

Paleoecología y ocupación humana durante el Holoceno en los Llanos del Orinoco: una revisión y nuevos datos

Paleoecology and human occupation during the Holocene in the Orinoco Llanos: a review and new data

Fernando Sánchez¹, Jerlin Fernández¹, Rafael Gassón², Maximiliano Bezáda³ y Alejandra Leal¹ (autor de correspondencia)

Resumen

Se presenta una revisión del conocimiento de la paleoecología del Holoceno y los patrones de ocupación humana antigua en los Llanos del Orinoco y se muestran los resultados preliminares de dos estudios paleoecológicos realizados en esta región. La revisión indica que existe un gran vacío de conocimiento sobre la paleoclimatología holocena, especialmente en la porción venezolana, que abarca poco más de la mitad de la extensión total de la región llanera. Los trabajos disponibles evidencian la ocurrencia de climas áridos y semiáridos a finales del Pleistoceno y durante el Holoceno temprano-medio, bajo los cuales se configuraron extensos campos de dunas y se favoreció la expansión de la sabana. Algunos de estos paleoclimas se relacionaron aparentemente con cambios en la amplitud de la ZCIT y/o en la frecuencia/intensidad de ENOS. Los estudios arqueológicos indican el incremento de las actividades humanas desde el Holoceno medio, con la presencia de sociedades jerarquizadas con alto grado de tecnificación agrícola. El sector “El Cedral” (estado Barinas) constituyó uno de los centros políticos más importantes de los cacicazgos del occidente venezolano. Los estudios paleoecológicos presentados aquí demuestran la gran capacidad de domesticación del paisaje de las poblaciones prehispánicas, su influencia sobre los regímenes de fuegos locales y sobre la dinámica sabana/bosque. En los llanos centrales de Venezuela (estado Guárico), la expansión del morichal sujeto a un régimen de fuegos frecuente, indica su alta resiliencia ante este factor bajo condiciones climáticas favorables. Se concluye que, en el actual escenario de cambio ambiental global, los estudios interdisciplinarios de clima-vegetación-fuego-ocupación humana, constituyen una valiosa herramienta para la planificación futura del desarrollo sustentable y para comprender la variabilidad natural del clima de la Orinoquía.

Palabras clave: paleoecología, Holoceno, paleoclimatología, Llanos del Orinoco de Colombia y Venezuela, ocupación humana antigua en Sudamérica, El Cedral, Mesa La Malena-El Rabanal.

Abstract

We present a review of the Holocene paleoecology and the patterns of ancient human occupation in the Orinoco Llanos. Then preliminary results from two paleoecological studies carried out in the region are shown. There is a great knowledge gap, especially in the Venezuelan portion of the Orinoco Llanos, which covers more than 50% of the bioregion. Arid and semiarid climates characterize the region at the end of the Pleistocene and during the early-mid Holocene, which enhanced the development of extensive dune fields and the expansion of savannas. Some of those arid periods were apparently related to changes in the amplitude of the ITCZ and/or changes in the frequency/intensity of ENSO. Archaeological studies show that there is an intensification of human activities since the mid-Holocene, with the presence of

¹Departamento de Estudios Ambientales, Universidad Simón Bolívar, Estado Miranda, Venezuela. Email: avleal@usb.ve.

²Departamento de Historia y Ciencias Sociales, Universidad del Norte, Departamento del Atlántico, Barranquilla, Colombia.

³Departamento de Ciencias de la Tierra. Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Caracas, Venezuela.

hierarchical societies with a high degree of agricultural technology. El Cedral (Barinas) constituted one of the most important political centers of prehispanic chiefdoms in the Western llanos. Paleoecological studies presented here demonstrate that prehispanic populations had a great capacity of landscape domestication, influencing the local fire regimes and the savanna/forest dynamic. In the central llanos of Venezuela (Guárico) results suggest the expansion of morichales under frequent fire regimes, indicating that these communities have a high fire resilience under favorable climatic conditions. A multidisciplinary approach is required for the study of climate-vegetation-fire-human occupation feedbacks, constituting a valuable tool for the future planning of sustainable development in a global change scenario.

Keywords: paleoecology, Holocene, paleoclimatology, Orinoco Llanos (Colombia and Venezuela), ancient human occupation in South America, El Cedral, Mesa La Malena-El Rabanal.

Introducción

Los Llanos del Orinoco constituyen la región fisiográfica con aproximadamente 532.000 km² (254.000 en Colombia y 278.000 en Venezuela), la cual se extiende desde sur de la Serranía de La Macarena en el piedemonte andino colombiano, hasta las planicies cenagosas del río Guarapiche en los estados Monagas y Delta Amacuro, colindando al sur con el Escudo Guayanés y al norte con la Cordillera de la Costa. Como gran bioregión es compartida entre Colombia y Venezuela, estando del lado venezolano ca. 53% de su extensión (Schargel, 2007; Aymard, 2017).

Las planicies que conforman la región de los llanos se originaron durante el Cuaternario, cuando el descenso del nivel del mar y el avance de los procesos orogénicos que iniciaron en el Terciario, conllevaron a la actual configuración del curso del Río Orinoco, con las cabeceras de sus principales afluentes ubicadas por un lado en los Andes colombo-venezolanos y por el otro en la Serranía del Interior del Sistema Orográfico del Caribe (González de Juana *et al.* 1980; Schargel, 2007; 2015).

El estudio de la actual época holocena es de especial interés, pues en ella se ha configurado el sistema climático actual. A través de su análisis se puede comprender la magnitud,

extensión y causas de la variabilidad natural del clima en las escalas local, regional y continental (Cook, 2009). Además, durante el Holoceno las poblaciones humanas se han expandido a lo largo y ancho del continente americano, y se presume que el impacto humano directo e indirecto y su sinergia con el clima, han sido fundamentales en la estructuración de los paisajes observados en la actualidad (Clement *et al.* 2015). Los datos paleoecológicos del Holoceno serán necesarios para producir y validar los modelos climáticos descriptivos y predictivos que se requieren hoy y que se necesitarán aún más en el futuro próximo. Por esta razón, el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático le ha otorgado un lugar de suma relevancia en sus informes de avance a los estudios paleoclimatológicos, paleoecológicos y paleoatmosféricos (IPCC, 2001; 2007; 2012).

En Venezuela contar con datos paleoecológicos de la región llanera debería ser un asunto de especial interés, pues existen evidencias que señalan que los mosaicos sabana-bosque presentes en los Llanos del Orinoco y la cuenca Amazónica han sufrido severas sequías (Marteló, 2004), especialmente en los años 2005, 2010 y 2015 (Marengo & Espinoza, 2016; Panisset *et al.* 2017), eventos que continuaran en el futuro. El Panel Intergubernamental para el Cambio Climático

en sus últimos reportes, sugieren una mayor vulnerabilidad a las sequías en aquellas áreas periféricas de la Cuenca Amazónica, que son más estacionales, y que están cubiertas por mosaicos de sabanas y bosques decíduos (Vicente-Serrano *et al.* 2013). Estas áreas vulnerables se encuentran ubicadas en los límites de la migración latitudinal de la Zona de Convergencia intertropical (ZCIT), cuya amplitud podría estar siendo afectada por los cambios en la temperatura superficial del océano, a causa del Calentamiento Global Contemporáneo (IPCC, 2001; 2007; 2012). Esta variable contribuye a modular la frecuencia e intensidad de otros fenómenos climáticos, como “El Niño” Oscilación del Sur (ENOS), que tiene una gran incidencia en el Neotrópico y es de notable importancia para nuestro país, asociándose generalmente con la ocurrencia de años más secos que el promedio (Garreaud *et al.* 2009). Además de la susceptibilidad ante los cambios climáticos, los bosques y humedales ubicados en los mosaicos sabana-bosque de la periferia de la Amazonia podrían también ser más vulnerables ante el incremento de la frecuencia e intensidad de los fuegos. Las sabanas y pastizales presentes en las áreas vecinas a la cuenca Amazónica (i.e. Llanos del Orinoco y el Cerrado brasileiro), soportan una alta presión de actividades humanas, como agricultura y pastoreo, que generalmente pasan por el uso sostenido del fuego (Cochrane *et al.* 1999; Cochrane & Laurance 2002; Shlisky *et al.* 2009). Los estudios paleoecológicos a nivel continental también sugieren que a lo largo del Cuaternario fueron las áreas periféricas a la Cuenca Amazónica las que resultaron más afectadas por los eventos de reorganización del sistema climático, experimentando cambios funcionales de vegetación y la retroalimentación positiva de las sequías climáticas y el fuego (van der Hammen & Hooghiemstra, 2000; Colinvaux *et al.* 2000; Behling & Hooghiemstra, 2001; Mayle *et al.*

2004; Mayle & Power, 2008). Los tiempos y fases de estas sequías han mostrado que muchos de estos eventos responden a patrones de alcance continental y global. Adicionalmente, los estudios disponibles sugieren que algunas de las sequías climáticas ocurridas durante el Pleistoceno y Holoceno, han estado relacionadas con los cambios temporales en la posición relativa de la ZCIT (Martin, 1997; Hooghiemstra & Behling, 2001; Haug *et al.* 2001; Cook, 2009; Rull *et al.* 2010). Este es un aspecto que le confiere importancia adicional al estudio a largo plazo de la variabilidad climática y ambiental en las zonas más estacionales del norte de Sudamérica, particularmente a los Llanos del Orinoco.

En este trabajo se presenta una revisión del estado del conocimiento sobre la paleoecología holocena de los Llanos del Orinoco, incluyendo el análisis integrado de los hallazgos registrados para los Llanos Orientales de Colombia y los llanos venezolanos. Se revisan también las evidencias de ocupación humana prehispanica disponibles hasta ahora. Finalmente, se proveen los resultados preliminares obtenidos a partir del análisis paleopalinológico en dos localidades ubicadas en el piedemonte barinés y en las mesas de los llanos centrales del Estado Guárico, y se discuten las potencialidades y limitaciones de la información paleoecológica disponible para el Holoceno en la región llanera.

Estado del conocimiento sobre la paleoecología y los patrones de ocupación humana antigua de los Llanos del Orinoco durante el Holoceno

Existen dos grandes fuentes de datos paleoambientales (proxies) en la literatura paleoecológica sobre los Llanos del Orinoco:

- 1) Los estudios geomorfológicos, sedimentológicos y geoquímicos, generalmente con dataciones absolutas utilizando radiocarbono sobre la materia

orgánica del suelo (bulk), o con técnicas de luminiscencia aplicadas sobre la fracción mineral del suelo (termoluminiscencia -TL- para estudios de antes del año 2000 y luminiscencia ópticamente estimulada -OSL-, para estudios actuales).

2) La segunda fuente de datos son los estudios paleopalinológicos en secuencias sedimentarias datadas por radiocarbono. Estos son los que brindan mayor nivel de detalle desde el punto de vista ecológico, al permitir reconstruir a partir de la abundancia del polen de las diferentes familias, géneros o especies presentes en las secuencias sedimentarias, la cobertura vegetal del pasado (Faegri & Iversen, 1981; MacDonald, 1996). En los últimos años, se han agregado otros indicadores paleoambientales como los palinomorfos no polínicos (conocidos en la literatura como NPP), constituidos por las esporas y restos de hongos y algas (van Geel, 1998). Estos últimos provienen de organismos con dinámicas poblacionales rápidas, que responden a variaciones locales de humedad, condiciones nutricionales y variables fisicoquímicas, hecho que les confiere el carácter de excelentes indicadores de las condiciones ambientales del pasado. También ha habido grandes avances en el uso de las partículas de carbón contenidas en las secuencias sedimentarias, que son remanentes de fuegos pasados y que se utilizan para inferir los regímenes de paleofuegos (Iglesias *et al.* 2015).

A pesar de su gran potencial los estudios paleoecológicos basados en palinomorfos (término que agrupa al polen y a los NPP), poseen importantes limitaciones, pues los palinomorfos se preservan solamente en lugares donde la condición de anoxia en los sedimentos se mantiene a lo largo del tiempo. Esto restringe la aplicación de estas técnicas a los humedales y lagunas, y conlleva muchas veces a registros sedimentarios donde las series de tiempo de los microfósiles pueden

estar interrumpidas. Constituye un reto en sí mismo hallar sitios propicios para obtener registros sedimentarios que puedan estudiarse utilizando la paleopalinología en lugares fuertemente estacionales como en los Llanos del Orinoco.

En cuanto al estudio de los patrones de ocupación humana en la Orinoquia durante el Holoceno, este se fundamenta en una gran diversidad de trabajos arqueológicos, algunos de los cuales comienzan a finales del siglo XIX. En esta revisión se presenta un resumen de los principales hallazgos arqueológicos en la porción llanera de la Cuenca del Orinoco (para más detalles véase Gassón, 2002).

Estudios geomorfológicos, sedimentológicos y geoquímicos

Los estudios sobre la paleoecología del Cuaternario en los llanos colombo-venezolanos se inician con las observaciones de Tricart (1974), sobre la presencia de extensos campos de dunas fósiles tierra adentro en la Cuenca Amazónica y en la Cuenca del Orinoco. Este estudio sugiere que las extensas formaciones eólicas son el producto de climas secos ocurridos durante el Pleistoceno, pero no provee edades absolutas. Posteriormente, Roa-M. (1979) publica estudios granulométricos sobre las arenas y analiza la extensión y orientación de las formaciones de dunas del Estado Guárico, concluyendo que los médanos son inequívocamente de origen eólico, y que su formación sólo puede explicarse bajo un clima más seco que el presente, con vientos alisios de mayor velocidad a la actual. Roa-M. (1979) ofrece dos edades radiocarbónicas obtenidas en la base de los sistemas de dunas de Coroza Pando (suroeste del Estado Guárico, en sus límites con el Estado Apure) y La Macanilla (cercañas del Río Guariquito), con edades entre 11.100+/-450 y 12.300+/-500 años AP. Algunas de las localidades que poseen estudios paleoecológicos en los Llanos del Orinoco se

señalan en la Figura 1. La información provista por Roa-M (1979) constituye la primera evidencia con cronologías absolutas de la ocurrencia de un clima árido/semiárido a finales del Pleistoceno en los Llanos del Orinoco. El carácter árido del clima que pudo

haber favorecido la formación de las dunas en la Orinoquia, fue soportado también por Khobzi (1981), a través estudios geomorfológicos comparativos realizados en los campos de dunas del norte de América del Sur (Colombia y Venezuela).

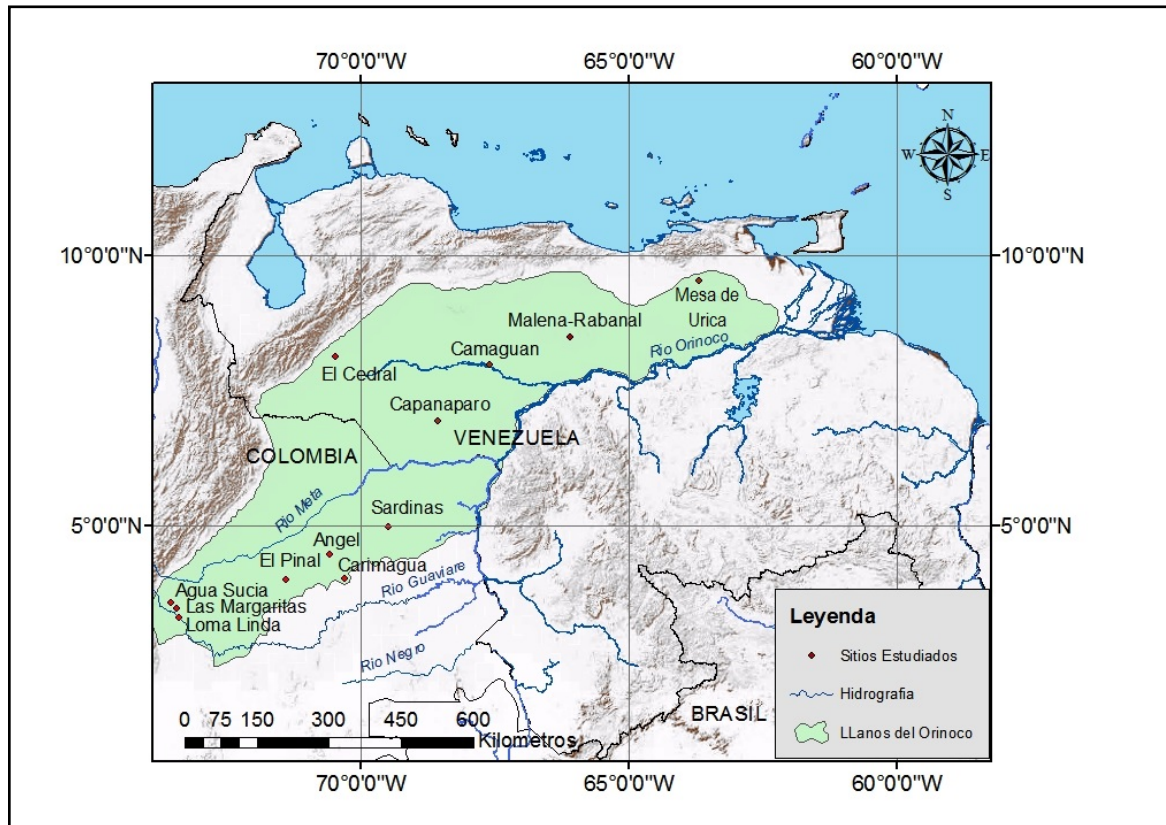


Figura 1. Ubicación de algunas de las localidades donde se realizaron estudios paleoecológicos en los Llanos del Orinoco. Detalles en el texto.

Más tarde, Vaz & García-Miragaya (1989), presentan las primeras edades por TL del campo de dunas eólicas-limosas presentes en el interfluvio de los ríos Cinaruco y Capanaparo en el Estado Apure. Las edades son de 11.600+/-1.600 y 36.000+/-500 años AP. Estos investigadores, asociaron la formación de estas deposiciones eólicas a las fases áridas ocurridas durante el último período glaciario (estadios isotópicos marinos - MIS- 2 y 3, correspondiente a las fases más frías/secas del último ciclo glacial). Las primeras evidencias del desarrollo de climas áridos o semiáridos en los llanos de

Venezuela, no asociados a los períodos glaciares, sino a aquellos ocurridos durante el Holoceno, surgen por la presencia de suelos aluviales sódicos en las planicies de inundación de los ríos Orinoco y Guárico, en los llanos centrales de Venezuela, con edades entre 8.000 y 4.000 años AP (Vaz & García-Miragaya 1992).

