

LA VEGETACIÓN LEÑOSA DEL SITIO ARQUEOLÓGICO DE OXPEMUL,  
MUNICIPIO DE CALAKMUL, CAMPECHE, MÉXICO

Pedro Zamora-Crescencio<sup>1</sup>, Celso Gutiérrez-Báez<sup>1</sup>,  
William J. Folan<sup>1</sup>, Ma. del Rosario Domínguez-Carrasco<sup>1</sup>, Pascale Villegas<sup>1</sup>, Geucilio  
Cabrera-Mis<sup>2</sup>, Claudeth Marielli Castro-Angulo<sup>2</sup> y Juan Carlos Carballo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones Históricas y Sociales. Universidad Autónoma de Campeche.

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Químico Biológicas, UAC. Av. Agustín Melgar s/n entre Juan de la  
Barrera y calle 20, CP 24039, Campeche, Camp., México.

Correo electrónico: yecver@hotmail.com

RESUMEN

Se estudió la composición y la estructura de la selva mediana subperennifolia en los dos grupos arqueológicos del sitio arqueológico de Oxpe mul dentro de la Reserva de la Biosfera Calakmul, Campeche. Se establecieron 48 parcelas de 10 x 10 m (4 800 m<sup>2</sup> en total) se identificaron y midieron todos los individuos a  $\geq 2$  cm de DAP. El análisis estructural de la comunidad vegetal se basó en los valores de importancia de las especies. La diversidad se estimó usando el índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ). Se encontraron 3 013 individuos leñosos, pertenecientes a 91 especies, 67 géneros y 35 familias. La familia con mayor número de especies fue Fabaceae (13 especies). *Brosimum alicastrum* fue la especie con el valor de dominancia relativa más alto, seguida por *Melicoccus oliviformis*, *Eugenia* sp., *Pilocarpus racemosus* y *Drypetes lateriflora*. El área basal del grupo norte fue de 47.71 m<sup>2</sup>/ha y 52.83 m<sup>2</sup>/ha en el grupo sur. El índice de Shannon-Wiener fue de 3.33 en el grupo norte y de 3.26 en el grupo sur. En conclusión, la riqueza de especies arbóreas de los grupos estudiados es similar y *Brosimum alicastrum* es la

especie arbórea más común sobre las estructuras prehispánicas (sustrato rocoso), mostrando agrupamiento y mayor número de individuos en ambos grupos.

**Palabras clave:** composición, florística, estructura de la vegetación, grupos arqueológicos, Oxpe mul.

ABSTRACT

We studied the semi evergreen tropical forest species composition and structure, in the archaeological site of Oxpe mul, located at the Calakmul Biosphere Reserve, Campeche. We surveyed 48 10 x 10 m<sup>2</sup> (4 800 m<sup>2</sup>) plots, in which we measured all individuals DBH  $\geq 2$  cm. The description of the vegetation structure was based on species importance values. Species diversity was measured with the Shannon-Wiener ( $H'$ ) Index. We recorded a total of 3 013 woody individuals belonging to 91 species, 67 genera and 35 families. Fabaceae was the family with the largest number of species (13). *Brosimum alicastrum* was the most important specie according to its relative dominance, followed by *Melicoccus oliviformis*, *Eugenia* sp., *Pilocarpus racemosus*

y *Drypetes lateriflora*. The basal area of the northern group was 47.71 m<sup>2</sup>/ha and 52.83 m<sup>2</sup>/ha in the south group. The Shannon-Wiener Index registered in the northern group was 3.33 and 3.26 in the southern group. We concluded that the tree species richness of the two groups studied is similar. *Brosimum alicastrum* is the most common tree species on the prehispanic structures (rocky substrata) showing grouping and a higher number of individuals in both groups.

**Key words:** composition, floristic, vegetation structure, archaeological groups, Oxpemul.

## INTRODUCCIÓN

El sitio Oxpemul es de gran importancia desde el punto de vista arqueológico, además de formar parte de la Reserva de la Biosfera de Calakmul. Las investigaciones en este sitio están enfocadas en estudios arqueológicos (Domínguez-Carrasco *et al.*, 2003, 2008, 2009 y 2010; Folan *et al.*, 2008).

No obstante la parte biológica del sitio Oxpemul, su vegetación y flora no han recibido la debida atención y hasta ahora nada hay publicado al respecto. La vegetación de la Reserva de la Biosfera de Calakmul está conformada por una mezcla de selvas altas y medianas subperennifolias con selvas bajas subperennifolias y otras asociaciones vegetales (Martínez y Galindo-Leal, 2002). Su existencia, composición y desarrollo estructural está estrechamente relacionada con los gradientes topográficos, dinámica de nutrientes, características del suelo y geología (Miranda, 1978), así como de las actividades humanas, tanto históricas como recientes (Martínez y Galindo-Leal, 2002).

Los estudios de vegetación y flora han sido realizados en otros sitios dentro de la Reserva de la Biosfera de Calakmul (Ucan *et al.*, 1999; Martínez *et al.*, 2001; Martínez y Galindo-Leal, 2002). Con sus 725 185 ha (Gates *et al.*, 1999), la Reserva mantiene una riqueza de 1 569 especies vegetales (Martínez *et al.*, 2001) y cuatro tipos de vegetación: selva alta perennifolia o subperennifolia, selva mediana subperennifolia, selva baja subperennifolia y agrupaciones de hidrófitas, predominando el segundo (Ucan *et al.*, 1999). Los estudios de la vegetación en sitios arqueológicos, fuera de la Reserva de la Biosfera de Calakmul, son varios: Bonampak, Chiapas (Meave, 1990), Dzibilchaltun, Yucatán (Thien *et al.*, 1982) y Cobá, Quintana Roo (Folan *et al.*, 1979).

Los pocos estudios ecológicos sobre la vegetación dentro de la Reserva de Calakmul se han enfocado a las selvas bajas subperennifolias (Díaz-Gallegos *et al.*, 2002) y en selvas altas y medianas donde se llevaron a cabo 42 muestreos cuantitativos (Galindo-Leal datos no publicados en Martínez y Galindo-Leal, 2002). Martínez y Galindo-Leal (2002) aportan información sobre la descripción de 16 asociaciones que se encuentran incluidos en los cuatro tipos de vegetación distribuidos dentro de la Reserva de Calakmul. Considerando el tamaño de la Reserva de la Biosfera de Calakmul, la predominancia de la selva mediana subperennifolia y la variación que presenta en general esta selva en sus atributos de composición florística y estructura, y con el fin de fundamentar medidas y prácticas de conservación es imprescindible aumentar el conocimiento ecológico en la Reserva donde se obtenga información florística, de riqueza, estructura y diversidad de especies vegetales leñosas.

El presente trabajo es una contribución al estudio de la diversidad florística leñosa y la estructura de la misma en los dos grupos arqueológicos del sitio Oxpemul, como parte del proyecto “Oxpemul, Campeche: Frontera Cultural Prehispánica de las Tierras Bajas Mayas del Periodo Clásico” cuyo objetivo es la de obtener datos respecto a la organización social, político y económico del asentamiento prehispánico, así como la de recolectar material arqueológico y botánico de especies leñosas de Oxpemul, por lo que el presente estudio tiene como objetivo describir la composición y la estructura de la vegetación leñosa presente en los dos grupos arqueológicos del sitio arqueológico de Oxpemul.

