

# Estudio paleobotánico de la localidad fosilífera del distrito de Santa Rosa de Sexi (Eoceno Medio), provincia Santa Cruz, departamento Cajamarca, Perú

Palaeobotanist study of fossil locality in the district of Santa Rosa de Sexy (Middle Eocene ), Santa Cruz province , department Cajamarca, Peru

Ysabel Prado Velazco<sup>1</sup>, Manuel Marín Bravo<sup>2</sup>

RECIBIDO: 28/04/2016 - APROBADO: 30/06/2016

## RESUMEN

El bosque fósil "Piedra Chamana" está situado en los Andes del norte del Perú, a 79°10' Longitud Oeste y 6°35' Latitud Sur. Es la más diversa asociación de plantas fósiles del Perú, compuesta por tallos y hojas fósiles preservados por depósitos de ceniza y lahar de la Formación Huambos. Esta formación fue datada por el método 40Ar/39Ar (39 millones de años) del Eoceno Medio. La existencia de numerosos tallos fósiles no identificados, provenientes del distrito de Santa Rosa de Sexi, conservados en la División Geociencias del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos fue el aliciente para estudiarlos y determinar el tipo de leños; por lo que el objetivo de este trabajo es identificar los taxa, en base al estudio paleomicromorfológico de la anatomía caulinar de las muestras. Se han reportado 7 especies, de las cuales, 6 son Magnoliópsidas; pertenecientes a 4 familias: familia Apocynaceae (*Aspidosperma parvifolium* y *Tabernaemontana* sp.); familia Fabaceae (*Copaifera officinalis* y *Prosopis chilensis*); familia Mirtaceae (*Eugenia* sp.) y familia Malvaceae (=Bombacaceae), (*Ceiba samauma*) y una especie de Liliópsida de la familia Arecaceae (*Phoenix sylvestris*). Los taxa identificados en el área de estudio consisten de plantas de clima tropical que prosperaron en bosques tropicales de tierras bajas, que fueron ascendiendo por orogénesis hasta su altitud actual (2400-2755 msnm).

**Palabras clave:** Paleobotánica, eoceno Medio, Santa Rosa de sexi, magnoliópsidas, liliópsidas.

## ABSTRACT

The fossil forest "Stone Chamana" is located in the northern Andes of Peru, 79 ° 10 'west longitude and 6 ° 35' South Latitude. Is the most diverse combination of fossil plants of Peru, composed of stems and leaf fossils preserved by ash and lahar deposits of Huambos Formation. This Formation was dated by the 40Ar / 39Ar method (39 million years) from the Middle Eocene. The existence of numerous unidentified fossil stems, from the District of Santa Rosa de Sexy, preserved in the Earth Sciences Division of the Museum of Natural History at the National University of San Marcos was the incentive to study and know what types of logs are; so the aim of this study is to identify the taxa, based on the study paleomicromorphologic stem anatomy of the samples. 07 species have been reported, of which 06 are Magnoliopsida; belonging to 04 families: Family Apocynaceae (*Aspidosperma parvifolium* and *Tabernaemontana* sp); Family Fabaceae (*Copaifera officinalis* and *Prosopis chilenses*); Family Mirtaceae (*Eugenia* sp) and Family Malvaceae (= Bombacaceae) (*Ceiba samauma*) and a kind of Liliopsida of the Family Arecaceae (*Phoenix sylvestris*). As shown, the taxa identified in the study area consist of tropical plants that thrived in tropical climate lowland forests, which were ascending orogenesis to its current altitude (2400-2755 m).

**Keywords:** Paleobotany, middle eocene, Santa Rosa de sexi, magnoliopsida, liliopsida.

1 División Geociencias Departamento de Paleontología de Invertebrados y Paleobotánica, Museo de Historia Natural. Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima - Perú. E-mail: yapradov@gmail.com

2 Museo de Historia Natural. Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima - Perú.

## I. INTRODUCCIÓN

En el Paleoceno Tardío se inicia una tendencia hacia el calentamiento global, extendiéndose por un largo tiempo, hasta el Eoceno Temprano y Medio con el consiguiente aumento de las precipitaciones en paleolatitudes bajas y medias que permitió el desarrollo de bosques tropicales y subtropicales. Durante el Eoceno Medio fue bajando la temperatura, volviéndose el clima más estacional como en nuestros días (Wilson *et al.*, 1999). El bosque fósil del distrito de Santa Rosa de Sexi es un conspicuo e importante representante de la época del Eoceno Medio y merece ser estudiado por su naturaleza monumental única en el Perú, donde yacen árboles de más de 20 m de altura y de cerca de 1 m de diámetro. Fue visitada por primera vez en 1996 y en 1997 se realizó una evaluación paleontológica a solicitud del Instituto Nacional de Cultura (INC), y el 15 de abril de 1997 fue declarado Patrimonio Cultural de la Nación, el Yacimiento Petrificado “Piedra Chamana”, cuyos restos son intangibles, inalienables e imprescriptibles, de interés científico-paleontológico. Prado (1998) publicó por primera vez sobre la existencia e importancia de los tallos fósiles del bosque petrificado de “Piedra Chamana”.