Luego de varios años en los cuales las investigaciones paleoambientales en los llanos de Venezuela estuvieron interrumpidas, González *et al.* (2013) publican los resultados del estudio paleohidrológico del Río

Portuguesa, y presentan las primeras cronologías por OSL para las dunas del centro y occidente de los llanos venezolanos. Se obtienen además edades por OSL sobre secuencias sedimentarias provenientes de paleomeandros y terrazas de los ríos Portuguesa y Apure, respectivamente. Estos resultados sugieren la ocurrencia de fases áridas relacionadas con el último máximo glacial (ca. 20.000-18.000 años AP) y con el Younger Dryas (ca. 12.000 años AP). También se evidenció el desarrollo de un clima semiárido durante el Holoceno medio (ca. 6.000 años AP) y la pequeña edad de hielo (ca. 500 años AP). El “Younger Dryas” (YD) fue una oscilación climática caracterizada por un pulso de enfriamiento que ocurre hacia el final del Pleistoceno (12.000-11.500 años AP). El último máximo glacial (UMG), datado en 20.000-18.000 años AP, correspondió a la máxima extensión de las masas de hielo en el hemisferio norte, y estuvo relacionado con las condiciones de mayor extensión de los glaciares altoandinos por un lado y la mayor aridez reportada para distintas localidades en Sudamérica por el otro (Labeyrie *et al.* 2002; Rull *et al.* 2010). A partir de 18.000 y hasta 12.000 años AP existió una tendencia hacia condiciones más cálidas y se aceleró la fusión de los glaciares continentales y de alta montaña. Pero alrededor de 12.000 años AP se presentó esta tendencia reversa global, conocida como YD que se identifica como un período frío/árido de alcance global (Björck, 2007).

Con respecto al Holoceno, González *et al.* (2013), observaron un período con menor capacidad de transporte de sedimentos del Río Portuguesa a los 8.270+/-1.810 años AP y posteriormente a los 4.410+/-280 y 3850+/-840 años AP. Ambas fases han sido registradas en otras localidades de Sudamérica y de Venezuela con una reducción de las precipitaciones o aumento de la estacionalidad de las lluvias (Behling & Hooghiemstra, 2001; Rull *et al.* 2010). Muy

interesantes resultan las edades por OSL obtenidas sobre los sistemas de dunas en la planicie de Camaguán, la Porfía y Capanaparo (figura 1). Algunas dunas tuvieron edades que pueden relacionarse con las fases áridas de finales del Pleistoceno (15.000 a 10.000 años AP), mientras otras dunas parecen haberse originado durante el Holoceno medio (6.000-4.000 años AP), sugiriendo condiciones semiáridas como las señaladas previamente por Vaz & García-Miragaya (1992). Un análisis comparativo de la morfometría y la mineralogía, realizado con microscopía electrónica de barrido, entre los depósitos eólicos de las aéreas de Arichuna-Capanaparo (Estado Apure) y los de La Porfía-Corozo Pando (Estado Guárico), demostraron que la fuente de estos depósitos eólicos fue la arena de los cauces del Río Orinoco y de los ríos cuyas nacientes están en la Serranía del Interior, respectivamente. Durante las fases más secas/estacionales del Cuaternario, parte de los cauces de estos ríos quedaron expuestos, proporcionando sedimentos que podían ser transportados por el viento (Bezada *et al.* 2007). Esto demuestra que el modelo de proveniencia de sedimentos eólicos no implica, necesariamente, un transporte de larga distancia (Latrubesse *et al.* 2012).

En un estudio reciente, Carr *et al.* (2016), obtuvieron 31 edades por OSL de dunas fósiles de la porción oriental de los Llanos Orientales de Colombia y de las inmediaciones de Calabozo (Hato Masaguaral y Hato La Fe, a escasa distancia de Corozo Pando). Las edades halladas para las dunas venezolanas rondan los 14.000 a 9.000 años AP. En la parte colombiana de los llanos, los mismos autores hallaron un amplio rango de edades, reforzando la idea de que estos campos están constituidos por varias generaciones de dunas. La mayor frecuencia de edades estuvo alrededor de los 20.000 años AP (hacia el final de la última glaciación -MIS 2-) y entre 13.000 y 10.000 años AP. Algunas

dunas tuvieron edades de ca. 60.000 (MIS 4) o 40.000 (MIS 3) años AP, similares a las reconocidas para algunas generaciones de dunas en otras localidades del Neotrópico (véase Tripaldi & Zárate, 2016, para una revisión). Las dunas más jóvenes tuvieron edades alrededor de 5.000 años AP. Sobre estas dunas más jóvenes tienen los autores dudas sobre las edades obtenidas, que podrían ser causadas por el retrabajo de las arenas. Pero son resultados consistentes con algunas edades reportadas por González *et al.* (2013) para Camaguán y La Porfía.

Estudios paleopalinológicos

Los estudios paleopalinológicos en los Llanos del Orinoco comenzaron en la Laguna de Agua Sucia, cerca del Río Vichada (Wijmstra & van der Hammen, 1966). Este trabajo fue importante por ser uno de los primeros estudios paleopalinológicos del Cuaternario realizado en Sudamérica. Sin embargo, la ausencia de edades absolutas impide tomarle como un antecedente *sensu stricto*. A finales de los años 90 del siglo XX se analizaron las secuencias sedimentarias tomadas en Laguna Ángel y Sardinas (figura 1), ubicadas ca. 400 km al este del ramal oriental de la cordillera andina, en el interfluvio de los ríos Tomo y Tuparro en los Llanos Orientales de Colombia (Behling & Hooghiemstra, 1998). Se contó con 7 edades radiocarbónicas para cada registro arrojando edades basales de 10.070+/-60 y 11.570+/-70 años AP, respectivamente, siendo evidente la ausencia de sedimentación durante los últimos 3.000 años AP. Seguidamente, Behling & Hooghiemstra (1999) analizaron dos registros adicionales, en Laguna El Pinal y Laguna Carimagua, muy cerca del Río Meta (figura 1), ubicados ca. 150 km al oeste de las Lagunas Ángel y Sardinas. Con 6 edades radiocarbónicas para cada registro, la cronología establece que el récord de Laguna El Pinal comenzó hace 18.290 años AP, mientras Laguna Carimagua data de 8.270

años AP. Más tarde se realizó el análisis del registro de Laguna Loma Linda (Behling & Hooghiemstra, 2000), ubicada 100 km al este de la cordillera andina, cerca del Río Ariari, afluente del Vichada. El núcleo resume los últimos 8.700 años AP de historia de la vegetación. Estos estudios son seguidos por los trabajos de Berrío *et al.* (2002) en la misma región, en las Lagunas Chenevo y Mozambique, ambas muy cerca del piedemonte Andino. Berrío *et al.* (2002) presentaron una síntesis de todos los trabajos previos hasta ese momento en los Llanos Orientales de Colombia (véase la figura 1 donde se ofrece la ubicación relativa de estas lagunas). Cabe resaltar que todos los registros fueron tomados en lagunas (paleomeandros) en sitios actualmente dominados por sabanas, con el desarrollo de comunidades ribereñas del tipo bosques de galería, morichales y palmares de *Mauritiella* spp. Los grupos ecológicos dominantes que comprendieron los conjuntos polínicos principales, estuvieron representados por: 1) el polen proveniente de los árboles y arbustos del bosque de galería (especialmente Moraceae/Urticaceae, Melastomataceae, y los géneros *Alchornea* y *Cecropia*), incluyendo también en este grupo a *Mauritia* y *Mauritiella*; 2) los tipos de polen provenientes de la vegetación de sabanas (principalmente Poaceae y Cyperaceae, pero también de los géneros *Byrsonima* y *Ambrosia*); 3) las esporas provenientes de helechos (Pteridophyta y afines); y 4) las plantas acuáticas (principalmente del género *Sagittaria*). También se contabilizaron algunos restos de algas (por ejemplo, *Botryococcus* sp. y *Pediastrum* sp.) y restos de esporas fúngicas. Del análisis articulado de las secuencias surge la siguiente reconstrucción paleoambiental: a finales del Pleistoceno y principios del Holoceno (18.000 a 10.700 años AP) las lagunas estudiadas fueron semi-permanentes, con una máxima representación de polen de sabanas, indicando condiciones más secas que el presente. Durante el Holoceno temprano,

hasta 9.000 años AP la expansión de los tipos de polen de bosque de galería, plantas acuáticas y algas, sugiere el establecimiento de condiciones de mayor humedad. Desde allí hasta los 5.800 años AP la mayor representación de polen de sabanas y los indicadores de la humedad local (acuáticas, algas, hongos) reflejan nuevamente el desarrollo de un período más seco que el presente. Entre 5.800 y 3.800 años AP la mayor proporción de tipos de polen de bosque de galería y morichales sugiere un régimen de mayores precipitaciones y menor estacionalidad. La mayor proporción de polen de *Mauritia* y *Mauritiella* alrededor de 3.000 años AP es sugerente, de acuerdo con Behling & Hooghiemstra (2001) y Berrío *et al.* (2002), con un incremento de la actividad antrópica. Sin embargo, cabe resaltar la ausencia en todos estos estudios de indicadores directos (i.e. polen de plantas cultivadas) o indirectos (i.e. indicadores de paleofuegos) de impacto humano.

El último registro analizado en los Llanos Orientales de Colombia es publicado por Wille *et al.* (2003) en el sur-oeste de los Llanos Orientales de Colombia, en la Laguna Las Margaritas (figura 1). Actualmente la laguna está rodeada por un mosaico de bosques y sabanas, con el desarrollo de palma moriche en los bordes de la laguna y cursos de agua vecinos. El registro contó con un excelente control cronológico representado por 11 edades radiocarbónicas sobre la materia orgánica y 31 edades radiocarbónicas sobre macrorestos vegetales (raíces, semillas y restos de hojas). El núcleo de sedimentos abarcó todo el Holoceno. Entre 11.000 y 9.000 años AP se muestra el dominio de la sabana sobre el bosque, indicando condiciones con menos precipitaciones y mayor estacionalidad que en el presente. A partir de allí y hasta los 7.000 años AP el desarrollo de condiciones más húmedas conllevan a la expansión de los bosques. Entre los 7.000 y los 5.000 años AP se observa un panorama muy dinámico,

donde alterna el aumento de la sabana con la expansión del bosque; aunque la tendencia principal es la de incremento de la superficie de bosque en el área de estudio. Esto sugiere un clima variable, pero con una franca tendencia hacia un balance hídrico más positivo. Entre los 5.000 y 2.500 años AP el bosque y las sabanas arboladas dominaron, sugiriendo rangos de precipitación/estacionalidad similares a los actuales. A partir de 2.500 años AP el incremento de *Mauritia* nuevamente supone una combinación de factores naturales (altas precipitaciones) con la intervención antrópica.

Wille *et al.* (2003), correlacionaron los cambios de vegetación/clima hallados en Las Margaritas, con aquellos reportados con base a otros registros paleoecológicos tomados en sabanas del norte y sur de la Cuenca Amazónica (i.e. Llanos del Orinoco, Sabanas de Guyana y de la Guayana venezolana-brasilera, Cerrado brasileiro, entre otros), en un ejercicio similar al realizado previamente por Behling & Hooghiemstra (2001). Concluyen estos autores que más allá de diferencias de carácter local, existe una sincronía entre los cambios climáticos que ocurren al sur y norte de la Cuenca Amazónica, indicando que la alternancia de períodos secos y húmedos pudiese estar relacionados con cambios en la amplitud de la ZCIT.

Por último, Wille *et al.* (2003) resaltan que las condiciones climáticas en la Laguna Las Margaritas, por su posición geoastronómica, se corresponden con las observadas en el noroeste de Brasil y oriente de Bolivia, y difieren de aquellas observadas en el noreste de la Cuenca Amazónica (i.e. Venezuela y NE de Brasil). Por ejemplo, en el registro de la Laguna Las Margaritas el comienzo de los eventos ENOS y aumento de su frecuencia, se relaciona con condiciones de incremento de la humedad, a diferencia de lo observado, por ejemplo, en el registro geoquímico de la

Fosa de Cariaco, donde una mayor frecuencia e intensidad de los eventos ENOS se relaciona con inestabilidad climática y condiciones generales de incremento de la estacionalidad de las lluvias (Haug *et al.* 2001). El mismo patrón es observado en la actualidad al analizar los efectos presentes de ENOS sobre el oeste y este de la Cuenca Amazónica, donde la reorganización espacial y temporal del monzón americano, conlleva a condiciones de altas precipitaciones en la fachada occidental de la Cuenca y condiciones del signo opuesto en la fachada nororiental (Cook, 2009; Silva-Dias *et al.* 2009).

En los llanos de Venezuela, no surgen trabajos paleopalínológicos hasta el año 2011, cuando se publican los resultados del análisis de polen, esporas y carbón en un registro sedimentario tomado en un morichal del Estado Monagas (Leal *et al.* 2011a; Leal & Bilbao, 2011). El núcleo de metro y medio de profundidad resume los últimos 10.220 años AP y fue tomado en un bosque de pantano dominado por *Mauritia flexuosa* L.f., en las vegas de una quebrada que nace en la Mesa de Urica (figura 1). Este registro a pesar de ser el único disponible hasta los momentos en los llanos de Venezuela no ha sido tomado en cuenta en publicaciones recientes, debido al pobre control cronológico logrado, con apenas 3 edades radiocarbónicas. No obstante, el mismo representa un antecedente importante, en virtud que la reconstrucción paleoambiental que surge de él, a pesar de que el control cronológico no sea óptimo, es altamente congruente con los paleoclimas registrados a partir del estudio geoquímico de la Fosa de Cariaco (Haug *et al.* 2001). Este registro comienza con un horizonte C (160-145 cm) de arcilla amarilla moteada en rojo, con menos de 1% de materia orgánica (MOS), que refleja condiciones de oxidación diferencial en un ambiente estacionalmente inundable. Estas características indican la ocurrencia de un clima más seco/estacional que el presente

hacia finales del Pleistoceno. Este es seguido por un horizonte A2 (145-120 cm) con 20% de MOS, constituido por una turba marrón oscura, cuya asociación palinológica indica el desarrollo de una sabana inundable con abundante proporción de tipos de polen del bosque de galería y vegetación secundaria (i.e. Araliaceae, *Cecropia*, Moraceae/Urticaceae, *Tapirira*, *Macrolobium*). Resalta la ausencia de polen de *Mauritia* en esta sección, que abarca desde los 10.200 a los 7.000 años AP. Una gran acumulación de carbón fue hallada en este período. Entre los 7.000 y los 2.300 años AP se presenta un horizonte B (120-78 cm) gris moteado en blanco, arcilloso como todo el núcleo, que es estéril y no posee por tanto ningún palinomorfo preservado para el análisis. Este estrato posee nuevamente menos de 1% de MOS, indicando que la materia orgánica fue oxidada durante el descenso estacional del nivel freático. Se suponen para este período condiciones de mayor sequía/estacionalidad que en el presente. A partir de 2.200 años AP se observa el estrato A1 (78-0 cm), comprendido por una turba marrón oscura con restos vegetales visibles a simple vista, característica de los morichales. *Mauritia* domina el espectro de polen, con un incremento sostenido de la representación de elementos de bosque de galería. Una gran proporción de partículas de carbón sugieren un régimen de fuegos muy frecuente y de alcance tanto local como regional, sin que esto afecte en ninguna medida la proliferación de la palma moriche.

Las conclusiones del trabajo de Leal & Bilbao (2011) sumaron evidencias a favor de la hipótesis de que el moriche era favorecido por la intervención humana, especialmente por la ocurrencia de fuegos, hecho que ha sido observado también en la Gran Sabana (Rull & Montoya, 2014). Estos resultados también sirvieron de argumento a la tesis de Rull (1998) referente a la posible extinción regional de *Mauritia* en los llanos de Venezuela durante las glaciaciones del

Pleistoceno y su posible recolonización "reciente" de las zonas potenciales para su desarrollo. Cabe destacar en este sentido que los resultados de Leal *et al.* (2011a) indican que entre 10.000 y ca. 7.000 años AP hubo condiciones propicias en la localidad estudiada para el desarrollo de *Mauritia*, sin embargo, la palma estuvo ausente. En la Gran Sabana, los resultados por Rull & Montoya (2014) muestran que en efecto los morichales ocurren en la región a partir del Holoceno medio, con una franca expansión a partir de 2.000 años AP, sugiriendo que los seres humanos podrían haber tenido un papel directo e indirecto en su expansión.

En la Tabla 1 se presenta un resumen de los trabajos paleoecológicos descritos arriba. El conjunto de estudios disponibles sugiere el desarrollo de un clima árido o semi-árido en toda la región llanera hacia finales del Pleistoceno y principios del Holoceno. En Los Llanos Orientales de Colombia se observa la ocurrencia de un período seco durante el Holoceno temprano que se extiende hasta el Holoceno medio en algunas localidades (Behling & Hooghiemstra, 2001). Esta fase seca ocurrió especialmente entre ca. 9.000 y 6.000 años AP en varias localidades en la Cuenca Amazónica y todo su perímetro, siendo sus efectos más severos hacia las áreas periféricas de la Cuenca (Mayle & Power, 2008). En los llanos orientales de Venezuela por el contrario se deduce la ocurrencia de una fase más húmeda, o con clima similar al presente para este mismo período, que es congruente con lo hallado en el registro geoquímico de la Fosa de Cariaco, costa oriental venezolana (Haug *et al.* 2001). Esto podía sugerir que los cambios climáticos ocurridos en la parte occidental de la región llanera (i.e. Llanos Orientales de Colombia) no fueron contemporáneos con aquellos de la porción oriental (i.e. llanos orientales de Venezuela). A partir de 7.000 años AP se deduce un clima mucho más seco que el presente en los llanos orientales de Venezuela.

Algunas dunas en los llanos centrales datan de esta época (ca. 6.000-4.000 años AP). Por el contrario, ocurre para esa fecha una fase húmeda, con expansión del bosque de galería en los Llanos Orientales de Colombia. Sin embargo, cabe destacar que una reinterpretación de las secuencias paleopalinológicas de los Llanos Orientales de Colombia por parte de Rangel *et al.* (2014), revelan que los registros tomados hasta el año 2003 en el área, poseen una gran heterogeneidad en los paleoclimas. A partir de varios de estos registros se infieren condiciones relativamente secas a partir de 3.000 años AP; específicamente en las lagunas Sardinias, Ángel, Carimagua y Chenevo. El Holoceno tardío (especialmente los últimos 2.000 años AP) fue húmedo, son un clima similar al presente en toda la región, con la franca expansión del bosque de galería y especialmente de la palma moriche. En los llanos orientales de Venezuela, la expansión de la palma ocurre simultáneamente con la ocurrencia de un régimen frecuente de fuegos locales.

