

**COMPARACION DE LA CONCENTRACION DE LOS ACEITES ESENCIALES DE
HOJA E INFLORESCENCIA DE *Chelyocarpus ulei* (ARECACEAE) EN LA
CUENCA DEL RIO LOS AMIGOS**



Presentado a: **Tambopata Reserve Society**

Preparado por: **Carlos Gabriel Martel Gora, Bach.**

Marzo del 2010

TABLA DE CONTENIDO

Resumen	3
I. Antecedentes	4
II. Objetivos	6
III. Área de estudio	7
IV. Metodología	9
4.1 Colección de las muestras biológicas	9
4.2 Procesamiento de las muestras	9
4.3 Destilación por arrastre por vapor	10
IV. Resultados y discusión	11
5.1 Distribución de <i>C. ulei</i>	11
5.2. Presencia de aceites esenciales	12
5.3 Anatomía foliar en <i>C. ulei</i>	13
VI. Conclusiones	14
Bibliografía citada	14
ANEXO I	18
ANEXO II	19

Resumen

Chelyocarpus ulei Dammer (Arecaceae) es una especie de distribución restringida a Sudamérica (Perú, Colombia, Ecuador, Brasil). En el presente trabajo se realizó un estudio sobre la presencia de aceites esenciales en hoja e inflorescencia y su variación en distintos estadios fenológicos dentro del Centro de Investigación y Capacitación Río Los Amigos (CICRA). Adicionalmente se observó la distribución y el hábitat en el que se desarrollaban los individuos de esta especie. Para ello se realizaron dos visitas en época reproductiva y no reproductiva de esta especie (Setiembre 2009 y Febrero 2010), para coleccionar muestras de hojas y estructuras reproductivas. Estas fueron clasificadas según el estadio fenológico (Juvenil, adulto vegetativo y adulto reproductivo) para luego ser almacenadas mediante prensado. Las muestras obtenidas fueron llevadas a laboratorio. Se mantuvieron en refrigeración hasta el momento de realizar la técnica de arrastre por vapor. La técnica de colección de aceites esenciales por arrastre por vapor se realizó mediante un equipo cleveger. Como resultado se observó que las hojas en ningún estadio fenológico presentaron aceites esenciales, mientras que se detectó aceites esenciales en el raquis de la inflorescencia en cantidades no cuantificables, inferiores al 0,01% por peso fresco. Al mismo tiempo se detectaron saponinas en el raquis.

Chelyocarpus ulei presenta una distribución predominantemente en áreas de bosque de tierra firme y en bosques de terraza no inundable o semi-inundable. Casi exclusivas en áreas con pendiente poco pronunciada (≤ 40). La distribución espacial de la especie *C. ulei* en el Centro de Investigación y Capacitación Río Los Amigos fue la agrupada. La composición de la población fue predominantemente adulta, seguida de juveniles y finalmente con muy pocos representantes de plántulas.

Por tanto *C. ulei* no presenta aceites esenciales detectables en las hojas, mientras que el raquis de la inflorescencia presenta en cantidades inferiores al 0.1% del peso fresco. Esto sumado a evidencia filogenéticamente que no existe producción de aromas (aceites esenciales) para atracción de polinizadores y por tanto no se observa variación en la concentración de aceites esenciales en distintos estadios fenológicos.

I. ANTECEDENTES

Las plantas sintetizan y emiten una gran variedad de compuestos orgánicos algunos de estos son comunes a la mayoría de las plantas, mientras que otros son específicos sólo a uno o pocos taxos emparentados (Pichersky y Gershenzon, 2002).

Los aceites esenciales se obtienen por contacto del vapor de agua saturada con la masa de un vegetal que contenga en su conformación química moléculas orgánicas volátiles, como lo son los terpenoides, derivados fenilpropánicos, fenoles, alcoholes saturados y no saturados, cetonas aldehídos y otros, luego por condensación y posterior decantación se separa el aceite esencial del agua condensada (Romero et al., 2007). Principalmente compuesto por monoterpenos y sesquiterpenos (Lock, 1994).

El estudio de aceites esenciales (= aromas) en palmeras es bastante amplio, ya que estas son de gran interés por su alta diversidad, alto potencial económico y su distribución principalmente tropical. Donde estos estudios se han realizado, principalmente relacionando la emisión de aromas con la atracción del polinizador específico (Ervik et al., 1999; Knudsen et al., 2001; Dufaÿ et al., 2003). Este aspecto es el más estudiado debido a la gran cantidad de especies de palmeras que son dioicas, presentando dimorfismo que deberían representar un obstáculo para el reconocimiento de igual grado del polinizador hacia las flores o individuos de distinto sexo. Siendo las palmeras de gran interés, por su alta diversidad, el alto potencial económico de varias especies y su distribución principalmente tropical (.