En el campo, los tallos se encuentran segmentados, rodados, algunos en posición de vida, o incrustados evidenciando la actividad violenta de los volcanes que derribaron a los árboles para posteriormente protegerlos del intemperismo por los sedimentos de ceniza y lahar (aluviones volcánicos). Según Wilson (1985), el centro eruptivo de la Formación Huambos está situado al noroeste del pueblo de Llama, el cual está a 10 km al noroeste de Sexi. En esta contribución se ha identificado 7 especies en base a las características paleohistológicas de sus tallos silicificados, donde las Magnoliópsidas dominan a las Liliópsidas; estos taxa consisten de plantas que prosperaron en climas tropicales, correspondientes a la Formación Huambos del Eoceno Medio (55-34 M.A.). Esta taoflora contiene además de los tallos, hojas fósiles. No se ha encontrado semillas ni frutos. El objetivo del presente trabajo es identificar la paleoflora e inferir el tipo de clima que imperaba en el distrito de Santa Rosa de Sexi, cuyas numerosas muestras se encuentran conservadas en el departamento de Paleontología de Invertebrados y Paleobotánica de la División Geociencias del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Woodcock *et al.* (2009) publicaron sobre el contexto geológico y tafonómico del Bosque Petrificado de “Piedra Chamana” y en el año 2012, sobre interpretaciones paleoecológicas preliminares de la asociación fósil. Solo un estudio acerca de la vegetación actual ha sido realizado en el distrito de Santa Rosa de Sexi (Aragón *et al.*, 2006), realizaron un estudio preliminar de la flora actual del distrito de Sexi, concluyendo que la vegetación corresponde a una formación esclerófila con orquídeas, bromelias, epífitas de hojas anchas parecidas al matorral, nombra como géneros típicos a *Polylepis*, *Dodonaea*, *Oreopanax* y otros.

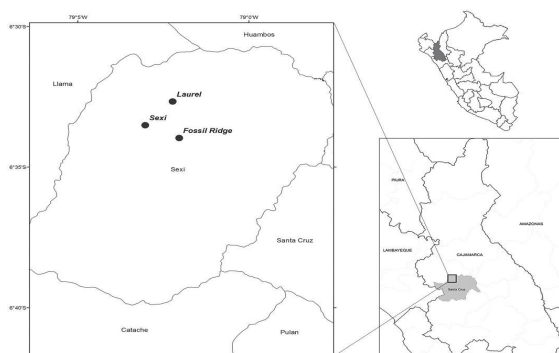


Figura N.º 1. Ubicación de las localidades del presente estudio en el distrito de Santa Rosa de Sexi. 1) Fósil Ridge o Palo Tendido, 2) El Laurel, provincia de Santa Cruz, departamento Cajamarca, Perú.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

El material paleontológico fue recolectado en el distrito de Santa Rosa de Sexi, provincia de Santa Cruz, departamento de Cajamarca; a 79°10' de Longitud Oeste y 06°35' de Latitud Sur, a 2400-2600 msnm. Entre los años 1995 al 2005 se obtuvo alrededor de 300 muestras de tallos y alrededor de 200 impresiones de hojas en las localidades de Palo Tendido (=Piedra Chamana), El Laurel, La Fila y Cunyac, previo permiso del Instituto Nacional de Cultura, actual Ministerio de Cultura. Las muestras fósiles están silicificadas por permineralización, su estado es de bueno a regular. Dicho material se conserva en la División de Geociencias del Departamento de Paleontología de Invertebrados y Paleobotánica del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, donde están catalogadas, enumeradas, con datos sobre la localidad de origen, unidad litoestratigráfica, cronoeestratigráfica y el nombre del colector. Para analizar los tallos se hicieron láminas delgadas con tres tipos de cortes para cada especie: corte transversal, corte longitudinal tangencial y corte longitudinal radial; estudiados con microscopio compuesto; los cortes se realizaron con un petrótopo y las láminas gruesas se afinaron con carburundum hasta un grosor de 29-30  $\mu\text{m}$ ; las observaciones microscópicas de los caracteres anatómicos se realizó con un microscopio compuesto marca Nikon, modelo Labophot-2 y las ilustraciones con una cámara digital marca Panasonic, modelo DMC-FS42 de 10 megapíxeles. Las mediciones finales resultan del promedio de 10 a 20 medidas de los elementos de la anatomía caulinar como: vasos o tráqueas, radios, parénquima, fibras e inclusiones por cada tipo de corte. Para describir es necesario conocer la terminología del IAWA Hardwood Feature List (IAWA COMITTE 1985) y para la identificación se dispone del Website de Inside Wood [<http://insidewood.lib.ncsu.edu/search>], es una base de datos a la que se ingresan las características cuantitativas y cualitativas de los elementos de la anatomía caulinar, al cabo de los cuales la base

de datos diagnóstica la familia o la especie. Entre otros trabajos especializados tenemos los de Metcalfe y Chalk (1957, 1983); Moisés Acevedo (1994); Tomlinson *et al.* (2011); Tortorelli (1956), entre otros.

En cuanto a la nomenclatura, cuando un tallo fósil tiene una serie de características anatómicas coincidentes con un género existente, se le asigna a ese género; de acuerdo a las Normas del Código Internacional de Nomenclatura Botánica.

Para la ordenación taxonómica de los fósiles se ha seguido el sistema APG 2003.

## 2.1 Resultados

Todos se relacionan con plantas existentes a las que se les ha asignado el nombre genérico o específico de las plantas actuales. Se ha identificado y descrito cinco especies y dos géneros de tallos fósiles procedentes del bosque petrificado "Piedra Chamana". Se esquematiza en el Cuadro 1 las características de la anatomía caulinar de los fósiles del Eoceno Medio del distrito de Santa Rosa de Sexi.

### 2.2 Descripciones anatómicas de las características microscópicas de los tallos fósiles de "Piedra Chamana"

1. Familia: Apocynaceae

1a. Especie: *Aspidosperma parvifolium* A. DC. "Quillobordon" (Figura 2)

Muestra N.º 75031

Anillo de crecimiento demarcado

Vasos: Porosidad difusa; diámetro tangencial promedio 59,12  $\mu\text{m}$ ; con más de 40 vasos por  $\text{mm}^2$ ; longitud de los vasos de 190-836  $\mu\text{m}$  (son vasos largos). Placa de perforación simple, inclinada. Punteadura intervascular alterna.

Parénquima: Apotraqueal difuso.

Radios: Homogéneos, uniseriados, no estratificados; 7 a 8 radios por mm lineal.

Fibras: Libriformes, punteadura simple. Diámetro promedio 20,07  $\mu\text{m}$ . Pared delgada, lumen 3 veces más ancho.

Localidad: El Laurel, distrito de Santa Rosa de Sexi, provincia Santa Cruz, departamento Cajamarca.