Ocupación humana antigua en los Llanos del Orinoco

Las investigaciones sistemáticas sobre la arqueología llanera comenzaron con la publicación de la primera secuencia cronológica para el área de Barinas, que estableció dos estilos cerámicos básicos: Agua Blanca (Tocuyanoide) y Caño del Oso (Tierroide), que corresponden al piedemonte y al área de los llanos altos, respectivamente (Cruxent & Rouse, 1958-59). Estos estilos corresponden a los periodos II (1.050 antes de Cristo -A.C.- a 350 D.C. -después de Cristo-) y IV (1.150 -1.500 D.C.) de la cronología regional. Posteriormente, Zucchi (1964) amplió significativamente esta propuesta inicial, con las excavaciones en La Betania (Figura 2, Zucchi, 1967), estableciendo la Serie Osoide como un componente cultural independiente y muy anterior a la Serie Tierroide. La serie Osoide

está compuesta por dos complejos: Caño del Oso (1.000 A.C.-500 D.C.) y La Betania (500 D.C.-1.200 D.C.). El Complejo Caño del Oso presenta tres fases de desarrollo con las siguientes características: alfarería elaborada,

decorada con pintura monocroma y/o policroma, y subsistencia basada en el cultivo del maíz, en la caza y en la pesca (Zucchi, 1968).

Tabla 1. Resumen de los resultados de las investigaciones paleoecológicas del Cuaternario disponibles para los Llanos del Orinoco. LOC (Llanos Orientales de Colombia), LOV, LCV y LEV: llanos occidentales, centrales y orientales de Venezuela, respectivamente. MTH: máximo térmico del Holoceno.

Época (años AP)	Cronologías	Características paleoambientales	Tipo de estudio	Referencias
Pleistoceno tardío (20.000 a 10.000)	Edades radiocarbónicas en secuencias sedimentarias tomadas en lagunas (LOC). Edades radiocarbónicas en paleosuelos de los sistemas de dunas (LCV). Edades por TL y OSL de los sistemas de dunas (LOV y LCV)	Clima más seco que el presente en toda la región llanera. Árido y semi-árido en los llanos venezolanos. Expansión de las sabanas en los LOC, especialmente hacia el Holoceno temprano. Formación de dunas en los LOV y LCV.	Sedimentológicos y geoquímicos en Venezuela. Paleopalinológicos en Colombia	Roa (1979); Vaz y García-Miragaya (1989); Behling y Hooghiemtra (1998, 1999); Berrio <i>et al.</i> (2002); Wille <i>et al.</i> (2003); González <i>et al.</i> (2013); Carr <i>et al.</i> (2016)
Holoceno temprano (10.000 a 8.000-7.000-)	Edades radiocarbónicas en secuencias sedimentarias (LOC y LEV). Edades de OSL en secuencias sedimentarias (LCV)	Al principio del holoceno (ca. 10.000 años AP) se registra aumento de la humedad en LOC. Luego a partir de 9.000 años AP clima más seco que el presente en LOC. Fase más húmeda que el presente relacionada con el MTH en LEV. Aumento del caudal del Río Portuguesa (LOV).	Sedimentológicos y geoquímicos en Venezuela. Paleopalinológicos en Colombia y en LEV.	Behling y Hooghiemtra (1998, 1999, 2000); Berrio <i>et al.</i> (2002); Wille <i>et al.</i> (2003); González <i>et al.</i> (2013); Leal <i>et al.</i> (2011a)
Holoceno temprano a medio (entre 8.000-3.000-2.000-)	Edades radiocarbónicas en secuencias sedimentarias (LOC y LEV). Edades de OSL en secuencias sedimentarias (LCV). Edades por TL en suelos (LCV)	Clima más seco que el presente en algunas localidades de LOC, como Lagunas El Pinal, Carimagua y Loma Linda hasta ca 6.000 años AP. Luego incrementa la humedad con la expansión del bosque de galería y morichal. En otras se observan condiciones húmedas. Condiciones semi-áridas en LCV con la formación de suelos aluviales sódicos y en LEV se deducen condiciones mucho más secas que el presente hasta 2.200 años AP. Formación de dunas en LOC y LCV durante el Holoceno medio (ca. 6.000-5.000 años AP).	Sedimentológicos, geoquímicos y paleopalinológicos en Venezuela y Colombia.	Vaz y García-Miragaya (1992); Behling y Hooghiemtra (1998, 1999); Berrio <i>et al.</i> (2002); Wille <i>et al.</i> (2003); González <i>et al.</i> (2013); Leal <i>et al.</i> (2011a); Carr <i>et al.</i> (2016)
Holoceno tardío (ca. >3.000)	Edades radiocarbónicas en secuencias sedimentarias (LOC y LEV)	Clima similar al presente con expansión de los bosques de galería y morichales en LOC. Establecimiento de morichales en LEV a partir de 2.200 años AP, con evidencias de regímenes frecuentes de fuegos. Expansión de la palma moriche se relaciona con aumento del impacto humano.	Paleopalinológicos en LOC y LEV	Berrio <i>et al.</i> (2000 y 2002); Behling y Hooghiemtra (2000); Wille <i>et al.</i> (2003); Leal <i>et al.</i> (2011a) y Leal y Bilbao (2011).

Entre 230 A.C. y 500 D.C., la población Osoide comenzó un movimiento expansivo hacia el norte (Estado Portuguesa) y aparecieron las primeras evidencias de contactos entre los Osoides y otros grupos; tales como los Tocuyanoides de Portuguesa y probablemente con los representantes de la Fase Corozal I del Orinoco Medio (Roosevelt, 1980). El Complejo La Betania es producto de cambios importantes en las prácticas agrícolas, el patrón de asentamiento y la alfarería de la población Osoide. Los

cambios más notables son: la introducción del cultivo de la yuca, la aparición de construcciones artificiales de tierra (montículos, calzadas y campos elevados) y nuevas formas y elementos en la alfarería, entre los que se destacan el budare, las vasijas globulares, las vasijas múltipodas y, en lo referente a los elementos decorativos, la aparición del modelado y el aplicado (Zucchi, 1968). Para facilitar la interpretación de los datos provistos en esta revisión, se muestran en la figura 2 algunos de los sitios

arqueológicos mencionados para el Estado Barinas. Los cambios observados en La Betania han sido interpretados como el resultado de la intensificación de la interacción indígena entre los llanos y los portadores de la alfarería con espículas de esponja de agua dulce (cauxí, cauíxí) del Orinoco Medio, que parece corresponder a la fase Corozal II de Roosevelt. Como resultado de los contactos entre la gente de Corozal II y los llanos, probablemente se introduce en el Orinoco la raza de maíz Pollo, que es la misma usada por los Osoides; además, en la cerámica de Corozal se observan algunos rasgos, como la pintura polícroma, que pueden provenir de los llanos occidentales (Rouse, 1978). Hacia la parte final de esta etapa, es decir, durante Corozal III, se introduce el maíz Chandelle, junto a todos los rasgos estilísticos que tipifican a la Serie Arauquinoide (Zucchi, 1985). En esta misma etapa comienza el desplazamiento de grupos Cedeñoide y Arauquinoide hacia los llanos, tal vez como resultado del incremento demográfico de estos últimos en la región del Orinoco Medio (Zucchi, 1985). Entre los 1.200-1.500 D.C. hay una gran variedad en el registro arqueológico de los estados Barinas, Portuguesa y Cojedes. Estas entidades han sido señaladas en varias ocasiones como áreas de interacción y contacto cultural (Zucchi & Denevan, 1979). Algunos de los aspectos clave para la comprensión de la diversidad sociocultural de este periodo es la llamada “Expansión Arauquinoide”, incluyendo la presencia de numerosos grupos del bosque tropical, la aparición en los llanos de grupos relacionados a las series Tierroide y Dabajuroide, el surgimiento de los complejos del Cedeñoide tardío, y la expansión de la población Osoide hacia el Estado Portuguesa. El Complejo Caño Caroní (figura 2) constituye un ejemplo de esta situación. Los rasgos culturales que tipifican dicho complejo son: alfarería relativamente simple, subsistencia basada en la caza, la pesca y el

cultivo de la yuca, entierros elaborados y diferenciados por sexo, posible práctica del canibalismo y obtención de trofeos de cabezas. Esta gente se asentó en el ambiente más parecido a su lugar de origen, es decir, las matas y selvas de galería del Estado Barinas (Zucchi, 1976). De acuerdo a Zucchi & Denevan (1979), un sistema de campos elevados de cultivo de unos 15.5 km² para la producción agrícola intensiva estuvo en uso probablemente entre 1.200 y 1400 D.C. en la región de Caño Ventosidad (figura 2). Estos autores ven el desarrollo de estas prácticas de agricultura como una consecuencia de la variabilidad ecológica, las condiciones extremas presentes en los llanos bajos, y la presión poblacional entre los habitantes del Orinoco Medio desde 1.000 D.C. en adelante. Según Zucchi (1985), el incremento de la población asociado con la propagación de la población Arauquinoide estaba basado en la introducción del cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y la construcción de campos de cultivo en un área que anteriormente dependía del maíz (Denevan & Zucchi, 1978; Roosevelt, 1980).

En la región de Caño Ventosidad (figura 2), tres complejos cerámicos fueron identificados a finales de los 70's: El Choque, Copa de Oro y Punto Fijo (Zucchi, 1985; Zucchi & Denevan, 1979). El Complejo El Choque corresponde a la ocupación de las selvas de galería y matas sabaneras, con la práctica del cultivo de tubérculos, caza y pesca. Este complejo ha sido asignado a la Serie Cedeñoide (Zucchi & Denevan, 1979). El Complejo Copa de Oro se encuentra en una selva de galería y es superficial, combinando en su alfarería rasgos del sector occidental de Venezuela y de la región del Orinoco (Zucchi & Denevan, 1979). El Complejo Punto Fijo fue asignado a la Serie Arauquinoide (Zucchi, 1978).

Los datos de las regiones de Turén, Guanarito y La Cajara también apuntan a que los llanos

poseían una importante diversidad cultural hacia el segundo milenio D.C. En el área de Turén, Zucchi y Tarble (s/f) pudieron identificar dos tipos de yacimientos: a) osoídes (estilo La Betania) y b) multicomponentes, con coexistencia en proporciones casi iguales de alfarería Tierroide y Arauquinoide, además de cerámica Osoide y un cuarto componente no identificado. Las alfarerías estaban claramente diferenciadas y representan variantes "simplificadas" con respecto al material de las zonas originarias de las Series a las que pertenecen. Esto sugiere que estos yacimientos Tierroide-Arauquinoídes podrían reflejar relaciones interétnicas complejas y permanentes (Zucchi y Tarble, s/f). Como parte del mismo proyecto, se localizaron trece yacimientos arqueológicos en el área de los llanos bajos del Municipio Guanarito, sur del Estado Portuguesa. El análisis de estos materiales permitió identificar alfarerías relacionadas con seis estilos diferentes: Tierroide, Osoide, Arauquinoide, Dabajuroide, Caño Caroní y Copa de Oro. En todos los yacimientos se encontraban asociadas al menos dos alfarerías. Se encontraron además alfarerías que combinaban rasgos de varios estilos. Esto sugiere diversidad cultural y contactos complejos entre los fabricantes de alfarería y una ubicación tardía, esto es, entre 1.000-1.500 D.C. (Gassón, 1987). Una prospección realizada en La Cajara, municipio el Pao del Estado Cojedes, muestra una situación similar. Esto tiende a confirmar que el sector más septentrional del área sirvió como un espacio que vinculó ambiental y culturalmente a los llanos occidentales con el piedemonte de Lara y Portuguesa, con la costa a través de la depresión del Yaracuy y con el Orinoco Medio (Gómez y Gómez, 1996). Toda esta información se relaciona bien con los datos históricos tempranos de la región que hablan de gran diversidad

sociocultural (Morey & Morey, 1975; Morey, 1976).

A partir de 1983, Spencer y Redmond realizaron trabajos arqueológicos intensivos en dos sitios que constituyeron importantes centros de poder político en el piedemonte andino barinés: El Gaván y El Cedral (figura 2). La característica más notable en ambos sitios es la presencia de montículos de tierra (cerritos), calzadas y campos elevados. En El Gaván (figura 2), se estudió un área de 450 km², en donde se identificaron varias fases arqueológicas. En la primera fase de ocupación, Gaván Temprano (300-500 D.C.), se ocuparon sólo tres sitios, no existe evidencia sobre estructuras de tierra y no hay indicadores de algún nivel de integración regional por sobre el nivel de la comunidad. La cerámica guarda similitudes con el complejo Caño del Oso (Redmond & Spencer, 1990). En cambio, para la fase Gaván Tardío (550-1.000 D.C.), Spencer y Redmond proponen que sociedades complejas o "cacicazgos" surgieron en esta región entre los 500-600 D.C. Esta conclusión es apoyada por seis tipos de evidencia: 1) una jerarquía regional de asentamientos de tres niveles; 2) arquitectura monumental de montículos de tierra piramidales y otras estructuras de tierra como calzadas; 3) incremento considerable de la población regional; 4) diferenciación en los patrones residenciales y funerarios; 5) implementación de tecnologías complejas para la agricultura y el transporte; y 6) relaciones extensas con otras sociedades, incluyendo el intercambio a larga distancia y la guerra. La alfarería del complejo Gaván Tardío tiene muchas similitudes con el complejo La Betania (Spencer & Redmond, 1983; Redmond & Spencer, 1990; Spencer & Redmond, 1992; Spencer *et al.* 1994). Según estos autores, técnicas especializadas para el cultivo intensivo de la tierra estaban ya en uso durante la Fase Gaván Tardía (550-1.000 D.C.), es decir, más temprano que lo indicado

por Zucchi & Denevan (1979). Los análisis sugieren que el potencial productivo de un sistema de campos drenados localizado cerca del Centro Primario Regional, excedió las necesidades de consumo de la comunidad local asociada. El análisis de polen de las muestras del sitio B27 indica claramente que el maíz fue el cultivo más importante en esa

localidad. Dado que no existen evidencias de presión poblacional, se propone que los excedentes producidos por los diferentes asentamientos de la región y transportados hacia el Centro Primario de Gaván fueron utilizados como la base económica de actividades complejas como el intercambio a larga distancia y la guerra (Spencer *et al.* 1994).

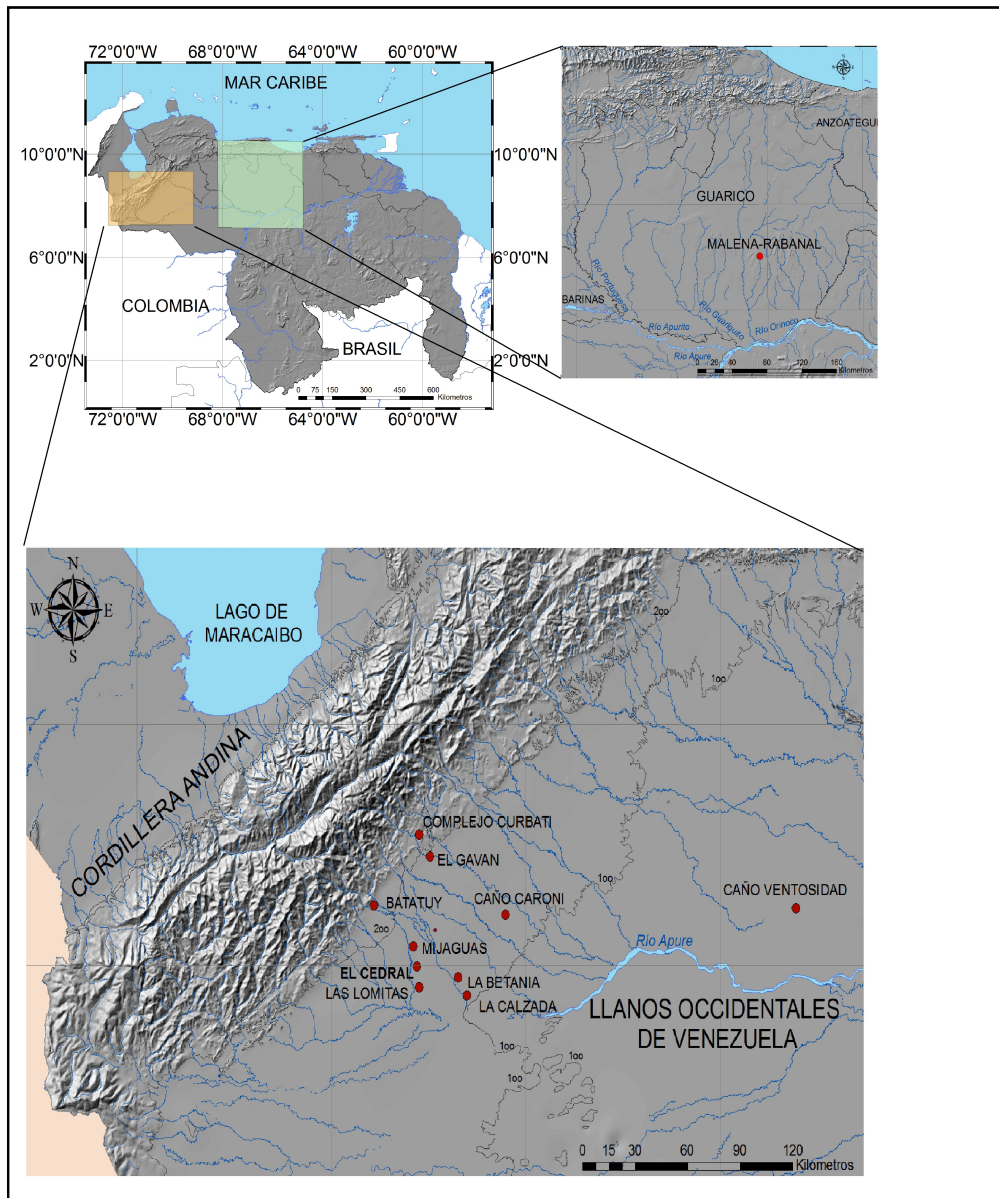


Figura 2. Ubicación de las dos localidades estudiadas en este trabajo, en los Estados Barinas (El Cedral) y Guárico (Malena-Rabanal). Se muestran algunos de los sitios arqueológicos más importantes del Edo. Barinas que se refieren en el texto.