La familia Arecaceae está representada por alrededor de 2600 especies (Stauffer et al., 2002). Arecaceae está formada por 4 subfamilias. *Chelyocarpus* es un género neotropical formado por cuatro especies. *Chelyocarpus* pertenece a la subfamilia Coriphoideae (Asmussen et al., 2006, Dransfield et al., 2005, 2008), junto con *Chryosophila* e *Itaya*, *Chelyocarpus* forma la alianza *Chelyocarpus* (Moore, 1972; Uhl, 1972a, 1972b, Castaño et al., en preparación).

Chelyocarpus ulei es conocida en algunas zonas de nuestro país como “sacha aguajillo” o “sacha bombonaje” se encuentra distribuida en la región

occidental Amazónica de Colombia, Ecuador, Perú y Brasil (Henderson et al., 1995; Pintaud et al., 2008); en zonas bajas inundadas o no inundadas de la Selva, por debajo de los 500 m. Su estado de conservación en el país es indeterminado (Kahn y Moussa, 1994). Estudios realizados por Kahn y Granville (1992) detallan más sobre la distribución de esta especie en el Perú y Sudamérica.

En el Perú la distribución, según Brako y Zaruchi (1993), de *Chelyocarpus ulei* se encuentra presente en los departamentos de Huánuco, Loreto, Madre de Dios, Pasco, San Martín, Ucayali, formando parches. Aunque posiblemente su área de distribución sea mayor. Gracias al modelamiento de las distribuciones se puede detectar áreas potenciales de distribución de *C. ulei* (Martel, en preparación).

Henderson (1994) y Henderson et al. (1995) mencionan que en Colombia se utilizan los tallos quemados de *Chelyocarpus ulei* de donde extraen sal vegetal. Mientras que en zonas de Ecuador es utilizado para la construcción de chozas (Uhl y Dransfield, 1987). Galeano (1992) resalta la belleza de esta palmera y su gran potencial ornamental si se introdujera adecuadamente en cultivo. Adicionalmente, Albán et al. (2008) registra usos artesanal y ornamental.

La producción de aceites esenciales puede darse en toda la planta ya que se ha reportado que las partes florales (sépalos, carpelos, estambres, sépalos) producen las esencias que atraen a los polinizadores, mientras que las hojas se caracterizan por producir típicamente esencias que actúan como repelentes (Hadacek, 2002; Harborne, 1997). Esta regla no es universal, Dufaÿ et al. (2003, 2004) encontró en *Chamaerops humilis*, emisión de aromas desde las hojas que atraen a su polinizador. Esta producción de aromas por las hojas solo se dio durante su etapa de floración. Siendo localizadas las sinuosidades de la hoja la responsables de la producción y emisión de los aromas (Caissard et al., 2004).

Knudsen et al. (2001) hizo el análisis de los aromas emitidos por la inflorescencia, mediante cromatografía de gases, de distintas palmeras tropicales entre las que se encuentra la *Chelyocarpus ulei*.

El presente proyecto permitirá determinar si la especie *Chelyocarpus ulei* presente en la Cuenca del río Los Amigos-Madre de Dios produce aceites esenciales en la época reproductiva, como posible mecanismo para atraer a sus polinizadores, y

conocer en qué órgano, hojas o flores, lo hace en mayor concentración. De esta manera se conocerá aspectos de la ecología y fisiología de esta especie, importantes para su reproducción y permanencia de la especie.

II. OBJETIVOS

- ✓ Comparar la concentración de aceites esenciales de las hojas de la especie *Chelyocarpus ulei* de plantas en estado vegetativo con otras en estado reproductivo
- ✓ Caracterizar las plantas evaluadas (distribución, dimensiones de la planta) en la zona de estudio de la cuenca del río Los Amigos

III. ÁREA DE ESTUDIO

Esta investigación ha sido realizada en el Centro de Investigación y capacitación Rio Los Amigos (CICRA). Ubicada en la cuenca del río Los Amigos ($12^{\circ}34'8.51''S$ $70^{\circ}5'57.73''W$), departamento de Madre de Dios, Perú (figura 1). El CICRA ocupa una terraza por encima del río Madre de Dios. El bosque de tierra firme, terraza y los bosques de meandros son los que predominan (figura 2). Además, CICRA presenta en sus alrededores parches de bambú, bosque de sucesión primaria, vegetación de ribera y zonas alteradas por la minería de oro artesanal (para más información ver Pitman, 2008).

