stool or monopodium with well developed a rhizome, which possess hard canes, generally empty, and grows naturally under tropical and templates climates, from sea level until 4.000 m altitude, between 46° LN and 47° LS, with exception of Europe and Occidental Asia. In America has been described 451 bamboo species belonging to 41 genre, distributed from the southwest of the United States to the south of Chile (Londoño, 2001).

In Venezuela 81 species between woody and herbaceous, that includes genre like *Arthrostylidium*, *Atractantha*, *Aulonemia*, *Chusquea*, *Elytostachys*, *Guadua*, *Merostachys*, *Myriocladus*, *Neurolepis* and *Rhynchocladum*, *Bambusa*, *Arundo*, *Gynerium*, *Dendrocalamus* and *Phyllostachys* (Londoño, 1998, 2001; Infante, 2002). The bamboo species are located from low areas until the

hasta las montañas andinas, siendo los géneros *Guadua* y *Elytrostachys* más abundantes en tierras bajas, mientras que *Neurolepis* y *Chusquea* son más frecuentes en ambientes montanos (Judziewicz *et al.*, 1999).

El empleo de las Bambusoideae en nuestro país es restringido y se limita a la fabricación de instrumentos musicales de percusión típicos de la región de Barlovento (estado Miranda), palillos, juguetes y artículos decorativos o utilitarios de confección artesanal, además de su uso en la construcción de bohíos y muebles. No existe una producción sostenida del recurso y su empleo se basa fundamentalmente en la extracción de los culmos verdes o maduros, en poblaciones naturales que crecen cerca de los ríos, así como en unas pocas parcelas sembradas, generalmente sin control alguno.

Con el fin de aprovechar las condiciones naturales favorables para el cultivo de varias especies de bambú, así como el conocimiento tradicional existente en algunos centros poblados cercanos, la Fundación para la Investigación Agrícola DANAC y la Fundación Empresas Polar, adelantan programas de extensión agrícola en San Javier, estado Yaracuy. Tales actividades incluyen el mantenimiento de plantaciones experimentales de *Bambusa vulgaris* Wendland (bambú) y *Guadua angustifolia* Kunth (guadua), que proveen materia prima para la artesanía local y se emplean también en labores educativas y como apoyo para la investigación científica.

En el presente trabajo se realizó un análisis de las principales variables climáticas en el sector de San

Andean mountains, by being the genre *Guadua* and *Elytrostachys* more abundant in low lands, whereas *Neurolepis* and *Chusquea* are more frequent in mountain environments (Judziewicz *et al.*, 1999).

The use of Bambusoideae in our country is restricted and is limited to the percussion musical instrument fabrication, typical from Barlovento region (Miranda state), toothpicks, toys and decorative articles or crafts confection useful, besides of its use in the construction of huts and furniture. There is no a sustained production of resource and its employment is based on green or matures culms extraction, in natural populations growing close rivers, likewise in a few sowed plots, generally without any control.

With the purpose of taking advantage of favorable natural conditions for the cultivation of several bamboo species and the traditional knowledge existent in some close populated centers, the Fundacion para la Investigacion Agricola (DANAC) and the Polar Enterprises Foundation, carries out agricultural extension programs in San Javier, Yaracuy state. These activities includes the experimental plantations maintenance of *Bambusa vulgaris* Wendland (bamboo) and *Guadua angustifolia* Kunth (guadua), that offer raw material for the local craft and also they are used in educative tasks like support to the scientific research.

An analysis of the principal climatic variables in San Javier sector was accomplished in this paper and the actual contribution of *Guadua* and bamboo litterfall was estimated,

Javier y se estimó el aporte anual de hojarasca en las plantaciones de guadua y bambú antes mencionadas, con el fin de evaluar y comparar la importancia de ambas especies en la circulación de materia orgánica. La caída de hojarasca es parte esencial de la dinámica de los ecosistemas terrestres (Álvarez *et al.*, 1992), y su tasa de caída, expresada en función del área de terreno, es un índice de la productividad primaria aérea neta de las poblaciones y comunidades vegetales, que permite evidenciar la importancia de las especies en el reciclaje de nutrimentos y en el mantenimiento de la fertilidad del suelo.

Materiales y métodos

El trabajo se realizó en el Campo Experimental de La Fundación DANAC, parroquia San Javier, municipio San Felipe, estado Yaracuy, aproximadamente alrededor de los 10°21'45" LN y 68°39' LO, a una altura de 100 msnm. El terreno es plano y se encuentra ubicado en el valle medio del río Yaracuy, adyacente a la autopista Centro-occidental Rafael Caldera. El valle a su vez forma parte de la Depresión del Yaracuy, que es una fosa tectónica con predominio de rocas sedimentarias del Cuaternario, situada entre la Sierra de Aroa en el Noroeste y el Macizo de Nirgua en el Sureste (Cárdenas *et al.*, 2000).

Las parcelas de *Bambusa vulgaris* y de *Guadua angustifolia* fueron sembradas por personal de la Fundación DANAC en julio de 1997 y entre julio y agosto de 1999, respectivamente, en un área de 0,25 ha la primera y 1,5 ha la segunda. Ambas

with the purpose of evaluating and comparing the importance of both species in the organic matter circulation. Litterfall is an essential part of the terrestrial ecosystems dynamics (Álvarez *et al.*, 1992), and its fall rate, expressed as a function of the land area is an index of the net aerial primary productivity of populations and vegetable communities, that permits to evaluate the importance of species in the nutrients recycle and in the soil fertility maintenance.

Materials and methods

Essay was carried out at the Experimental Field of the DANAC Foundation, San Javier Parrish, San Felipe municipality, Yaracuy state, approximately around 10°21'45" NL and 68°39' WL, at a height of 100 msnm. Land is flat and is located in the medium valley of Yaracuy river closed to the Centro-Occidental Rafael Caldera. The valley takes part of the Yaracuy depression, which is a tectonic grave with predominance of sedimentary rocks of Quaternary, situated between the Sierra de Aroa in Nor-west and the Macizo de Nirgua in the South-East (Cardenas *et al.*, 2000).

The *Bambusa vulgaris* and *Guadua angustifolia* plots were sowed by the staff of DANAC Foundation in July 1997 and between July and August 1999, respectively, in an area of 0.25 ha the first one and 1.5 ha the second one. Both plots are separated by the Naranjal creek in front to the experimental field of the foundation, in the road that takes from San Ja-

parcelas se encuentran separadas por la quebrada Naranjal, frente al campo experimental de la fundación, en la carretera que conduce desde San Javier a Guarataro. La guadua se sembró con un distanciamiento de 4,5 m entre plantas y 5 m entre hileras para una densidad de 444 macollas.ha⁻¹, mientras que las cifras correspondientes al bambú fueron 3 y 4 m, respectivamente (833 macollas.ha⁻¹). No obstante, la mortalidad de esquejes por la sequía en la parcela de bambú fue de 70% (Fundación DANAC, 2003), mientras que la sobrevivencia de la guadua hasta abril de 2005 era de 90% (Piñuela, 2006; comunicación personal). En consecuencia, las densidades reales de las plantaciones para la época del experimento fueron 250 macollas.ha⁻¹ en bambú y 400 macollas.ha⁻¹ en guadua.

Los manchones con árboles, cercanos a las parcelas sembradas con bambusáceas, son relictos de la vegetación natural del sector, considerada como bosque semidecídúo según el Mapa de Vegetación de Venezuela (IGVSB-MARN, 2003). Entre las especies presentes se encontraron: *Triplaris felipensis* Wedd. (barrabás), *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. (caro-caro), *Pithecellobium saman* (Jacq.) Benth. (samán) y *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn, así como otras de rápido crecimiento que normalmente participan de etapas serales, como son *Guazuma ulmifolia* Lam. (guácimo) y *Cecropia peltata* L (yagrumo).

En general, los suelos de los valles de la cuenca media del río Yaracuy se consideran fértiles (Cárdenas *et al.*, 2000), como lo corrobora

vier to Guarataro. The Guadua was sowed with a distancing of 4.5 m between plants and 5 m between rows for a density of 444 bunch.ha⁻¹, whereas the numbers corresponding to bamboo were 3 and 4 m, respectively (833 bunch.ha⁻¹). However, cuttings mortality by drought in the bamboo plot was of 70% (DANAC Foundation, 2003), while the survival of Guadua until April 2005 was 90% (Piñuela, 2006; personal communication). As a consequence, the real densities of plantations for the time of experiment were 250 bunch.ha⁻¹ in bamboo and 400 bunch.ha⁻¹ in Guadua.