#### Descripción del área de estudio

El sitio arqueológico de Oxpemul se encuentra dentro de la Reserva de la Biosfera de Calakmul del municipio de Calakmul al sur del estado de Campeche. Esta Reserva cuenta con una extensión de 725 185 ha (Gates *et al.*, 1999), y constituye una importante reserva forestal más extensa del trópico mexicano, además de contener uno de los pocos representantes de selva alta o mediana subperennifolia en buen estado de conservación (Martínez y Galindo-Leal, 2002). El sitio de Oxpemul se localiza entre los 89° 46' 31" y 89° 47' 12" W y 18° 19' 21" y 18° 19' 17" N (Fig. 1), y se encuentra a 30 km al norte de las ruinas de Calakmul y a 12 km hacia el este a partir de la altura del kilómetro 27 del camino que va de Conhuas a Calakmul. Está compuesta por un grupo norte y un grupo sur, el primero cubre una superficie de cinco hectáreas y el segundo de tres hectáreas. El relieve del grupo norte pertenece a una meseta de 300 m.s.n.m. y el grupo sur a una de 250 m.s.n.m. (Folan *et*

*al.*, 2008). La geología de la Reserva de Calakmul, incluyendo el sitio arqueológico de Oxpemul, está formada por rocas sedimentarias del Paleoceno y Eoceno, de naturaleza cárstica producidas por disolución de la roca caliza (Ferrusquía, 1998; Gates, 1999). La geología de las mesetas de desarrollo cárstico hace que la mayor parte del agua se encuentre en depresiones o “bajos”, que contienen depósitos aluviales cuaternarios (Gates, 1999). El suelo que se desarrolla en el sitio de Oxpemul es el litosol (en maya Tsek'el), derivado de rocas calcáreas, suelo pobre con poca materia orgánica, de 10 cm de profundidad (Morales, 1999). El clima es subhúmedo con lluvias en verano, en el que la precipitación anual es 1 076.2 mm y la temperatura media de 24.6°C (Martínez y Galindo-Leal, 2002).

La vegetación que rodea a los dos grupos arqueológicos es la selva baja subperennifolia y selva mediana subperennifolia. En este último tipo de vegetación las especies más comunes en el estrato arbóreo son *Manilkara zapota*, *Brosimum alicastrum*, *Melicoccus oliviformis*, *Bursera simaruba*, *Lonchocarpus xuul*, *Caesalpinia mollis*, *Alvaradoa amorphoides* y *Malmea depressa* (Ucán *et al.*, 1999, Martínez *et al.*, 2001 y Martínez y Galindo-Leal, 2002). Martínez y Galindo-Leal (2002), mencionan cinco asociaciones de la selva mediana subperennifolia, dos de ellas es la selva de *Manilkara zapota* y la selva de *Brosimum alicastrum*, esta última por presentarse en lugares con suelo poco desarrollado y asociada a ruinas, le llaman selva baja de ramón, ya que los árboles dominantes alcanzan entre 10 y 15 m. En nuestro caso la vegetación que se encuentra sobre las mesetas de los dos grupos arqueológicos por su fisonomía da el aspecto de una selva baja subcaducifolia

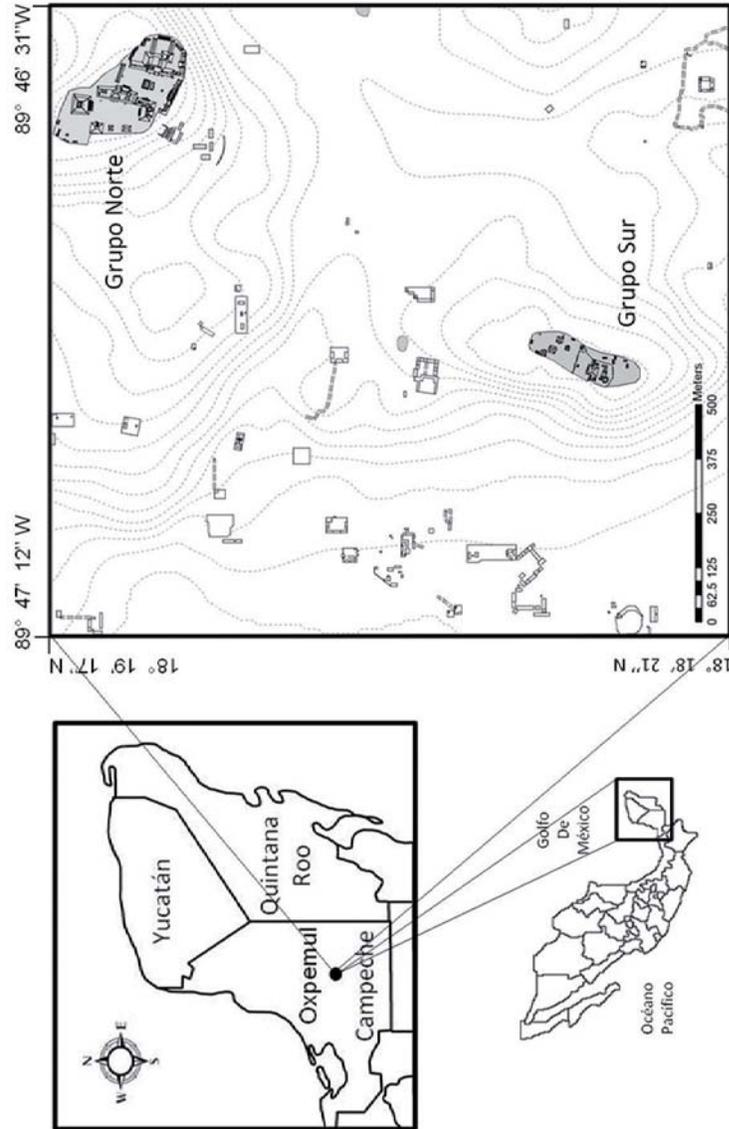


Fig. 1. Localización del grupo norte y grupo sur del sitio arqueológico de Oxpemul.

con elementos de selva mediana subperennifolia con una altura máxima hasta 12 m. Observaciones en el mes de abril cómo algunas especies mantienen en su mayor parte su follaje tales como *Brosimum alicastrum*, *Drypetes lateriflora*, *Eugenia* sp., *Guaiaacum sanctum*, *Karwinskia humboldtiana*, *Malmea depressa*, *Manilkara zapota*, *Pilocarpus racemosus*, mientras que *Bursera simaruba*, *Pseudobombax ellipticum*, *Lonchocarpus xuul*, *Thouinia paucidentata* y *Apoplanesia paniculata* eran caducifolios. El estrato arbustivo está compuesto por: *Hybanthus yucatanensis*, *Malpighia glabra*, *Ardisia escallonioides*, *Capparis incana*, *Capparis indica*, entre otras. En el estrato herbáceo están: *Pseuderanthemum alatum*, *Dorstenia contrajerva* y plántulas de las mismas especies arbóreas tales como *Brosimum alicastrum*, *Thouinia paucidentata*, entre otras.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El muestreo de la vegetación de los dos grupos arqueológicos se realizó en los periodos: julio-agosto de 2007, y abril de 2008. El grupo norte presenta una extensión de cinco ha y en él se realizaron 24 unidades (12 sobre montículos y 12 sobre lugares planos) de forma cuadrada de 10 x 10 m (1 000 m<sup>2</sup>). En el grupo sur, con una extensión de tres ha, se hicieron 24 unidades, también distribuidos sobre montículos y lugares planos. En cada unidad se registró el diámetro a la altura del pecho (DAP) de todos los individuos con DAP ≥ 2 cm. Para la identificación taxonómica de las especies, se recolectaron especímenes tanto fértiles como estériles, para ser cotejados con ejemplares ya determinados que se encuentran en la colección del herbario UCAM del Centro de Investigaciones

Históricas y Sociales de la Universidad Autónoma de Campeche.

El análisis de la estructura cuantitativa de la vegetación de cada grupo arqueológico se basó en términos de área basal a través de la distribución de frecuencias agrupadas por clases diamétricas. Con el objeto de determinar el valor de importancia de las especies, se calcularon y sumaron la densidad relativa (número de individuos por especies/total de individuos de las especies x 100), la frecuencia relativa (número de unidades de muestra en el que se encontró una especie/el número total de unidades de muestra x 100), y la dominancia relativa (área basal de cada especie/total de área basal de todas las especies x 100) (Mueller-Dombois y Ellenberg, 2002). Este índice permite tener un mayor entendimiento de la representatividad de cada especie dentro de la comunidad vegetal de cada grupo. El análisis de la diversidad de especies de cada grupo, se utilizó el índice de Shannon-Wiener (H'), para conocer cómo varía la riqueza y la distribución de los individuos entre las especies en cada grupo, para lo cual fue calculado con la siguiente fórmula (Magurran, 1988):

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

donde:

$P_i$  = proporción de la muestra que pertenece a la especie i

## RESULTADOS

### Composición florística

Se registraron 91 especies leñosas agrupadas en 67 géneros y 35 familias (Anexo

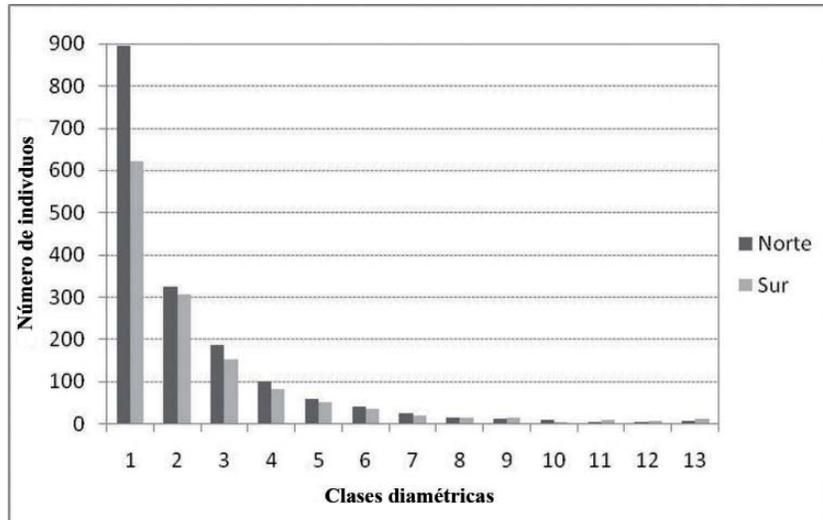
3). Las familias con mayor riqueza de especies fueron Fabaceae (13 especies), Euphorbiaceae (nueve), Myrtaceae (seis), Ebenaceae (cinco) y Brassicaceae, Moraceae y Rubiaceae (cuatro especies cada una). Éstas concentran al 50.6% del total de las especies encontradas. Las familias con mayor número de géneros fueron Fabaceae (10), Euphorbiaceae (cinco), Rubiaceae (cuatro), Moraceae, Polygonaceae y Sapotaceae (tres), aportando el 41.79% del total de los géneros encontrados en los grupos de estudio. Los géneros que presentaron mayor número de especies fueron *Croton*, *Diospyros* y *Eugenia* (cinco especies cada uno), *Capparis* (cuatro) y *Acacia* (tres). El mayor número de individuos correspondió a la familia Moraceae (397), Euphorbiaceae (312), Myrtaceae (255), Rutaceae (169) y Putranjivaceae (126). Las especies con mayor número de individuos fueron *Brosimum alicastrum* (387), *Drypetes lateriflora* (243), *Croton lundellii* (224), *Eugenia* sp. (216), *Pilocarpus racemosus* (168) y *Guaiacum sanctum* (137), aportando el 45.47% del total de individuos registrados. En cuanto a número de familias, géneros y especies por núcleo no hubo diferencia, pero sí en individuos (cuadro 1). El índice de Shannon mostró que la diversidad de especies del grupo norte ( $H' = 3.33$ ) es muy similar a la diversidad del grupo sur ( $H' = 3.26$ ).

### Estructura de la vegetación

Se registraron 6 277.08 ind/ha en los dos grupos, 7 004.17 ind/ha en el norte y 5 550 ind/ha en el sur. Para ambos grupos, *Brosimum alicastrum* fue la especie con mayor densidad (806.25 ind/ha), seguida de *Drypetes lateriflora* (506.25 ind/ha), *Croton lundellii* (466.67 ind/ha), *Eugenia* sp. (450 ind/ha). Por otro lado, *Guaiacum*

*sanctum* y *Malpighia glabra* tuvieron bajas densidades con 285.42 y 258.33 ind/ha, respectivamente. La especie *Pilocarpus racemosus* tuvo una densidad de 350 ind/ha y sólo se presentó en el grupo sur. Estas siete especies constituyen el 49% (1 499 individuos) del total de individuos incluidos en los dos grupos, el resto se distribuyen en 84 especies.

La distribución general y por grupo de los individuos en las diferentes clases diamétricas muestra la forma característica de J-invertida (Fig. 2). Esto nos indica que la mayoría de los individuos están en las clases de tamaño pequeño. Los del grupo norte están caracterizados por una densidad de 3729.2 ind/ha que corresponde a los diámetros de 2 a 4 cm (53.2%); mientras que los del grupo sur aportaron una densidad de 2 591.7 ind/ha con diámetros de 2 a 4 cm (46.7%). Las especies que aportaron una elevada cantidad de individuos (> 50 individuos) en la primera clase diamétrica de los dos grupos fueron *Eugenia* sp., *Pilocarpus racemosus*, *Brosimum alicastrum*, *Drypetes lateriflora*, *Croton lundellii* y *Malpighia glabra*. La última clase ( $\geq 38$  cm) de los dos grupos, el grupo sur tuvo mayor número de individuos con diámetros mayores (40 cm y más) que corresponden a los componentes de la selva mediana subperennifolia tales como *Melicoccus oliviformis*, *Brosimum alicastrum*, *Apoplanesia paniculata*, *Caesalpinia gaumeri* y *Coccoloba acapulcensis*. Las especies que alcanzaron la última clase diamétrica ( $\geq 38$  cm) fueron *Melicoccus oliviformis*, *Apoplanesia paniculata*, *Bursera simaruba*, *Karwinskia humboldtiana*, *Brosimum alicastrum*, *Caesalpinia gaumeri* y *Coccoloba acapulcensis*, y las que aportaron más individuos en esta clase de los dos grupos fueron *Apoplanesia paniculata*,



**Fig. 2.** Distribución de las clases diamétricas de los individuos con DAP  $\geq 2.0$  cm de los 48 cuadros estudiados. Clases de diámetros (en cm): 1= 2-4.9; 2= 5-7.9; 3= 8-10.9; 4=11-13.9; 5=14-16.9; 6=17-19.9; 7=20-22.9; 8=23-25.9; 9=26-28.9; 10=29-31.9; 11=32-34.9; 12=35-37.9; 13= $\geq 38$ .

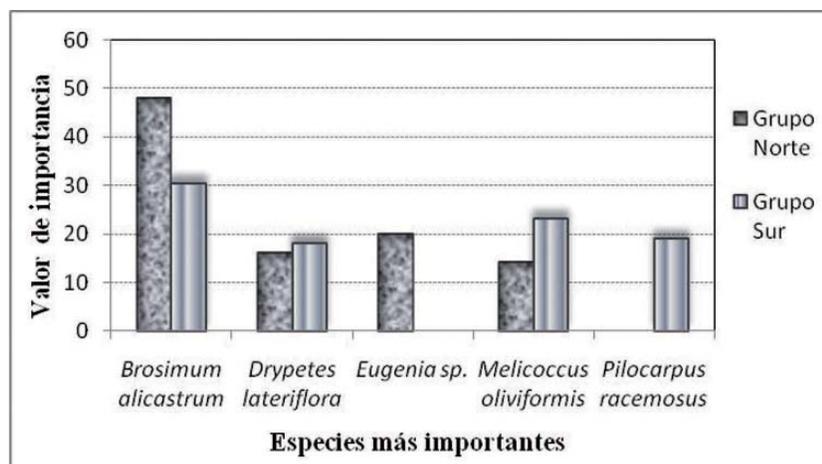
*Melicoccus oliviformis*, *Bursera simaruba* y *Caesalpinia gaumeri*.

De las 70 especies registradas en el grupo norte, *Brosimum alicastrum*, *Eugenia* sp., *Drypetes lateriflora* y *Melicoccus oliviformis* sumaron el 32.8% del valor de importancia. En el grupo sur, 30.2% del valor de importancia estuvo representado por *Brosimum alicastrum*, *Melicoccus oliviformis*, *Pilocarpus racemosus* y *Drypetes lateriflora* de las 70 allí registradas (cuadro 1). *Brosimum alicastrum* fue la más importante en ambos grupos, su valor de importancia en los dos grupos está dado por su área basal y densidad más que por su frecuencia (Anexos 1 y 2). El valor de importancia más alto se registró en el grupo norte, debido a que presentó mayor dominancia y densidad

relativa, mientras que en el grupo sur sus valores de dominancia y densidad fueron bajos. *Melicoccus oliviformis* y *Eugenia* sp. fueron las que ocuparon la segunda posición en ambos grupos, con mayor valor de importancia la primera que la segunda. En el grupo sur, *Melicoccus oliviformis* está dada por su área basal y frecuencia, mientras que para el grupo norte estos parámetros fueron bajos ocupando la cuarta posición. En el grupo norte, *Eugenia* sp. está dada por su densidad relativa más que por su frecuencia y área basal, en cambio, para el grupo sur ocupó una posición muy baja. *Drypetes lateriflora* y *Pilocarpus racemosus* ocuparon la tercera posición en el grupo norte y sur, respectivamente (Fig.3). De estas dos especies, *Pilocarpus racemosus* se refleja por su alta densidad relativa en el grupo sur.