Colector: Ysabel Prado V. (diciembre 2000)

Unidad Cronoestratigráfica: Eoceno Medio

Unidad litoestratigráfica: Formación Huambos

1b. Especie: *Tabernaemontana sp.* Plum. ex L. (Figura 3)

Muestra N.º S-148

Anillo de crecimiento demarcado

Vasos: Porosidad difusa; más de 150 vasos por  $\text{mm}^2$ ; longitud de los elementos del vaso entre 140-480  $\mu\text{m}$ ; borde de vasos solitarios angulados. Placa de perforación simple. Punteadura intervascular alterna ornamentada.

Parénquima: Apotraqueal difuso

Radios: Uniseriado, biseriado; 14 radios por mm lineal.

Fibras: Septadas de pared delgada; longitud de la fibra promedio 635  $\mu\text{m}$ .

Localidad: Palo Tendido, distrito de Santa Rosa de Sexi, provincia Santa Cruz, departamento Cajamarca.

Colector: Deborah Woodcock. (2005)

Unidad Cronoestratigráfica: Eoceno Medio

Unidad litoestratigráfica: Formación Huambos

2. Familia: Fabaceae

Subfamilia: Mimosoidea

2a. Especie: *Prosopis chilenses* (Mol.) St. "Algarrobo"

(Figura 4)

Muestra N.º 75035

Anillo de crecimiento ligeramente diferenciado

Vasos: Porosidad semicircular a circular; diámetro tangencial promedio de 94.86  $\mu\text{m}$ ; con 12 vasos promedio por  $\text{mm}^2$ ; longitud de los vasos entre 195.3 – 520.8  $\mu\text{m}$  (vasos cortos 300-500  $\mu\text{m}$ ). Punteadura intervascular alterna. Vasos con cristales.

Parénquima: Axial vasicéntrico, con cristales en cubos.

Radios: Homogéneos y heterogéneos mayormente biseriados y triseriados. Radios de 3-6 por mm lineal.

Fibras: Septadas. Diámetro promedio 23.4  $\mu\text{m}$ ; grosor de la pared 7.6-11.4  $\mu\text{m}$ .

Localidad: Palo Tendido, distrito de Santa Rosa de Sexi, provincia Santa Cruz, departamento Cajamarca.

Colector: Ysabel Prado V. (diciembre 2000)

Unidad Cronoestratigráfica: Eoceno Medio

Unidad litoestratigráfica: Formación Huambos

Subfamilia: Caesalpinioidea

2b. Especie: *Copaifera officinalis* L. "Copaiba"

(Figura 5)

Muestra N.º 75014

Anillo de crecimiento demarcado

Vasos: Porosidad difusa tiende a ser diagonal; diámetro tangencial promedio de 98.46  $\mu\text{m}$ ; vasos por  $\text{mm}^2$ , promedio 10; longitud de los elementos del vaso 75-200  $\mu\text{m}$ . Punteaduras poligonales alternas. Tilosis presente.

Parénquima: Vasicéntrico, escaso y en bandas.

Radios: Heterocelulares, triseriados 80%, biseriados y uniseriados 20%.

Fibras: Libriformes con punteaduras simples, no estratificadas.

Inclusiones: Canales oleíferos.

Localidad: Palo Tendido, distrito de Santa Rosa de Sexi, provincia Santa Cruz, departamento Cajamarca.

Colector: L. Guillermo Morales S. (1995)

Unidad Cronoestratigráfica: Eoceno Medio

Unidad litoestratigráfica: Formación Huambos

3. Familia: Malvaceae

Subfamilia: Bombacoidea

Especie: *Ceiba samauma* (Mart.) K. Schum “Huimba negra”

(Figura 6)

Muestra N.º S-141

Anillo de crecimiento demarcado de forma regular

Vasos: Porosidad difusa, poros redondeados y ovalados; diámetro tangencial 130-200  $\mu\text{m}$ ; vasos de 5-23 por  $\text{mm}^2$ ; longitud de los elementos vasales 210-400  $\mu\text{m}$ . placa de perforación simple oblicua. Punteaduras intervasculares alternas; presencia de tilosis y gomas.

Parénquima: Abundante, axial, vasicéntrico; apotraqueal difuso; parénquima terminal con 2-6 células de ancho. Estratificado en corte tangencial. Presencia de gomas y cristales.

Radiales: Heterocelulares, biseriados y multiseriados; no estratificados. Radiales por mm lineal de ...

Fibras: Libriformes, no estratificadas.

Localidad: Palo Tendido, distrito de Santa Rosa de Sexi, provincia Santa Cruz, departamento Cajamarca.

Colector: Deborah Woodcock. (2005)

Unidad Cronoestratigráfica: Eoceno Medio

Unidad litoestratigráfica: Formación Huambos

4. Familia: Mirtaceae

Género: *Eugenia* P. Micheli ex Lam.

(Figura 7)

Muestra N.º 75034

Anillo de crecimiento no demarcado

Vasos: Porosidad difusa, vasos solitarios oval a circular y múltiples radiales ovales en sentido tangencial; diámetro tangencial 55.8-102.3  $\mu\text{m}$ . Vasos 11-19 por  $\text{mm}^2$ ; longitud de los elementos vasales 74-298  $\mu\text{m}$  (muy cortos). Punteaduras intervasculares escaleriforme. Placa de perforación no se observa, tabiques oblicuos a rectos. Vasos tñlides.

Parénquima: Axial paratraqueal en bandas sinuosas de 6 células de ancho.

Radiales: En corte transversal, de trayecto sinuoso y delgado. En corte longitudinal tangencial heterogéneos II-A y homocelulares con células procumbentes.

Fibras: Dispuestas en hileras radiales desordenadas. Sin septos. Fibras rectangulares de lumen circular.

Localidad: Palo Tendido, distrito de Santa Rosa de Sexi, provincia Santa Cruz, departamento Cajamarca.

