

ISSN 1018 - 5674

FOLIA AMAZONICA

VOL. 13

Nº 1-2

Noviembre 2002



iiap

**INSTITUTO
DE INVESTIGACIONES
DE LA AMAZONÍA PERUANA**

IQUITOS - PERÚ

PRESIDENTE DEL IIAP

Dennis del Castillo Torres

DIRECTOR EJECUTIVO

Roger Beuzeville Zumaeta

COMITÉ EDITORIAL DEL IIAP

Víctor Miyakawa Solís	Presidente
José Álvarez Alonso	Miembro
Filomeno Encarnación	Miembro
Jorge Gasché	Miembro
Víctor Montreuil Frías	Miembro
Erasmus Otárola Acevedo	Miembro

Edición : Jorge Correa

Composición : Ángel G. Pinedo Flor

© **IIAP**

Av. Abelardo Quiñones, km 2.5

Apto. 784. Teléfonos: (065) 265515 - 265516. Fax: 265527. Iquitos-Perú.

E-mail: ciap@iiap.org.pe

<http://www.iiap.org.pe>

CONTENIDO

1. GONZALES, A. *Aportes a la caracterización y evaluación de Pouruma cecropiifolia.* **5**
2. VÁSQUEZ, J. *Control biológico del cogollero del maíz con el Baculovirus sfvyn en Iquitos - Perú.* **25**
3. ISMIÑO, R. *Efecto del amoniaco sobre el crecimiento de la gamitana.* **41**
4. DEZA, S. *Efecto de la densidad de siembra en el crecimiento de paco en estanques seminaturales de Pucallpa.* **49**
5. TAPIA, S., PASHANASI, B. y DEL CASTILLO, D. *Estudio preliminar de la macrofauna del suelo en áreas de varillales y chamizales de la Amazonía Peruana.* **65**
6. PÉREZ, D. *Etnobotánica de plantas medicinales y biocidas para malaria en la región Ucayali.* **87**
7. BALUARTE, J. y NEBEL, G. *Incremento diamétrico de Guarea macrophylla Vahl. y Calycophyllum spruceanum (Benth) Hooker f. ex. Schumann en bosques inundables de la Amazonía Peruana.* **109**
8. REBAZA, C. *Influencia de tres densidades de siembra en el crecimiento de Piaractus brachypomus "paco" en segunda fase de alevinaje en estanques seminaturales.* **121**
9. LÓPEZ, A. *Microzonificación del cultivo de camu camu en suelos aluviales de la región Ucayali.* **135**
10. OTÁROLA, E. y LINARES, C. *Tablas de volumen total y comercial de plantaciones de tornillo en Loreto, Perú.* **151**
11. NOTA CIENTÍFICA: NEBEL, G. y BALUARTE, J. *Crecimiento de Virola pavones en bosques aluviales peruanos – Resultados preliminares.* **175**

APORTES A LA CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE *Pourouma cecropiifolia* C. Martius “Uvilla” EN LA AMAZONÍA PERUANA

Agustín Gonzales Coral *

RESUMEN

Una colección de árboles de *Pourouma cecropiifolia* C. Martius “uvilla”, del Jardín de Frutales Amazónicos del IIAP, fue caracterizada y evaluada con fines agronómicos. Las semillas fueron colectadas en el mercado Belén de Iquitos, las cuales procedían de las fincas de agricultores ubicadas en los poblados de El Dorado, 13 de Febrero, Paujil y Ex Petroleros, asentados en el eje de la carretera Iquitos - Nauta.

La evaluación incluye los aspectos de: germinación, sex ratio de plantas masculinas y femeninas, edad a la primera floración, volumen de producción a la segunda y tercera fructificación, incluyendo número de racimos por árbol, número de frutos por racimo, largo y diámetro de los frutos, pesaje de frutos, y proporciones de pulpa, semillas y cáscara.

De la evaluación de 45 plantas fueron registrados los valores promedios de frutos (2.84 cm de largo, 2.72 cm de ancho, 1.196 k/100 frutos), semillas (2.24 cm de largo, 1.39 cm de ancho, 1.13 cm de espesor, 108.76 g/100 semillas). La masa de los frutos reporta 59% de pulpa más el mucílago, 21% semillas y 20% cáscara. La tasa de germinación de tipo hipogea es del 75 %, germinación que se inicia a los 25 días de sembrado y termina a los 52 días.

El rendimiento promedio en frutos es de 62 292 kg/planta, equivalente a un rendimiento de 36 799 kg de pulpa y mucílago. El contenido de azúcares totales varía entre 8.00 y 18.00 grados brix.