**Cuadro 1.** Resumen de los datos de la vegetación leñosa de los dos grupos de Oxpemul.

| Parámetros            | Grupo norte | Grupo sur |
|-----------------------|-------------|-----------|
| Área muestreada (ha)  | 0.24        | 0.24      |
| Familias              | 32          | 32        |
| Géneros               | 57          | 55        |
| Especies              | 70          | 70        |
| Ind/ha                | 7 004.17    | 5 550     |
| AB m <sup>2</sup> /ha | 47.71       | 52.83     |
| Índice Shannon-Weaner | 3.33        | 3.26      |
| Equitatividad         | 0.78        | 0.76      |

**Fig. 3.** Especies más importantes en el grupo sur y grupo norte del sitio arqueológico de Oxpemul.

## DISCUSIÓN

En relación con la composición florística leñosa, las 91 especies registradas en este estudio representan el 64.0% de las 142 especies leñosas reportadas para la meseta de Zoh-Laguna de la Reserva de Calakmul (Martínez y Galindo-Leal, 2002). Comparando la composición específica de este estudio con algunos otros trabajos realizados en México, las 91 especies registradas representan el 57% de las 160 especies de árboles registradas en una hectárea para Bonampak, Chiapas (Meave, 1990), el 60.3% de las 151 especies leñosas registradas para Los Tuxtlas (Bongers *et al.*, 1988), y el 53.8% con las 169 especies leñosas en cinco hectáreas para Uxpanapa, Ver. (Vázquez-Torres, 1991). En cambio, la riqueza (30 especies) en 3 200 m<sup>2</sup> reportado por Basáñez *et al.* (2008) en el “Remolino” en Veracruz, ocupa una posición más baja que la registrada en este trabajo. Estas desigualdades pueden deberse al tamaño del área muestreada, y a cambios ambientales de cada lugar, además de las condiciones de las micro mesetas, tales como falta de humedad y nutrientes del suelo.

Las familias mejor representadas en cuanto al número de especies fueron Fabaceae y Euphorbiaceae. La primera es la más frecuente y la que se reporta con el mayor número de especies en otros estudios (Bongers *et al.*, 1988; Vázquez-Torres, 1991). La familia Fabaceae es la mejor representada debido a que es una de las más diversas en el mundo, y ampliamente distribuida en las regiones tropicales (Gómez-Pompa, 1966; Miranda y Hernández, X. 1963; Rzedowski, 1978; Sousa-S. y Delgado, 1998), y en la península de Yucatán, está incluida en todas las comunidades vegetales (Flores, 2001).

Desde el punto de vista florístico, los dos grupos arqueológicos muestreados son similares, esto nos indica que comparten las mismas condiciones ecológicas. El sitio arqueológico de Oxpemul comparte varias especies en común con la selva mediana subperennifolia en la Península de Yucatán. Por ejemplo, con la meseta de Zoh-Laguna (Martínez y Galindo-Leal, 2002) comparte 16 especies; con las ruinas del Mirador y Uitzina en Quintana Roo (White y Darwin, 1995) comparte 18 especies; con la selva mediana subperennifolia en Quintana Roo (Sánchez, 2000) siete especies y, con el valle de Yohaltún comparte 10 especies (Rico-Gray *et al.*, 1985). De la comparación se puede decir que de los dos primeros sitios podría deberse a que pertenecen a la misma zona geográfica y asociadas a ruinas, y para el último sitio, podría ser porque esas especies forman parte del mismo tipo de vegetación y con las mismas condiciones ecológicas.

Las cuatro especies que tienen mayor densidad en este estudio (*Brosimum alicastrum*, *Pilocarpus racemosus*, *Drypetes lateriflora* y *Croton lundellii*), también tienen el mayor número de individuos para la selva mediana subperennifolia del Jardín Botánico Dr. Alfredo Barrera (Sánchez, 2000), Santa Gertrudis (Godínez-Ibarra y López-Mata, 2002) y para “El Remolino” (Basáñez *et al.*, 2008). En ambos grupos del sitio arqueológico de Oxpemul, llama la atención el caso de *Brosimum alicastrum*, por su alta densidad sobre las estructuras prehispánicas (suelos muy pedregosos), a diferencia de los lugares planos. Se ha sugerido que *Brosimum alicastrum* alberga mayor abundancia y favorable para su desarrollo en ambientes que generalmente presentan alta pedregosidad con suelos delgados (Miranda, 1978;

Sánchez, 2000; Vega-López *et al.*, 2003; Martínez y Galindo-Leal, 2002; Pennington y Sarukhán, 2005).

En cuanto a las clases diamétricas, la estructura de las comunidades vegetales en los dos grupos presentó forma de una “J” invertida, típica de comunidades vegetales con poca perturbación (Oliver & Larson, 1990). La forma de esta distribución nos garantiza la supervivencia de las comunidades vegetales, ya que aquellos árboles que sean eliminados por viento o huracanes, serán sustituidos por individuos de diámetros inferiores mediante regeneración natural. El bajo número de individuos con DAP entre 2 y 4.9 cm fue notorio, especialmente para el número de individuos en el grupo sur, esto se debió, a que se desmontó la vegetación menor para hacer el levantamiento o mapeo de las estructuras arqueológicas antes del muestreo, lo que afectó la menor densidad en la primera clase diamétrica. El área basal de los dos grupos arqueológicos (50.27 m<sup>2</sup>/ha) fue alta si se le compara con otros estudios, por ejemplo (Bongers *et al.*, 1988) en la selva alta perennifolia (Tuxtla) reportó un área basal promedio de 38.07 m<sup>2</sup>/ha, Meave (1990) encontró un área basal promedio de 41.83 m<sup>2</sup>/ha en un sitio de selva alta, Godínez-Ibarra y López-Mata (2000) con 38.66 m<sup>2</sup>/ha en una selva mediana subperennifolia en Vega de Alatorre, Veracruz y Sánchez (2000) registró un área basal de 32.65 m<sup>2</sup>/ha en una selva mediana subperennifolia en Quintana Roo. Sin embargo, fue baja si se le compara para la selva mediana subperennifolia (76.77 m<sup>2</sup>/ha) en la región de Papantla, Veracruz (Basáñez *et al.*, 2008).

En términos de valor de importancia, *Brosimum alicastrum*, *Melicoccus oliviformis*, *Eugenia* sp., *Pilocarpus racemosus* y *Dry-*

*petes lateriflora*, se presentan con diferentes densidades y tamaños de diámetro, lo que hace que estas especies sobresalgan por sus más altos valores de importancia. En los dos grupos arqueológicos *Brosimum alicastrum* es la más importante estructuralmente, ya que acumuló el 10.1 y el 16.02% del valor de importancia de la comunidad vegetal, lo cual coincide con lo reportado por Lundell (1943), White y Darwin (1995) y Martínez y Galindo-Leal (2002) la dominancia de esta especie asociada a ruinas. La dominancia de *Brosimum alicastrum* en las ruinas sugiere que el suelo pedregoso es el factor responsable de su distribución y abundancia en este tipo de ambiente (Miranda, 1978), o bien, puede deberse no únicamente por lo pedregoso del suelo, sino por el manejo que tuvo en épocas antiguas (Rico-Gray *et al.*, 1985). Algunas de estas especies también fueron registradas con mayor valor de importancia en selva mediana subperennifolia sin presencia de ruinas (Sánchez, 2000 y Basáñez *et al.*, 2008).

En cuanto a la diversidad se observa que no hubo variación en ambos grupos, lo que indica que en los dos grupos son similares por su riqueza de especies, al igual que su equitatividad, lo que significa que la abundancia de las especies están distribuidas por igual en ambos grupos. Si comparamos los índices de diversidad de la vegetación leñosa de los grupos (cuadro 1) con los obtenidos por Basáñez *et al.* (2008) para la selva mediana subperennifolia con H' 2.25 en 0.32 ha y con los dos sitios asociados a ruinas en Yucatán estudiados por White y Darwin (1995) con H' ca. 1.00 en 0.24 ha éstos presentan un índice bajo, pero en nuestro estudio presenta un índice bajo si lo comparamos con los trabajos de Bongers *et al.* (1988) y Sánchez (2000) que reportan un

índice alto ( $H'$  4.65 en una ha y de 4.00 en 0.3 ha, respectivamente). Este hecho puede deberse al tamaño del área muestreada, al tamaño de los diámetros seleccionados, abundancia y riqueza de especies en cada sitio de estudio.

### CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio permiten concluir, que la riqueza de especies leñosas del sitio arqueológico de Oxpemul es de 91 especies incluidas en 67 géneros y 35 familias botánicas y a nivel de grupos arqueológicos son similares en cuanto su riqueza específica. La densidad del grupo norte fue mayor que la del grupo sur, de las cinco especies más sobresalientes, *Brosimum alicastrum* es la más abundante sobre las estructuras prehispánicas (sustrato rocoso), mostrando agrupamiento en ambos grupos, y *Eugenia* sp., *Croton lundellii*, *Malpighia glabra*, *Guaiacum sanctum*, *Krugiodendrum ferreum* y *Gymnopodium floribundum* también se presentaron en estas estructuras con menores densidades y sin formar agrupamiento. Las especies (*Apoplanesia paniculata*, *Bursera simaruba*, *Karwinskia humboldtiana*, *Coccoloba acapulcensis* y *Caesalpinia gaumeri*) presentaron valores diamétricos más altos, sin llegar a tener valores de importancia elevados, debido a que hubo otras especies con mayores densidades.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al doctor Víctor Rico Gray del Instituto de Neuroetología de la Universidad Veracruzana por la revisión de este manuscrito. Al licenciado Juan José Cosgaya M. por la figura 1 que se encuentra en el texto, a la bióloga Elda

Celedonia Puc Garrido por el arreglo de la figura 3. Al licenciado Raymundo González Heredia por proporcionarnos la información de las superficies (hectáreas) de los dos grupos arqueológicos. Las sugerencias de cambios que hicieron dos árbitros anónimos para una mejor versión del manuscrito. Al proyecto SEP-CONACYT 49665-H por su apoyo para la realización de la presente investigación.

### LITERATURA CITADA

- Angiosperm Phylogeny Group, 2003. "An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of the flowering plants AGP II". *Botanical Journal of Linnean Society*, **141**: 399-436.
- Basáñez, A.J., J.L. Alanís y E. Badillo, 2008. "Composición florística y estructura arbórea de la selva mediana subperennifolia del ejido 'El Remolino', Papantla, Veracruz". *Avances en Investigación Agropecuaria*, **12**(2): 3-21.
- Bongers, E.J., J. Pompa; J., Meave del Castillo y J. Carabias, 1988. "Structure and floristic composition of the lowland rain forest of the Tuxtlas, México". *Vegetation*, **74**: 55-80.
- Díaz-Gallegos, J.R., O. Castillo y G. García, 2002. "Distribución espacial y estructura arbórea de la selva baja subperennifolia en un ejido de la Reserva de la Biosfera de Calakmul, Campeche, México". *Universidad y Ciencia*, **18**(35):11-28.
- Domínguez-Carrasco, Ma. del R., M.E. Espinosa, W.J. Folan y V. Rodríguez.

2003. "La producción cerámica en el área maya: Propuestas de producción y especialización en el Estado Regional de Calakmul, Campeche". Los Investigadores de la Cultura Maya II, Tomo I:105-115.
- Domínguez-Carrasco, Ma. del Rosario. 2008. "Informe del análisis de los materiales cerámicos del proyecto arqueológico: Oxpemul, Campeche: Frontera cultural prehispánica de las tierras bajas mayas del periodo Clásico". Manuscrito entregado al Centro de Investigaciones Históricas y Sociales de la Universidad Autónoma de Campeche.
- Domínguez-Carrasco, Ma. del R., M.E. Espinosa-Pesqueira y W. Folan Higgens, 2009. "Los materiales arqueológicos de Oxpemul, Campeche y su contexto regional". *Los investigadores de la cultura maya*. vol. XVIII, Tomo I: 255-268.
- \_\_\_\_\_, 2010. "Estudio Cerámico interregional del noreste de la región del Petén". En: *La Península de Yucatán: Investigaciones recientes y cronologías alternativas*. Benavides C., A. y E. Vargas P. (Coord.). Universidad Autónoma de Campeche. pp. 37-58.
- Ferrusquía V., I., 1998. "Geología de México: Una sinopsis". En: *Diversidad Biológica de México: Orígenes y Distribución*. Ramamoorthy, T.D., R. Bye, A. Lot y J.Fa (Comp.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México. pp. 3-108.
- Folan, William J., Laraine A. Fletcher y Ellen R. Kintz. 1979. "Fruit, Fiber, Bark and Resin. Social Organization of a Maya Urban Center". *Science*, **204**(4394): 697-701.
- Folan, W.J.; R. González H., H. Robichaux, E. Barnes, A. Morales L., A. Anaya H., P. Zamora-Crescencio, Ma. del R. Domínguez-Carrasco, J. D. Gunn y C. Requina S., 2008 "Las ruinas de Oxpemul, Campeche, México. Su mapa y avances en el estudio de su patrón de asentamiento, textos jeroglíficos, cerámica y vegetación". *Los Investigadores de la Cultura Maya* 16. Tomo I:109-134.
- Flores, J.S., 2001. "Leguminosae: Florística, etnobotánica y ecología". Fascículo 18. Etnoflora Yucatanense. Universidad Autónoma de Yucatán. 135 pp.
- Gates, G. 1999. "Fisiografía, Geología e Hidrología". p. 31-39. En: Folan, W.; M.C. Sánchez y J.M. Ortega. *Naturaleza y Cultura en Calakmul, Campeche*. Centro de Investigaciones Históricas y Sociales. Universidad Autónoma de Campeche.
- Godínez-Ibarra, O. y López-Mata, L. 2002. "Estructura, composición, riqueza y diversidad de árboles en tres muestras de selva mediana subperennifolia". *Anales del Instituto de Biología*, UNAM. Serie Botánica. **73**(2): 283-314.
- Gómez-Pompa, A., 1966. "Estudios botánicos en la región de Misantla". IMERNAR, México, DF 173 pp.

- Judd, W.S., Campbell, C.S., Kellog, E.A., Stevens, P.E. y Donoghue, M.J., 2008. *Plant Systematics: A Phylogenetic Approach*. Sinauer Associates, Inc. Publishers Sunderland, Massachusetts U.S.A 611 pp.
- Lundell, C.L., 1943. "Preliminary sketch of the phytogeography of the Yucatan Península". *Carnegie Inst. Wash. Publ.*, **436**: 257-321.
- Magurran, A.E., 1988. *Ecology diversity and its measurement*. Princeton, NJ. Princeton University Press.
- Martínez, E., M.S. Sousa y C.H. Ramos Álvarez, 2001. "Flora de Calakmul". *Listados Florísticos de México*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, DF.
- Martínez, E. y C. Galindo-Leal, 2002. "La vegetación de Calakmul, México: clasificación, descripción y distribución". *Bol. Soc. Bot. Méx.*, **71**: 7-32.
- Meave del Castillo, J., 1990. *Estructura y composición de la selva alta perennifolia de los alrededores de Bonampak*. Colección Científica. Serie Arqueología. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México, DF. 147 pp.
- Miranda, F. y E. Hernández X., 1963. "Los tipos de vegetación de México y su clasificación". *Bol. Soc. Bot. Méx.*, **28**: 29-179.
- Miranda, F. 1978. *Vegetación de la península de Yucatán*. Colegio de Postgraduados. SARH. Chapingo, México. 2da. imp. 271 pp.
- Morales-Rosas, J., 1999. "Suelos". pp. 41-49. En: Folan, W., M. C. Sánchez y J.M. Ortega. *Naturaleza y Cultura en Calakmul, Campeche*. Centro de Investigaciones Históricas y Sociales. Universidad Autónoma de Campeche.
- Mueller-Dombois, D. y H. ElleMBERG, 2002. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Willer and Sons. N. York 547 pp.
- Oliver, C. y B.C. Larson, 1990. *Forest stands dynamics*. McGraw Hill, Nueva York, EEUU.
- Pennington T.D. y Sarukhán, J., 2005. *Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies*. UNAM-Fondo de Cultura Económica. México. 523 pp.
- Rico-Gray, V.; A. Gómez-Pompa y C. Chan, 1985. "Las selvas manejadas por los mayas de Yohaltun, Campeche, México". *Biótica*, 10(4): 321-327.
- Rzedowski, J., 1978. *Vegetación de México*. Ed. Limusa. 432 pp.
- Sánchez S., O., 2000. "Análisis estructural del Jardín Botánico". En: Sánchez-Sánchez, O. y G.A. Islebe (Eds.), *El jardín Botánico Dr. Alfredo Barrera Marín: fundamentos y estudios particulares*. El Colegio de la Frontera Sur y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad pp. 59-74.