Colector: Ysabel Prado V. (diciembre 2000)

Unidad Cronoestratigráfica: Eoceno Medio

Unidad litoestratigráfica: Formación Huambos

5. Familia: Arecaceae

Especie: *Phoenix sylvestris* (L) Roxb

(Figura 8)

Muestra N.º S-170

### 2.3 Características macroscópicas:

En el corte transversal del tallo, la organización y distribución de los haces fibrovasculares es más o menos regular. Este tipo de organización es del Tipo “Coco” (Thomas & Franceschi, 2013).

### 2.4 Características microscópicas:

La corteza es muy gruesa con células parenquimáticas esclerificadas. El cilindro central es separado de la zona cortical por una zona subcortical con muchos y pequeños haces fibrovasculares, haciéndose más espaciados y de formas y tamaños constantes hacia la zona medular. El parénquima fundamental consta de células compactas, esferoidales a débilmente elongadas, a veces con pequeñas lagunas en tallos viejos. Haces fibrovasculares en sección transversal más o menos circulares; fibras de tipo vaginata a lunaria, dependiendo del desarrollo de la fibra; metaxilema en número de dos o más. Parénquima tabular presente en una o dos capas. Parénquima paravascular pobremente desarrollada.

Diagnosis: Tipo Coco. Haz fibrovascular tipo vaginata a lunaria, dos elementos de metaxilema, células del parénquima fundamental esferoidales a débilmente elongadas y compactas.

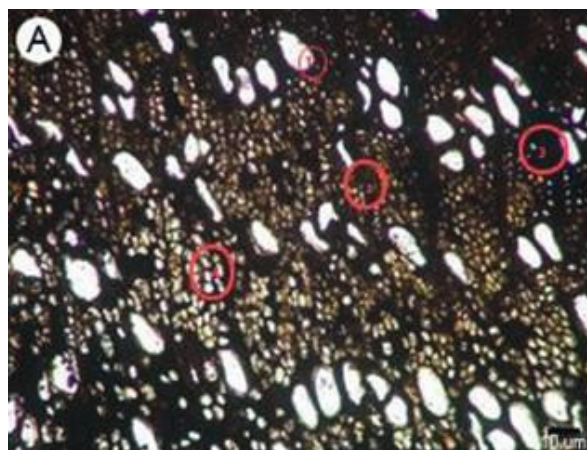
Localidad: Palo Tendido, distrito de Santa Rosa de Sexi, provincia Santa Cruz, departamento Cajamarca.

Colector: Deborah Woodcock (2005)

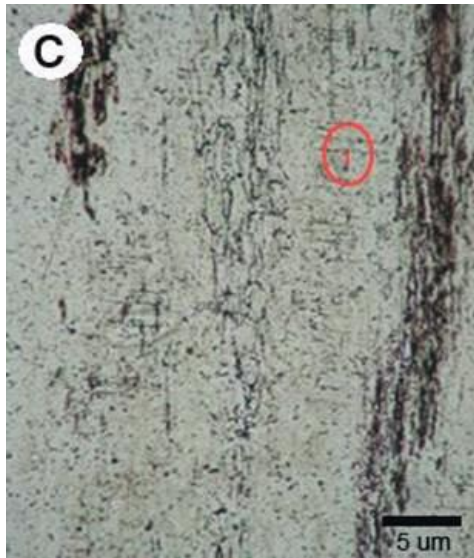
Unidad cronoestratigráfica: Eoceno Medio.

Unidad litoestratigráfica: Formación Huambos.

Figura N.º 2. Especie: *Aspidosperma parvifolium* A. DC. “Quillobordon” (Familia Apocynaceae)

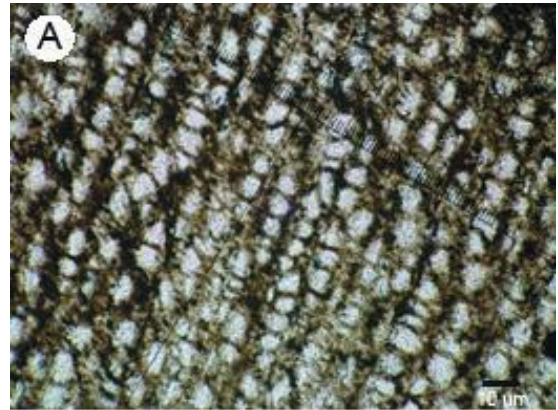






- A. Corte transversal de tallo: 1. Vaso solitario. 2. Radio. 3. Fibra. 4. Parénquima apotraqueal difuso.
- B. Corte tangencial de tallo: 1. Fibra con punteaduras areoladas, 2. Radio homocelular. 3. Vaso.
- C. Corte radial de tallo: 1. Radio con células procumbentes.
- D. Corte tangencial de tallo: 1. Vaso con punteaduras alternas areoladas y coalescentes.

Figura N.º 3. Especie: *Tabernaemontana Plum.* ex L. (Familia: Apocynaceae)



Muestra N.º 75031



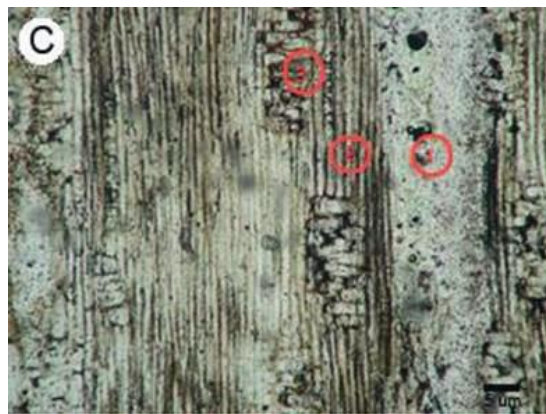
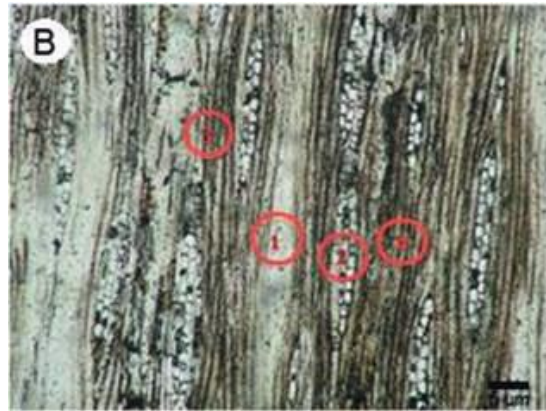