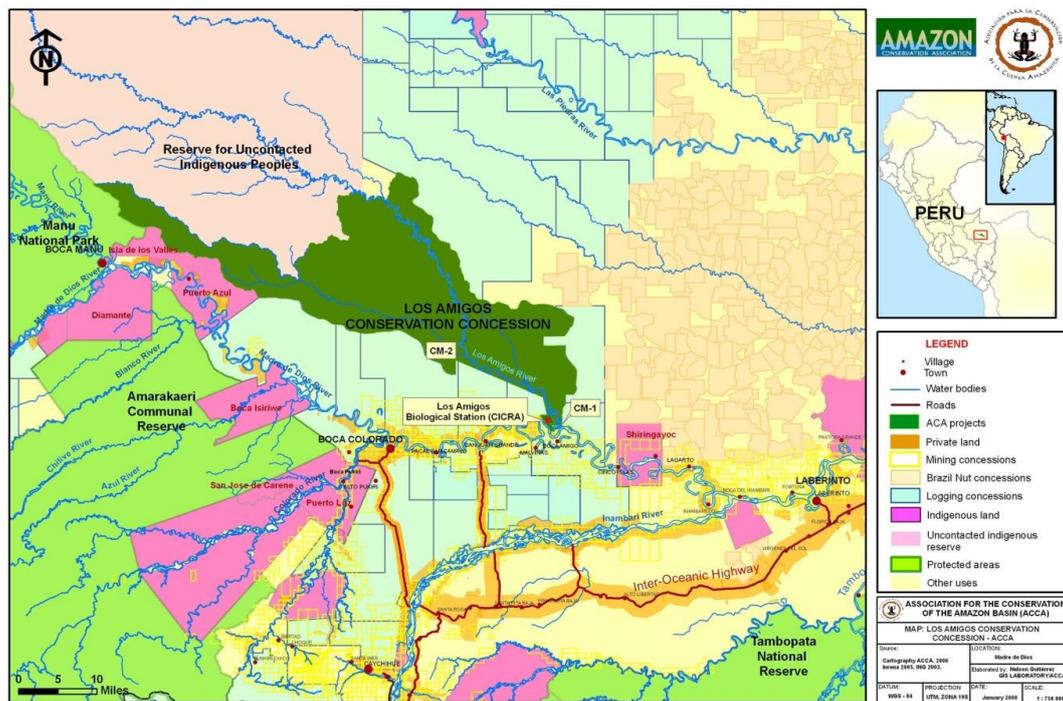


Figura1. Mapa del Centro de investigación y Capacitación río Los Amigos (fuente: http://cicra.acca.org.pe/espanol/paisaje_biodiversidad/mapas_imagenes.html)

Esta se caracteriza por encontrarse entre los 230 a 270 m de elevación. Presentando una temperatura y una precipitación promedio anual de $24^{\circ}C$ y 2.648 mm, respectivamente. CICRA fue establecido en el 2000, ocupando una terraza alta cerca de la confluencia de los ríos Madre de Dios y Los Amigos.