- Sousa-S.M. y Delgado A., 1998. "Leguminosas mexicanas: fitogeografía, endemismo y Orígenes". En: Ramamoorthy T.P., Bye R., Lot A. y Fa J. Comp. *Diversidad Biológica de México: Orígenes y Distribución*. pp. 449-500, Universidad Nacional Autónoma de México, México, DF.
- Thien, L.B., A.S. Bradburn y A.L. Welden. 1982. "The Woody vegetation of Dzibilchatun, a Mayan Archaeological Site in Northwest Yucatan, Mexico". Middle American Research Institute, Occasional Papers No. 5, Nueva Orleans, Louisiana.
- Ucán, E., L. Ortega, J. Ortiz, J. Tún y S. Flores. 1999. "Vegetación y flora". p. 59-64. En: Folan, W., Ma. C. Sánchez-González y J.M. Ortega. *Naturaleza y Cultura en Calakmul, Campeche*, Centro de Investigaciones Históricas y Sociales. Universidad Autónoma de Campeche. 176 pp.
- Vázquez-Torres, M., 1991. "Flora vascular y diversidad de especies arbóreas del dosel superior (en una muestra de selva alta sobre sustrato cárstico en la zona de Uxpanapa)". Textos Universitarios. Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz. 184 pp.
- Vega-López, A., J.I. Valdez-Hernández, V.M. y Cetina-Alcalá, 2003. "Zonas ecológicas de *Brosimum alicastrum* Sw. en la costa del Pacífico mexicana". *Madera y Bosque*, **9**(1):27-53.
- White, D.A. y Darwin S.P. 1995. "Woody vegetation of tropical lowland deciduous forest and mayan ruins in the north-central Yucatán Peninsula, Mexico". *Tulane studies in zoology and Botany*, **30**: 1-25.

Recibido: 7 junio 2010. Aceptado: 14 marzo 2011.

**Anexo 1.** Parámetros estructurales del grupo norte en el sitio arqueológico de Oxpemul.

| Núm. | Especies                          | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Dominancia relativa | Valor importancia |
|------|-----------------------------------|-------------------|---------------------|---------------------|-------------------|
| 1    | <i>Brosimum alicastrum</i>        | 15.11             | 4.37                | 28.58               | 48.05             |
| 2    | <i>Eugenia</i> sp.                | 12.73             | 3.97                | 3.26                | 19.96             |
| 3    | <i>Drypetes lateriflora</i>       | 7.50              | 3.77                | 4.88                | 16.15             |
| 4    | <i>Melicoccus oliviformis</i>     | 2.86              | 3.37                | 8.03                | 14.26             |
| 5    | <i>Bursera simaruba</i>           | 2.20              | 3.57                | 6.87                | 12.64             |
| 6    | <i>Guaiacum sanctum</i>           | 4.16              | 3.77                | 4.28                | 12.21             |
| 7    | <i>Croton lundellii</i>           | 5.89              | 3.77                | 2.45                | 12.11             |
| 8    | <i>Thouinia paucidentata</i>      | 2.80              | 3.77                | 4.02                | 10.58             |
| 9    | <i>Krugiodendron ferreum</i>      | 3.69              | 3.97                | 2.28                | 9.93              |
| 10   | <i>Apoplanesia paniculata</i>     | 0.54              | 1.79                | 7.24                | 9.56              |
| 11   | <i>Malpighia glabra</i>           | 4.28              | 3.97                | 1.25                | 9.50              |
| 12   | <i>Capparis verrucosa</i>         | 3.51              | 2.38                | 2.05                | 7.94              |
| 13   | <i>Capparis indica</i>            | 2.56              | 3.77                | 1.37                | 7.69              |
| 14   | <i>Diospyros anisandra</i>        | 1.96              | 2.38                | 1.71                | 6.05              |
| 15   | <i>Erythroxylum rotundifolium</i> | 1.96              | 1.98                | 1.89                | 5.83              |
| 16   | <i>Nectandra coriacea</i>         | 2.14              | 2.38                | 0.82                | 5.34              |
| 17   | <i>Lonchocarpus xuul</i>          | 1.61              | 2.38                | 1.21                | 5.20              |
| 18   | <i>Diospyros cuneata</i>          | 1.96              | 1.98                | 1.01                | 4.96              |
| 19   | <i>Malmea depressa</i>            | 1.13              | 2.58                | 0.14                | 3.85              |
| 20   | <i>Manilkara zapota</i>           | 0.77              | 1.59                | 1.32                | 3.68              |
| 21   | <i>Acacia</i> sp.                 | 1.25              | 1.59                | 0.84                | 3.68              |
| 22   | <i>Crossopetalum gaumeri</i>      | 0.95              | 2.18                | 0.50                | 3.64              |
| 23   | <i>Hybanthus yucatanensis</i>     | 1.61              | 1.59                | 0.30                | 3.49              |
| 24   | <i>Gymnopodium floribundum</i>    | 1.61              | 0.79                | 0.99                | 3.39              |
| 25   | <i>Bunchosia</i> sp.              | 1.31              | 1.39                | 0.57                | 3.27              |
| 26   | <i>Bernardia</i> sp.              | 0.83              | 1.59                | 0.76                | 3.18              |
| 27   | <i>Phyllanthus nobilis</i>        | 0.83              | 1.79                | 0.36                | 2.97              |
| 28   | <i>Neea psychotrioides</i>        | 0.77              | 1.79                | 0.41                | 2.97              |
| 29   | <i>Psidium sartorianum</i>        | 0.77              | 1.59                | 0.49                | 2.85              |
| 30   | <i>Pseudobombax ellipticum</i>    | 0.54              | 1.19                | 0.83                | 2.55              |
| 31   | <i>Neomillspaughia emarginata</i> | 0.89              | 0.99                | 0.62                | 2.51              |
| 32   | <i>Hampea trilobata</i>           | 0.48              | 1.39                | 0.55                | 2.42              |
| 33   | <i>Coccoloba acapulcensis</i>     | 0.71              | 1.39                | 0.31                | 2.41              |
| 34   | <i>Eugenia acapulcensis</i>       | 0.65              | 1.39                | 0.29                | 2.33              |
| 35   | <i>Diospyros salicifolia</i>      | 0.54              | 1.59                | 0.14                | 2.27              |
| 36   | <i>Jatropha gaumeri</i>           | 0.48              | 1.59                | 0.08                | 2.14              |
| 37   | <i>Caesalpinia gaumeri</i>        | 0.48              | 0.99                | 0.55                | 2.02              |
| 38   | <i>Eugenia capulí</i>             | 1.01              | 0.60                | 0.22                | 1.82              |
| 39   | <i>Karwinskia humboldtiana</i>    | 0.06              | 0.20                | 1.41                | 1.67              |
| 40   | <i>Plumeria obtusa</i>            | 0.30              | 0.99                | 0.29                | 1.58              |

## Anexo 1. Conclusión.

| Núm. | Especies                      | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Dominancia relativa | Valor importancia |
|------|-------------------------------|-------------------|---------------------|---------------------|-------------------|
| 41   | <i>Cnidoscolus multilobus</i> | 0.36              | 0.99                | 0.07                | 1.42              |
| 42   | <i>Guettarda gaumeri</i>      | 0.30              | 0.79                | 0.25                | 1.34              |
| 43   | <i>Ficus obtusifolia</i>      | 0.12              | 0.40                | 0.72                | 1.24              |
| 44   | <i>Randia aculeata</i>        | 0.36              | 0.79                | 0.03                | 1.19              |
| 45   | <i>Croton</i> sp.             | 0.30              | 0.79                | 0.04                | 1.14              |
| 46   | <i>Guarea glabra</i>          | 0.18              | 0.60                | 0.24                | 1.01              |
| 47   | 24 ssp. más                   | 2.97              | 7.54                | 3.50                | 14.01             |