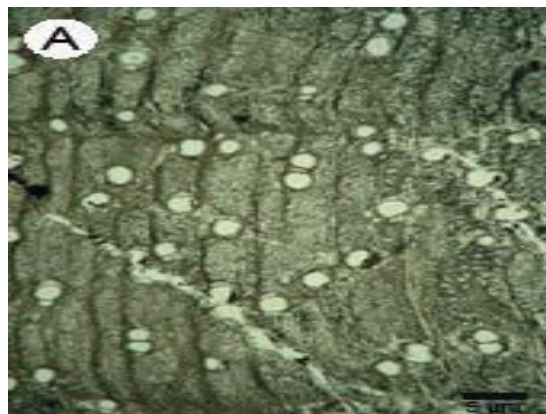
Figura N.º 4. Especie: *Prosopis chilensis* (Mol.) St. “Algarrobo” (Familia: Fabaceae, Subfamilia: Mimosoidea).

Muestra N.º S.148

- A. Corte transversal de tallo: 1. Porosidad difusa
- B. Corte tangencial de tallo: 1. Radio uniseriado, homocelular.
- C. Corte radial de tallo: 1. Células procumbentes.
- D. Corte tangencial de tallo: 1. Vasos con punteaduras intervasculares alternas y areoladas.
- E. Corte tangencial de tallo: 1. Placa de perforación oblicua.

Muestra N.º 75035

- A. Corte transversal del tallo: 1. Radio 2. Parénquima vasicéntrico confluyente 3. Porosidad difusa 4. Parénquima axial abundante.
- B. Corte transversal del tallo: 1. Poro con cristales 2. Radio 3. Fibra 4. Parénquima.
- C. Corte radial del tallo: 1. Vaso 2. Fibras 3. Radios con células procumbentes.





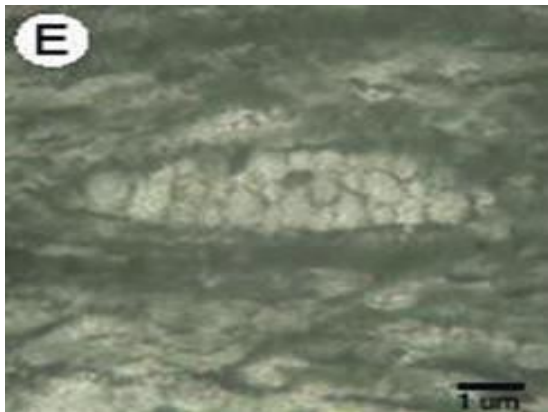
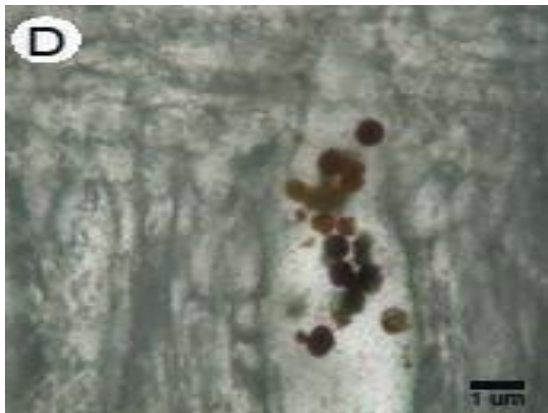
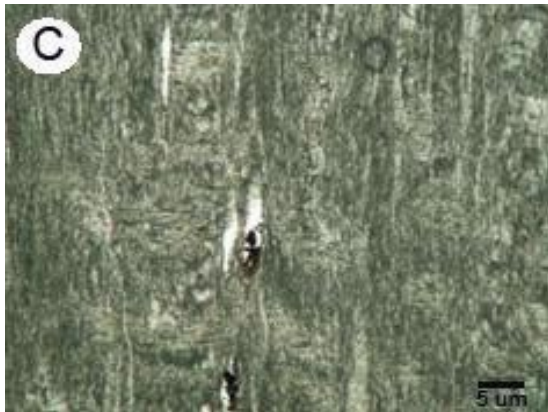
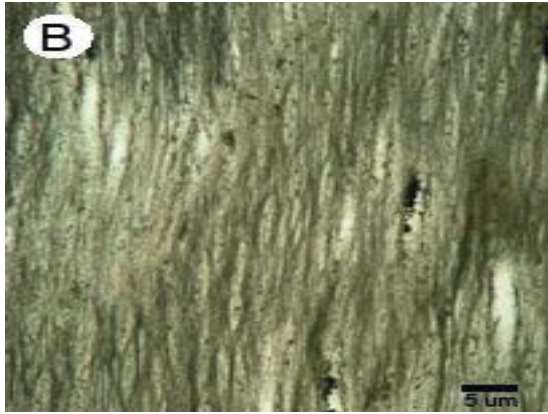


Figura N.º 5. Especie: *Copaifera officinalis* L. "Copaiba". (Familia: Fabaceae; Subfamilia: Caesalpinioidea).

Muestra N.º 75014

- A. Corte transversal: Anillo de crecimiento demarcado.
- B. Corte tangencial: Vaso conteniendo producto oleoso.
- C. Corte Radial: Células radiales heterogéneas.
- D. Corte radial: Canales oleíferos.
- E. Corte tangencial: Radio triseriado heterocelular.