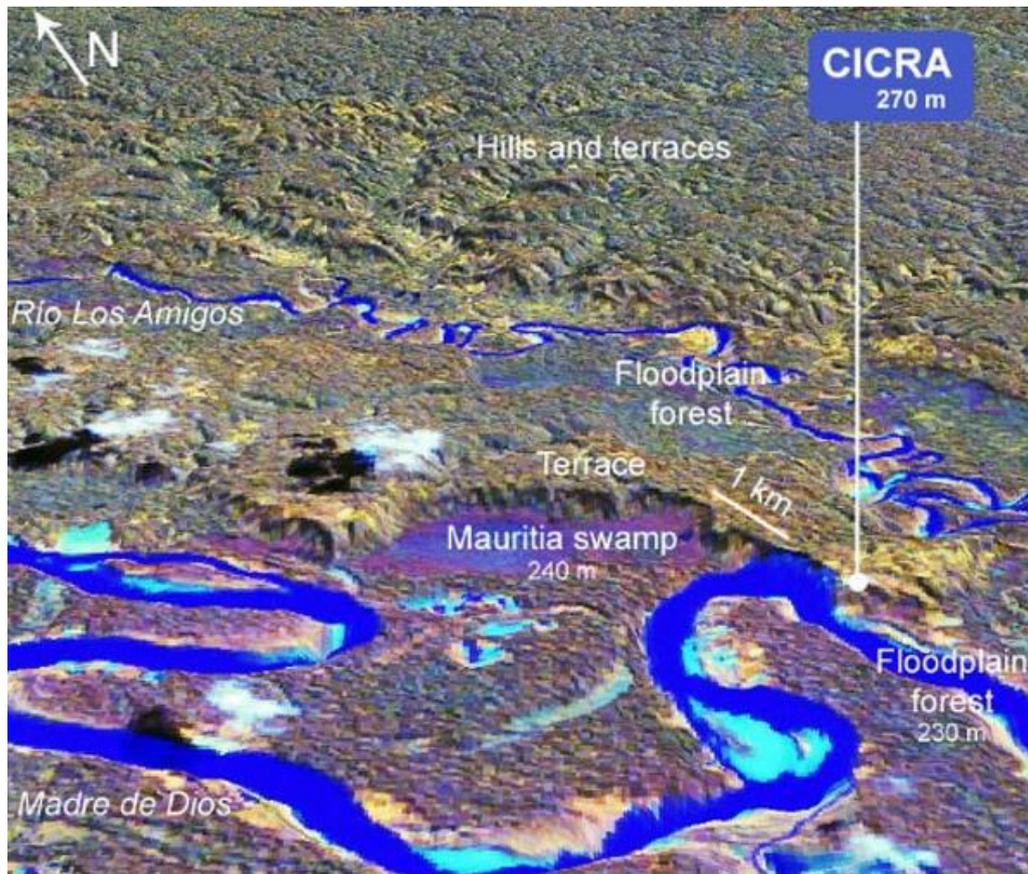


Figura 2. Imagen Landsat sobre un modelo digital de elevación del área de CICRA (fuente: http://cicra.acca.org.pe/espanol/paisaje_biodiversidad/habitat_cicra.html)

Adicionalmente se visitó el Centro Max Gunther para Investigaciones Amazónicas (Explorer's inn), en la reserva de Tambopata, Madre de Dios, ya que existen registros de presencia de la especie en el área de Tambopata (Rodríguez et al., 2003). Lamentablemente, luego de un día de muestreo no se localizó ningún individuo por lo cual se descartó el área.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Colección de las muestras biológicas

Se realizó un muestreo intensivo a lo largo de las trochas ubicadas en los alrededores de la estación CICRA (ver figura 3) a lo largo de dos temporadas, setiembre de 2008 y febrero de 2010. Luego de ubicadas las poblaciones se procedió a coleccionar hojas y estructuras reproductivas, solo se encontraron individuos con estructuras reproductivas en febrero de 2010, predominantemente en fructificación.

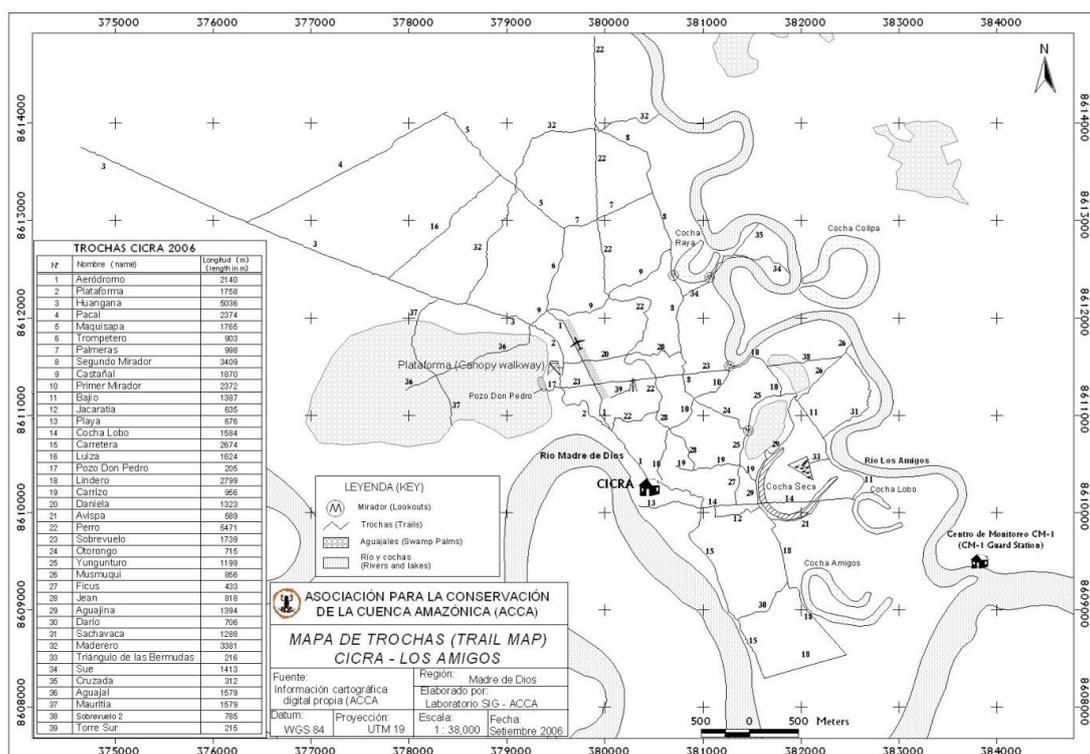


Figura 3. Trochas en los alrededores de la estación CICRA (fuente: [//cicra.acca.org.pe/espanol/paisaje_biodiversidad/mapas_imagenes.html](http://cicra.acca.org.pe/espanol/paisaje_biodiversidad/mapas_imagenes.html))