The patch with trees, closed to the plots sowed with bambusaceas, are inheritance of the natural vegetation of sector, considered like semi deciduous forest according to the Venezuelan Vegetation Map (IGVSB-MARN, 2003). Among the species presents were found: *Triplaris felipensis* Wedd. (barrabás), *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. (caro-caro), *Pithecellobium saman* (Jacq.) Benth. (saman) and *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn, likewise others of rapid growing that normally participates of seral stages, like *Guazuma ulmifolia* Lam. (guácimo) and *Cecropia peltata* L (yagrumo).

In general, soils of valleys of the medium basin of Yaracuy river are considered fertile (Cardenas *et al.*, 2000), as corroborates by the high vegetal agricultural activity of region. In the experimental area of the DANAC foundation, soils are deep, with variable textures from sandy clay loam until sandy loam, with phenols of organic matter between 2

la gran actividad agrícola vegetal de la región. En el área experimental de la Fundación DANAC los suelos son profundos, con texturas variables desde franco arcillo arenosas hasta franco arenosas, con tenores de materia orgánica comprendidos entre 2 y 2,6%, valores de pH de 6 a 8, y con altos niveles de Ca y K pero pobres en P (Fundación DANAC, 2003). Algunos sectores han sido clasificados como Aquic Ustropept (Marcano *et al.*, 1997; Marcano y Landínez, 1997), y otros como Typic Argiaquoll (Torres *et al.*, 2003). La parcela ocupada por bambú se considera Fluventic Eutropepts (Pérez, 1986).

A partir de marzo de 2006 y por doce meses consecutivos, se efectuaron muestreos para estimar la caída de hojarasca, mediante el empleo de 14 cestas rectangulares de 0,35 m² de área (0,80 x 0,44 m por lado) y 10 cm de profundidad, construidas con malla plástica de 1 mm de poro (Álvarez *et al.*, 1992). Los muestreos se efectuaron entre los días 15 y 20 de cada mes. Siete cestas habían sido colocadas de manera regular entre las hileras bajo el dosel de la parcela de bambú y siete bajo el de guadua en febrero de 2006. En cada muestreo el material se retiraba cuidadosamente eliminando tanto las hojas y tallos procedentes de otras especies vecinas a las macollas, así como cualquier organismo animal que pudiera encontrarse. La hojarasca de guadua y bambú se colocaba en bolsas de papel debidamente identificadas y se trasladaba al Laboratorio de Ecología Agrícola, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay, donde se secaba en estufa hasta peso

and 2.6%, values of pH of 6 to 8, and with high levels of Ca and K but poor in P (DANAC Foundation, 2003). Some authors have been classified like Aquic Ustropept (Marcano *et al.*, 1997; Marcano and Landínez, 1997), and others like Typic Argiaquoll (Torres *et al.*, 2003). Plot occupied by bamboo is considered Fluventic Eutropepts (Pérez, 1986).

From March 2006 and during twelve consecutive months, samplings were made for estimating the litterfall, by the use of 14 rectangular baskets of 0.35 m² of the area (0.80 x 0.44 m by side) and 10 cm depth, constructed with plastic mesh of 1 mm pore (Álvarez *et al.*, 1992). Samplings were made between days 15 and 20 of each month. Seven baskets have been placed in a regular way between rows under canopy of bamboo plot and seven under Guadua in February 2006. In each sampling the material was carefully eliminated both the leaves and stems came from other closed species to cane bunch, likewise any animal organism that could be found. Guadua and bamboo litterfall was placed into paper bags properly identified and it was moved to the Agricultural Ecology Laboratory, Agronomy Faculty, Universidad Central de Venezuela, Maracay, in where it was dried in an oven until constant weight, during a minimum time 72 h, temperature of 70°C.

Once dried, the recollected material was separated in leaves, stems, and cauline leaves, which were weighed in an electronic precision balance. The total litterfall values by specie and those corresponding to fractions before cited were compared

constante, por un tiempo mínimo de 72 h a una temperatura de 70°C.

Una vez seco, el material recolectado se separaba en hojas, tallos y hojas caulinares, las cuales se pesaron en una balanza electrónica de precisión. Los valores de hojarasca total por especie y los correspondientes a las fracciones antes mencionadas, se compararon en cuanto a sus cambios temporales mediante pruebas de t de student. Así mismo se correlacionaron con factores climáticos y con información sobre el manejo de las parcelas, suministrada por el Programa Agroforestal, Fundación Polar. Para estimar posibles diferencias en la distribución de las raíces, en junio de 2006 se efectuó un muestreo con barrero y cinco repeticiones alrededor de las macollas de cada especie, entre la superficie del suelo y 80 cm de profundidad. Las muestras fueron trasladadas a Maracay para separar las raíces mediante el empleo de un tamiz de 2 mm de poro. Con base en el volumen del barrero (318 cm³) y el peso seco de las muestras, se expresaron los resultados como densidad de raíces en kg.m⁻³.

Los datos climáticos del sector proceden de los registros que durante 18 años (1988-2005), se han recolectado en la estación meteorológica El Naranjal, situada en el campo experimental de la Fundación DANAC, a unos 200 m del sitio experimental. Mediante análisis de correlación, se evaluaron las tendencias de los cambios anuales de precipitación, evaporación y radiación incidente; así como de las temperaturas máximas y mínimas del aire. El balance hídrico se expresó con base en los cocientes de

in relation to its temporal changes through t tests of student. Likewise, they were correlated with climatic factors and with information on the plot management, given by the Agro forest Program, Polar Foundation. For estimating possible differences in the roots distribution, in June of 2006 a sampling with auger and five replicates around bunch in each species was made, between the soil surface and 80 cm depth. Samples were moved to Maracay for separating roots by the use of a sieve of 2 mm of pore. Based on the auger volume (318 cm³) and the dry weight of samples, results were expressed like rots density in kg.m⁻³.

Climatic data sector comes from registration that during 18 years (1988-2005), has been collected in the methodological station "El Naranjal", situated in the experimental field of DANAC Foundation, to 200 m of the experimental area. Through the correlation analysis, tendencies of rainfall, evaporation and radiation annual changes were evaluated, likewise the maximum and minimum air temperatures. The water balance was expressed based on rainfall and evaporation quotients (P/E), and the rainfall and potential evapotranspiration (P/ETP), being calculated the last one as the product of the evaporation x 0.8 according López and Mathison (1967). Quotient values P/ETP inferior to 0.50 showed water deficit, whereas the interval of 0.50 to 0.75 suggested moisture adequate levels and those of 0.75 to 1.50 optimum conditions for the vegetal growth.

precipitación y evaporación (P/E), y de precipitación y evapotranspiración potencial (P/ETP), calculándose ésta última como el producto de la evaporación x 0,8 según López y Mathison (1967). Valores del cociente P/ETP menores de 0,50 indicaron déficit hídrico, mientras que el intervalo de 0,50 a 0,75 sugirió niveles adecuados de humedad y el de 0,75 a 1,50 condiciones óptimas para el crecimiento vegetal.

Resultados y discusión

Caracterización del clima de la estación

Los valores promedio anuales de la precipitación, evaporación y temperatura del aire, fueron respectivamente: 1362 ± 252 mm, 2071 ± 88 mm y $26,5 \pm 0,8^\circ\text{C}$; los coeficientes de variación (CV) de los valores promedios fueron 18,5%, 4,2% y 3%, respectivamente. Los cambios en la lluvia y evaporación anuales durante el lapso en consideración se presentan en la figura 1. El valor máximo de precipitación correspondió a 1999 cuando cayeron 2039 mm, y el más bajo a 1997 con sólo 994 mm, lo cual equivale a una variación de 51,3% entre los extremos. En el mismo intervalo, la evaporación anual fluctuó entre 2290 y 1940 mm en 1988 y 1999, respectivamente, con una amplitud de variación de 15,3%. Se observaron ligeras tendencias al incremento de las precipitaciones y al descenso de la evaporación en función del tiempo, siendo significativa la correlación sólo en el segundo caso, donde hubo una menor dispersión de los datos ($r=0,65$; $P<0,01$). (figura 1).