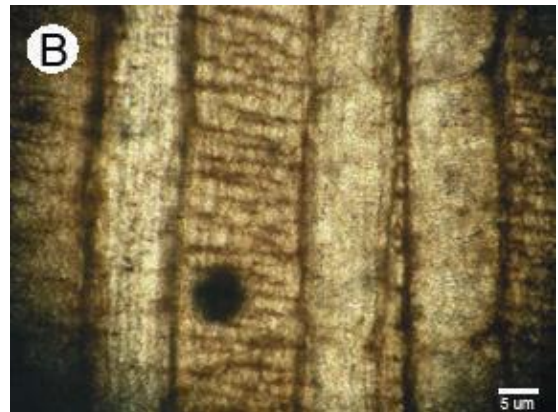
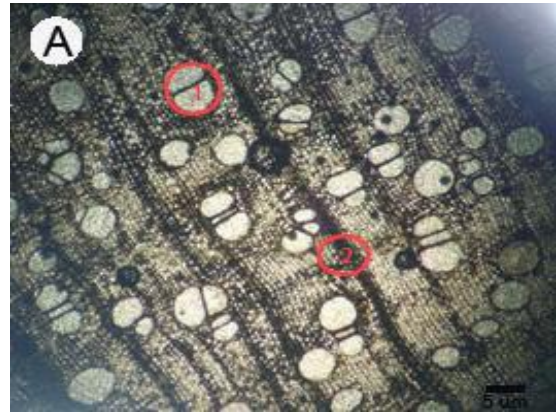


Figura N.º 6. Especie: *Ceiba samauma* (Mart.) K. Schum "Huimba negra" (Familia Malvaceae; Subfamilia Bombacoidea).

Muestra N.º S-141

- A. Corte transversal: 1. Vasos solitarios geminados y multiseriados 2. Radios irregularmente espaciados. Anillo de crecimiento demarcado.
- B. Corte tangencial: Parénquima estratificado.
- C. Corte tangencial: Radios biseriados y multiseriados.

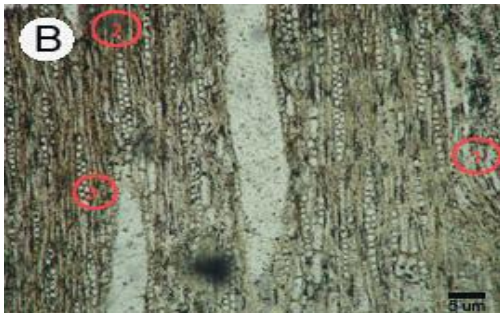
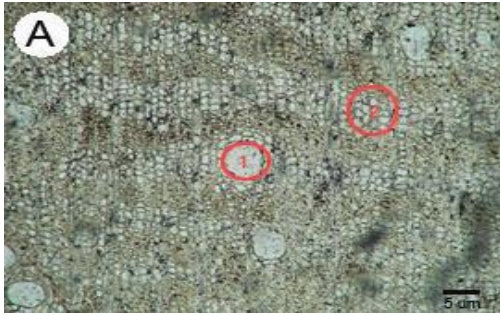


Figura N.º 7. Especie: *Eugenia*. P.Micheli ex Lam.

- A. Corte transversal de tallo: 1. Porosidad difusa. 2. Parénquima paratraqueal en bandas sinuosas.

- B. Corte tangencial de tallo: 1. Parénquima axial 2. Fibras 3. Radio mayormente biseriado.
- C. Corte radial de tallo: Radios homocelulares con células procumbentes.

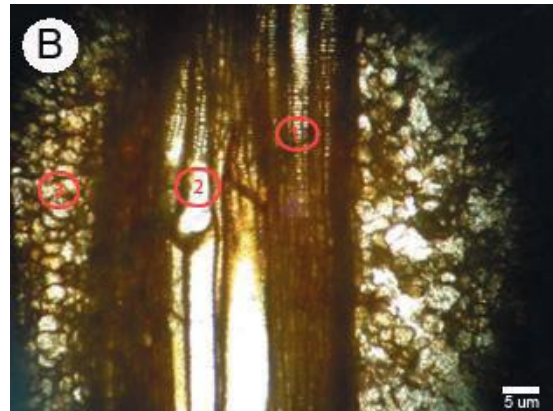
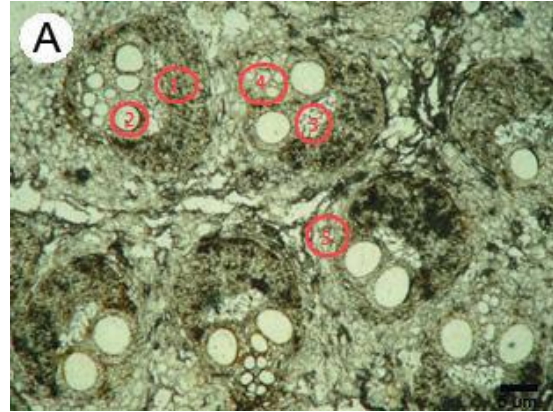


Figura N.º 8. Especie: *Phoenix sylvestris* (L) Roxb (Familia: Arecaceae)

Muestra N.º S-170

- A. Corte transversal en la zona central del tallo: 1. Fibra 2. Metaxilema 3. Floema 4. Protoxilema 5. Parénquima paravascular.
- B. Corte axial de tallo: 1. Metaxilema con punteaduras intervasculares escaleriformes 2. Placa de perforación oblicua 3. Parénquima fundamental.



Tabla N.º 1

## CARACTERÍSTICAS DE LA ANATOMÍA CAULINAR DEL LOS FÓSILES DEL EOCENO MEDIO DEL DISTRITO DE SANTA ROSA DE SEXI

dt: diámetro tangencial, dr: diámetro radial. Las medidas se expresan en  $\mu\text{m}$ 