4.2 Procesamiento de las muestras

Las estructuras reproductivas y hojas fueron colectadas con ayuda de tijeras podadoras. Para individuos con alturas superiores a las 3 m. fue necesario el uso de una tijera telescópica. A continuación parte de las muestras fueron colocadas en FAA (Formaldehído 15%, ácido acético 10%, alcohol etílico 45% y agua destilada

355) para su posterior observación histológica. El resto (más del 80% de la muestra) fueron prensadas siguiendo las recomendaciones de Cerrate (1969) para mantener las muestras secas. En total se colectó material de 21 individuos (ver ANEXO I). Se anotaron las alturas, estadio fenológico y el hábitat. A continuación las muestras fueron colocadas en bolsas de polietileno para su transporte a laboratorio.

En laboratorio las muestras fueron llevadas a refrigeración para su preservación hasta que fueron llevadas a destilación.

4.3 Destilación por arrastre por vapor

Se colocó hojas y material reproductivo trozados, se hizo una mezcla de los distintos individuos. A continuación se pesaron entre 50 gr de raquis y 60 gr de hojas de cada estadio fenológico. Se hicieron dos repeticiones de cada estadio. El destilado fue colectado en un vaso precipitado, hasta un total de 25 ml por cada repetición. La técnica de destilación por arrastre por vapor se llevó a cabo según bibliografía especializada (Domínguez, 1973; Lock, 1994), con el acoplamiento de una trampa tipo clewenger (ver figura 4) para mejorar la retención de los aceites. El rendimiento en aceite volátil se determinó aplicando el método de Clewenger (Romero et al., 2007), se midió el aceite recogido y se expresó el resultado en ml de aceite por cada 100 gr de especia (Hart y Fisher, 1971).



Figura 4. Equipo de destilación con una trampa clewenger. La fuente de calor la proporciona la manta eléctrica.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Distribución de *C. ulei*

Fueron observadas en bosques de altura (o de tierra firme) y los bosques de meandros. El mayor número de individuos y de grupos fueron observados en el bosque de meandros, mientras que en los bosques de altura eran casi en su totalidad individuos aislados. Distribución en parches mayormente de 1 a 3 individuos. La zona con mayor densidad de individuos fue el sendero cocha lobo ("14" de la figura 5), que se encuentra en bosques de meandros. Allí se encontró la mayor cantidad de juveniles de toda el área.

Según Rodríguez et al. (2003) la mayor abundancia de especímenes de *C. ulei* encontradas se da en la zona de Andoas. Aunque, por lo observado no sorprendería que CICRA sea una de las áreas con mayor densidad de *C. ulei*.

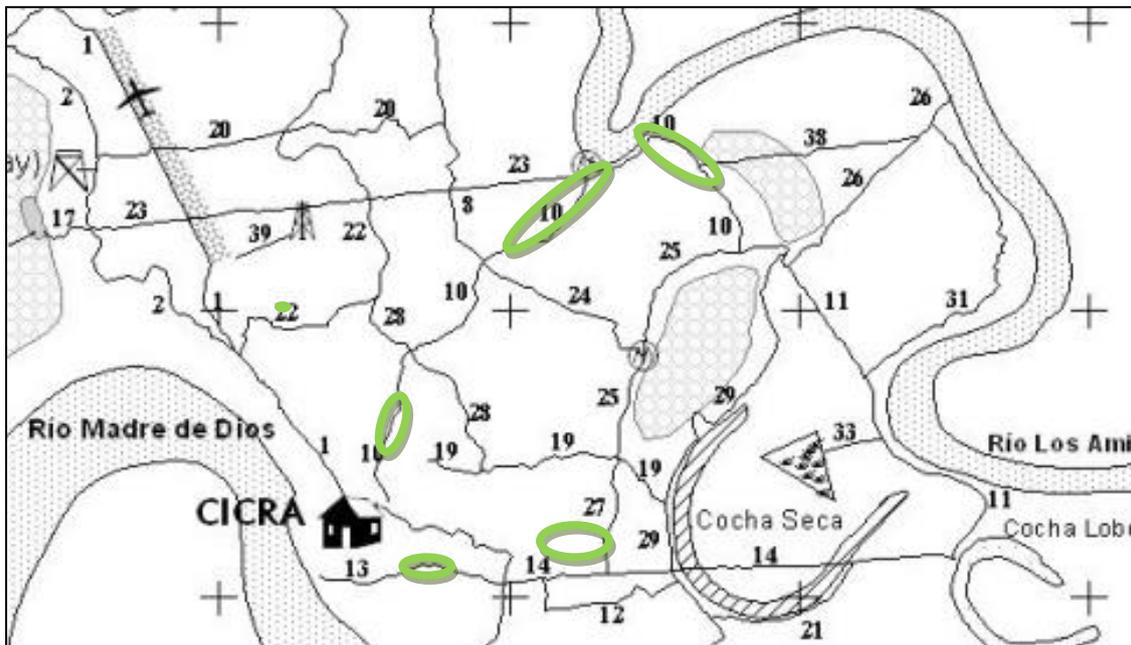


Figura 5. Sistema de trochas con las áreas marcadas por la presencia de *C. ulei*.