Results and discussion

Characterization of the station climate

The annual mean values of the rainfall, evaporation and air temperature, were respectively: 1362 ± 252 mm, 2071 ± 88 mm and $26.5 \pm 0.8^\circ\text{C}$; the variation coefficients (VC) of the mean values were 18.5%, 4.2% and 3%, respectively. Changes in rainfall and annual evaporation during the consideration time are shown in figure 1. The maximum value of rainfall was in 1999 when 2039 mm were registered, and the lower was in 1997 with only 994 mm, which is equivalent to one variation of 51.3% between the extremes. In the same interval, the annual evaporation fluctuated between 2290 and 1940 mm in 1988 y 1999, respectively, with variation amplitude of 15.3%. Light tendencies to the rainfall increase and to the decrease of evaporation as a function of time were observed, by being significant the correlation only in the second case, in where there was a little data dispersion ($r=0.65$; $P<0.01$). (figure 1).

When values were expressed in the quotient terms between rainfall and evaporation (P/E, figure 2), also suggested an improvement on the water balance, although there was not statistically significant ($r=0.45$), that answer more to the evaporation than to the rainfall increase, although these two last variables are related among them in an inverse way (figure 3; $r= 0.55$; $P<0.05$). The averaged quotient P/E in the evaluation time of climatic registers in the "El Naranjal" station was of

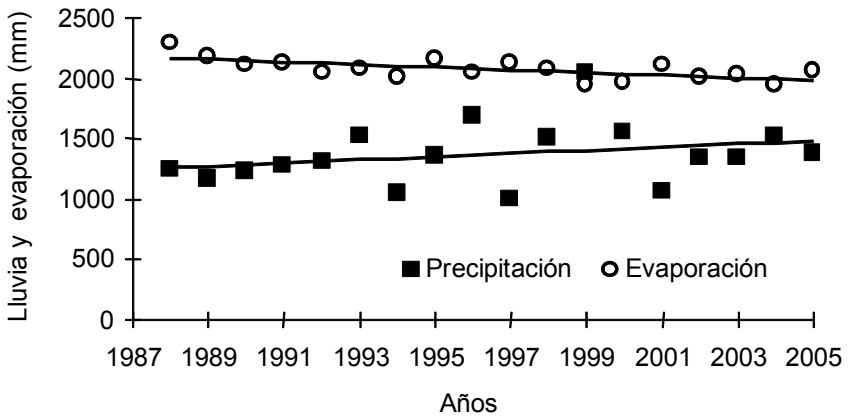


Figura 1. Precipitación y evaporación totales anuales entre 1988 y 2005 en San Javier, Yaracuy.

Figure 1. Rainfall and annual total evaporation between 1988 and 2005 San Javier, Yaracuy.

Cuando los valores se expresaron en términos del cociente entre precipitación y evaporación (P/E, figura 2), también sugirieron un mejoramiento del balance hídrico, aunque no estadísticamente significativo ($r=0,45$), que respondió más al descenso de la evaporación que al aumento de las lluvias, aunque estas dos últimas variables se relacionaron entre si de manera inversa (figura 3; $r=0,55$; $P<0,05$). El cociente P/E promediado en el lapso de evaluación de los registros climáticos en la estación El Naranjal fue de $0,67\pm 0,15$ con un máximo de 1,05 en 1999 y un mínimo de 0,47 en 1997, que fue el año más seco de la serie. A su vez, la disminución de la evaporación entre 1988 y 2005 parece relacionarse con un descenso significativo en la radiación de onda corta incidente (figura 4), la cual se redujo en valores extremos del promedio diario desde 442 a

$0,67\pm 0,15$ with a maximum of 1.05 in 1999 and a minimum of 0.47 in 1997, which was the drier year of serial. At the same time, the diminishing of the evaporation between 1988 and 2005 seems to be related with a significant decrease in the radiation of short wave (figure 4), which was reduced in extreme values of the daily average from 442 to 242 $\text{cal.cm}^{-2}.\text{min}^{-1}$ in 1990 and 2004, respectively. By considering the staff opinion of the climatic station about the good functioning of equipment, the radiation decreases in agricultural activities causes could be located, and probably, the agricultural ones are included, but this escaped from the objectives of this research. In Australia, Roderick and Farquhar (2002) a tendency to the evaporation decrease has been reported for the last 50 years, related to a decreasing on the incident radiation caused by increases in the

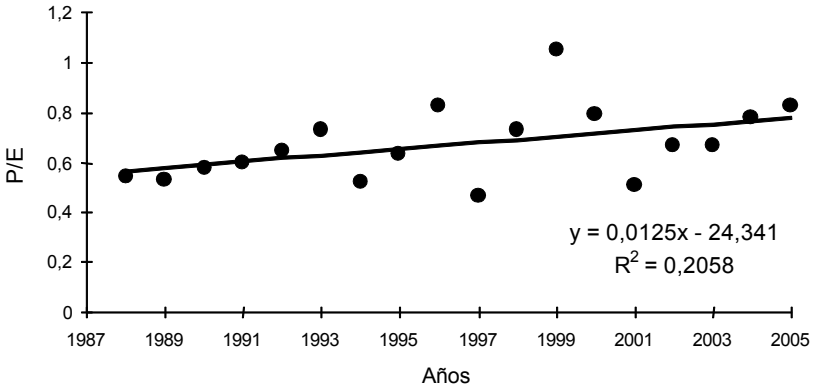


Figura 2. Tendencia del cociente precipitación/evaporación (P/E) en San Javier, estado Yaracuy, entre 1988 y 2005.

Figure 2. Tendency of quotient rainfall/evaporation (P/E) in San Javier, Yaracuy state, between 1988 and 2005.

242 cal.cm⁻².min⁻¹ en 1990 y 2004, respectivamente. Considerando la opinión del personal encargado de la estación climática acerca del buen mantenimiento de los equipos, se podría

cloudiness and aerosols concentration; whereas Auffhammer *et al.* (2006), warned about the combination of glasshouse gases and condensed dark clouds around

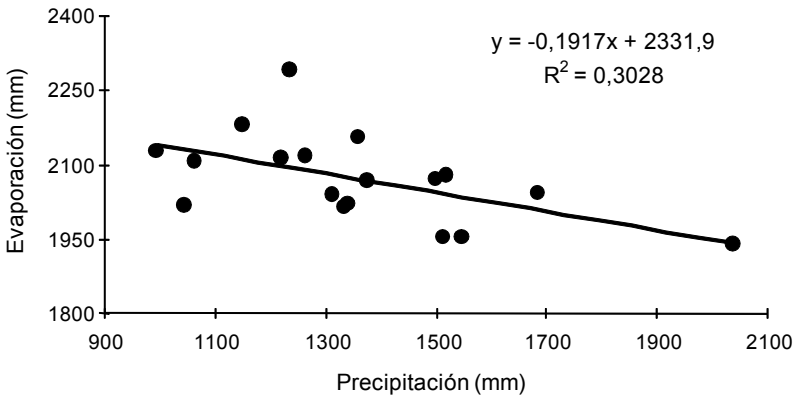


Figura 3. Relación entre la evaporación y precipitación anuales en San Javier, estado Yaracuy, entre 1988 y 2005.

Figure 3. Relationship between the evaporation and annual rainfall in San Javier, Yaracuy state, between 1988 and 2005.

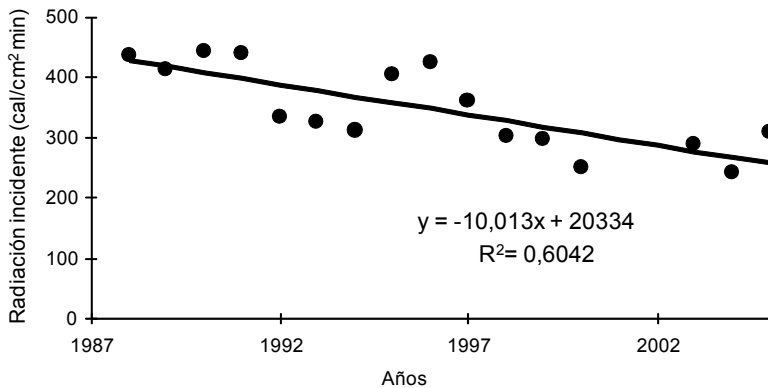


Figura 4. Radiación media diaria incidente en San Javier, estado Yaracuy, entre 1988 y 2005.

Figure 4. Incident daily mean radiation in San Javier, Yaracuy state, between 1988 and 2005.

ubicar las causas de la disminución de la radiación en actividades regionales que probablemente incluyen las agrícolas, pero ello escapó a los objetivos del presente estudio. En Australia, Roderick y Farquhar (2002) han reportado para los últimos 50 años, una tendencia a la disminución de la evaporación, relacionada con un decrecimiento de la radiación incidente a causa de aumentos en la nubosidad y concentración de aerosoles; mientras que Auffhammer *et al.* (2006), advirtieron que la combinación de gases invernadero y de nubes oscuras condensadas alrededor de aerosoles, ha disminuido la producción de arroz en la India.