Un panorama similar a aquel de El Gaván es observado en el sitio arqueológico de El

Cedral (figura 2), 40 Km al sur de El Gaván, donde la extensión de montículos de tierra,

calzadas, campos elevados y sitios de habitación es mayor en superficie a lo hallado en El Gaván (Gassón, 1997). Al estudiar las posibles razones de la intensificación agrícola en la región de El Cedral, se encontró que el potencial productivo de los campos drenados asociados al Centro Primario Regional de El Cedral era superior a las necesidades de la población regional estimada y se propuso por tanto que la intensificación de la agricultura también estuvo destinada a la producción de excedentes. Evidencias sobre el consumo público de alimentos y bebidas sugieren el uso de festejos rituales como otro de los mecanismos fundamentales de la economía política de esta unidad. Las unidades políticas de El Gaván y El Cedral fueron parcialmente contemporáneas. Esto sugiere la posibilidad de una dinámica competitiva entre sus élites, centrada no tanto en la competencia por territorio sino por mano de obra y acceso a bienes exóticos. Fechas de TL obtenidas en cerámica encontrada en una residencia de élite destruida por el fuego en El Gaván arrojan edades entre 760+/-120 y 900+/-120 D.C. Es posible que la unidad política de El Cedral haya persistido durante más tiempo. Fechas obtenidas a partir de dos muestras de carbón del sitio El Cedral ubican su ocupación entre los 680+/-50 y los 690+/- 50 D.C.

Algunos yacimientos arqueológicos localizados en el Orinoco Medio son también relevantes para esta revisión. Nos referimos a aquellos ubicados en el Estado Guárico. Estos son Ronquín, Parmana, Camoruco, Corozal y La Gruta. Los cuatro primeros sitios fueron trabajados por Osgood & Howard en 1941 (Howard, 1943) y luego analizados nuevamente por Cruxent & Rouse (1958-1959). Estos últimos establecen que la cerámica corresponde a la serie Arauquinoide, con edades entre 1.050 A.C. y 1.150 D.C. y 1.150-1.500 D.C. Estas localidades tienen una gran relevancia para determinar la cronología de los estilos cerámicos del Orinoco Alto y Medio. En 1974 Rouse *et al.* excavaron

nuevamente Ronquín y estudiaron el sitio de La Gruta, estableciendo cronologías alrededor de 3.950-3.450 años AP y proponiendo que estos sitios contienen complejos cerámicos que anteceden cronológicamente a Saladero y Barrancas. Ellos propusieron una secuencia más larga para los estilos Saladoide, iniciando en 4.450 y 2.950 años AP (Roosevelt, 1978; 1997; Rouse, 1978; Rouse *et al.* 1976). Pero esta cronología no es aceptada universalmente, pues de allí en adelante las localidades se han re-excavado varias veces, y nuevos sitios han sido incorporados (i.e. Agüerito), proyectando edades mucho más recientes. Por ejemplo, Barse (1999; 2000; 2009) ofrece edades radiocarbónicas por AMS sobre el carbón recuperado directamente de algunas piezas cerámicas de Ronquín, obteniendo cronologías que no superan los 1.720 años AP.

En cuanto a los Llanos Orientales de Colombia los primeros sitios arqueológicos prospectados se encuentran en las inmediaciones del Alto Ariari (Marwitt *et al.* 1973). Las excavaciones en ocho sitios documentaron una economía basada en maíz y yuca y el posible desarrollo de cacicazgos. El análisis de las cerámicas condujo al establecimiento de dos fases tentativas: 1) Puerto Caldas, con una fecha asociada de 2.910+/-110 años AP, y 2) Granada, con una fecha de 1.140+/-100 años AP. La cerámica comparte más similitudes con los complejos de la Cuenca Amazónica que con la de los llanos, de modo que el Río Ariari se ha propuesto como una ruta migratoria y un área de contacto cultural entre la Orinoquia y el Amazonas (Gómez & Cavelier, 1998; Marwitt, 1978; Marwitt *et al.* 1973; Mora & Cavelier, 1987; Morey, 1975).

Posteriormente, Giraldo (1975) examinó la confluencia de los ríos Cravo y Casanare, a unos 75 km al sur de la frontera con Venezuela. Se estudiaron tres sitios: Mochuelo

a orillas del Casanare; San José de Ariporo en el Río Ariporo; y Bombay en el Río Meta. La fecha obtenida es de 767+/-85 años AP. Basándose en la cerámica, se diferenciaron los complejos de Mochuelo y Ariporo de los de Bombay. El material comparte similitudes con la serie Arauquinoide y Memoide, y probablemente data de 950-350 años AP. (Giraldo, 1988).

A modo de síntesis, los resultados de los estudios realizados hasta ahora apuntan a que en los Llanos del Orinoco se establecieron sociedades agroalfareras y con economías basadas en el cultivo de maíz y yuca, con caza, recolección y pesca, desde hace unos 3.000

años AP (Tabla 2). Sin embargo, la mayor complejidad social se desarrolla, según las evidencias que se tienen hasta ahora, a partir del segundo milenio D.C. A este respecto, resulta evidente en el registro paleoecológico del norte de Sudamérica que durante los últimos 2.000 años especialmente, las actividades humanas se incrementaron de forma sostenida, hecho que generó nuevas sinergias entre la variabilidad ambiental "natural" y aquella de naturaleza antrópica. La presencia de sociedades complejas, de carácter sedentario y jerarquizado, progresaron con la intensificación de la agricultura, el intercambio a larga distancia y la diversidad cultural.

Tabla 2. Resumen de las características de la ocupación humana en los llanos de Venezuela con base en las prospecciones arqueológicas disponibles para la región. N/A= sin datos disponibles.

Años AP o A.C./ D.C.	Barinas	Portuguesa	Cojedes	Guárico	Características	Modo de Vida
750-250 años AP 1.200-1.500 D.C.	El Gaván, El Cedral, Agua Blanca, Caño del Oso, Caño Caroní, Caño Ventosidad	Turén, Guanarito	La Cajara	Ronquín, Parmana, Camoruco, Corozal y La Gruta	Cerámica Osoide, Tierroide, Tocuyanoide y Arauquinoide en Barinas, Arauquinoide en Guárico, y una gran diversidad de alfarerías en Portuguesa y Cojedes. Expansión Arauquinoide en la región llanera.	Sociedades complejas de varios tipos. Relaciones interétnicas complejas. Intensificación agrícola. Expansión y crecimiento poblacional. Cultivo del maíz, tubérculos, caza y pesca. Introducción del cultivo de la yuca en los llanos occidentales.
1.450-950 años AP 500-1.000 D.C.	El Gaván, El Cedral, Hato la Calzada, Batatuy, Caño Ventosidad	N/A	N/A	N/A	Fase Gaván Tardío, se introduce el cultivo de la yuca, aparecen las estructuras de tierra (calzadas, montículos y campos elevados).	Intensificación de la agricultura, surgimiento de los cacicazgos.
1.650-1.450 años AP 300-500 D.C.	El Gaván y El Cedral	N/A	N/A	Ronquín, Agüerito, La Gruta	Fase Gaván Temprano en piedemonte andino. Cerámica Arauquinoide en El Ronquín.	Sociedades aldeanas. Cultivo del maíz en Barinas, y de tubérculos en Guárico. Caza y pesca.
2.950-1.450 años AP 1.000 A.C. a 500 (300) D.C.	Agua Blanca y Caño El Oso	N/A	N/A	N/A	Alfarería Tocuyanoide y Tierroide.	Sociedades aldeanas. Cultivo de maíz, caza y pesca.
	Caño El Oso	N/A	N/A	N/A	Alfarería de la serie Osoide.	

Nuevos aportes a la paleoecología del Holoceno en los llanos de Venezuela

La revisión realizada en las secciones anteriores pone de manifiesto la gran variabilidad ambiental que ha caracterizado al Holoceno y sugiere que la región llanera fue afectada profundamente por estos cambios

paleoambientales. Además, se reconoce que en los Llanos del Orinoco se establecieron sociedades humanas con rasgos de considerable complejidad social y pudieron darse importantes mecanismos de retroalimentación ambiente-cultura. Esto resalta la trascendencia de articular los

estudios paleoecológicos con los estudios arqueológicos, un aspecto que no fue considerado tampoco en los estudios retrospectivos realizados en los Llanos Orientales de Colombia.

Con el fin de contribuir al conocimiento paleoambiental en la Cuenca del Orinoco y con el espíritu de dar continuidad a las investigaciones arqueológicas en la zona, se planteó en el año 2011 el proyecto "*Impacto del cambio climático y la ocupación humana en los mosaicos sabana-bosque de la Cuenca del Orinoco: un enfoque transdisciplinario*", con participación de varias instituciones de educación superior venezolanas e investigadores de distintas disciplinas. En el marco de este proyecto se tomaron varias perforaciones para la aplicación de las técnicas de reconstrucción paleopalinológicas, una de ellas en uno de los complejos arqueológicos más importantes del Estado Barinas, que ha sido referido en la sección anterior, y que se conoce por el nombre de El Cedral. Un segundo registro que es presentado aquí, fue tomado en las mesas de los llanos centrales, específicamente en el sistema La Malena-El Rabanal. Este último núcleo, aunque no posee aún dataciones radiocarbónicas, provee interesantes hallazgos sobre la sinergia fuego-clima y el desarrollo de los morichales en esta localidad. La ubicación de los sitios estudiados se presenta en la figura 2. A continuación se resumen los resultados preliminares de estos dos registros.

Métodos

En ambas localidades (El Cedral y La Malena-El Rabanal) los núcleos de sedimentos se tomaron con una perforadora manual del tipo sonda rusa. Los sedimentos fueron tratados de acuerdo a las metodologías estándar para la extracción de palinomorfos y partículas de carbón, que se refieren en Faegri & Iversen (1981) y MacDonald (1996). Con estos extractos se montaron láminas portaobjeto y

en cada nivel sedimentario de cada perforación, se contaron al menos 300 granos de polen de plantas terrestres. La adición de una cantidad conocida de esporas exóticas de *Lycopodium* a cada muestra permitió calcular las concentraciones de palinomorfos indígenas y carbón (Maher, 1981). El carbón microscópico se contó junto al marcador exótico hasta completar o 200 partículas o 100 unidades de marcador (Fisinger & Tinner, 2005), en dos fracciones: <100 μm (indicadoras de fuegos extralocales-locales), >100 μm (indicadores inequívocos de fuegos locales) (véase Leal, 2010, para más detalles). El polen y las esporas se identificaron utilizando catálogos publicados (Colinvaux *et al.* 1999; Leal *et al.* 2011b; van Geel, 1998). Los resultados se muestran en forma de diagramas palinológicos, que exhiben la variación en los porcentajes y/o concentración de granos de polen, esporas de helechos, NPP y partículas de carbón, con respecto a la profundidad y el tiempo. Estos diagramas se construyeron con el software libre PSIMPOLL y se zonificaron con la ayuda de un análisis de agrupamiento tipo CONISS (Constrained Cluster Analysis). Los grupos ecológicos determinados fueron: - árboles, arbustos y lianas del bosque de galería y morichal; - hierbas, árboles y arbustos de la sabana; - otros (grupo donde se colocan todas las familias o géneros que poseen características ecológicas variadas y que no se puede saber *a priori* si son originados por plantas de bosque o sabana, i.e. melastomataceas, compuestas, rubiáceas y fabáceas); - plantas acuáticas; - helechos y afines; - hongos y algas (NPP). Las fechas radiocarbónicas se obtuvieron por AMS sobre la materia orgánica de los sedimentos en el Laboratorio de Física Nuclear de la Universidad de Erlangen-Nürnberg en Alemania y se calibraron con la curva INTCAL13 (Reimer *et al.* 2013). Aunque sólo se cuenta con tres dataciones para la perforación obtenida en El Cedral, Barinas,

estas permitieron construir una cronología preliminar, basada en la extrapolación e interpolación lineal de las edades en el núcleo de sedimentos.

Estudios paleoecológicos en El Cedral, Estado Barinas

Ubicación y características de la zona de estudio

El Cedral está localizado a unos 40 km al este del piedemonte andino barinés (figura 2). El registro sedimentario se tomó en la laguna "Los Briceño" (8°8'49,22" N, 70°27'58,57" W, 120 m s.n.m). Esta laguna se encuentra en el interfluvio entre los ríos Anaro y Ticoporo, los cuales tienen sus nacientes en los límites de los estados Mérida y Barinas, y constituye un paleomeandro que presenta un nivel freático de 50-150 cm a lo largo de todo el año (figura 3). En la zona la precipitación promedio anual alcanza los 2.000 mm (Gassón, 1997), con un régimen bimodal, determinado por un periodo seco de 4-5 meses (desde diciembre hasta abril) y un periodo lluvioso (desde mayo hasta noviembre), con temperatura media anual de 26°C. Los ligeros cambios en la topografía, producidos por las posiciones geomorfológicas de la planicie aluvial, afectan los regímenes de inundación y producen la presencia de mosaicos bosques/sabana, con el bosque dominando a lo largo de los arroyos, sobre los diques naturales (calcetas para los llaneros) en suelos bien drenados, y las sabanas semiestacionales ubicadas en las áreas de cubetas de decantación (esteros para los llaneros) con el drenaje de agua más pobre. Aunque en la actualidad la vegetación está fuertemente modificada por las actividades humanas, parece que las sabanas (estacionales y semiestacionales) y el bosque semidecídúo fueron la vegetación natural dominante en el área de estudio (Sarmiento *et al.* 1971).

La reserva forestal de Ticoporo está muy cerca de nuestro sitio de estudio. En este sector se encuentra una gran variedad de

bosques semicaducifolios, destacando los dominados por *Attalea butyracea* (Muris ex L.f.) Wess. Boer, *Pochota fendleri* (Seem.) W. S. Alverson & M. C. Duarte, *Cordia thaisiana* G. Agostini y *Mouriri barinensis* (Morley) Morley. Al sur, se encuentra la reserva forestal de Caparo, una región con numerosas comunidades vegetales, entre estas, dominan los bosques estacionalmente inundados de *Pterocarpus acapulcensis* Rose, *Pouteria procera* (Mart.) K. Hammer, *Trichanthera gigantea* (Bonpl.) Nees, *Sapium glandulosum* (L.) Morong, *Triparis americana* L. y *Pochota fendleri* (Aymard & González, 2007; Aymard *et al.* 2010; Aymard, 2015; Guevara, 2015).

En los bosques caducifolios de este sector de los Llanos Occidentales actualmente son frecuentes las comunidades muy intervenidas de *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Mart., *Annona jabnii* Saff., *Apeiba tibourbou* Aubl., *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Cassia moschata* Kunth y *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart., entre otros.

La vegetación herbácea está compuesta por una matriz herbáceo-arbustiva estacional, hiper-estacional o semiestacional, dependiendo del régimen de inundación. Según Sarmiento *et al.* (1971) y Sarmiento (1990) las sabanas estacionales están dominadas por *Trachypogon spicatus* (L.f.) Kuntze, *Paspalum lanciflorum* Trin., con un estrato leñoso dominado por elementos aislados de *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth y *Curatella americana* L. Las sabanas hiper-estacionales son abiertas, dominadas por *Imperata contracta* (Kunth) Hitchc., *Andropogon bicornis* L., *Sorghastrum setosum* (Griseb.) Hitchc. y *Sporobolus cubensis* Hitchc. Las sabanas semiestacionales, conocidas localmente como "esteros", permanecen inundadas durante la mayor parte del año y están dominadas por especies de los géneros: *Cyperus*, *Eleocharis*, *Scleria*, *Eichhornia*, *Thalia*, *Typha*, *Marantha*, *Persicaria*, *Heliconia* y *Oryza*.

Suficientes datos se han provisto sobre la rica arqueología del Estado Barinas en la revisión realizada en la sección anterior. No obstante, cabe destacar que la zona de muestreo para la reconstrucción paleoecológica está a escasas decenas de metros de los cerritos y calzadas amerindios, en el sitio arqueológico más

extenso del estado. De modo que se esperaba poder detectar a través de los indicadores paleoambientales, como polen de cultígenos y partículas de carbón, la presencia e intensidad de algunas actividades humanas, como la agricultura y el uso del fuego.

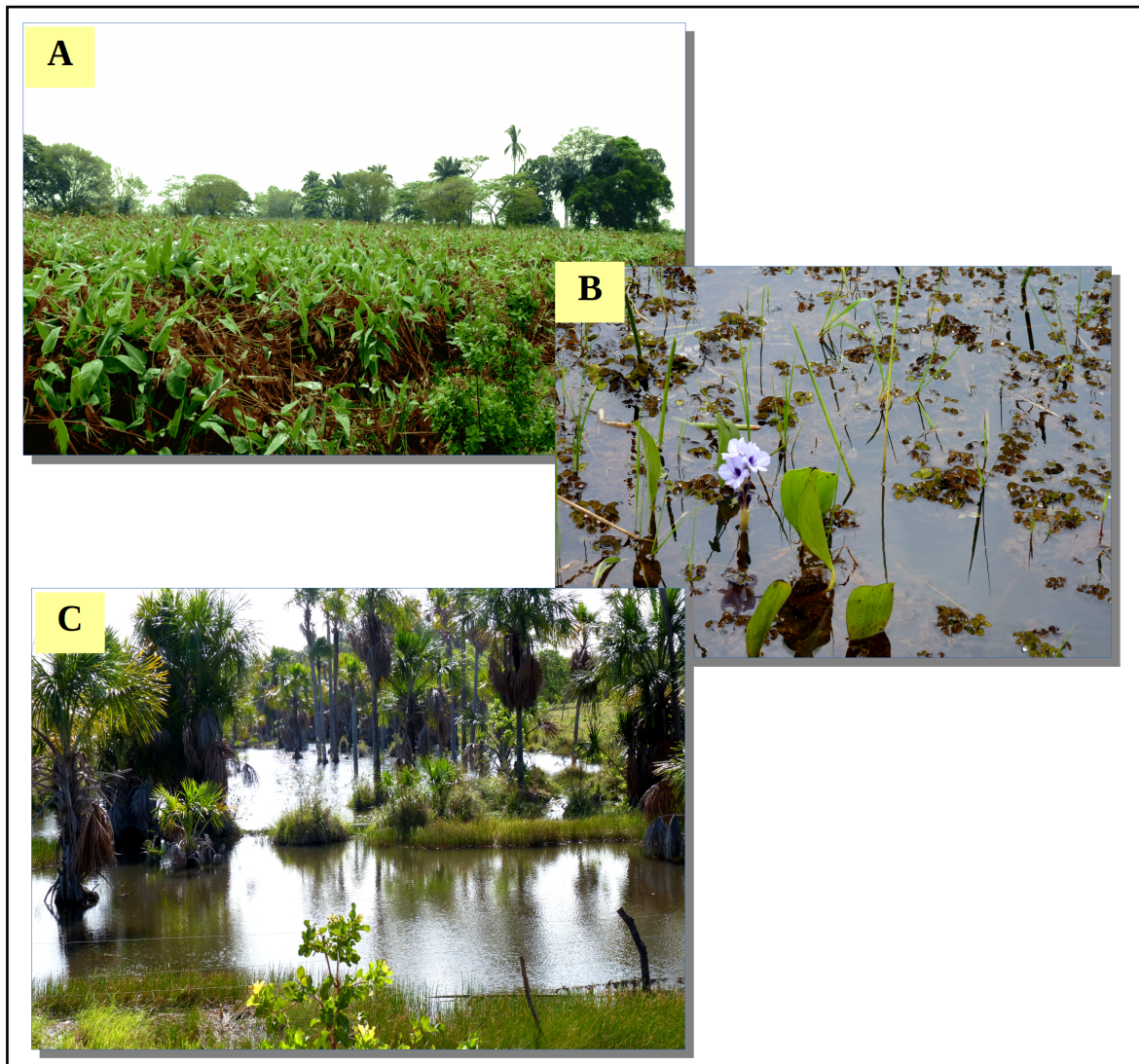


Figura3. A) Vista de la "Laguna Los Briceño" y B) lámina de agua que se desarrolla en la laguna durante la estación de lluvias. C) Vista del morichal de la mesa La Malena-El Rabanal en la cuenca baja de la quebrada. Fotos por Sofía Marín Wikander

Reconstrucción paleoambiental en El Cedral

El núcleo de 145 cm de profundidad recuperado en El Cedral se bautizó con el nombre de la laguna muestreada. Así, en el núcleo "Los Briceño", los sedimentos fueron predominantemente arcillosos y orgánicos.