**Anexo 2.** Parámetros estructurales del grupo sur en el sitio arqueológico de Oxpemul.

| Núm. | Especie  | Densidad relativa | Frecuencia relativa | Dominancia relativa | Valor importancia |
|------|--|-------------------|---------------------|---------------------|-------------------|
| 1    | <i>Brosimum alicastrum</i>                               | 9.98              | 5.02                | 15.38               | 30.39             |
| 2    | <i>Melicoccus oliviformis</i>                            | 2.85              | 4.55                | 15.66               | 23.06             |
| 3    | <i>Pilocarpus racemosus</i>                              | 12.61             | 3.11                | 3.30                | 19.02             |
| 4    | <i>Drypetes lateriflora</i>                              | 8.78              | 4.78                | 4.48                | 18.05             |
| 5    | <i>Thouinia paucidentata</i>                             | 6.38              | 5.02                | 6.14                | 17.54             |
| 6    | <i>Croton lundellii</i>                                  | 9.38              | 4.78                | 2.42                | 16.59             |
| 7    | <i>Guaiacum sanctum</i>                                  | 5.03              | 5.50                | 2.79                | 13.32             |
| 8    | <i>Apoplanesia paniculata</i>                            | 0.75              | 1.67                | 10.61               | 13.03             |
| 9    | <i>Bursera simaruba</i>                                  | 1.73              | 3.35                | 6.19                | 11.27             |
| 10   | <i>Capparis flexuosa</i>                                 | 4.35              | 3.59                | 2.07                | 10.02             |
| 11   | <i>Malpighia glabra</i>                                  | 3.90              | 5.02                | 0.81                | 9.74              |
| 12   | <i>Diospyros anisandra</i>                               | 3.30              | 2.15                | 4.19                | 9.64              |
| 13   | <i>Capparis incana</i>                                   | 2.93              | 3.59                | 1.33                | 7.84              |
| 14   | <i>Krugiodendron ferreum</i>                             | 2.48              | 4.07                | 1.12                | 7.66              |
| 15   | <i>Caesalpinia gaumeri</i>                               | 0.60              | 1.44                | 5.08                | 7.11              |
| 16   | <i>Lonchocarpus xuul</i>                                 | 2.25              | 2.87                | 1.89                | 7.02              |
| 17   | <i>Coccoloba acapulcensis</i>                            | 0.83              | 1.44                | 4.10                | 6.36              |
| 18   | <i>Erythroxylum rotundifolium</i>                        | 1.43              | 2.87                | 1.14                | 5.44              |
| 19   | <i>Eugenia axillaris</i>                                 | 2.55              | 2.39                | 0.38                | 5.32              |
| 20   | <i>Neomillspaughia emarginata</i>                        | 2.33              | 1.44                | 1.22                | 4.98              |
| 21   | <i>Sideroxylon obtusifolium</i> subsp. <i>buxifolium</i> | 1.13              | 2.15                | 1.17                | 4.45              |
| 22   | <i>Bunchosia</i> sp.                                     | 1.05              | 2.15                | 0.55                | 3.75              |
| 23   | <i>Hybanthus yucatanensis</i>                            | 1.43              | 1.67                | 0.25                | 3.35              |
| 24   | <i>Ardisia escallonioides</i>                            | 0.45              | 0.48                | 2.39                | 3.32              |
| 25   | <i>Bernardia</i> sp.                                     | 1.28              | 1.67                | 0.15                | 3.10              |
| 26   | <i>Crossopetalum gaumeri</i>                             | 0.98              | 1.91                | 0.16                | 3.05              |
| 27   | <i>Acacia dolichostachya</i>                             | 0.68              | 1.44                | 0.37                | 2.48              |
| 28   | <i>Eugenia capuli</i>                                    | 0.75              | 0.96                | 0.09                | 1.80              |
| 29   | <i>Diospyros salicifolia</i>                             | 0.30              | 0.48                | 1.00                | 1.78              |
| 30   | <i>Karwinskia humboldtiana</i>                           | 0.23              | 0.72                | 0.57                | 1.51              |
| 31   | <i>Diospyros tetrasperma</i>                             | 0.38              | 0.96                | 0.15                | 1.48              |
| 32   | <i>Diospyros</i> sp.                                     | 0.38              | 0.96                | 0.14                | 1.47              |
| 33   | <i>Trichilia</i> sp.                                     | 0.23              | 0.72                | 0.41                | 1.35              |
| 34   | <i>Malmea depressa</i>                                   | 0.30              | 0.96                | 0.03                | 1.28              |
| 35   | <i>Trophis racemosa</i>                                  | 0.30              | 0.72                | 0.23                | 1.25              |
| 36   | <i>Neea choriophylla</i>                                 | 0.30              | 0.72                | 0.13                | 1.14              |
| 37   | <i>Hampea trilobata</i>                                  | 0.30              | 0.72                | 0.08                | 1.10              |
| 38   | <i>Eugenia buxifolia</i>                                 | 0.45              | 0.48                | 0.12                | 1.05              |
| 39   | <i>Manilkara zapota</i>                                  | 0.23              | 0.72                | 0.08                | 1.03              |
| 40   | <i>Nectandra salicifolia</i>                             | 0.45              | 0.48                | 0.06                | 0.99              |
| 41   | <i>Capparis indica</i>                                   | 0.23              | 0.72                | 0.01                | 0.95              |
| 42   | <i>Jatropha gaumeri</i>                                  | 0.23              | 0.48                | 0.20                | 0.91              |
| 43   | <i>Gymnopodium floribundum</i>                           | 0.23              | 0.48                | 0.19                | 0.89              |
| 44   | <i>Phyllanthus nobilis</i>                               | 0.30              | 0.48                | 0.04                | 0.82              |
| 45   | <i>Clusia flava</i>                                      | 0.15              | 0.48                | 0.15                | 0.78              |
| 46   | <i>Laetia thammia</i>                                    | 0.15              | 0.48                | 0.12                | 0.75              |
| 47   | 24 ssp. más  | 2.70              | 7.18                | 0.89                | 10.77             |

**Anexo 3.** Lista florística en los dos grupos del sitio arqueológico de Oxpemul. Se elaboró de acuerdo al sistema de clasificación del Grupo para la Filogenia de las Angiospermas (AGP2003) y Judd *et al.*, 2008.

| Núm. | Familia/especie  | Grupo norte | Grupo sur |
|------|--|-------------|-----------|
|      | <b>Annonaceae</b>                                      |             |           |
| 1    | <i>Malmea depressa</i> (Baillon) R.E. Fr.              | X           | X         |
|      | <b>Apocynaceae</b>                                     |             |           |
| 2    | <i>Plumeria obtusa</i> L.                              | X           | X         |
| 3    | <i>Thevetia</i> sp.                                    | X           |           |
|      | <b>Boraginaceae</b>                                    |             |           |
| 4    | <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken             | X           |           |
| 5    | <i>Cordia</i> sp.                                      |             | X         |
| 6    | <i>Rochefortia lundellii</i> Camp.                     |             | X         |
|      | <b>Brassicaceae</b>                                    |             |           |
| 7    | <i>Capparis flexuosa</i> (L.) L.                       |             | X         |
| 8    | <i>Capparis incana</i> Kunth                           |             | X         |
| 9    | <i>Capparis indica</i> (L.) Druce                      | X           | X         |
| 10   | <i>Capparis verrucosa</i> Jacq.                        | X           |           |
|      | <b>Burseraceae</b>                                     |             |           |
| 11   | <i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.                     | X           | X         |
|      | <b>Celastraceae</b>                                    |             |           |
| 12   | <i>Crossopetalum gaumeri</i> (Loes.) Lundell           | X           | X         |
|      | <b>Clusiaceae</b>                                      |             |           |
| 13   | <i>Clusia flava</i> Jacq.                              | X           | X         |
|      | <b>Ebenaceae</b>                                       |             |           |
| 14   | <i>Diospyros anisandra</i> S.F. Blake                  | X           | X         |
| 15   | <i>Diospyros cuneata</i> Standl.                       | X           |           |
| 16   | <i>Diospyros salicifolia</i> Humbl. & Bonpl. ex Willd. | X           | X         |
| 17   | <i>Diospyros tetrasperma</i> Sw.                       |             | X         |
| 18   | <i>Diospyros</i> sp.                                   |             | X         |
|      | <b>Erythroxylaceae</b>                                 |             |           |
| 19   | <i>Erythroxylum rotundifolium</i> Lunan                | X           | X         |
|      | <b>Euphorbiaceae</b>                                   |             |           |
| 20   | <i>Bernardia</i> sp.                                   | X           | X         |
| 21   | <i>Cnidoscolus multilobus</i> (Pax.) I.M. Johnston     | X           | X         |
| 22   | <i>Croton campechianus</i> Standl.                     | X           | X         |
| 23   | <i>Croton glabellus</i> L.                             | X           |           |
| 24   | <i>Croton lucidus</i> L.                               | X           | X         |
| 25   | <i>Croton lundellii</i> Standl.                        | X           | X         |
| 26   | <i>Croton</i> sp.                                      | X           | X         |
| 27   | <i>Jatropha gaumeri</i> Greenm.                        | X           | X         |
| 28   | <i>Phyllanthus nobilis</i> (L.f.) Mull. Arg.           | X           | X         |
|      | <b>Fabaceae</b>  |             |           |
| 29   | <i>Acacia dolichostachya</i> S.F. Blake                |             | X         |