Por otra parte, los cambios en la temperatura máxima y mínima del aire entre 1988 y 2005, se muestran en la figura 5. Se observó una ligera tendencia lineal decreciente en los valores de ambas temperaturas, pero más marcada en la mínima, cuyo co-

aerosols, have diminish the rice production in India.

On the other hand, changes on maximum and minimum temperature of air between 1988 and 2005, are shown in figure 5. A light decreasing lineal tendency was observed in values of both temperatures, but more marked at minimum, whose correlation coefficient ($r=0.55$) was significant ($P<0.05$). The decrease of temperature values in 1999 agreed with the higher rainfalls occurred in that year. Daily mean thermic oscillation did not showed important changes and kept a mean value of $8.8\pm 0.5^{\circ}\text{C}$. Decrease on minimum air temperature, agreed with decreasing tendencies of evaporation and radiation before mentioned, and it was influenced by the low values of mean minimum temperatures corresponding to 1999 (19.7°C), 2004 (19.6°C) and 2005 (21.4°C).

Tendencies found in this

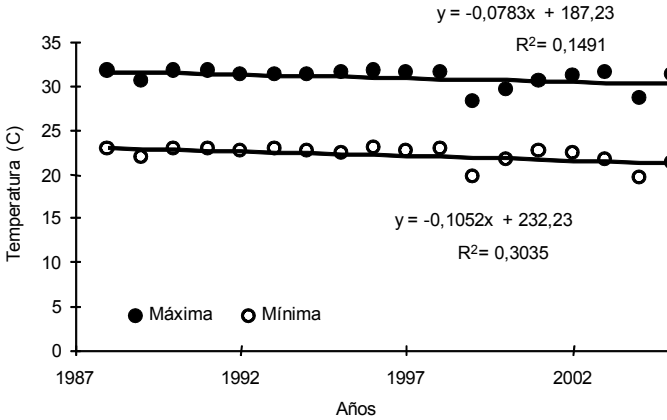


Figura 5. Temperaturas máxima y mínima del aire en San Javier, estado Yaracuy, entre 1988 y 2005.

Figure 5. Air maximum and minimum temperatures in San Javier, Yaracuy state, between 1988 and 2005.

eficiente de correlación ($r=0,55$) fue significativo ($P<0,05$). La disminución de los valores de temperatura en 1999 coincidió con las altas precipitaciones ocurridas en ese año. La oscilación térmica media diaria no mostró cambios importantes y mantuvo un valor promedio de $8,8\pm 0,5^{\circ}\text{C}$. La disminución de la temperatura mínima del aire, concordó con las tendencias decrecientes de la evaporación y de la radiación antes señaladas, y estuvo influenciada por los bajos valores de las temperaturas mínimas medias correspondientes a 1999 ($19,7^{\circ}\text{C}$), 2004 ($19,6^{\circ}\text{C}$) y 2005 ($21,4^{\circ}\text{C}$).

Las tendencias encontradas en este estudio contradicen parcialmente las planteadas en la Primera Comunicación Nacional en Cambio Climático de Venezuela (MARN, PNUD, FMMA, 2005), según las cuales las temperaturas máximas al norte del río Orinoco han disminuido aun-

research partially contradict those cited in the First National Communication in Climatic Change of Venezuela (MARN, PNUD, FMMA, 2005), according to which the maximum temperatures to the north of Orinoco river gave diminishing between 1958 and 2002 (even not in a significant way), whereas the minimum temperatures has significant increase at a reason of $0.37^{\circ}\text{C}/10$ years; the same report pointed out in 63 of 94 stations with pluviometric registrations of 49 years (1950-1998), there was tendencies to the decrease on the annual rainfall independently of the same was significant or not; since 1975 the extreme events have increased on rainy time. The availability of climatic data of San Javier only from 1988, likewise the unknowing of the precise location of stations cited on the report, in which temporal climatic changes

que no significativamente entre 1958 y 2002, mientras que las temperaturas mínimas han aumentado significativamente a razón de $0,37^{\circ}\text{C}/10$ años; el mismo informe señaló que en 63 de 94 estaciones con registros pluviométricos de 49 años (1950-1998), hubo tendencias a la disminución de la lluvia anual independientemente de que la misma fuese o no significativa, al tiempo que desde 1975 han aumentado los eventos extremos en la época lluviosa. La disponibilidad de datos climáticos de San Javier sólo desde 1988, así como el desconocimiento de la ubicación precisa de las estaciones citadas por el informe, en las cuales no se detectaron cambios temporales en las lluvias o hubo tendencias crecientes, impidió hacer una mejor comparación de los resultados. Gutiérrez *et al.* (2006), han señalado con base en la metodología de procesos sinópticos objetivos, que utiliza información de los patrones de circulación atmosféricos en diferentes alturas, que en Venezuela entre 1978 y 1999 los eventos con precipitaciones abundantes asociados con patrones poco comunes, han adquirido un carácter más intenso, mientras que las sequías han disminuido su incidencia en comparación con el período 1956-1977. Los autores reconocen que en el país hay una gran variabilidad espacial de las precipitaciones, asociada a eventos extremos.

La alternancia de épocas de lluvia y sequía juega un papel muy importante en los aspectos fenológicos de la vegetación en ambientes tropicales, afectando la caída y renovación del follaje. Por ello, en la figura 6 se muestra la distribución mensual de las pre-

were undetected in rainfalls or there was increases tendencies, impeded to make a better comparison of results. Gutiérrez *et al.* (2006), have pointed out being based on the methodology of the objective synoptic processes, that uses information of circulation atmospheric patterns in different heights, that in Venezuela between 1978 and 1999 the events with abundant rainfalls related to few common patterns, have acquired a more intense character, whereas droughts have decreased its incidence on the comparison with period 1956-1977. Authors recognize that in country there is a high spatial variability of rainfalls, related to extreme events.

The alternancy of rainy periods and droughts play an important role in the phenological aspects of vegetation in tropical environments, by affecting the foliage falls and renovation. For that, in figure 6 it is shown the monthly distribution of the rainfalls, the potential evapotranspiration (PET) and the quotient P/PET, with the purpose of limiting the rain and drought times. In the same figure the mean values and the bars of standard deviation of monthly rainfall are shown.

The monthly rainfall exceed 100 mm between April and November, being May, July and September the months with higher rainfall, with mean values of 163, 180 and 161 mm, respectively, while March was the dried month with only 21 mm (figure 6). If months considered as rainy ones are those in which the quotient P/PET is higher than 0.50, the rainy period would extended from May to

precipitaciones, la evapotranspiración potencial (ETP) y el cociente P/ETP, a objeto de delimitar las temporadas húmeda y seca. En la misma figura se indican los valores medios y las barras de desviación estándar de la lluvia mensual.

La precipitación mensual superó los 100 mm entre abril y noviembre, siendo mayo, julio y septiembre los meses más lluviosos, con valores promedios de 163, 180 y 161 mm, respectivamente, mientras que marzo fue el mes más seco con sólo 21 mm (figura 6). Si se consideran como lluviosos aquellos meses en los cuales el cociente P/ETP es mayor a 0,50, la temporada húmeda se extendería de mayo a diciembre y la de sequía de enero a marzo, siendo abril un mes de transición. Como es lógico, los coeficientes de variación de los promedios mensua-

December and drought from January to March, being April a transition month. As logically, the variation coefficients of rainfall monthly averages were inferior to the rainy time, when they fluctuated between 31 and 56%, in comparison to the drought time when they oscillated between 96 and 184%, by indicating a little predictable behavior. In the considered serial the monthly rainfalls more abundant corresponding to April 1999 (470.9 mm), followed by February 2005 (422.9 mm), July 1995 (403.8 mm) and December 1999 (361.7 mm). It is possible to point out that in 1999, between April and December, there was nine months of annual rainfall means superior to 130 mm, and rainy time was prolonged until January 2000, when it was 316.4 mm. Monthly

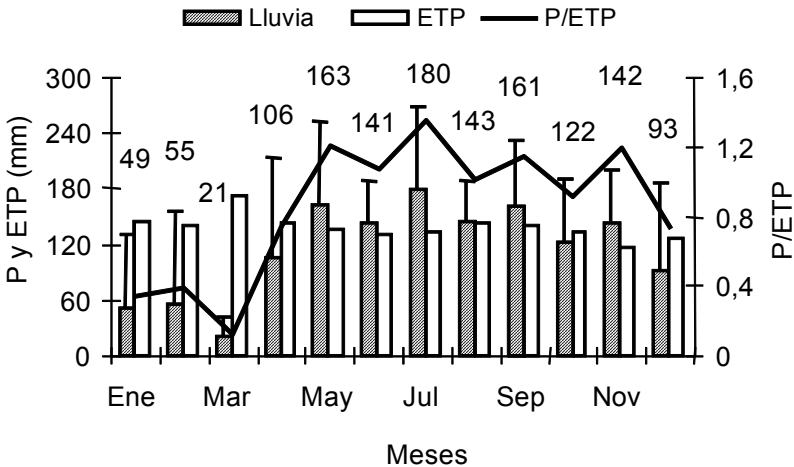


Figura 6. Precipitación (P), evapotranspiración (ETP) y cociente P/ETP en San Javier, estado Yaracuy, entre 1988 y 2005.