CLASE MAGNOLIÓPSIDA									
Especies	Familia	Vasos				Radios			Parenquima Axial
		Disposición	Diámetro	Placa de perforación	Punteaduras intervascuales	Altura	Ancho	Seriación	Tipo
<i>Aspidosperma parvifolium</i> Muestra Nro.75031 El Laurel (Ysabel Prado)	Apocynaceae	Solitarios	dt=4,5-71,5 dr=35,75-88	Simple, tabique oblicuo	Alternas redondeadas	-----	-----	Uniseriado, homocelular.	Terminal, apotraqueal difuso
<i>Tabernae montana</i> sp. Muestra Nro. S-148 Palo Tendido (Deborah Woodcock)	Apocynaceae	Solitarios		Simple, tabique recto a oblicuo	Alternas, ornamentadas	150-375	20-40	Uniseriado, biseriado, homocelular	Apotraqueal difuso
<i>Prosopis chilensis</i> Muestra Nro. 75035 Palo Tendido (Ysabel Prado)	Fabaceae	Solitarios	dt=79,05-130 dr=83,7-11,6	Simple, tabique oblicuo	Alternas, areoladas y coalescentes	195,3-669,6	23,25 - 55,8	Biseriado	Vasicéntrico y confluyente
<i>Copaifera officinalis</i> Muestra Nro. 75014 Palo Tendido (L. Guillermo Morales)	Fabaceae	Solitarios	dt= 80-120 dr=100-125	Simple, tabique oblicuo	Alternas, poligonales y redondeadas	225 - 430	40 - 85	Triseriado	Vasicéntrico, escaso y en bandas
<i>Ceiba samauma</i> Muestra Nro. S-141 Palo Tendido (Deborah Woodcock)	Malvaceae	Solitarios	dt=130-200 dr=30-240	Simple, tabique oblicuo	Alternas redondeadas y angulares	90 - 1850	124,64	Multiseriado, Heterocelular Tipo III	Apotraqueal difuso en agregados y Paratraqueal vasicéntrico
<i>Eugenia</i> sp. Muestra Nro. 75034 Palo Tendido (Ysabel Prado)	Myrtaceae	Solitarios	dt=55,8-102,3 dr=65,1-102,3	Simple, tabique oblicuo a recto	Alternas, areoladas y ovals	139,5 - 418,5	9,3 - 27,9	Uniseriado, biseriado(raro)	Apotraqueal difuso en agregados y Paratraqueal vasicéntrico
B. CLASE LILIÓPSIDA									
Arecaceae									
<i>Phoenix sylvestris</i> Muestra Nro. S-170 Palo Tendido (Deborah Woodcock)	Haces fibrovasculares: Colateral cerrado, tipo "Coco" (Distribución de los haces fibrovasculares más o menos regular en el corte transversal del tallo.). El corte transversal de un haz fibrovascular es de forma subcircular. Fibras tipo vaginata a lunaria. Metaxilema generalmente dos, o más. Parénquima tabular en una o dos capas. Parénquima paravascular pobremente desarrollada.								

## III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Las localidades fosilíferas (de tallos y hojas) del distrito de Santa Rosa de Sexi, por su naturaleza monumental y diversidad de especies vegetales de clima tropical y subtropical, presentan un gran potencial paisajístico, turístico y, por lo tanto, económico para la zona, por lo que debemos preservarlas y conservarlas creando un museo "in situ" con la participación activa del estado, así como del Ministerio de Cultura, gobiernos regionales, locales y la población que siempre está dispuesta a colaborar en los trabajos comunales.

En Sudamérica, las floras fósiles del Eoceno Medio mejor conocidas son: La Formación Río Turbio del Argentina, conformada por angiospermas dicotiledóneas, helechos y

coníferas subordinadas (Romero, 1977), donde están asociados vegetales de clima templado (*Fagus*, *Nothofagus*, etc.), con plantas de clima tropical y subtropical (*Ocotea*, *Nectandra*, *Cupania*, etc.), incluyendo plantas antárticas (Romero, 1986; Hunicken, 1967). La Formación Arenisca Socorro de Ecuador (Hoffstetter, 1936) contiene frutos de angiospermas (Berry 1929c); las especies no coinciden con las del Eoceno Medio del Perú, pero sí con las especies de Eoceno más bajo de la formación Pariñas de Piura; los taxa son de linaje neotropical de ambiente bosque lluvioso de tierras bajas. En Norteamérica los leños de la Formación Clarno de la Flora Nut Beds en Oregón, compuesta por 66 géneros (Wheeler *et al*; 2002), donde las familias más diversas son Lauraceae y Magnoliaceae; por el alto porcentaje de placas de perforación escalari-

forme y leños con anillos semiporosos, inferen se trataría de clima cálido a subtropical pero no totalmente tropical; a diferencia de Piedra Chamana contiene también frutos y semillas, ambas difieren en las especies y coinciden en muy pocas familias: Fabaceae, Rubiaceae, Sapindaceae; puede incrementarse el número conforme se avance en el estudio de la tafloflora peruana; la flora Princeton del Eoceno Medio del Sur de Columbia Británica en Canadá, consiste de frutos, semillas y tallos, aún en estudio, es menos diverso que la Flora de Nut Beds (Wheeler, 2002).

Reyes (1980) publicó la geología del cuadrángulo de Cajamarca y en la localidad tipo del poblado de Huambos designa por correlación litoestratigráfica, como Volcánico Huambos, a una serie de rocas volcánicas compuestas por tobas andesíticas y traquíticas de edad Mio-Plioceno, la que no coincide con la edad datada por Willian McIntosh (en el Laboratorio de Geocronología de Nuevo México) por métodos de geocronología isotópica ( $^{40}\text{Ar} / ^{39}\text{Ar}$ ) sobre muestras de rocas volcánicas de la Formación Huambos del distrito de Santa Rosa de Sexi, dieron valores de  $39,35 \pm 0,21$  Ma, datando el Eoceno Medio que es más antiguo de la datación anterior en más de 25 millones de años.

La presencia del género *Avicenia* (Woodcock, 2012) propio de los manglares costeros, evidencia una transgresión marina que tuvo lugar hasta esta parte de los Andes del Perú durante el Eoceno Medio.

La subfamilias Mimosoidea y Caesalpinioidea, de la familia Fabaceae, poseen cristales en el parénquima axial y en el vaso; difieren en que los vasos de las Caesalpinioidea presentan espesamiento espiralado y es raro o ausente (*Prosopis chilensis*) en las Mimosoidea.

#### IV. CONCLUSIONES

La vegetación que caracteriza la época eocénica en el norte del Perú es completamente desconocida por lo que la paleoflora de Piedra Chamana es muy importante, por el valor científico de sus muestras caulinares y foliares, cuyo estudio nos permite conocer las especies, las asociaciones vegetales del Terciario Inferior, e inferir el clima en el que prosperaron, así como los eventos tectónicos que tuvieron lugar en la formación de montañas y los movimientos eustáticos hasta su configuración actual.