Algunos individuos observados presentan alturas superiores a las registradas por Henderson et al. (1995), y Henderson (1994), donde las alturas de los individuos de *C. ulei* alcanzan entre 1 a 8m, mientras fueron observados con alturas de 9 m (ver ANEXO). El diámetro del tallo fue ligeramente mayor en los individuos presentes en CICRA que en los registrados en Henderson et al. (1995), 8 a 10 cm de diámetro.

5.2. Presencia de aceites esenciales

Lamentablemente no se detectaron aceites en las hojas de ninguno de los individuos en sus distintas fases fenológicas. En tanto que en el raquis de la inflorescencia se pudo percibir la presencia de aceites esenciales mediante el olfato, más no fue posible cuantificarlo al ser el volumen menor a 0.05ml. Esto representa a que la cantidad de aceite esenciales por peso fresco utilizado de muestra fue menor al 0.01ml /gr. Siendo el rendimiento del aceite esencial menor a 0.5%.

La mayor evidencia filogenética y los nuevos reordenamientos de taxonómicos nos dan más luces a cerca de la ausencia de aceites esenciales en las hojas. *Chamaerops humilis* y *Serenoa repens* dos especies muy emparentadas filogenéticamente emiten aromas (aceites esenciales) por las hojas para atraer a sus polinizadores en época reproductiva. Si bien *Chelyocarpus ulei*, *Chamaerops humilis* y *Serenoa repens* pertenecen a la misma subfamilia Coriphoideae (Dransfield et al., 2005), se encuentran en ramas muy distantes según Asmussen et al. (2006) y Asmussen et al. (2001), a diferencia de la clasificación hecha por Uhl y Dransfield (1987). La producción de aceites esenciales juega un papel importante en la interacción planta-animal, ya sea en la polinización, dispersión o herbivoría.

5.3 Anatomía foliar

Se prepararon láminas histológicas a partir de las hojas, para observar la presencia de posibles idioblastos o tricomas desarrollados que almacenen o liberen los aceites esenciales. Si bien Uhl (1972) estudio la anatomía foliar de *C. ulei* su fin era encontrar soporte para la alianza *Chelyocarpus*, conformada por 3 géneros *Chelyocarpus*, *Itaya* y *Chryosophila*. No se observaron idioblastos en el mesofilo. Tricomas unicelulares en poca densidad, distribución muy dispersa.

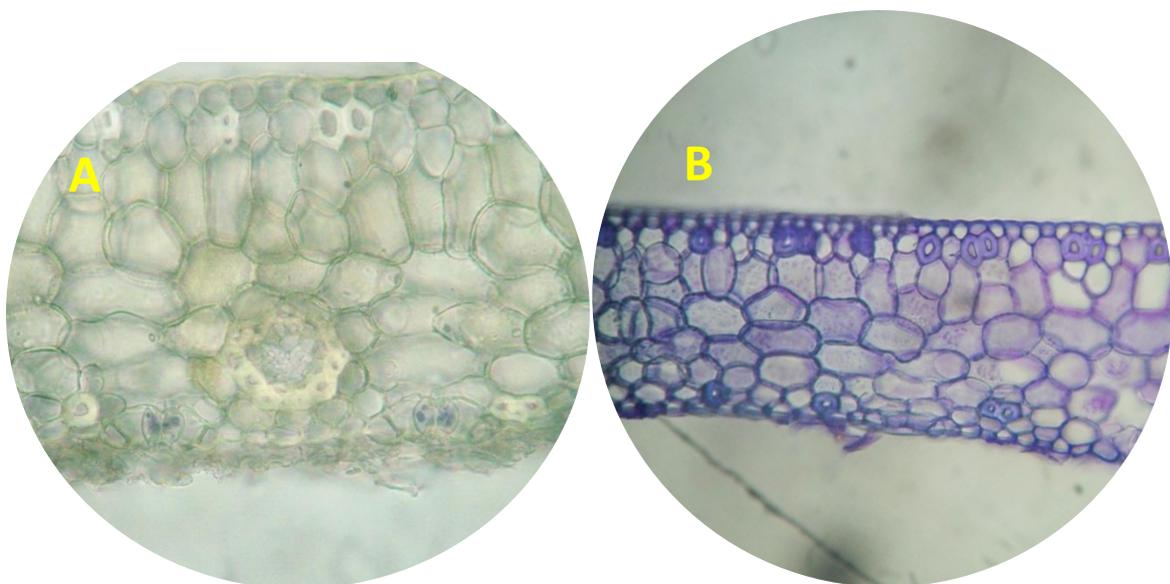


Figura 6. Estructura anatómica foliar de *C. ulei*, coloreada con (A) lugol, (B) violeta de cresilo.