Figure 6. Rainfall (P), evapotranspiration (ETP) and P/ETP quotient in San Javier, Yaracuy state, between 1988 and 2005 .

les de precipitación fueron menores en la época de lluvia, cuando fluctuaron entre 31 y 56%, en comparación con la temporada de sequía cuando oscilaron entre 96 y 184%, indicando un comportamiento menos predecible. En la serie considerada, las precipitaciones mensuales más abundantes correspondieron a abril de 1999 (470,9 mm), seguidas de febrero de 2005 (422,9 mm), julio de 1995 (403,8 mm) y diciembre de 1999 (361,7 mm). Cabe señalar que en 1999, entre abril y diciembre, hubo nueve meses con medias mensuales de lluvia superiores a 130 mm, y que la temporada húmeda se prolongó hasta enero de 2000, cuando cayeron 316,4 mm. La evaporación mensual presentó su máximo valor en marzo (214,6 mm) y su mínimo en noviembre (147,4 mm), con una media de 172 mm y un coeficiente de variación de 9,4%.

Durante el lapso de evaluación de la caída de hojarasca de guadua y bambú, las lluvias totalizaron 1678 mm y la evaporación 1979 mm, de manera que el cociente P/E fue 0,85. Esto significa que la precipitación fue 23% mayor que el promedio histórico de la estación meteorológica considerada, mientras que la evaporación resultó 4% inferior, con lo cual el balance hídrico resultó favorecido, respecto a la media de 0,67. En términos del cociente P/ETP el valor promedio anual fue 1,05 fluctuando entre 0,15 en febrero y abril, y 1,85 en junio. De acuerdo con éste último cociente, enero, febrero y abril de 2006 así como febrero de 2007 fueron los meses secos, mientras que el resto del lapso mostró valores mayores de 0,50. En particular durante los meses de mayo, junio y julio de 2006, las precipitacio-

evaporation showed its maximum value in March (214.6 mm) and its minimum in November (147.4 mm), with an average of 172 mm and a variation coefficient of 9.4%.

During the evaluation period of the litterfall of Guadua and bamboo, rainfalls made a total of 1678 mm and the evaporation 1979 mm, in such a way of quotient P/E was 0.85. This means that rainfall was 23% superior to the historic average of the meteorological station considered, whereas evaporation resulted 4% inferior, therefore, the water balance resulted favored, respect to the measure the average of 0.67. In terms of quotient P/ETP the annual mean value was 1.05 fluctuating between 0.15 in February and April, and 1.85 in June. According to the last quotient, January, February and April 2006 likewise February 2007 were the dry months, while the rest of period showed values superior to 0.50. In particular during months of May, June and July 2006, rainfalls were abundant, with a total of 225, 240 and 226 mm respectively, but they exceed 100 mm in rest of the humid period, until November, inclusive, with values that fluctuated between 130 and 181 mm. Nevertheless, like the litterfall removal from baskets do not could be made in all cases with the same interval between samplings, it was necessary to adjust values of quotient P/ETP to the effective inter sampling periods, in order to correlate both data groups.

In relation to the air monthly temperature (figure 7), the higher average of maximum temperature

nes fueron muy abundantes, con totales de 225, 240 y 226 mm respectivamente, pero superaron los 100 mm en el resto de la época húmeda, hasta noviembre inclusive, con valores que fluctuaron entre 130 y 181 mm. Sin embargo, como el retiro de la hojarasca de las cestas no pudo realizarse en todos los casos con el mismo intervalo entre muestreos, fue necesario ajustar los valores del cociente P/ETP a los lapsos efectivos intermuestrales, a fin de poder correlacionar ambos conjuntos de datos.

En cuanto a los cambios mensuales en la temperatura del aire (figura 7), el mayor promedio de la temperatura máxima ocurrió en septiembre (32,5°C) y el menor promedio de las mínimas en enero (20,9°C), mientras que la mínima amplitud térmica diaria (7,9°C) ocurrió en mayo y la máxima (10,3°C) en septiembre. Al considerar las temperaturas medias,

had place in September (32.5°C) and the lower average of minimum in January (20.9°C), whereas the minimum daily thermic spaciousness (7.9°C) happened in May and the maximum one (10.3°C) in September. When considering the average temperatures, extreme values were 27.6 and 25.3°C in May and January, respectively, with a spaciousness only of 2.3°C. Based on Köppen criteria, applied at 18 register years, region climate could be classified like Aw' because rainfall happened in the astronomic summer, temperature of the colder month was higher to 18°C, and because the difference between temperatures of the warmer month and the colder one was inferior to 5°C (isothermal).

Litterfall of *Guadua* and *Bamboo*.

The dynamic of litterfall of *Bamboo* and *Guadua* it is present in

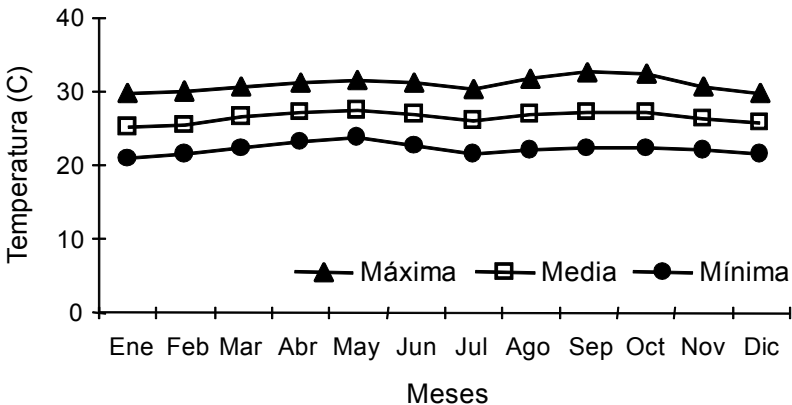


Figura 7. Cursos de la temperatura máxima, media y mínima del aire en San Javier, estado Yaracuy, entre 1988 y 2005.

Figure 7. Courses of the air maximum, medium and minimum in San Javier, Yaracuy state, between 1988 and 2005.

los valores extremos fueron 27,6 y 25,3°C en mayo y enero, respectivamente, con una amplitud de sólo 2,3°C. Con base en los criterios de Köppen aplicados a los 18 años de registro, el clima de la zona pudo clasificarse como Aw1 porque las lluvias ocurrieron mayormente en el verano astronómico, la temperatura del mes más frío fue mayor de 18°C, y porque la diferencia entre las temperaturas del mes más cálido y el más frío fue menor a 5°C (isotérmico).

Caída de hojarasca de guadua y bambú.