En la figura 4 se muestra la estratigrafía observada. La preservación del polen y esporas se produjo a lo largo de los 145 cm del núcleo. Las edades radiocarbónicas obtenidas y el eje de edades inter y extrapoladas se muestran junto al eje de

profundidad en la figura 4. Las tres zonas polínicas halladas se muestran en la figura 4 y se describen en la tabla 3. Los diagramas detallados de este registro, así como los datos específicos de las edades radiocarbónicas

(edades ^{14}C con sus desviaciones estándar, y edades calibradas con sus intervalos de confianza con 2σ), pueden consultarse en Sánchez (2017). La reconstrucción paleoambiental es como sigue:

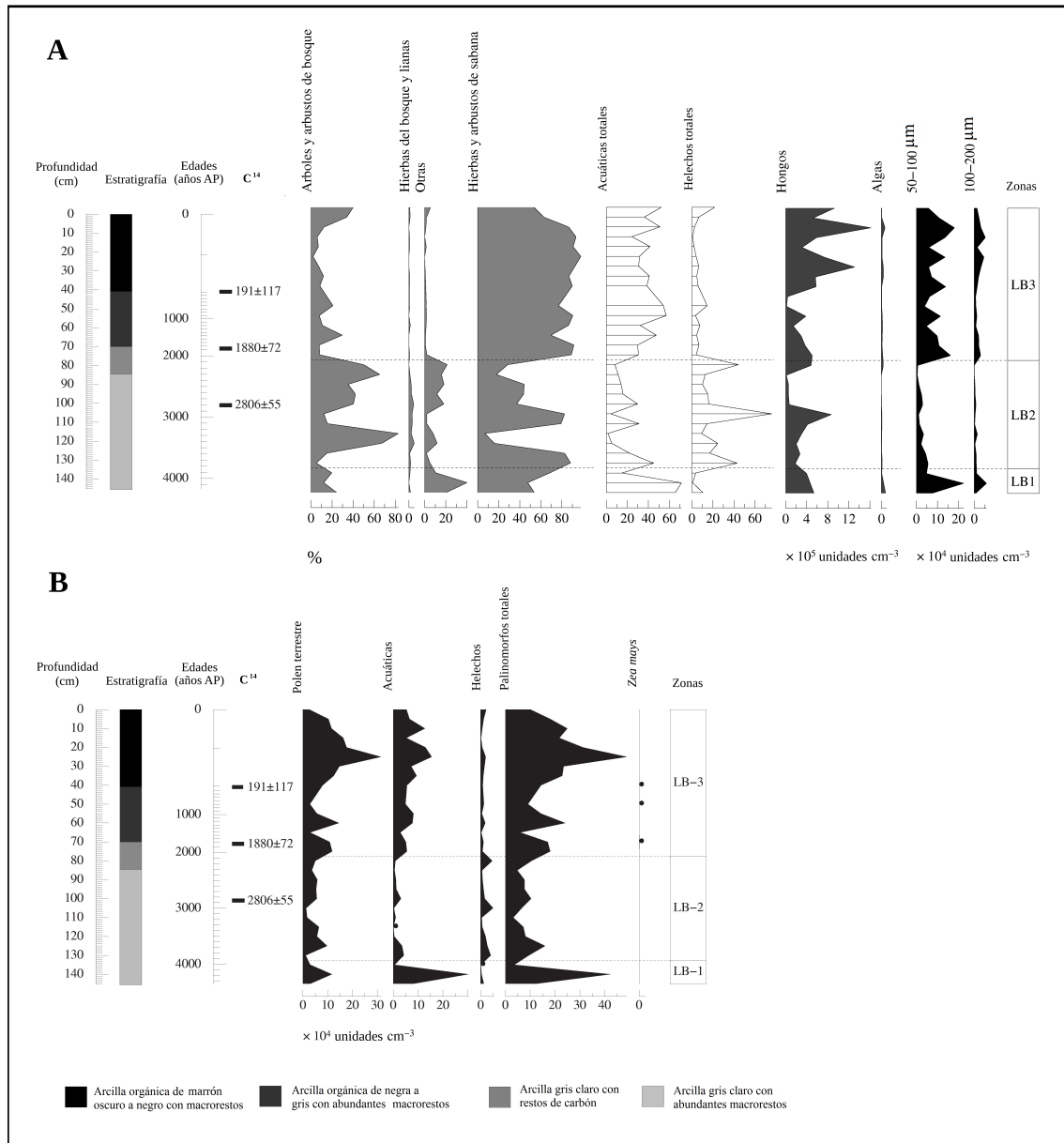


Figura 4. Diagramas palinológicos resumen de la Laguna "Los Briceño" en El Cedral, Edo. Barinas. A) Grupos ecológicos, plantas acuáticas y esporas de helecho, hongos, algas y partículas de carbón. B) Concentraciones de palinomorfos terrestres, acuáticas, helechos, palinomorfos totales y apariciones del cultígeno *Zea mays* L. (puntos negros). En ambos diagramas se muestra la estratigrafía del núcleo y la localización de las edades radiocarbónicas. Fuente: Sánchez (2017)

Paleovegetación

Entre 4.200 y 3.900 años AP (2.250-1.950 A.C.), la vegetación predominante en los

alrededores de la laguna fue la sabana húmeda. Los altos valores de Poaceae, acompañados de *Altheranthera* sugieren el

carácter húmedo del pastizal presente en la zona. Cabe destacar que Poaceae es una familia estenopolínica, eso significa que, a pesar de los grandes esfuerzos puestos en ello, es muy difícil distinguir el polen a niveles taxonómicos más bajos (tribus, géneros, especies) mediante la observación de los granos de polen al microscopio óptico. El problema radica en que Poaceae es una familia que agrupa especies con un rango amplísimo de requerimientos ecológicos, que la constituyen en elementos dominantes en comunidades tan distintas como las sabanas estacionales, sobre suelos bien drenados, y los esteros, con régimen de saturación de agua en el suelo de hasta 8 meses. De modo que interpretar la abundancia de Poaceae en los registros paleopalinológicos es un reto de alta dificultad (ver por ejemplo Bush, 2002). Sin embargo, ayuda en mucho el análisis del espectro palinológico completo. En este caso la presencia de *Alternanthera* (Amaranthaceae) es fundamental, porque es un género que se ha asociado con la presencia de sabanas húmedas del Neotrópico (Marchant *et al.* 2002). También la alta abundancia de Cyperaceae registrada para este período sugiere el desarrollo de una sabana húmeda en el área. Valores de elementos del bosque de galería cercanos al 20-40% en esta zona reflejan la cercanía del bosque en el área de estudio, sin embargo la sabana húmeda fue la comunidad dominante.

Entre 3.900 y 2.250 años AP (1.950 a 300 A.C.), se presenta un panorama muy complejo, signado en primera instancia por la expansión de la sabana y la reducción del bosque. Poaceae aumentó, pero *Alternanthera* y Cyperaceae se redujeron, mientras *Byrsonima* alcanzó su más alto valor. Muy probablemente el polen de *Byrsonima* proviene de la especie *B. crassifolia*, uno de los árboles más conspicuos en las sabanas estacionales. Sin embargo, este panorama se revirtió

alrededor de los 3.300 años AP, cuando los elementos leñosos aumentaron, sugiriendo la expansión del bosque, que registra su mayor abundancia en todo el registro. Los tipos de bosque dominantes para esta fecha fueron: *Cassia*, Moraceae/Urticaceae y *Schefflera*, sugiriendo que se trataba de un bosque seco intervenido. La alta diversidad de NPP para esta fecha, especialmente de esporas de hongos y conidióforos de géneros fúngicos que se desarrollan sobre material vegetal muerto (i.e. *Tetraploa*), apoyan la inferencia de que el bosque, con la variedad de sustratos que puede proveer para el desarrollo de hongos, se expandió en efecto en la zona. La sabana se expandió nuevamente a los 3.000 años AP en un pulso corto, que luego conllevó a la expansión sostenida del bosque, desde allí hasta los 2.250 años AP. Pero esta nueva expansión del bosque se caracterizó por la representación de algunos taxones que no se habían registrado antes, como *Hedyosmum*, *Alnus*, *Podocarpus*, *Weinmannia* y *Clethra*. Estos elementos actualmente se relacionan con los bosques de la selva nublada andina. Su presencia en este registro no es extraña, porque muchos de ellos han mostrado que sus granos de polen pueden dispersarse grandes distancias (i.e. *Podocarpus* o *Alnus*), o incluso pueden desarrollarse a bajas altitudes en zonas con condiciones propicias de humedad (véase van der Hammen & Hooghiemstra, 2000, para una revisión). La presencia de estos elementos podría indicar un mayor transporte fluvial de sedimentos desde los Andes hacia el inteflujio de los ríos Ticoporo y Anaro, donde se localiza nuestra área de estudio. También es posible que estos elementos hayan "bajado" hasta las cercanías de El Cedral. Ambas hipótesis sugieren la transición hacia condiciones de mayor humedad.

Tabla 3. Detalle de las zonas polínicas principales halladas en el núcleo “Los Briceño” en El Cedral, Estado Barinas. NPP=palinomorfos no polínicos. Datos tomados de Sánchez, 2017.

Zona polínica	Profundidad (cm)	Años AP A.C./D.C.	Polen de plantas terrestres	Plantas acuáticas	NPP
LB-1	145-135	4.200-3.900 2.250-1.950 A.C.	Las hierbas de sabana registran 50%, con un 40% de Poaceae y 10% de <i>Aliberbera</i> . Taxa de arbustos y árboles del bosque alcanzaron 20%, con <i>Albornea</i> , <i>Anacardium</i> , <i>Matayba</i> y Moraceae/Urticaceae como los más importantes. Estuvieron presentes con valores bajos: <i>Astronium</i> , <i>Cecropia</i> , <i>Erythroxylum</i> , <i>Protium</i> /Tetragastris, <i>Sapium</i> , <i>Schefflera</i> y <i>Sloanea</i> . El grupo “Otros” principalmente con Asteraceae alcanzó el 20%. Al final de la zona, Poaceae y Asteraceae disminuyeron su abundancia y <i>Aliberbera</i> aumentó.	Cyperaceae alcanza su valor más alto: aprox. 65% de la suma conjunta de polen terrestre y acuático, siendo también el valor más alto de Cyperaceae en concentración. El otro taxón acuático presente fue <i>Persicaria</i> .	Dominan esporas de hongos relacionadas con material vegetal muerto y carbonizado y los indicadores de humedad. La concentración de algas es superior a 39.000 unidades por cm ³ , con una alta diversidad de tipos. Se encuentran presentes 45 tipos de NPP que arrojan un índice de diversidad de Shannon-Wiener de 2,94.
LB-2	135-75	3.900-2.250 1.950-300 A.C.	Se observa la alternancia de la dominancia de taxa de sabana y de bosque. A los ca. 3.900 años AP las hierbas y árboles de sabana aumentaron. <i>Aliberbera</i> y Cyperaceae disminuyeron, pero Poaceae alcanzó más del 80%. <i>Byronima</i> tuvo su valor más alto. Alrededor de 3.300 años AP Poaceae alcanzó su valor más bajo (ca. 5%). Los taxa de bosque y el grupo “Otros” aumentaron a más del 80%, particularmente: <i>Cassia</i> , Moraceae/Urticaceae, <i>Cecropia</i> , <i>Schefflera</i> y <i>Miconia</i> . También estuvieron presentes: <i>Amanoa</i> , <i>Anacardium</i> , <i>Astronium</i> , <i>Matayba</i> , <i>Maytenus</i> , <i>Protium</i> /Tetragastris, <i>Sloanea</i> , <i>Trichilia</i> , <i>Weinmannia</i> , <i>Euceraea</i> y <i>Forsteronia</i> . Esto fue seguido por un nuevo aumento del polen de sabana, alcanzando Poaceae el 80%. Esta situación cambió alrededor de 2.860 años AP, cuando las hierbas y árboles de la sabana se redujeron y taxa del bosque se elevaron a 40%. <i>Cassia</i> fue sustituido por Moraceae/Urticaceae y <i>Cecropia</i> . Algunos taxa andinos aumentaron, como <i>Hedyosmum</i> , <i>Alnus</i> , <i>Podocarpus</i> , <i>Weinmannia</i> y <i>Clebra</i> . El predominio de los taxa de bosque se mantuvo hasta el final de la zona, con tendencia creciente.	Los porcentajes y concentraciones de taxa acuáticos fueron a lo largo de esta zona los más bajos registrados en todo el núcleo. Hacia el final de la zona Cyperaceae aumentó ligeramente, así como otros taxa acuáticos: <i>Eichhornia</i> , <i>Persicaria</i> , <i>Sagittaria</i> y <i>Salvinia</i> .	Disminuyen los hongos en concentración, sin embargo, en coincidencia con la expansión de los tipos de bosque se producen los picos de mayor diversidad de esporas y restos fúngicos, incluyendo especies que crecen en el tejido vegetal en descomposición. La zona resulta sumamente heterogénea y la diversidad tiende a cambiar. Así, alrededor de los 3.800 años AP el valor de la diversidad fue de 2,28 y a los 3.300 años AP se registra el máximo valor de diversidad de todo el núcleo (3,37). Al finalizar la zona se registra el valor de 1,2 como el de menor diversidad de todo el registro.
LB-3	75-0	300 A.C.- presente	Esta zona se caracteriza por el aumento de polen de Poaceae de 20% a más del 80% de la suma de polen. Los taxa de bosque se redujeron a menos de 10%. <i>Matayba</i> , <i>Amanoa</i> , <i>Schefflera</i> y <i>Weinmannia</i> desaparecieron del registro de polen. El primer registro de <i>Zea mays</i> L. se produjo alrededor de 70 cm (en torno al siglo I D.C.), y luego a los 50 y 40 cm (alrededor de los siglos IV y XVII D.C.).	El polen de plantas acuáticas aumenta y se mantienen en valores elevados en toda la zona. Cyperaceae junto con <i>Eichhornia</i> y <i>Sagittaria</i> dominaron el grupo.	En este periodo la concentración de esporas y restos de hongos y algas vuelve a ser alta. Aumentan paralelamente las esporas de hongos coprófilos, los indicadores de humedad y de presencia de fuego. En cuanto a la diversidad de los NPP se refleja que las zonas LB-1 y LB-3, teniendo mayores valores de concentración, poseen una menor diversidad que LB-2.

Entre los 2.250 años AP y el presente (300 A.C. y la actualidad), el registro paleoecológico de la Laguna Los Briceño carece de detalles debido al pobre control cronológico logrado. Sin embargo, resalta la sustitución permanente del bosque que se hallaba en la zona anterior por la sabana, situación que no vuelve a revertirse sino durante el último siglo. El primer registro del polen de *Zea mays* L. se refiere con precisión, porque en efecto se dató directamente el nivel en cuestión (70 cm) y ocurrió a los 1.880 años AP (70 D.C.). Luego el cultígeno aparece de nuevo alrededor del siglo IV y el siglo XVII (figura 4). A partir del siglo XVII se observa la expansión del bosque hasta nuestros días, cuando comparte la dominancia del espectro polínico con los tipos de sabana.

Paleoclima

La inferencia del paleoclima se basa en la abundancia y diversidad de plantas acuáticas y de los NPP. En este sentido resaltan tres fases: una con un clima más húmedo que el presente, correspondiente a la zona LB-1 (4.200-3.900 años AP), inferido a partir de la más alta abundancia de Cyperaceae en todo el registro y de plantas acuáticas como *Persicaria*. Aquí se presenta una alta diversidad y abundancia de restos y esporas de algas de agua dulce. La presencia de una sabana húmeda en los alrededores de la laguna sugiere que el suelo permanecía saturado de agua durante la mayor parte del año, y los niveles de la lámina de agua en la laguna eran altos. Quizás por ello la representación del bosque de galería era modesta, pues este

podría haberse retirado hacia áreas con mejor drenaje del suelo.

El período entre los 3.900-2.250 años AP (zona LB-2) muestra un clima muy variable. Primero ocurre un período con un clima mucho más seco que el presente, que se traduce en la reducción del bosque a su mínima expresión y la expansión de la sabana estacional. Las plantas acuáticas y algas se reducen y es posible que la laguna sufriera fuertes variaciones estacionales en el nivel freático. El clima se mantiene más seco que el presente durante toda la zona, pero con el aumento de las condiciones de humedad hacia el final del período, cuando ocurre la última expansión del bosque, con la presencia de elementos alto-andinos.

A partir de los 2.250 años AP y hasta el presente, se establece el clima actual. La alta abundancia y diversidad de plantas acuáticas, y especialmente de *Sagittaria*, *Persicaria* y *Salvinia*, sugieren que la laguna ha mantenido una lámina de agua relativamente profunda. A pesar de ello el bosque se redujo a su mínima expresión desde el inicio de este período, para expandirse levemente en el último par de siglos.

Paleofuegos

Las dos zonas con mayor concentración de partículas de carbón fueron las zonas LB-1 y LB-3 (figura 4). En la zona LB-1 se presenta el mayor pico de acumulación de carbón con más de 200.000 partículas por cm^{-3} , justo al principio de la zona, alrededor de los 4.200 años AP. La zona LB-2 presenta la menor concentración de partículas con un promedio de 10.000 partículas por cm^{-3} . Luego en la zona LB-3 ambas fracciones contabilizadas aumentan drásticamente, alrededor de los 2.250 años AP y en coincidencia con la primera aparición del polen de *Zea mays* L., que se mantiene hasta el presente con un promedio de 160.000 partículas por cm^{-3} .