VI. CONCLUSIONES

Las hojas de *Chelyocarpus ulei* no presentaron aceites esenciales en ninguno de los estadios muestreados (juvenil, adulto reproductivo y adulto vegetativo). La anatomía foliar corroboraría esto, al no encontrar idioblastos y muy pocos tricomas. En el raquis fue posible detectar aceites esenciales aunque no fue posible cuantificarlo.

La densidad de las poblaciones mostro preferencia por zonas no inundadas en con pendientes bajas. En la estructura poblacional predominan los adultos, seguidos de los juveniles. Se observaron muy pocos juveniles.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

Albán, J., B. Millán & F. Kahn. 2008. Situación actual de la investigación etnobotánica sobre palmeras de Perú. *Revista Peruana de Biología*, 15(supl.1): 133-142.

Asmussen, C. B. & M. W. Chase. 2001. Coding and noncoding plastid DNA in palm systematics. *American Journal of Botany*, 88: 1103–1117.

Asmussen, C. B., J. Dransfield, V. Deickmann, A. S. Barfod, J-C. Pintaud & W. J. Baker. 2006. A new subfamily classification of the palm family (Arecaceae): evidence from plastid DNA phylogeny. *Bot. J. Linn. Soc.*, 151: 15-38.

Brako, L. & J. L. Zaruchi. 1993. Catalogue of the flowering plants and Gymnosperms of Peru. Missouri Botanical Garden, Monographs in Systematic Botany, 45: 1-1286.

Caissard, C., A. Meekijjironenroj, S. Baudino & M-C. Anstett. 2004. Localization of production and emission of pollinator attractant on whole leaves of *Chamaerops humilis* (Arecaceae). *Am. Journal Botany*, 91(8): 1190 - 1199.

Castaño, F., M. Crèvecoeur, J-C. Pintaud, R. Spichiger & F. Stauffer. *en preparación*. Floral structure in the neotropical palm genera *Chelyocarpus*, *Chryosophila* and *Itaya* (Arecaceae: Coryphoideae)

Cerrate, E. 1969. Manera de preparar un herbario. UNMSM. MUS. Hist. Nat. "Javier Prado".

Domínguez, X. 1973. Métodos de Investigación Fitoquímica. Editorial Limusa. Mexico.

Dransfield J., N. W. Uhl, C. B. Asmussen, W. J. Baker, M. Harley, C. Lewis. 2005 A new phylogenetic classification of the palm family, Arecaceae. Kew Bull. 60: 559-569.

Dransfield J., N. W. Uhl, C. B. Asmussen, W. J. Baker, M. Harley, C. Lewis. 2008. Genera Palmarum: the evolution and classification of palms. Kew Publishing, Royal Botanic Gardens, Kew.

Dufaÿ, M.; M-C. Anstett & M. Hossaert-McKey. 2003 When leaves act. like flowers: how dwarf palms attract their pollinators. Ecology Letters, 6:28–34.

Dufaÿ, M.; M-C. Anstett & M. Hossaert-McKey. 2004 Temporal and sexual variation of leaf-produced pollinator-attracting odours in the dwarf palm. Oecologia, 139: 392–398.

Galeano, G. 1992. Las palmas de la región de Araracuara. Estudios en la Amazonia colombiana. Tropenbos- Colombia. Bogotá.

Hadacek, F. 2002. Secondary metabolites as plant traits: Current assessment and future perspectives. Critical Reviews in Plant Sciences. 21: 273-322.

Harborne, J. 1997. Recent advances in chemical ecology. Natural Product Reports, 14(2): 83-98.

Hart, F. L.& H. J Fisher. 1971. Análisis Moderno de los Alimentos Ed. Acribia. P. 407-408. Zaragoza, España.

Henderson, A. 1994. The palms of the Amazon. Oxford University Press, New York.

Henderson, A.; G. Galeano & R. G. Bernal. 1995. Field Guide to the Palms of the Americas. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

Kahn, F. & J-J. Granville. 1992. Palms in forest ecosystems of Amazonia. Springer-Verlag, Berlin.

Kahn, F. & F. Moussa. 1994. Las palmeras de Perú. IFEA, Lima.