La dinámica de la caída de hojarasca de bambú y guadua se presenta en la figura 8, donde las cifras indican los valores medios del cociente P/ETP correspondientes a cada íterin entre muestreos, a partir de febrero de 2006. El análisis de variancia para los datos globales evidenció diferencia significativa entre las especies (P<0,01), y la comparación de medias por la prueba de t indicó valores significativamente mayores para

the figure 8, in where numbers showed the mean values of quotient P/ETP corresponding to each interval between samplings, from February 2006. The analysis of variance for these global data showed significant difference between species (P<0.01), and the mean comparison by the t test showed values significantly higher for Guadua (P<0.05) in April and May, and significantly higher for bamboo from June until February (P<0.01). Although in both species the litterfall was continuous along year, figure 8 shows a temporal separation in peaks, because in Guadua the higher litterfall happened at the beginning of year, when the quotient P/ETP had consecutive values comparatively small (0.47 and 0.42), whereas in bamboo the loss was specially centered in the second semester, when rainy season was advanced and quotient values fluctuates between 0.77 and 2.14 with the exception of January 2007. This suppose a mechanic effect of rainfall on the

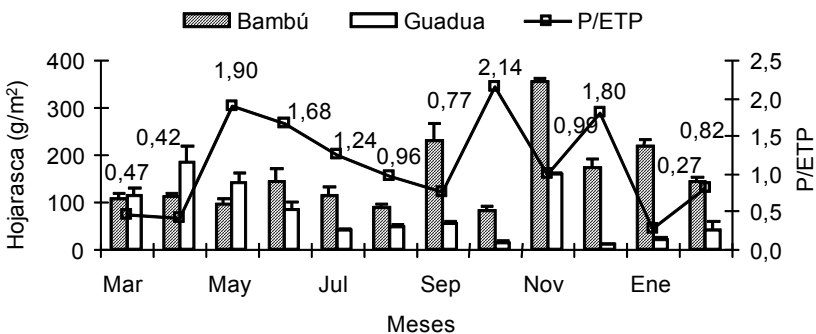


Figura 8. Caída anual de hojarasca en bambú y guadua en relación con el cociente P/ETP (San Javier, Yaracuy).

Figure 8. Annual fall of litterfall in bamboo and Guadua in relation to the P/ETP quotient (San Javier, Yaracuy).

guadua ($P < 0,05$) en abril y mayo, y significativamente mayores para bambú desde junio hasta febrero ($P < 0,01$). Aunque en ambas especies la caída de hojarasca fue continua a lo largo del año, la figura 8 indica una separación temporal en los picos, porque en la guadua la mayor caída ocurrió a principios de año, cuando el cociente P/ETP tuvo valores consecutivos comparativamente bajos (0,47 y 0,42), mientras que en bambú la pérdida se concentró mayormente en el segundo semestre, cuando la temporada lluviosa se encontraba avanzada y los valores del cociente fluctuaron entre 0,77 y 2,14 con excepción de enero de 2007. Ello supone un efecto mecánico de la lluvia sobre el ramaje, que sería más importante sobre los tejidos vegetales de las macollas de bambú, las cuales según Piñuela (2006, comunicación personal), han recibido menos entresaca de vástagos envejecidos, en relación con la guadua. Sanches *et al.*, (2003), señalaron el efecto mecánico de las lluvias como factor que coadyuva la caída de hojarasca en un bosque semideciduo estacional de San Pedro, en el estado de Sao Paulo, Brasil, donde la precipitación anual es 1145 mm.

Pero adicionalmente, la mayor caída de hojarasca de *G. angustifolia* en la época seca, pudo estar relacionada con su menor fracción de raíces finas en los primeros 80 cm del suelo en comparación con el bambú, como lo muestra la figura 9. En la guadua, la densidad de raíces finas decreció desde $15,82 \pm 3,11 \text{ kg.m}^{-3}$ en los primeros 20 cm del perfil, hasta $0,82 \pm 0,26 \text{ kg.m}^{-3}$ entre 60 y 80 cm de profundidad, mientras que en el bambú los

foliage, that would be more important on vegetable tissues of bamboo cane bunch which according to Piñuela (2006, personal communication), have received little litterfall in old sprouts, in relation to Guadua. Sanches *et al.* (2003), pointed out the mechanic effect of rainfalls like factor that is useful to the litterfall in a station semi deciduous forest of San Pedro, in Sao Paulo state, Brazil, where the annual rainfall was of 1145 mm.

But additionally, the higher litterfall of *G. angustifolia* in the dry time, could be related to its little fraction of fine roots in the first 80 cm of soil in comparison with bamboo, as shown in figure 9. In Guadua, the fine roots density decreased from $15.82 \pm 3.11 \text{ kg.m}^{-3}$ in the first 20 cm of profile, until $0.82 \pm 0.26 \text{ kg.m}^{-3}$ between 60 and 80 cm depth, whereas in bamboo corresponding values were 22.92 ± 0.72 and $2.21 \pm 0.54 \text{ kg.m}^{-3}$. Even these numbers only were statistically different for $P < 0.10$, suggest a better access to water during drought for *B. vulgaris*. In Indonesia, Christanty *et al.*, (1996), related the rapid growth and great litterfall production of *Gigantochloa ater*, with its high fraction of fine roots.

On the other hand, if the physical characteristics of the first 30 cm of soil, in plots occupied by Guadua and bamboo were similar (sandy loam texture, pH of 6.1 to 6.8, angular block structure or sub angle), in the first case the sandy texture was predominant in the rest of profile, whereas in the bamboo plot there are loam and sandy-loam horizons between 32 and 113 cm depth, with

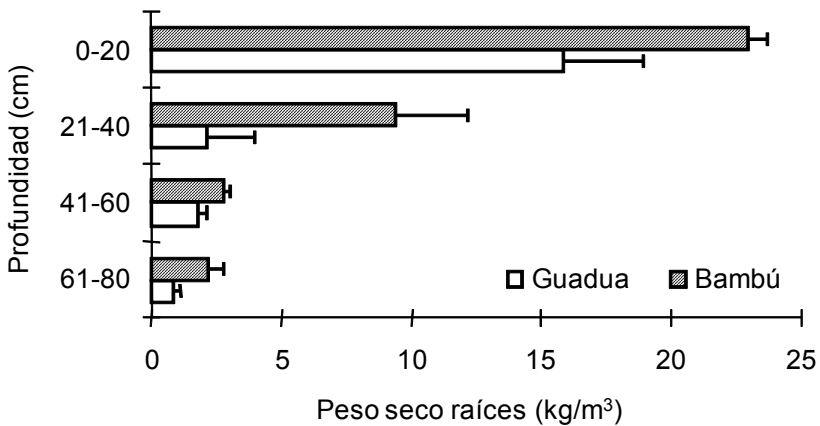


Figura 9. Distribución vertical del peso de raíces finas de bambú y guadua en los primeros 80 cm del perfil del suelo.

Figure 9. Vertical distribution of weight of fine roots of bamboo and Guadua in the first 80 cm of soil profile.

valores correspondientes fueron $22,92 \pm 0,72$ y $2,21 \pm 0,54$ $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Aunque estas cifras sólo fueron estadísticamente diferentes para $P < 0,10$, sugieren un mejor acceso al agua durante la sequía para *B. vulgaris*. En Indonesia, Christanty *et al.* (1996), asociaron el rápido crecimiento y gran producción de hojarasca de *Gigantochloa ater*, con su alta fracción de raíces finas.

Por otra parte, si bien las características físicas de los primeros 30 cm del suelo, en las parcelas ocupadas por guadua y bambú son similares (textura franco-arenosa, pH de 6,1 a 6,8, estructura blocosa angular o subangular), en el primer caso predomina la textura arenosa en el resto del perfil, mientras que en la parcela de bambú hay horizontes francosos y areno-francosos entre 32 y 113 cm de profundidad, con mayores niveles de limo y arcilla (Pérez, 1986), que per-

high mud and clay levels (Perez, 1986), that permitted a higher water retention. Presence of a pendant water table under 140 cm in the Guadua plot (Perez, 1986), and the abundant foliage fall of the specie during drought, suggest that its roots do not penetrate until that depth.

The annual total contribution of litterfall in bamboo was significantly superior ($P < 0.01$) to those of Guadua: $1767 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ ($17.67 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) vs $902 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ ($9.02 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), even though the population density of the second specie was 60% higher than the first one. The corresponding number to the bamboo was comparable with results of Shanmughavel and Muthukumar (2000), who found values of 15.4 to 20.3 $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ of annual litterfall with bamboos, in plantations of 4 to 6 years old; *B. bambos* is a cespitose bamboo native from India, that grows until 25 m tall, with culms until 15 cm

mitirían una mayor retención de agua. La presencia de una mesa de agua colgante por debajo de 140 cm en la parcela de guadua (Pérez, 1986), y la abundante caída de follaje de la especie durante la sequía, sugieren que sus raíces no penetran hasta esa profundidad.