De los resultados hallados se puede concluir que entre 4.200 y 3.900 años AP existió un régimen de fuegos locales muy frecuente, a pesar de que los indicadores paleoclimáticos sugieren que se trató de un período con el clima más húmedo o menos estacional que en el presente. Los NPP hallados incluyen algunos hongos que crecen sobre madera o restos vegetales quemados y soportan esta interpretación (véase Sánchez, 2017, para más detalles). Este período fue seguido por una fuerte reducción de los fuegos, que fueron raros o esporádicos en la zona de estudio entre 3.900 y 2.200 años AP. La reducción del régimen de fuegos coincide con el período más seco inferido en el registro a partir de los indicadores paleoambientales y con la expansión en varios momentos del bosque de galería. Esto sugiere que, bajo un régimen de fuegos menos frecuente, el bosque se expandió en los alrededores de la laguna, a pesar de que las condiciones climáticas podrían haber sido adversas. A partir de 2.000 años AP los indicadores de paleofuegos vuelven a dispararse y se mantienen elevados hasta la actualidad. Esto coincide con un clima húmedo, similar al presente. Sin embargo, las partículas de carbón superan las 150.000 partículas por cm^{-3} , reduciéndose solamente en el último siglo. Coincide, en este sentido, el aumento en la frecuencia/ extensión de los fuegos con la primera aparición de *Zea mays*. El registro de carbón discutido aquí resulta muy interesante, porque los períodos de más incidencia de fuegos locales se relacionan contradictoriamente, con los períodos climáticos más húmedos, mientras el fuego se hace menos frecuente en el período que se infiere como más seco/ estacional.

Sinergia Clima-Vegetación-Fuego-Ocupación Humana en El Cedral

La reconstrucción paleoambiental a partir del registro "Los Briceño" en el sitio arqueológico de El Cedral muestra la presencia de tres fases climáticas principales.

En comparación con el único registro paleoecológico disponible para los llanos orientales de Venezuela (Leal *et al.* 2011a), la fase seca hallada en Barinas posee una menor duración, pero culmina cerca de la misma fecha. Una comparación de las fases climáticas halladas en este trabajo, con el registro de titanio (Ti), en el récord de la Fosa de Cariaco (figura 5), denota que en efecto esta fase de alta inestabilidad climática fue hallada para el mismo momento en ambas localidades, sugiriendo que una mayor variabilidad del ENOS pudo haber causado un clima en promedio más seco y estacional que el presente. El establecimiento de un clima húmedo similar al presente a partir de los 2.000 años AP también es coincidente con los antecedentes discutidos en la revisión realizada en este trabajo.

Cabe destacar, sin embargo, que la coincidencia por un lado de los períodos con mayor representación del polen de sabana con los períodos más húmedos, sugiere que un tercer factor podría estar influyendo en la dinámica clima-vegetación. La sabana húmeda que se desarrolló entre 4.200 y 3.900 años AP coincide con una baja representación del polen de bosque de galería, que podría deberse a dos razones: o la laguna era más grande para la fecha, razón por la cual se retiró el bosque del sector, o el fuego tuvo un papel determinante. Esta es la fecha donde se encuentran las mayores concentraciones de partículas de carbón y dado que el período climático fue muy húmedo, cabe pensar que estos fuegos podrían haber sido de naturaleza antrópica. El rico registro arqueológico del Estado Barinas muestra que en efecto hubo culturas habitando la zona. El estudio de la cultura material en Caño El Oso, donde se describe la serie Osoide con edades cercanas a los 3.000 años AP, así lo soporta.

Por otro lado, resulta interesante que la expansión del bosque, aunque este fuere un bosque relativamente seco, sucediera bajo el

período de clima más inestable de todo el registro. En este período (3.900 a 2.250 años AP) ocurren dos expansiones del bosque y dos de la sabana, muy dramáticas por demás, ya que cuando la sabana aumentó su superficie, la representación del polen de esta comunidad superó el 90% de la suma de polen terrestre. Así mismo en los pulsos de expansión del bosque, el polen de sabana quedó relegado a apenas el 10% de la suma de polen terrestre. Esto implica una cobertura boscosa extensa y cerrada, de acuerdo a lo que se ha determinado en los estudios de la lluvia de polen actual en sabanas americanas (véanse: Leal *et al.* 2013; Berrío *et al.* 2000). Además, la expansión del bosque en dos pulsos, coincidió con la mínima abundancia de partículas de carbón de todo el registro, indicando que: o bien los seres humanos se retiraron del área, o una cultura que utilizaba menos el fuego ocupó la zona. El clima altamente inestable que revela el registro de la Fosa de Cariaco para este período (figura 5) hace suponer que las condiciones medioambientales extremas podrían haber impactado la densidad poblacional en la zona de estudio.

Los hallazgos resumidos arriba también sugieren que es posible que el récord de paleofuegos de los llanos occidentales venezolanos esté más determinado por la actividad humana que por la ocurrencia de fuegos naturales. Prueba de esto es que a partir de 2.000 años AP y en coincidencia con la aparición de *Zea mays*, se desarrolló de nuevo un régimen de fuegos muy frecuente y sostenido, que ha mermado solamente en las últimas décadas. La fecha de inicio de este frecuente régimen de fuegos coincide con la Fase Gaván Temprano (tabla 2) donde se reconoce ya la presencia de una población importante en la zona, que practicaba la agricultura.

Hacia la Fase Gaván Tardío (siglos V a XIV de nuestra era), "Los Briceño" estuvo

localizada en el corazón del área donde la arquitectura monumental tuvo lugar, siendo un centro político muy significativo de los cacicazgos de la zona y albergando una población importante. Esto favoreció el mantenimiento de la sabana. A este respecto el fuego parece haber sido una tecnología muy usada y una gran cantidad de granos de polen de maíz fueron hallados hacia el siglo IV de nuestra era, sugiriendo la práctica intensiva de la agricultura.

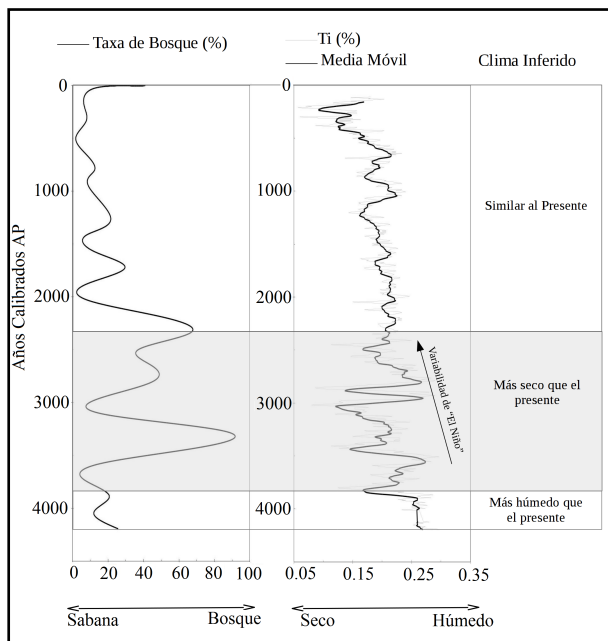


Figura 5. Comparación de los cambios del porcentaje de polen de bosque en el registro de la Laguna “Los Briceño”, con el porcentaje de titanio (Ti) en el registro de la Fosa de Cariaco (media móvil calculada con los datos de Haug et al. 2001).

Análisis paleoecológico de un morichal en la mesa La Malena-El Rabanal, Estado Guárico

Ubicación y características de la zona de estudio

La mesa de La Malena-El Rabanal, se encuentra ubicada en el centro del Estado Guárico (figura 2), tiene un clima típico *Aw* de sabana y un monto pluviométrico y temperatura promedio anual de 1.200 mm y 27°C respectivamente. Su geomorfología ha sido descrita por Bezada (1987) como parte

de los remanentes de superficies conservadas de la Formación Mesa, definida originalmente para los llanos orientales por Hedberg & Pyre (1944). Estos aún persisten en los llanos altos centrales de Venezuela, siendo el producto de la erosión regresiva que ha causado la profundización del nivel de base regional del Río Orinoco, el que a su vez activa los entalles locales en sentido longitudinal de los ríos, al este y al oeste de los relieves descritos. En estas mesas, la formación está constituida por una secuencia sedimentaria de origen aluvial, que incluye arcillas, arenas, gravas y gravillas redondeadas, que reposan discordantemente sobre las formaciones arcillosas del Terciario (Oligoceno-Mioceno). En los llanos orientales, por su posición estratigráfica discordante sobre las Formación Las Piedras, le fue asignada una edad del Pleistoceno Inferior (Zinck y Urriola, 1974). Esta edad fue parcialmente corroborada con las únicas dataciones radiométricas que existen para los estratos superficiales arenosos, al norte de la población de Mapire, los cuales, por TL, arrojaron edades de 0,5, 1 y más de 2 millones de años (Carbón & Schubert 1992; Carbón *et al.* 1994). Muchos han sido los orígenes que se le han atribuido a esta cobertura sedimentaria, que constituye la Formación geológica más extensa del país. Sus múltiples orígenes ponen en entredicho su designación como una unidad formacional (Bezada, 1987). En el Guárico central, el depósito corresponde a explayamientos aluvio-torrenciales provenientes de la erosión de las formaciones sedimentarias del Cretáceo que le levantaron con el paroxismo de finales del Terciario y originaron la Serranía del Interior. Estos se depositaron sobre los estratos cuasi horizontales de las formaciones del Terciario que, al ser erosionadas por las escorrentías provenientes del sistema orográfico antes mencionado, con una orientación fundamentalmente norte-sur, erosionaron las acumulaciones del Pleistoceno y se entallaron en su basamento

Terciario. Así se explica el relieve de remanentes tabulares que caracterizan al centro del Estado Guárico y a los llanos orientales de Venezuela. Posteriormente, las erosiones regresivas producidas por las mesas de agua colgadas en el tope de la Formación, se han encargado de configurar el variado paisaje actual. En aquellos sitios, de los bordes de la mesa, donde existe una concentración de las aguas superficiales, se han producido esorrentías permanentes que han originado pequeños bosques de galerías, la mayoría de ellos con presencia de morichales. La dinámica geomorfológica en estos relieves, ha propiciado una variedad de condiciones del sustrato y en consecuencia una variedad en las comunidades vegetales allí presentes.

El estudio paleopalinológico que aquí se refiere se realizó en la porción de la formación La Malena-El Rabanal ubicada en las coordenadas 8°32'24,8" N, 66°5'48,84" W, cerca de la población de El Espino (figura 2). El sitio de perforación fue un bosque de galería con palma moriche (bosque mixto) ubicado en la ladera de la mesa, en la cabecera de una quebrada que nace en la misma mesa. El bosque de galería se desarrolla allí a unos 50 m del tope de la mesa y, aguas abajo, al pie de la mesa, se transforma en un denso y extenso morichal (figura 3). El bosque de galería se desarrolla sobre un suelo turboso y está rodeado por una sabana estacional típica de *Trachypogon spicatus* con *Byrsonima crassifolia*, *Curatella americana* y *Bowdichia virgilioides* Kunth en el estrato arbóreo. En el tope de la mesa se desarrolla una sabana rala sobre coraza ferruginosa que caracteriza el tope de la formación Mesa.

Reconstrucción paleoecológica en la mesa La Malena-El Rabanal

Se obtuvo una perforación de 90 cm de longitud (figura 6). De 90 a 70 cm se presentó un estrato de arena blanca con un alto porcentaje de gravas y guijarros redondeados,

característicos de la Formación Mesa. En este estrato no hubo preservación de palinomorfos. Este fue seguido por un estrato de turba marrón oscura orgánica homogénea entre los 70 y 0 cm de profundidad, con abundantes macrorestos vegetales (principalmente restos de hojas de monocotiledóneas), característico de los morichales y herbazales donde el suelo permanece saturado de agua todo el año.

En la figura 6 se muestra el diagrama palinológico con los tipos de polen más abundantes y las esporas de helechos. En la figura 7 se muestra el resumen de los grupos ecológicos y las concentraciones de polen terrestre, polen de plantas acuáticas, hongos, algas y partículas de carbón en dos fracciones (< y > de 100 μ m). No se cuenta con edades radiocarbónicas aún, sin embargo es posible que el registro palinológico resuma a lo sumo los últimos dos milenios. De allí surge la siguiente reconstrucción paleoambiental:

Paleovegetación

La asociación palinológica mostrada en la figura 6 denota que al inicio del registro dominaron Poaceae y *Mauritia*, con una escasa representación de elementos del bosque de galería. La baja abundancia de tipos de polen del bosque sugiere que el morichal carecía de componente leñoso. Además, la ausencia o baja abundancia de Melastomataceae, Asteraceae y Fabales, junto a la ausencia de *Byrsonima*, indica que el componente leñoso no estaba bien representado tampoco en la sabana inmediatamente aledaña. Este registro no fue zonificado y se describirá como un continuo, pues no se infiere en él la sustitución de un tipo de vegetación por otro, sino que se observa un proceso sucesional, donde la condición del morichal va cambiando desde un morichal abierto hacia un bosque de galería mixto. Así, se observa hacia los 50 cm de profundidad el aumento del grupo "otros", que incluye a *Miconia* y otras Melastomataceae. Así mismo, en el

grupo del polen de sabana se incrementan Lamiaceae y *Ambrosia*, y luego *Byrsonima* (alrededor de los 40 cm), sugiriendo que, en los alrededores, se estaba desarrollando para ese momento una sabana más diversa y con mayor proporción de elementos leñosos. El récord de varios tipos del bosque, incluyendo *Alchornea*, *Virola*, Moraceae/Urticaceae y la liana *Dollicarpus* se hace más continuo a partir de los 40 cm de profundidad y lo mismo sucede con Asteraceae y Fabales, soportando la interpretación de que los elementos de bosque de galería/bosque secundario se

fueron incrementando y que posiblemente la sabana aledaña también aumentó en diversidad. En las sabanas llaneras existe una importante riqueza de leguminosas, compuestas y melastomátáceas, pero estas familias son comunes también en los bordes sabana-bosque, en los bosques de galería, bosque secundarios y morichales *per se*. Esto dificulta conocer cuál es la vegetación que dio origen al polen de estas familias en registros sedimentarios tomados en localidades como La Malena-El Rabanal.

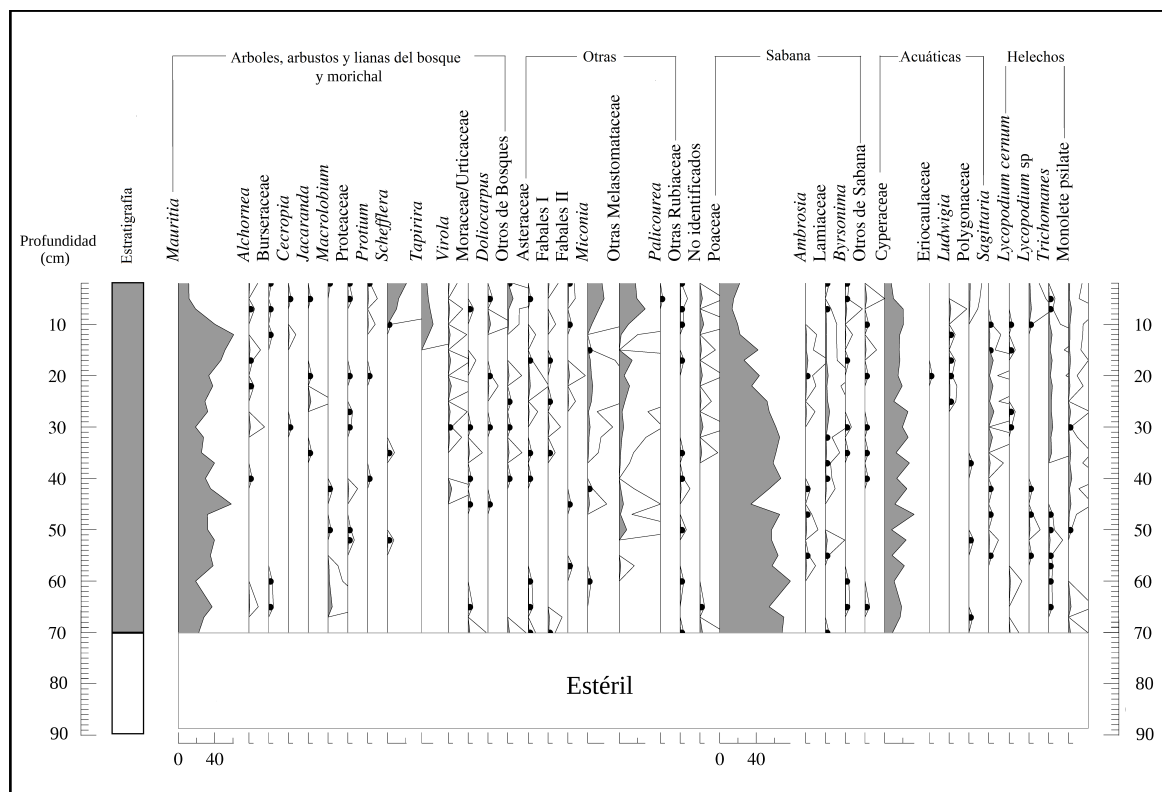


Figura 6. Diagrama de porcentajes del polen y las esporas de helechos para el registro de la mesa La Malena-El Rabanal. Se muestran los dos estratos predominantes: gris: turba marrón oscura; blanco: arena con grava. Los puntos significan presencia con valores $<0.8\%$ de la suma de polen. Las líneas sólidas en las series de tiempo significan exageración $\times 10$ de los datos. Nótese que *Lycopodium cernuum* actualmente es sinónimo de *Palhinbaea cernua*, que se conserva en el diagrama por ser el tipo de espора reconocida por otros paleoecólogos.