**Anexo 3.** Continuación.

| Núm. | Familia/especie   | Grupo norte | Grupo sur |
|------|---|-------------|-----------|
| 30   | <i>Acacia gaumeri</i> S.F. Blake                                    | X           | X         |
| 31   | <i>Acacia</i> sp.   | X           | X         |
| 32   | <i>Apoplanesia paniculata</i> C. Presl                              | X           | X         |
| 33   | <i>Bauhinia divaricata</i> L.                                       | X           |           |
| 34   | <i>Caesalpinia gaumeri</i> Greenm.                                  | X           | X         |
| 35   | <i>Caesalpinia mollis</i> (Kunth) Spreng.                           | X           | X         |
| 36   | <i>Gliricidia maculata</i> (Kunth) Steud.                           | X           |           |
| 37   | <i>Lonchocarpus xuul</i> Lundell                                    | X           | X         |
| 38   | <i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.                            |             | X         |
| 39   | <i>Mimosa bahamensis</i> Benth.                                     |             | X         |
| 40   | <i>Pithecellobium lanceolatum</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Benth. |             | X         |
| 41   | <i>Platymiscium yucatanum</i> Standley                              | X           |           |
|      | <b>Lamiaceae</b>  |             |           |
| 42   | <i>Cornutia pyramidata</i> L.                                       | X           |           |
|      | <b>Lauraceae</b>  |             |           |
| 43   | <i>Nectandra coriacea</i> (Sw.) Griseb.                             | X           |           |
| 44   | <i>Nectandra salicifolia</i> (Kunth) Nees                           |             | X         |
|      | <b>Malpighiaceae</b>  |             |           |
| 45   | <i>Bunchosia</i> sp.  | X           | X         |
| 46   | <i>Malpighia glabra</i> L.  | X           | X         |
| 47   | <i>Malpighia lundellii</i> C.V. Morton                              | X           |           |
|      | <b>Malvaceae</b>  |             |           |
| 48   | <i>Hampea trilobata</i> Standl.                                     | X           | X         |
| 49   | <i>Pseudobombax ellipticum</i> (Kunth) Dugand                       | X           |           |
|      | <b>Meliaceae</b>  |             |           |
| 50   | <i>Guarea glabra</i> Vahl   | X           |           |
| 51   | <i>Trichilia glabra</i> L.  | X           |           |
| 52   | <i>Trichilia</i> sp.  |             | X         |
|      | <b>Menispermaceae</b>   |             |           |
| 53   | <i>Hyperbaena winzerlingii</i> Standl.                              |             | X         |
|      | <b>Moraceae</b>   |             |           |
| 54   | <i>Brosimum alicastrum</i> Sw.                                      | X           | X         |
| 55   | <i>Ficus obtusifolia</i> Kunth                                      | X           |           |
| 56   | <i>Ficus</i> sp.  | X           | X         |
| 57   | <i>Maclura tinctoria</i> (L.) Gaudich. ex Benth                     | X           | X         |
| 58   | <i>Trophis racemosa</i> (L.) Urb.                                   |             | X         |
|      | <b>Myrsinaceae</b>  |             |           |
| 59   | <i>Ardisia escallonioides</i> Schltdl. & Cham.                      | X           | X         |
|      | <b>Myrtaceae</b>  |             |           |
| 60   | <i>Eugenia axillaris</i> (Sw.) Willd.                               |             | X         |
| 61   | <i>Eugenia buxifolia</i> (Sw.) Willd.                               |             | X         |
| 62   | <i>Eugenia capuli</i> (Schltdl. & Cham.) O. Berg.                   | X           | X         |
| 63   | <i>Eugenia acapulcensis</i> Steud.                                  | X           | X         |

## Anexo 3. Conclusión.

| Núm. | Familia/especie  | Grupo norte | Grupo sur |
|------|--|-------------|-----------|
| 64   | <i>Eugenia</i> sp.   | X           | X         |
| 65   | <i>Psidium sartorianum</i> (Bergius) Nied.                     | X           |           |
|      | <b>Nyctaginaceae</b>   |             |           |
| 66   | <i>Neea choriophylla</i> Standl.                               |             | X         |
| 67   | <i>Neea psychotrioides</i> Donn. Sm.                           | X           |           |
|      | <b>Piperaceae</b>  |             |           |
| 68   | <i>Piper</i> sp.   | X           |           |
|      | <b>Polygonaceae</b>  |             |           |
| 69   | <i>Coccoloba acapulensis</i> Standl.                           | X           | X         |
| 70   | <i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe                           | X           | X         |
| 71   | <i>Neomillspaughia emarginata</i> (H. Gross) Blake             | X           | X         |
|      | <b>Putranjivaceae</b>  |             |           |
| 72   | <i>Drypetes lateriflora</i> (Sw.) Krug & Urb.                  | X           | X         |
|      | <b>Rhamnaceae</b>  |             |           |
| 73   | <i>Karwinskia humboldtiana</i> (J. A. Schultes) Zucc.          | X           | X         |
| 74   | <i>Krugiodendron ferreum</i> (Vahl) Urb.                       | X           | X         |
|      | <b>Rubiaceae</b>   |             |           |
| 76   | <i>Guettarda gaumeri</i> Standl.                               | X           |           |
| 77   | <i>Machaonia lindeniana</i> Baillon                            |             | X         |
| 78   | <i>Randia aculeata</i> L.                                      | X           | X         |
|      | <b>Rutaceae</b>  |             |           |
| 79   | <i>Amyris elemifera</i> L.                                     | X           | X         |
| 80   | <i>Pilocarpus racemosus</i> Vahl                               |             | X         |
|      | <b>Salicaceae</b>  |             |           |
| 81   | <i>Laetia thamnia</i> L.                                       |             | X         |
|      | <b>Sapindaceae</b>   |             |           |
|      | <i>Exothea diphylla</i> (Standl.) Lundell                      | X           | X         |
| 82   | <i>Melicoccus oliviformis</i> (Kunth) Radlk.                   | X           | X         |
| 83   | <i>Thouinia paucidentata</i> Radlk.                            | X           | X         |
|      | <b>Sapotaceae</b>  |             |           |
| 84   | <i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen                          | X           | X         |
| 85   | <i>Pouteria amygdalina</i> (Standl.) Baehni                    | X           |           |
| 86   | <i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Roemer & Schultes) T.D. Penn. | X           | X         |
|      | <b>Solanaceae</b>  |             |           |
| 87   | <i>Cestrum nocturnum</i> L.                                    |             | X         |
|      | <b>Theophrastaceae</b>   |             |           |
| 88   | <i>Jacquinia macrocarpa</i> Cav. ssp. <i>macrocarpa</i>        | X           |           |
|      | <b>Verbenaceae</b>   |             |           |
| 89   | <i>Citharexylum ellipticum</i> D. Don.                         | X           | X         |
|      | <b>Violaceae</b>   |             |           |
| 90   | <i>Hybanthus yucatanensis</i> Millsp.                          | X           | X         |
|      | <b>Zygophyllaceae</b>  |             |           |
| 91   | <i>Guaiacum sanctum</i> L.                                     | X           | X         |