El aporte total anual de hojarasca en bambú resultó ser significativamente superior ($P < 0,01$) al de la guadua: 1767 g.m^{-2} ($17,67 \text{ t.ha}^{-1}$) vs 902 g.m^{-2} ($9,02 \text{ t.ha}^{-1}$), aún cuando la densidad poblacional de la segunda especie fue 60% mayor que la de la primera. La cifra correspondiente al bambú es comparable con los resultados de Shanmughavel y Muthukumar (2000), quienes encontraron valores de $15,4$ a $20,3 \text{ t.ha}^{-1}$ de hojarasca anual con *Bambusa bambos*, en plantaciones de 4 a 6 años de edad; *B. bambos* es un bambú cespitoso nativo de la India, que crece hasta 25 m de alto, con culmos hasta de 15 cm de diámetro y que tolera bien la sequía. La producción anual de hojarasca de los bambúes es muy variable dependiendo del genotipo y las condiciones de crecimiento; con *Dendrocalamus strictus* en sabanas tropicales secas de India, Tripathi y Singh (1995), estimaron $5,9 \text{ t.ha}^{-1}$, mientras que con *Sasa kurilensis*, una especie de bambú enano dominante en el estrato bajo de bosques japoneses, Tripathi *et al.* (2006) reportaron sólo $3,8 \text{ t.ha}^{-1}$. Por su parte, Christanty *et al.*, (1996), encontraron una producción de $4,7 \text{ t.ha}^{-1}$ de hojarasca de *Gigantochloa ater* en un sistema de rotación utilizado en Java, Indonesia, en el cual se alternan cultivos de hortalizas y yuca durante 2 años luego de la permanencia del bambú durante 4 años en la parcela.

diameter and tolerates drought in a good way. The annual production of litterfall of bamboos is variable depending on genotype and growth conditions; with *Dendrocalamus strictus* in tropical dry savannah India, Tripathi and Singh (1995), estimated 5.9 t.ha^{-1} , whereas with *Sasa kurilensis*, a bamboo dwarf specie dominant in the low stratum of Japanese forest, Tripathi *et al.* (2006) only reported 3.8 t.ha^{-1} . Otherwise, Christanty *et al.*, (1996), found a penetration of 4.7 t.ha^{-1} of litterfall from *Gigantochloa ater* in rotation system used in Java, Indonesia, in which vegetable and cassava crops were alternate during 2 years after the bamboo permanency during 4 years in plot.

The annual litterfall of bamboo and Guadua also was comparable or exceed the studied values estimated by several authors for diverse forest communities, agroecosystems and particular species. For example: 8.72 t.ha^{-1} annual in a semi deciduous forest of Brazil studied by Sanches *et al.* (2003); 4.36 and 4.98 t.ha^{-1} annual for *Sweetia nitens* and *Caraipa llanorum*, the two dominant species of a flooding forest of the south of Guarico state (Marin and Hernandez, 1998); $12.41 \text{ t.ha}^{-1} \cdot \text{year}^{-1}$ in a mangle of Tobago (Rahanna, 2005), and 5.69 t.ha^{-1} in a coffee plantation at total solar exposition in Merida state (Quintero and Ataroff, 1998).

The distribution pattern of the litterfall dry matter between the components (leaves, stems and cauline leaves), was similar between the species (figures 10 and 11). The higher litterfall fraction in both cases

La caída anual de hojarasca de bambú y guadua también fue comparable o superó los valores estimados por varios autores para diversas comunidades forestales, agroecosistemas y especies particulares. Por ejemplo: 8,72 t.ha⁻¹ anuales en un bosque semidecídulo de Brasil estudiado por Sanches *et al.* (2003); 4,36 y 4,98 t.ha⁻¹ anuales para *Sweetia nitens* y *Caraipa llanorum*, las dos especies dominantes de un bosque inundable del sur del estado Guárico (Marín y Hernández, 1998); 12,41 t.ha⁻¹.año⁻¹ en un manglar de Tobago (Rahanna, 2005), y 5,69 t.ha⁻¹ en un cafetal a plena exposición solar en el estado Mérida (Quintero y Ataroff, 1998).

El patrón de distribución de la masa de la hojarasca entre los componentes (hojas, tallos y hojas caulinares), fue similar entre las especies (figuras 10 y 11). La mayor fracción de la hojarasca en ambos casos estuvo constituida por las hojas, que representaron en porcentaje promedio anual 54,6±20,3 (CV=37%) en bambú y 57,1±21,6 (CV=38%) en la guadua. La caída de hojas caulinares, se concentró mayormente entre junio y noviembre, es decir, en la época húmeda en el caso del bambú, y entre marzo y julio o sea entre sequía y mitad de la época lluviosa, en el caso de la guadua. La fracción de tallos aumentó su importancia relativa durante la temporada lluviosa alcanzando entre 60 y 70% de la masa total de la hojarasca en noviembre en ambas especies. En *B. bambos*, Shanmughavel y Muthukumar (2000) encontraron que las hojas representaban 58% y las pequeñas ramas 42% de la hojarasca.

was formed by leaves, that represented the annual mean percentage 54.6±20.3 (CV=37%) in bamboo and 5.1±21.6 (CV=38%) in Guadua. The leaf cauline leaves, was principally focused in June and November, it means, in the humid time in case of bamboo, and between March and July, it means, between drought and half of rainy time, in case of Guadua. The stem fraction increased its relative importance during rainy time by reaching between 60 and 70% of the total mass of litterfall in November in both species. In *B. bambos*, Shanmughavel and Muthukumar (2000) found that leaves represented 58% and the small branches, 42% of litterfall.

Conclusions

In relation to climate, meteorological registers of "El Naranjal" corresponding to the period 1988-2005, showed mean annual values of rainfall, evaporation and air temperature of 1362±252 mm, 2071±88 mm and 26.5±0.8°C, respectively. In the interval, a light increase on rainfall was appreciated and a significant decrease of evaporation. This last one, was related with decreases also significant of the short wave radiation and of minimum air temperature, which was translated in an improve of the water balance in the interval, in terms of P/E quotient.

The annual contribution of bamboo litterfall (17.67 t.ha⁻¹) was significant higher than Guadua (9.02 t.ha⁻¹), despite the higher sowing density of the second specie. In both

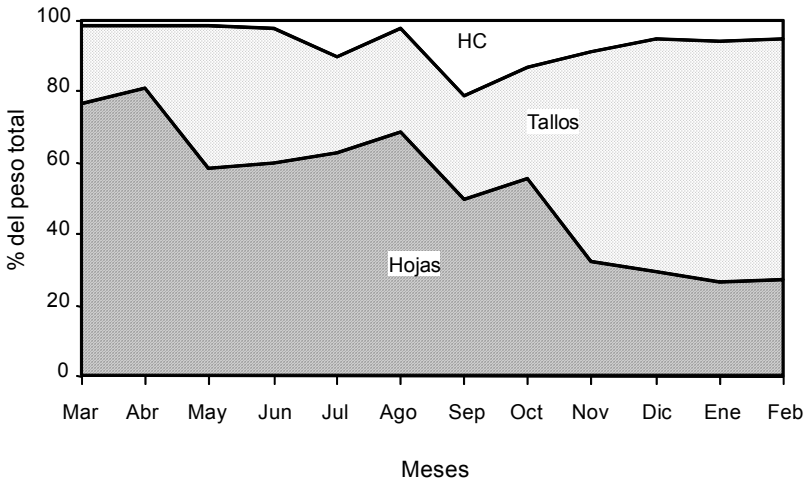


Figura 10. Distribución del peso de la hojarasca de bambú en hojas, tallos y hojas caulinares.

Figure 10. Distribution of litterfall weight of bamboo in leaves, stems and caulinar leaves.

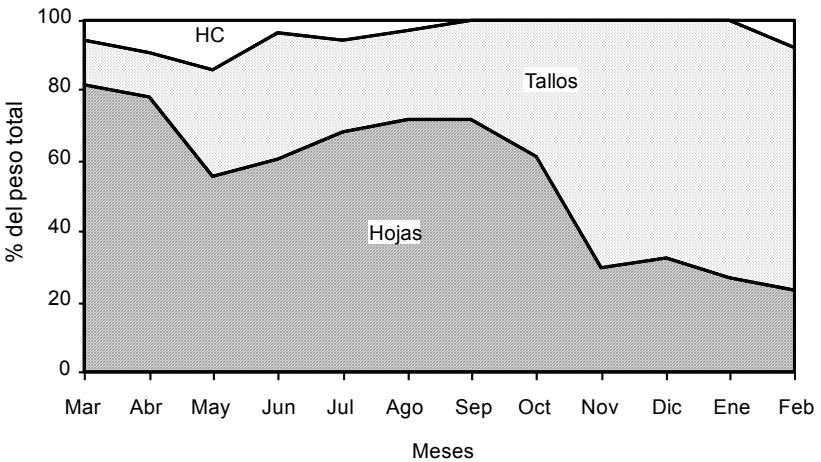


Figura 11. Distribución del peso de la hojarasca de guadua en hojas, tallos y hojas caulinares.