Finalmente, a partir de los 12 cm de profundidad (posiblemente durante las últimas décadas) resalta el aumento en importancia del tipo *Schefflera*, *Protium* y *Tapirira* y la reducción en importancia de

Mauritia, indicando que el bosque de galería aumentó su cobertura. Poaceae se reduce a su mínimo valor en el registro, cercano al 20%. Esta familia que es una productora prolífica de polen, dispersado principalmente por el

viento, suele estar bien representada en las sabanas americanas y su reducción implica una baja penetración del polen de la sabana adyacente hacia el bosque, sugiriendo que éste último se tornó más denso (véase por ejemplo el análisis de la proporción de polen de Poaceae en bosques de galería de la Gran Sabana por Leal *et al.* 2013 y en bosques de los Llanos Orientales de Colombia, por Berrío *et al.* 2000). De este modo, el registro denota una clara tendencia de: 1) expansión del morichal en los alrededores de la quebrada entre los 70 y los 50 cm, y luego 2) expansión del bosque de galería sobre el morichal, generando el bosque mixto que existe en la actualidad. Paleoclima

El sustrato arenoso, de gravas y gravillas redondeadas, desprovistas de óxido, que fue estéril desde el punto de vista palinológico y que constituye la base de la perforación obtenida en la mesa La Malena-El Rabanal, corresponde al desmantelamiento de la formación mesa. Esto ocurrió en los bordes de la mesa en retroceso, en ambientes fundamentalmente de escasa precipitación, pero con niveles de lluvias posiblemente suficientes para soportar una comunidad de sabana típica. Luego, el cambio a condiciones más húmedas propició la concentración de las aguas de escorrentía superficiales y sub-superficiales en los escarpes de la mesa, generando cárcavas. En estas últimas se concentró la escorrentía, erosionando los escarpes de la mesa y exponiendo los sustratos arcillosos del Terciario. Así, los cantos redondeados al inicio de la perforación podrían provenir del tope de la mesa, que está a unos 50 m hacia arriba y pudieron haber sido transportados hacia abajo durante lluvias torrenciales. No podemos saber cuál es la edad estimada de este estrato de arenas y gravas, pero posiblemente es mucho más antiguo que la turba que se presenta en el estrato suprayacente. La deposición de turba entre los 70 y 0 cm de profundidad es un claro indicador del desarrollo de condiciones

húmedas en esta porción del llano, que es altamente estacional. Este proceso es relativamente reciente (¿últimos dos milenios?). No obstante, desde los 70 cm hasta la porción más superficial del registro existe un claro gradiente de aumento de la humedad, que es indicado tanto por el incremento del polen de las plantas acuáticas (especialmente *Ludwigia*, Polygonaceae y *Sagittaria*), como por el incremento de algas y hongos (figura 7). Esto es soportado también por los cambios de vegetación observados, que implicaron la expansión del bosque en la quebrada y el incremento de la densidad y diversidad de plantas leñosas en la sabana adyacente.

Paleofuegos

La proporción de partículas de carbón >100 um, indicadoras de fuegos locales y de los posibles indicadores de fuegos extra-locales (<100 um) fue alta en todo el registro (figura 7), no obstante, los máximos se ubican a partir de los 40 cm de profundidad. Esto denota la ocurrencia de fuegos, con una tendencia de aumento hasta los ca 15 cm de profundidad, y el descenso de los mismos en la parte más superficial del registro (¿últimas décadas?). De ser ciertas las cronologías supuestas, el aumento de fuegos podría estar relacionado con la intensificación del poblamiento humano prehispanico en la región llanera, sin embargo, se requieren las edades absolutas para obtener conclusiones más sólidas.

Sinergia clima-vegetación-fuegos en la mesa La Malena-El Rabanal

Los resultados mostrados arriba sugieren que en la mesa La Malena-El Rabanal se desarrolló un clima similar al presente que permitió el desarrollo de un morichal durante el Holoceno tardío (¿últimos dos milenios?). A lo largo del núcleo se observa una tendencia de aumento de la humedad, que, a pesar del desarrollo de un régimen de fuegos frecuentes, favoreció la expansión del bosque

de galería y la presencia de una sabana con importante proporción de leñosas. Esto denota que el morichal posee una baja vulnerabilidad ante el fuego, cuando las condiciones climáticas son favorables, como se ha sugerido en otros trabajos realizados en la Guayana Venezolana (Rull & Montoya,

2014). El fechamiento absoluto de este registro es muy necesario para poder correlacionar estos hallazgos con otros reportados en El Cedral, en los llanos orientales de Venezuela, en los Llanos Orientales de Colombia y la Gran Sabana.

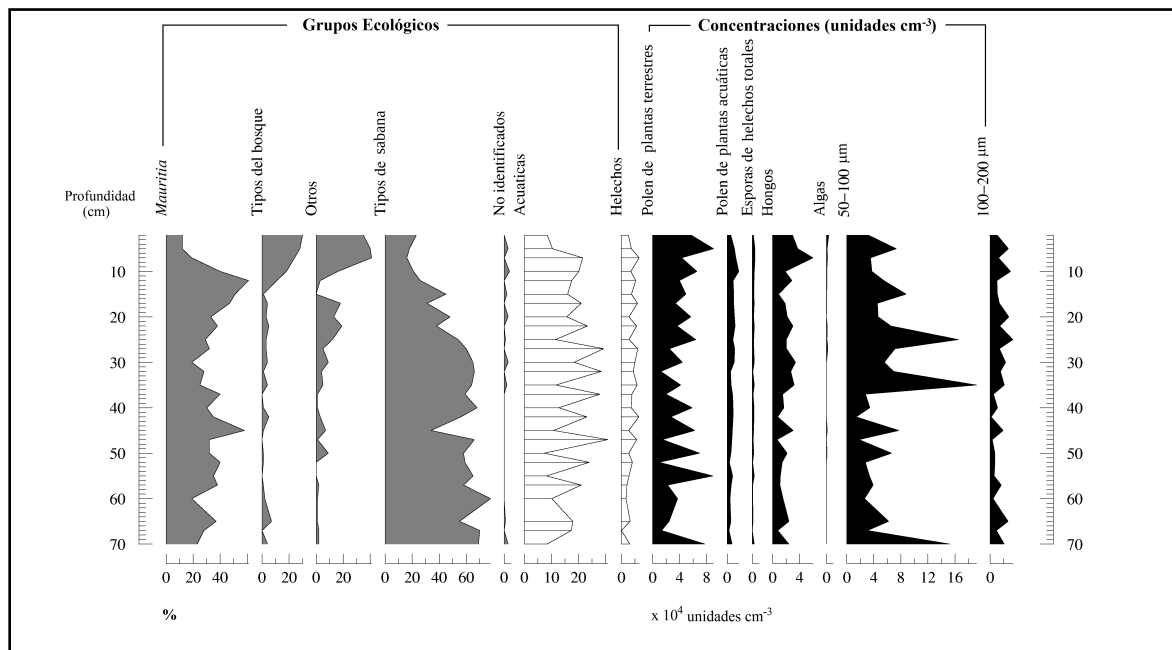


Figura 7. Diagrama resumen del registro de la mesa La Malena-El Rabanal mostrando los porcentajes de los grupos ecológicos, la concentración de plantas acuáticas, helechos, hongos, algas y partículas de carbón.

Consideraciones finales

La revisión realizada en este trabajo, asociada a los resultados originales presentados, ponen de manifiesto cuatro importantes aspectos: 1) Aún existe un escaso conocimiento sobre los paleoclimas holocenos en los Llanos del Orinoco, se han explorado más los Llanos Orientales de Colombia que los llanos venezolanos. 2) Los estudios disponibles muestran que han ocurrido cambios climáticos importantes, que han impactado en gran medida la proporción de bosques y sabanas, afectando los cursos de los ríos, quizás favoreciendo la formación o reactivación de deposiciones eólicas bajo climas áridos o semiáridos. Aparentemente la

dinámica de la ZCIT y su efecto directo o indirecto sobre la organización espacial y temporal de las lluvias, y de las oscilaciones climáticas como ENOS, han jugado un papel central en explicar los paleoclimas holocenos en los llanos. Esto es muy importante en virtud que contribuye a entender los mecanismos que han causado los cambios climáticos pasados en la región, lo que es una gran ayuda para proyectar los posibles cambios futuros. 3) Los estudios arqueológicos se han hecho de forma extensiva en la región, más no intensiva. Se observa que algunos estados están más estudiados que otros, y que la porción occidental de los llanos de Venezuela es más conocida en estos términos que los llanos

centrales y orientales de Venezuela, o incluso que los Llanos Orientales de Colombia. Es importante resaltar que no existen evidencias de ocupación humana temprana (paleoindio) en la región llanera a diferencia del área del Alto Orinoco (ver Gassón, 2002). Esto puede deberse, por un lado, a que el hallazgo de sitios de ocupación tempranos es más difícil por su carácter disperso y por la posible posición estratigráfica de estos yacimientos, que hoy en día podrían estar debajo de las aguas de los cursos de los ríos, o haber sido tapados por los abundantes sedimentos que son depositados a lo largo de los años en las planicies del Orinoco medio y bajo. De lo que se sabe podemos concluir que la región posee una historia de ocupación humana continua desde el mesoindio u Holoceno medio en adelante, y que en los llanos se establecieron algunas de las culturas más complejas que existieron en las tierras bajas sudamericanas. La diversidad cultural fue muy alta y esto sugiere que los llanos fue una región de intercambio. La alta tecnificación agrícola que poseyeron las sociedades que ocuparon la región en el último milenio, hace suponer que estas culturas tuvieron una capacidad de impactar el entorno quizás mayor a la esperada. Además, los registros paleoecológicos aquí resumidos demuestran que el fuego, muy posiblemente de origen humano, fue una tecnología importante de manejo del paisaje. 4) Lamentablemente ha existido poco diálogo entre la arqueología y las ciencias paleoambientales. Este es un diálogo que es necesario y es de suma importancia llevar a cabo más iniciativas interdisciplinarias como la realizada en El Cedral. Estas iniciativas constituyen ventanas a través de las cuales se puede acceder al estudio de la variabilidad natural del clima, pudiendo evaluar por un lado cómo ésta influyó sobre las comunidades humanas, sobre su organización social y las economías locales, y por el otro indagar, cómo la variabilidad ambiental natural y su sinergia

con las formas diversas de impacto humano, afectaron a las comunidades de plantas. Esto ayudaría en la evaluación de la vulnerabilidad/resiliencia de los socioecosistemas llaneros desde una perspectiva histórica, brindando información muy útil para la planificación futura de la región en un escenario de cambio ambiental global.

Cabe resaltar que la posibilidad de continuar las investigaciones arqueológicas y paleoecológicas en Venezuela, pasan porque el Estado comprenda que el avance en estas disciplinas depende de cierta infraestructura tecnológica de la cual no se puede prescindir. La realización de fechamientos absolutos por técnicas radio-métricas y geofísicas es fundamental. Hoy en día muchos de los países latinoamericanos poseen laboratorios de datación absoluta, siendo Venezuela una excepción, a pesar de haber sido uno de los países pionero en datación por los métodos de radiocarbono y termoluminiscencia. Sin un control cronológico adecuado es imposible realizar reconstrucciones arqueológicas o paleoecológicas correlacionables en el tiempo y en el espacio. La alternativa planteada a la actual ausencia de laboratorios nacionales para las dataciones, es la solicitud de una partida de servicios en los proyectos de investigación que permitan el pago de fechamientos en el extranjero. El núcleo de sedimentos de la Laguna Los Briceño se fechó gracias a los convenios entre el IVIC (Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas) y CADIVI (Comisión de Administración de Divisas), a través de los cuales se obtuvo el acceso a las divisas extranjeras para pagar los servicios de fechamiento en Alemania. Sin embargo, estos convenios dejaron de operar en el año 2013 y a partir de allí fue imposible acceder a las cronologías hasta el día de hoy, quedando los proyectos inconclusos y la mayoría de las investigaciones sin posibilidad de ser publicadas. Esto deja a áreas del conocimiento que fueron muy importantes

para el país durante el siglo pasado, sin posibilidad de continuidad.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Fondo Nacional de Ciencias y Tecnología de Venezuela (FONACIT), por el financiamiento otorgado a través del proyecto "*Impacto de los cambios climáticos y de la ocupación humana en los mosaicos sabana-bosque de la Cuenca del Orinoco: un enfoque transdisciplinario*". Al Decanato de Investigación y Desarrollo (DID) de la Universidad Simón Bolívar y al Instituto Pedagógico de Caracas, por proveer las facilidades de laboratorio y el transporte en algunos de los trabajos de campo. Agradecemos a la familia Briceño, en El Cedral, Barinas, por el acceso al muestreo en su finca y al Hato Masaguaral, Estado Guárico, en la persona de J. G. Acosta, por las facilidades logísticas prestadas para el muestreo en los llanos centrales. También se agradece a H. Behling (Universidad de Göttingen, Alemania), por el apoyo logístico prestado para el procesamiento de los sedimentos del núcleo "Los Briceño". Finalmente, a un árbitro anónimo, a C. Jaramillo (Smithsonian Institution), G. Aymard C. (PORT) y J. O. Rangel-Ch. (COL) por los comentarios y sugerencias al manuscrito original.

Referencias bibliográficas

- Aymard, G. 2017. Adiciones a la flora vascular de los Llanos de Venezuela: nuevos registros y estados taxonómicos. *Biollania* (Edic. Esp.) 15: 5-50.
- Aymard, G. 2015. Bosques de los Llanos de Venezuela: estructura, composición florística, diversidad y estado actual de conservación. Pp 241-268. En: Tierras Llaneras de Venezuela, R. López-Falcón, J. M. Hétier, D. López-H., R. Schargel & A. Zinck. (eds.). IRD-CIDIAT, Mérida, Venezuela.
- Aymard, G., J. Farreras y R. Schargel. 2011. Bosques secos macrotérmicos de Venezuela. *Biollania* (Edc. Esp.) 11: 155-177.
- Aymard, G. y V. González. 2007. Consideraciones generales sobre la composición florística y diversidad de los bosques de los Llanos de Venezuela. Pp. 59-71. En: Catálogo anotado e ilustrado de la flora vascular de los Llanos de Venezuela, R. Duno de Stefano, G. Aymard & O. Huber (eds.). FUDENA-Fundación Empresas Polar-FIBV, Caracas, Venezuela.
- Barse, W. 2009. The Early Ronquin Paleosol and the Orinocan Ceramic Sequence. *Bulletin of the Peabody Museum of Natural History* 50(1):85-98.
- Barse, W. 2000. Ronquín, AMS Dates, and the Middle Orinoco Sequence. *Interciencia* 25 (7): 337-341.
- Barse, W. 1999. La Etapa Formativa en la Cuenca del Orinoco: Sistemáticas de Tiempo-espacio. Pp. 366-379. En: *Formativo Sudamericano, una reevaluación*, P. Ledergerber-Crespo (ed.). Quito, Ecuador.
- Behling, H. & H. Hooghiemstra. 2001. Neotropical savanna environments in space and time: late Quaternary interhemispheric comparisons. Pp. 307-323. En: *Interhemispheric climate linkages*, V. Markgraf (ed.). Academic Press, Nueva York, Estados Unidos.
- Behling, H. & H. Hooghiemstra. 2000. Holocene Amazon rainforest-savanna dynamics and climatic implications: high-resolution pollen record from Laguna Loma Linda in eastern Colombia. *Journal of Quaternary Sciences* 15 (7) 687-695.
- Behling, H. & H. Hooghiemstra. 1999. Environmental history of the Colombian savannas of the Llanos Orientales since the Last Glacial Maximum from lake records El Pinal and Carimagua. *Journal of Paleolimnology* 22: 461-476.
- Behling, H. & H. Hooghiemstra. 1998. Late Quaternary palaeoecology and palaeoclimatology from pollen records of the savannas of the Llanos Orientales in Colombia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 139: 251-267.
- Behling H. & H. Hooghiemstra. 1999. Environmental history of the Colombian

- savannas of the Llanos Orientales since the Last Glacial Maximum from lake records El Pinal and Carimagua. *Journal of Paleolimnology* 22: 461-476.
- Berrío, J. C., H. Hooghiemstra, H. Behling, P. Botero & K. van der Borg. 2002. Late Quaternary savanna history of the Colombian Llanos Orientales from lagunas Chenevo and Mozambique; a transect synthesis. *The Holocene* 12(1): 35-48.
- Berrío, J.C., H. Hooghiemstra, H. Behling. & K. van der Borg. 2000. Late Holocene history of savanna gallery forest from Carimagua area, Colombia. *Review of Palaeobotany and Palynology* 111: 295-308.
- Bezada, M. 1987. Relaciones geomorfología-suelos en las mesas La Malena-El Rabanal, Edo. Guárico. Trabajo de Ascenso no publicado, Instituto Universitario Pedagógico de Caracas, Caracas, Venezuela. 150 p.
- Bezada, M., A. DeAbrisqueta, D. Díaz, P. Feliciani & A. Castillo. 2007. Caracterización preliminar, por microscopia electrónica de barrido (SEM) de las arenas de los depósitos eólicos Cuaternarios de las aéreas Arichuna-Capanaparo y Corozo Pando-La Porfia. Estados Guárico y Apure, Venezuela. *Memorias IX Congreso Geológico Venezolano*, Caracas, Venezuela.
- Björck, S. 2007. Younger Dryas Oscillation, Global Evidence. Pp. 1985-1993. *En: Encyclopedia of Quaternary Sciences*, E. Scott (ed.). Elsevier, Amsterdam, Holanda.
- Bush, M. 2002. On the Interpretation of Fossil Poaceae Pollen in the Lowland Humid Neotropics. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 177: 5-17
- Carbón, J. & C. Schubert. 1994. Late Cenozoic History of the Eastern Llanos of Venezuela: Geomorphology and Stratigraphy of the Mesa Formation. *Quaternary International* 21: 91-100.
- Carbón, J., C. Schubert & F. Vaz. 1992. Caracterización y edades termoluminiscentes de los sedimentos de la formación Mesa, en dos localidades del sur de Anzoátegui (Venezuela). *Acta Científica Venezolana* 43: 387-391.
- Carr, A., S. Armitage, J. C. Berrío, B. Bilbao & A. Boom. 2016. An optical luminescence chronology for late Pleistocene aeolian activity in the Colombian and Venezuelan Llanos. *Quaternary Research* 85 (2): 299-312.
- Cochrane, M. A. & V.F. Laurance. 2002. Fire as a large-scale edge effect in Amazonian forests. *Journal of Tropical Ecology* 18: 311-325.
- Cochrane, M., A. Alencar, M. Schulze, C. Souza, D. Nepstad, P. Lafevre & E. Davidson. 1999. Positive feedbacks in the fire dynamics of closed canopy tropical forests. *Science* 284: 1832-1835.
- Colinvaux, P., P. De Oliveira & M. Bush. 2000. Amazonian and neotropical plant communities on glacial time scales: the failure of the aridity and refuge hypothesis. *Quaternary Science Reviews* 19: 141-169.
- Colinvaux, P., P. De Oliveira & J. Moreno. 1999. Amazon pollen manual and atlas. Harwood Academic Publishers. Amsterdam, Holanda. 332 p.
- Cook, K. 2009. South American Climate Variability and Change: Remote and Regional Forcing Processes. Pp. 193-212. *En: Past climate variability in South America and surrounding regions from the Last Glacial Maximum to the Holocene*, F. Vimeux, F. Sylvestre & M. Khodri (eds.). Springer, Londres, Reino Unido.
- Clement, C., W. Denevan, M. Heckenberger, A. Junqueira, E. Neves, W. Texeira & W. Woods. 2015. The domestication of Amazonia before European conquest. *Proceedings of the Royal Society B* 282: 20150813. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2015.0813>.
- Cruent, J. M. & I. Rouse. 1958-1959. An Archaeological Chronology of Venezuela. Pan American Union, Washington, Estados Unidos. 340 p.
- Denevan, W. & A. Zucchi. 1978. Ridged field excavations in the central Orinoco Llanos, Venezuela. Pp: 235-246. *En: Advances in Andean archaeology*, D. L.