El yacimiento fosilífero de “Piedra Chamana” es una tafloflora de características monumentales, nunca antes visto en el Perú, y hace treinta y nueve millones de años era un bosque húmedo tropical situado a nivel del mar.

El material estudiado constituye el primer registro de tallos fósiles del Eoceno Medio, procedentes del distrito de Santa Rosa de Sexi, provincia Santa Cruz, departamento Cajamarca.

De la identificación de siete taxones del área en estudio, se concluye se trata de plantas que prosperaron en climas tropicales del Neotrópico, con estacionalidad marcada que se evidencia por la presencia de anillos de crecimiento. Las preparaciones en secciones delgadas de los tallos fósiles servirán de referencia para estudios por comparación de muestras que provengan de yacimientos fosilíferos del Eoceno Medio del Perú y del mundo.

Esta tafloflora corresponde a una paleocomunidad arbórea mixta donde las angiospermas Magnoliópsidas dominan en número a las Liliópsidas.

Los géneros y especies representados en el bosque fósil “Piedra Chamana” del Eoceno Medio, actualmente no ocurren en la comarca de Santa Rosa de Sexi, pero si están representados en la Amazonía peruana y los trópicos de Sudamérica; determinando que hace 39 millones de años la distribución geográfica de estas plantas tropicales fuera la más extensa.

#### V. AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos por el apoyo económico del estudio de investigación 141601041.

A la doctora Mariana Brea, paleobotánica del Centro de Investigaciones Científicas, Diamante, Argentina, por la revisión crítica del manuscrito.

A los doctores Déborah Woodcock y Herb Meyer, por haberme dado la oportunidad de conocer el yacimiento de “Piedra Chamana” al igual que a los señores de la Municipalidad del distrito de Santa Rosa de Sexi, y hacer posible la recolección de las muestras, materia de este estudio.

A la doctora Ana Huamantínco profesora de la Facultad de Biología, por su apoyo y estímulo en el desarrollo de este trabajo.

También agradecemos al doctor Miguel Machahua por la elaboración del mapa de Santa Rosa de Sexi y al alumno de la Facultad de Ingeniería Geológica Jonathan Díaz, por su apoyo en la digitación del trabajo.

#### VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acevedo, M. y Kikata, Y. (1994). Atlas de maderas del Perú. Ed. Universidad Nacional Agraria La Molina – Perú y Nagoya University – Japan. 1999 pp.
2. APG. (2003). An update of the Angiosperm Phylogeny Group Classification for the orders and families of flowering plants: APG. II. Bot. J. Linn. Soc. pp: 399-436.
3. Aragón-Carrasco S., Rimarachin, J., Ayasta and Woodcock, D. (2006). Inventario preliminar de la flora del distrito de Sexi, Cajamarca. Arnela pp: 358-367.
4. Berry, E. W. (1929). Fossil fruits in the Ancon sandstone of Ecuador. J. Paleontol. pp: 298-301.
5. Hoffstetter, R. (1936). Lexique Stratigraphique International. Vol V, Latine. Fasc. 5a, Ecuador. CNRS, Paris.
6. Hunicken, M. (1967). Flora terciaria de los Estratos del Rio Turbio, Santa Cruz (niveles plantífero del arroyo Santa Flavia) Rev. Fac. Ci. Exact., Fis. Nat. Univ. Cordoba, Secc. Ci. Nat. 27, pp: 139-227.



7. IAWA, Comité, 1985. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. IAWA, Bulletin, n. s. 10, pp: 219-332.
8. Insidewood . North Carolina State University (NCSU), Raleigh, NC, USA., The InsideWood database . <http://insidewood.Lib.ncsu.edu/search>. (visitado 16 -04- 2016).
9. Metcalfe, C. R. y Chalk L. (1957). Anatomy of Dicotyledons, I vol., Clarendon Press, Oxford.
10. Metcalfe, C. R. y Chalk L. (1983). Anatomy of Dicotyledons, II vol., Clarendon Press, Oxford.
11. Prado, Y. (1998). Reconocimiento Paleontológico del Bosque Petrificado de Piedra Chamana, Sexi – Cajamarca. (Lima). *Revista de la Asociación Latinoamericana de Paleobotánica y Palinología*.
12. Reyes, R. L. (1980). Geología de los cuadrángulos de Cajamarca, San Marcos y Cajabamba. *Boletín* N.º 31 serie: A. Carta Geológica Nacional. Ingemmet.
13. Romero, E.J.(1977). Polen de Gymnospermas y Fagaceae de la Formación Río Turbio (Eoceno) Santa Cruz, Argentina. Fecie Editorial, Buenos Aires.
14. Romero, E.J.(1986). Paleogene Phytogeography and Climatology of South América. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 73, pp :449-461.
15. Tomlinson P.B., Horn J.W. and Fisher J.B.(2011). *The Anatomy of Palms*. Oxford, Oxford University Press.
16. Tortorelli, L. A. (1956). *Maderas y Bosques Argentinos*. Ed. ACME. Buenos Aires, 910 pp.
17. Wheeler E.A, and Manchester, S.R. (2002). Woods of the Eocene Nut Beds Flora, Clarno Formation, Oregon, USA, IAWA Journal, Supplement 3. 188pp.
18. Wilson, N. Stewart and Gar, W. R. (1999). *Paleobotany and the evolution fo plants*. Cambridge University Press, pp:1-521.
19. Woodcock, D., Meyer, D. N., Prado ,I y Morales, G. (2009). Geologic and Taphonomic context of El bosque petrificado Piedra Chamana (Cajamarca, Perú). *Geological Society of America Bulletin*, V.121, N°7-8, pp: 1172 – 1178.
20. Woodcock, D., Meyer H. , Prado I., Navarro P., Pajuelo D. (2012). XVI Congreso Peruano de Geología & SEG 2012 Conference.