Figure 11. Distribution of litterfall weight of Guadua in leaves, stems and caulinar leaves.

Conclusiones

Con relación al clima, los registros meteorológicos de la estación El Naranjal correspondientes al lapso 1988-2005, indicaron valores promedios anuales de lluvia, evaporación y temperatura del aire, de 1362 ± 252 mm, 2071 ± 88 mm y $26,5 \pm 0,8^\circ\text{C}$, respectivamente. En el intervalo se apreció un leve aumento de las precipitaciones y un significativo descenso de la evaporación. Éste último se asoció con disminuciones también significativas de la radiación de onda corta y de la temperatura mínima del aire, todo lo cual se tradujo en una mejora del balance hídrico en el intervalo, en términos del cociente P/E.

El aporte anual de hojarasca de bambú ($17,67 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) fue significativamente mayor que el de guadua ($9,02 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), a pesar de la mayor densidad de siembra de la segunda especie. En ambos casos la mayor fracción correspondió al follaje y la caída ocurrió de manera continua a lo largo del año, pero con los valores máximos mensuales durante la época seca en la guadua y en plena temporada lluviosa en el bambú. Si se considera que la caída de hojarasca es una estimación indirecta de la productividad primaria, los resultados obtenidos reflejan la existencia de condiciones ambientales favorables, para la expansión del cultivo de bambú y de guadua en la zona de estudio.

Agradecimientos

Los autores agradecen la ayuda de los Ing. Agr. Olga Rojas y Carlos

cases, the higher fraction corresponded to foliage and fall occurred in a continuous way along the year, but with the monthly maximum values during the dry time in Guadua and in rainy time in bamboo. It litterfall is consider is an indirect estimating of the primary productivity, the results obtained shown the existence of favorable environmental conditions for the bamboo and Guadua crops expansion in the study area.

Acknowledgements

Authors want to express their thanks to Ing. Agr. Olga Rojas and Carlos Ruíz of the Fundacion Empresas Polar, likewise to Alirio Piñuela and Geovanny Chirino, and to. Tony Salcedo, belonging to the DANAC Foundation, during the planning and developement of the field work. At the same time, to the CDCH of the UCV by the financing of this research, through the project PI-01-00-5637-2004.

End of english version

Ruíz de la Fundación Empresas Polar, así como de los Técnicos Alirio Piñuela y Geovanny Chirino, y del Sr. Tony Salcedo, todos de la Fundación DANAC, durante la planificación y desarrollo del trabajo de campo. Así mismo al CDCH de la UCV por el financiamiento de la investigación, mediante el proyecto PI-01-00-5637-2004.

Literatura citada

- Álvarez, S., G. Sánchez R., I. Sánchez G. y J. González. 1992. Métodos para el estudio de la productividad primaria y la descomposición en comunidades terrestres. Serie de Ecología. Los pequeños manuales 3. Facultad de Ciencias UNAM, México, 52 p.
- Auffhammer, M., V. Ramanathan y J. Vincent. 2006. Integrated model shows that atmospheric brown cloud and greenhouse gases have reduced rice harvest in India. PNAS 103(52):19668-19672.
- Cárdenas, A., R. Carpio C. y F. Escamilla. 2000. Geografía de Venezuela. Fondo Editorial de la UPEL y la Fundación Programa de Formación Docente. Caracas. 449 p.
- Christanty, L., D. Maily y J. Kimmins. 1996. "Without bamboo, the land dies": Biomass, litterfall, and soil organic matter dynamics of a Javanese bamboo talon-kebun system. Forest Ecology and Management 87(1-3): 75-88.
- Fundación DANAC. 2003. Día de campo. Visita Estación. III Seminario Internacional de Bambú. Yaracuy 2003. Mimeografiado 4 p.
- Gutiérrez, E., C. Varga y A. Fernández. 2006. Climatología sinóptica asociada a los eventos extremos de la estación lluviosa venezolana en los períodos 1956-1977 y 1978-1999. Revista RAM No. 29.
- Infante, A. 2002. Perspectivas del bambú en Venezuela. Actividades del Comité Regional del Bambú (ponencia). The International Training Workshop on Tropical Bamboo and Rattan. Cultivation, Processing Technologies for Rural Small Enterprises. Guangdong, Hainan, China. October 13-25. 20 p.
- Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB) –Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (MARN), 2003. Mapa de la Vegetación de Venezuela.
- Judziewicz, E., L. Clark, X. Londoño y M. Stern. 1999. American bamboos. Smithsonian Institution Press. Washington and London. 392 p.
- Londoño, X. 1998. Evaluation of bamboo resources in Latin America. A Summary of the Final Report of Project No. 96-8300-01-4. INBAR. Beijing. Working Paper No. 45: 38 p.
- Londoño, X. 2001. Botánica taxonómica de los bambúes de América. Seminario Internacional de Bambú, Mérida, Venezuela. 21 al 23-11-01. Mimeografiado 9 p.
- López, J. y K. Mathison. 1967. Correlación entre la evapotranspiración y la evaporación medida con diferentes instrumentos. II Jornadas Venezolanas de Riego. Caracas, p: 267-281.
- Marcano, F., C. Ohep y H. Ágreda. 1997. Efecto de diferentes dosis de fósforo y yeso en algunas propiedades físicas del suelo y en el rendimiento del cultivo de maíz. Agronomía Tropical 47(4):521-531.
- Marcano, F. y N. Landínez. 1997. Labranza y sistemas de siembra para la producción del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en un aguicustropepts del estado Yaracuy. Bioagro 9(3):86-94.
- Marín, D. y L. Hernández. 1998. Ecología de los congriales de la Estación Experimental Nicolasio (Santa Rita, estado Guárico, Venezuela). III. Caída y descomposición de hojarasca en *Sweetia nitens* (Vog.) Benth. (congrío) y *Caraiipa llanorum* Cuatrec. (saladillo). Memoria. Soc. Cien. Nat. La Salle. 150:41-57.
- Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (MARN), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), y Fondo Mundial para el Medio Ambiente (FMMA). 2005. Primera Comunicación Nacional en Cambio Climático de Venezuela. Caracas, 133 p.

- Pérez, Z. 1986. Estudio agrológico a nivel semidetallado en 346,90 ha, ubicadas en la hacienda Naranjal, Municipio San Javier, Distrito San Felipe, estado Yaracuy. Oficina de Ingeniería. Caracas. Mimeografiado, 165 p.
- Roderick M. y G. Farquhar. 2002. The cause of decreased pan evaporation over past 50 years. *Science* 298(5597):1410-1411.
- Quintero, J. y M. Ataroff. 1998. Contenido y flujos de nitrógeno en la biomasa y hojarasca de un cafetal a plena exposición solar en los andes venezolanos. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 15:501-514.
- Rahanna, A. 2005. Biomass, litterfall and decomposition rates for the fringed *Rhizophora mangle* forest lining the Bon Accord Lagoon, Tobago. *Rev. Biol. Trop.* 53 Supl. 1:207-217.
- Sanches, M., D. Prieto, F. Peral, C. Tamburi, R. Caseri y R. Berazain. 2003. Producción de hojarasca en un bosque semideciduo estacional en São Pedro, Potirendaba, estado de São Paulo, Brasil. *Revista del Jardín Botánico Nacional* 24(1-2):173-176.
- Shanmughavel, P. y T. Muthukumar. 2000. Litter production and nutrient return in *Bambusa bambos* plantation. *Journal of Sustainable Forestry*. 11(3):71-82.
- Torres, S., M. Martínez y C. Perdomo. 2003. Propuesta metodológica y experiencias en la preparación e impregnación de monolitos de suelo usando goma de carpintero. *Bioagro* 15(1):31-40.
- Tripathi, S. y K. Singh, 1995. Litter dynamics of recently harvested and mature bamboo savannas in a dry tropical region in India. *Journal of Tropical Ecology* 11(3):403-417.
- Tripathi, S., A. Sumida, H. Shibata, K. Ono, S. Uemura, Y. Kodama y T. Hara. 2006. Leaf litter and decomposition of different above- and belowground parts of birch (*Betula ermanii*) trees and dwarf bamboo (*Sasa kurilensis*) shrubs in a young secondary forest in Northern Japan. *Biology and Fertility of Soils*. 43(2):237-246.