Knudsen, J. T., L. Tollsten & F. Ervik. 2001. Flower scent and pollination in selected Neotropical Palms. *Plant Biology*, 3: 642-653.

Lock, O. 1994. Investigación Fitoquímica. Métodos en el Estudio de productos Naturales. Pontificia Universidad Católica del Perú. Fondo Editorial.

Martel, C. en preparación. Distribucion y modelamiento de *Chelyocarpus ulei* (Arecaceae).

Moore, H. E. 1972. *Chelyocarpus* and its allies *Chryosophila* and *Itaya* (Palmae). *Principes* 16: 67-88.

Pintaud, J-C., G. Galeano, H. Balslev, R. Bernal, F. Borrichsenius, E. Ferreira, J-J. Granville, K. Mejía, B. Millán, M. Moraes, L. Noblick, F. Stauffer & F. Kahn. 2008. Las palmeras de América del Sur: diversidad, distribución e historia evolutiva. *Revista Peruana de Biología*, 15(supl.1): 7-30.

Pichersky, E. & J. Gershenzon. 2002. The formation and function of plant volatiles: perfumes for pollinator attraction and defense. *Current Opinion in Plant Biology*, 5: 237–243.

Pitman, N. 2008. An overview of the Los Amigos watershed, Madre de Dios, southeastern Peru. <http://cicra.acca.org.pe/english/paisaje_biodiversidad/los-amigos-overview9.pdf>

Rodríguez J., G. Cárdenas, A. de la Cruz, N. Llerena, S. Río, C. Rivera, E. Salazar, V. H. Vargas, P. Soini & K. Ruokolainen. 2003. Comparaciones florísticas y faunísticas entre diferentes lugares de bosques de tierra firme en la selva baja de la amazonía peruana. *Folia Amazónica* 14(1): 35-72.

Romero, E., S. Fuentes, V. Quiroga, V. Garcia, A. Iriarte & L. Saravia. 2007. Obtención de aceite esencial de comino utilizando concentradores solares. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 11(2): 17-22.

Stauffer, F. W., Rutishauser R., Endress P. K. 2002. Morphology and development of the female flowers in *Geonoma interrupta* (Arecaceae). *Amer. J. Bot.*, 89: 220-229.

Uhl, N. W. 1972a. Floral anatomy of *Chelyocarpus*, *Cryosophyla*, and *Itaya* (Palmae). *Principes*, 16: 89-100.

Uhl, N. W. 1972b. Leaf anatomy in the *Chelyocarpus* alliance. *Principes*, 16: 101-110.

Uhl, N. & J. Dransfield. 1987. *Genera Palmarum: A Classification of Palms Based on the Work of Harold E. Moore, Jr.* Allen Press, Lawrence, Kansas.

ANEXO I

Material Biológico utilizado en el estudio

Individuo	Altura	Ubicación (Trocha-metros)	Estado fenológico
1	1.20 m	Trocha perro	Juvenil
2	2.00 m	Trocha playa	Adulto reproductivo
3	3.50 m	Trocha playa	Adulto vegetativo
4	6.50 m	Mirador 1 – 180	Adulto vegetativo
5	1.60 m	Mirador 1 – 260	Juvenil
6	8.00 m	Mirador 1 – 529	Adulto vegetativo
7	7.50 m	Mirador 1 – 625	Adulto vegetativo
8	0.30 m	Mirador 1 – 630	Juvenil
9	0.95 m	Mirador 1 – 700	Juvenil
10	3.5 m	Mirador 1 – 798	Adulto vegetativo
11	8.00 m * (7.00 m)	Mirador 1 – 830	Adulto vegetativo
12	0.20 m	Mirador 1 – 845	Juvenil
13	2.50 m	Mirador 1 – 1400	Adulto vegetativo
14	1.70 m	Mirador 1 – 1720	Juvenil
15	9.00 m * (10.00 m)	Mirador 1 – 1720	Adulto reproductivo
16	9.00 m	Mirador 1 – 1722	Adulto reproductivo
17	4.00 m	Mirador 1 – 1750	Adulto reproductivo
18	4.5 m	Mirador 1 – 1820	Adulto reproductivo
19	1.80 m	Cocha lobo – 32	Juvenil
20	4.00 m	Cocha lobo – 40	Adulto reproductivo
21	1.00 m	Cocha lobo – 58	Juvenil

ANEXO II



Imagen 1. Habito de *C. ulei*, **Imagen 2.** Hemiepipífito en el tallo de *C. ulei* (Foto: C. Martel)



Imagen 3. Hoja palmada de *C. ulei*, **Imagen 4.** Foliolo de *C. ulei* trozados (Foto: C. Martel)



Imagen 5. Envés de la hoja de *C. ulei* con hormiguero en la base de la lamina, **Imagen 6.** Infrutescencia (Foto: C. Martel)