- Browman (ed.). The Hague, Mouton, Estados Unidos.
- Faegri, K. & J. Iversen. 1981. Textbook of pollen analysis. 3o. Edition. Hafner Publishing, Nueva York, Estados Unidos. 237 p.
- Finsinger, W. & W. Tinner. 2005. Minimum counts sums for charcoal-concentration estimates in pollen slides: accuracy and potential errors. *The Holocene* 15: 293-297.
- Garreaud, R., M. Vuille, R. Compagnucci & J. Marengo. 2009. Present-day South American climate. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 281:180-195.
- Gassón, R. 2002. Orinoquia: the archaeology of the Orinoco River Basin. *Journal of World Prehistory* 16: 237-311.
- Gassón, R. 1997. Prehispanic Intensive Agriculture, Settlement Pattern and Political Economy in the Western Venezuelan Llanos. Ph.D. Dissertation, University of Pittsburgh, Pittsburgh, Estados Unidos. 189 p.
- Gassón, R. 1987. Evidencias arqueológicas sobre diversidad étnica y contacto cultural tardío en los Llanos Occidentales de Venezuela. Trabajo Final de Grado para optar al Título de Antropólogo. Escuela de Antropología, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela. 140 p.
- Giraldo, M. 1988. Investigación arqueológica en los Llanos Orientales, región Cravo Norte, Arauca. *Boletín Museo del Oro* 21: 3-24.
- Gómez, A. & I. Cavelier. 1998. Las sociedades indígenas de los Llanos. Sistemas económicos y características culturales. Pp. 167-185. En: Colombia Orinoco, D. Fajardo (ed.). Fondo FEN-Colombia, Bogotá, Colombia.
- Gómez, A. & A. Gómez. 1996. Estudio preliminar de un nuevo yacimiento arqueológico en “La Cajara” (Edo. Cojedes). *Boletín Antropológico* 38: 79-91.
- González, O., M. Bezada, Z. Millán & J. Carrera. 2013. Cambios paleoambientales durante el pleistoceno tardío-holoceno de la cuenca del río Portuguesa, llanos centro-occidentales, Venezuela. *Interciencia* 38: 696-704.
- González de Juana, C., J. M. Iturralde & X. Picardi. 1980. Geología de Venezuela y sus cuencas petrolíferas. Tomo II. Primera Edición. Ediciones FONINVES, Caracas, Venezuela. 712 p.
- Guevara, J. R. 2015. Propuesta de clasificación biogeográfica para los Llanos de Venezuela. Universitat de València. Facultad de Farmacia. Departamento de botánica. Jardí botànic de la Universitat de València-icbibe, Valencia, España, PhD dissertation. 385 p.
- Haug, G., K. Hughen, D. Sigman, L. Peterson & U. Röhl. 2001. Southward migration of the Intertropical Convergence Zone through the Holocene. *Science* 293: 1304-1308.
- Hedberg, H. & A. Pyre. 1944. Stratigraphy of northeastern Anzoátegui, Venezuela. *American Association of Petroleum Geologist Bulletin* 28: 1-28.
- Howard, G. 1943. Excavations at Ronquín, Venezuela. Yale University Publications in Anthropology, Number 28, New Haven, Estados Unidos. 153 p.
- Iglesias, V., G. Yospin & K. Withlock. 2015. Reconstruction of fire regimes through integrated paleoecological proxy data and ecological modeling. *Frontiers in Plant Science* 5: 1-12.
- IPCC. 2001; 2007; 2012. Assessment Report of Workgroup 1. Disponible en: www.ipcc.org.
- Khobzi, J. 1981. Los campos de dunas del norte de Colombia y de los Llanos del Orinoco (Colombia y Venezuela). *Revista CIAF* 6(1-3): 257-292.
- Labeyrie L., J. Cole, K. Iversen & T. Stocker. 2002. The History of Climate Dynamics in the Late Quaternary. Pp. 33-62. En: Paleoclimate, Global Change and the Future, K. Alverson, R. Bradley & T. Pedersen (eds.). Springer, Londres, Reino Unido.
- Latrubesse, E. M., J. C. Stevaux, E. H. Cremon, J. H. May, S. H. Tatumí, M. A. Hurtado, M. Bezada & B. J. Argollo. 2012. Late Quaternary megafans, fans and fluvio-

- aeolian interactions in the Bolivian Chaco, Tropical South America. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Paleoecology* 356-357: 75-88.
- Leal, A. 2010. Historia holocena de la vegetación y el fuego en bordes sabana-bosque y turberas de la Gran Sabana, Guayana Venezolana. Tesis de Doctorado. Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela. 292 p.
- Leal, A. & B. Bilbao. 2011. Cambios de vegetación durante el Holoceno tardío en un morichal de los Llanos del Orinoco, Venezuela. *Acta Botanica Venezuelica* 34: 237-256.
- Leal, A., B. Bilbao & J. C. Berrío. 2013. A Contribution to pollen rain characterization in forest-savanna mosaics of the Venezuelan Guayana and its use in vegetation reconstructions from sedimentary records. *American Journal of Plant Sciences* 4(7A): 33-52.
- Leal, A., T. Pérez & B. Bilbao. 2011a. Contribution to early Holocene vegetation and climate history of eastern Orinoco Llanos, Venezuela, from a paleoecological record of a *Mauritia* L.f. swamp. *Acta Amazonica* 41: 513-520.
- Leal, A., J. C. Berrío, E. Raimúndez & B. Bilbao. 2011b. A pollen atlas of premontane woody and herbaceous communities from the upland savannas of Guayana, Venezuela. *Palynology* 25: 226-266.
- MacDonald, G. M. 1996. Non-aquatic Quaternary. Pp. 879-910. *En: Palynology: principles and applications*, J. Jansonius & D. McGregor (eds.). AASP Foundation 2, Estado Unidos.
- Maher, L. 1981. Statistics for microfossil concentration measurements employing samples spiked with marker grains. *Review of Palaeobotany and Palynology* 32: 153-191.
- Marchant, R. A., L. Almeida, H. Behling, J. C. Berrío, M. Bush, A. Cleef, J. Duivenvoorden, M. Kappelle, P. E. De Oliveira, A. Trixeira de Oliveira-Filho, M. S. Lozano-García, H. Hooghiemstra, M. P. Ledru, B. Ludlow-Wiechers, V. Markgraf, V. Mancini, M. Paez, A. Prieto, J. O. Rangel & M. L. Salgado-Labouriau. 2002. Distribution and ecology of parent taxa of pollen lodged within the Latin American Pollen Database. *Review of Palaeobotany and Palynology* 120: 1-75.
- Marengo J. A. & J. C. Espinoza. 2016. Extreme seasonal droughts and floods in Amazonia: causes, trends and impacts. *International Journal of Climatology* 36: 1033-1050.
- Marteló, M. 2004. Consecuencias ambientales generales del cambio climático en Venezuela. Dirección de Hidrología, Meteorología y Oceanología-Dirección General de Cuencas Hidrográficas-MARN, Caracas, Venezuela. 112 p.
- Martin, L., J. Bertaux, T. Corrège, M. Ledru, P. Mourguiart, A. Sifeddine, A. Soubiés, D. Wirthman, K. Suguio & B. Turcq. 1997. Astronomical forcing of contrasting rainfall changes in tropical South America between 12.400 and 8.800 cal yr BP. *Quaternary Research* 47: 117-122.
- Marwitt, J. 1978. Investigaciones arqueológicas en los Llanos Orientales de Colombia. *El Dorado* 3 (1): 42-60.
- Marwitt, J., R. Morey & J. Zeidler. 1973. Reconnaissance of the Upper Ariarí River Region, Department of Meta, Eastern Colombia. Paper presentado en el 38th Annual Meeting of the Society for American Archaeology, San Francisco, Estados Unidos.
- Mayle, F. & M. Power. 2008. Impact of a drier Early-Mid-Holocene climate upon Amazonian forests. *Philosophical Transactions of the Royal Society* 363: 1829.
- Mayle, F., D. J. Beerling, W. D. Gosling & M. Bush. 2004. Response of Amazonian ecosystems to climatic and atmospheric carbon dioxide changes since the Last Glacial Maximum. *Philosophical Transactions of the Royal Society* 359: 499-514.
- Mora, S. & I. Cavelier. 1987. Resultados preliminares de una prospección en el pie de monte Llanero, Depto. del Meta. *Maguaré* 5: 73-84.
- Morey, N. 1976. Ethnohistorical evidence for cultural complexity in the Western Llanos of Colombia and the Eastern Llanos of Venezuela. *Antropologica* 45: 41-69.

- Morey, R. & N. Morey. 1975. Relaciones Comerciales en el pasado en los Llanos de Colombia y Venezuela. *Montalbán* 4: 533-564.
- Panisset, J. S., R. Libonati, C. Marina, P. Gouveia, F. Machado-Silva, D. A. França, J. R. A. França & L. F. Peres. 2017. Contrasting patterns of the extreme drought episodes of 2005, 2010 and 2015 in the Amazon Basin. *International Journal of Climatology* DOI: 10.1002/joc.5224.
- Rangel-Ch., J. O., J. C. Berrío & A. Jaramillo-J. 2014. Cambios en los ambientes de la Orinoquia de Colombia desde el Paleoceno superior hasta el presente: Una aproximación inicial (compilación) sobre la reconstrucción de las formaciones vegetales y los paleoambientes según la zonación asociadas con un sistema fluvioacustre. Pp. 31-70. En: *Colombia Diversidad Biótica XIV. La región de la Orinoquia de Colombia*, J. O. Rangel-Ch. (ed.), Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales, Bogotá, Colombia. Redmond, E. & C. Spencer. 1990. Investigaciones Arqueológicas en el Piedemonte y los Llanos Altos de Barinas, Venezuela. *Boletín de la Asociación Venezolana de Arqueología* 5: 4-24.
- Reimer, P., A. Bayliss, J. Beck, P. Blackwell, C. Bronk, C. Buck, H. Cheng, R. Lawrence, M. Friederich, P. Grootes, T. Guilderson, H. Hafliðason, I. Hajdas, C. Hatté, T. Heaton, D. Hoffmann, A. Hogg, C. Hughen, F. Kaiser, B. Kromer, S. Manning, M. Niu, R. Reimer, D. Richards, E. Scott, J. Southon, R. Staff, C. Turney & J. van der Plicht. 2013. INTCAL13 and MARINE13 radiocarbon age calibration curves 0-50,000 years CAL BP. *Radiocarbon* 55: 1869-1887.
- Roa, P. 1979. Estudio de los médanos de los llanos centrales de Venezuela: evidencias de un clima desértico. *Acta Biológica Venezolana* 10(1): 19-49.
- Roosevelt, A. 1980. *Parmana*. Prehispanic Maize and Manioc Subsistence along the Amazon and Orinoco. Academic Press, Nueva York, Estados Unidos. 336 p.
- Roosevelt, A. 1978. La Gruta. An Early Tropical Forest Community of the Middle Orinoco Basin. Pp. 173-201. En: *Unidad y Variedad Ensayos en Homenaje al Dr. J. M. Cruxent, E. Wagner & A. Zucchi* (eds.), Ediciones IVIC-CEA, Caracas, Venezuela.
- Rouse, I. 1978. The La Gruta Sequence and its implications. Pp. 203-229. En: *Unidad y Variedad Ensayos en Homenaje al Dr. J.M. Cruxent, E. Wagner & A. Zucchi* (eds.). Ediciones IVIC-CEA, Caracas, Venezuela.
- Rouse, I., J. M Cruxent, F. Olsen & A. Roosevelt. 1976. *Ronquín Revisited*. En: *Proceedings of the Sixth International Congress for the Study of the Precolumbian Cultures of the Lesser Antilles*, Guadalupe, R. Bullen (ed.). University of Florida Press, Gainesville, Estados Unidos.
- Rull, V. 1998. Biogeographical and evolutionary considerations of *Mauritia* (Arecaceae), based on palynological evidence. *Review of Palaeobotany and Palynology* 100: 109-122.
- Rull, V. & E. Montoya. 2014. *Mauritia flexuosa* palm swamp communities: natural or human-made? A palynological study of the Gran Sabana region (northern South America) within a Neotropical context. *Quaternary Science Reviews* 99: 17-33.
- Rull V., M. Abbott, T. Vegas-Vilarrubia, M. Bezada, E. Montoya, S. Nogué & C. González 2010. Paleoenvironmental Trends in Venezuela during the Last Glacial Cycle. Pp. 57-83. En: *Urumaco and Venezuelan Palaeontology. The Fossil Record of the Northern Neotropics*, O. Aguilera & A. Carlini (eds). Indiana University Press, Estados Unidos.
- Sánchez, F. 2017. Reconstrucción paleoambiental del Holoceno en El Cedral, Estado Barinas, Venezuela. Trabajo de Grado para Optar al Título de Magister Scientiarum en Geografía. Universidad Nacional Experimental Libertador, Caracas, Venezuela. 108 p.
- Sarmiento, G. 1990. Ecología comparada de ecosistemas de sabanas en América del Sur. Pp.15-56. En: *Las sabanas americanas, aspectos de su biogeografía, ecología y manejo*, G. Sarmiento (ed).

- Fondo Editorial Acta Científica Venezolana, Caracas, Venezuela.
- Sarmiento, G., M. Monasterio & J. Silva. 1971. Reconocimiento ecológico de los llanos Occidentales I. Las unidades ecológicas regionales. *Acta Científica Venezolana* 22: 52-61.
- Schargel, R. 2015. Suelos llaneros: geomorfología, distribución geográfica y caracterización. Pp. 63-149. En: Tierras Llaneras de Venezuela, R. López-Falcón, J. M. Hétier, D. López-H., R. Schargel & A. Zinck. (eds.). IRD-CIDIAT, Mérida, Venezuela.
- Schargel, R. 2007. Geomorfología y suelos. Pp. 15-31. En: Catálogo Anotado e Ilustrado de la Flora Vascular de los Llanos de Venezuela, R. Duno de Stefano, G. Aymard & O. Huber (Eds.). FUDENA-Fundación Polar-FIBV, Caracas.
- Spencer, C., E. Redmond & M. Rinaldi. 1994. Drained fields at La Tigra, Venezuelan Llanos: A regional perspective. *Latin American Antiquity* 5(2): 119-143.
- Spencer, C. & E. Redmond. 1992. Prehispanic Chiefdoms of the Western Venezuelan Llanos. *World Archaeology* 24: 134-157.
- Spencer, C. & E. Redmond. 1983. Archaeological Investigations in the Andean Piedmont and High Llanos of Western Venezuela: A Preliminary Report. Pp. 137-157. En: Recent Studies in Andean Prehistory and Protohistory. P. Kvietok & D. Sandweiss (eds.). Cornell Latin American Studies Program, Ithaca, Grecia.
- Tricart, J. 1974. Existence de périodes sèches au Quaternaire en Amazonie et dans les regions voisines. *Revue Geomorphologie Dynamique* 23: 145-158.
- Tripaldi, A. & M. Zarate. 2016. A review of Late Quaternary inland dune systems of South America east of the Andes. *Quaternary International* 410: 96-110.
- van der Hammen, T. & H. Hooghiemstra. 2000. Neogene and Quaternary history of vegetation, climate and plant diversity in Amazonia. *Quaternary Science Reviews* 19: 725-742.
- van, Geel, B. 1998. A catalogue of non pollen palynomorphs in pollen slides. University of Amsterdam, Amsterdam, Holanda. 200 p.
- Vaz, J. & J. García-Miragaya. 1992. Thermoluminescence dating and chemistry of Quaternary sodic alluvial soils in the Venezuelan savanna. *Catena* 19: 209-220.
- Vaz, J. & J. García-Miragaya. 1989. Thermoluminescence dating of fossil sand dunes in Apure, Venezuela. *Acta Científica Venezolana*, 40 (1): 81-82.
- Vicente-Serrano, S. M., C. Gouveia, J. J. Camarero, S. Beguería, R. Trigo, J. I. López-Moreno, C. Azorín-Molina, E. Pasho, J. Lorenzo-Lacruz & J. Revuelto. 2013. Response of vegetation to drought time-scales across global land biomes. *Proceedings of Natural Academy of Science* 110(1): 52-57.
- Wijmstra, T. & T. van der Hammen. 1966. Palynological data on the history of savannas in northern South America. *Leidse Geologische Mededelingen* 38: 71-90.
- Wille, M., H. Hooghiemstra, B. Van Geel, H. Behling, A. Jong & K. van der Borg. 2003. Submillenium-scale migrations of the rainforest-savanna boundary in Colombia: 14C wiggle-matching and pollen analysis of core Las Margaritas. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 193: 201-223.
- Zinck, A. & P. Urriola. 1970. Origen y evolución de la Formación Mesa: Un enfoque edafológico. Pp. 11-70. En: Primera Reunión Nacional de la Ciencia del Suelo, Maracaibo, Venezuela. Ministerio de Obras Públicas, División de Edafología, Caracas, Venezuela.
- Zucchi, A. 1985. Recent evidence for pre-columbian water management systems in the Western Llanos of Venezuela. Pp. 167-180. In: Prehistoric Intensive Agriculture in the Tropics, I. S. Farrington (ed.). BAR International Series 232, Oxford, Reino Unido.
- Zucchi, A. 1978. La Variabilidad ecológica y la intensificación de la agricultura en los Llanos venezolanos. Pp. 349-375. En: Unidad y Variedad. Ensayos en Homenaje al Dr. J.M. Cruxent., E. Wagner & A. Zucchi (eds.). Ediciones IVIC-CEA. Caracas, Venezuela.

- Zucchi, A. 1968. Algunas Hipótesis sobre la Población Aborigen de los Llanos Occidentales de Venezuela. *Acta Científica Venezolana* 19: 135-139.
- Zucchi, A. 1967. La Betania. Un Yacimiento Arqueológico del Occidente de Venezuela. Tesis Doctoral. Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.
- Zucchi A. & W. Denevan. 1979. Campos Elevados e Historia Cultural Prehispánica en los Llanos Occidentales de Venezuela. Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, Venezuela.
- Zucchi A. & K. Tarble (s/f.). Turén, la confluencia cultural Orinoco-Lara-Falcón. Manuscrito. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Centro de Antropología J.M. Cruxent, Caracas, Venezuela.