Palabras claves: Frutales nativos, *Pourouma cecropiifolia*, agronomía, ecología, Loreto, Amazonía Peruana.

* Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Apto. 784.
E-mail: agonzales@iiap.org.pe Iquitos - Perú

ABSTRACT

A collection of trees of *Pourouma cecropiifolia* C. Martius “uvilla”, from the Amazonian Fruit Garden of the Peruvian Amazonia Research Institute (IIAP), was characterized and evaluated with an agronomical scope. Seeds were collected at Belen market, in Iquitos. These seeds came from farms located among the towns of El Dorado, 13 de Febrero, Paujil, and Ex-Petroleros, along the Iquitos-Nauta highway.

The evaluation include germination aspects of: sex ratio of female and male plants, age of first blossom, production volume for second and third fruition including the number of clusters per tree, number of fruits per cluster, fruit length and diameter, weight, pulp portions, seeds and skins.

From the forty five (45) plants evaluated, fruit average values were registered (2.84 cm long, 2.72 cm wide, 1.196 k/100 fruits), seeds (2.24 cm long, 1.39 cm wide, 1.13 cm thick, 108.76 g/100 seeds). Fruit mass reports 59% of pulp and mucilage, 21% seeds and 20% skin. Hipogeous germination rate is 75%; it begins 25 days after sowing and ends after 52 days.

The average yield for fruits is 62 292 k/plant, equivalent to a yield of 36.799 k of pulp and mucilage. Total sugar contents vary from 8.00 and 18.00 brix degrees.

Keywords: Native fruits, *Pourouma cecropiifolia*, agronomy, ecology, Loreto, Peruvian Amazonia, Peruvian Amazon

1. INTRODUCCIÓN

Pourouma cecropiifolia “uvilla” es un árbol frutal nativo de la Amazonía peruana, de consumo extendido en la población rural, y cuyos excedentes de producción son ofertados en los mercados. Los individuos son de comportamiento precoz, con una gran adaptación a las condiciones edafo-climáticas de la región amazónica, sin exigencias en suelo y con escasos problemas fitosanitarios, por consiguiente posee un alto potencial para la agroindustria.

En el período de 1994 a 1997, el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), auspició los estudios básicos de ecología, desde el manejo de las semillas hasta la cosecha de los frutos.

Las colecciones de las semillas se realizaron en el mercado de Belén, en Iquitos, donde confluyen los productos de los diferentes poblados del eje de la carretera Iquitos

– Nauta. Las evaluaciones y el manejo de frutos y semillas comprendieron la medición, pesaje de frutos y semillas, la limpieza y desinfección de las semillas, y la germinación. La siembra de semillas se realizó en bolsas plásticas negras de 2 kg con sustrato compuesto por materia orgánica y tierra negra. La fructificación de las plantas fue evaluada entre 3.5 y 4 años de edad.

El material vivo evaluado se conserva en el Jardín de Frutales Amazónicos, del Centro de Investigaciones Allpahuayo, del IIAP, ubicado entre los 25.8 y 28.8 km de la carretera Iquitos-Nauta.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Especie, distribución geográfica, ecología

Basado en la información de Acero (1979), Calzada (1980), Brack (1987), Cavalcante (1991), Ruiz (1993), Brako & Zarucchi (1993) y Flores (1997), se presenta la situación taxonómica y sistemática:

Familia : Cecropiaceae
Género : *Pourouma*
Especie : *Pourouma cecropiifolia* C. Martius
Sinónimo : *Pourouma multifida* Trecul.
Nombre común : Perú: Uvilla, Ubilla; Colombia y español: Uva caimarona, caimarón, caima; Brasil: mapati, cucura, puruma, umbauba de cheiro, imbauba de vinho, uva de mata (Brasil); Inglés: grape tree fruit.

La especie es originaria de la Amazonía Occidental, por lo que se encuentra en estado silvestre en Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú. En Perú es cultivado por los nativos y colonos, en los departamentos de Loreto, Ucayali, San Martín, Madre de Dios, Huánuco, Amazonas, Pasco y Junín. También se cultiva en Manaos, Acre, Bahía y otros lugares adyacentes de Brasil (Prance y Silva, 1975)

Los árboles son heliófilos, dioicos, de porte mediano -5 a 10 m de altura-, a veces con raíces zancos, tronco recto y cilíndrico, de 20 a 40 cm de DAP, ramificación a partir de los 5 m, con cicatrices en anillos entre 10-15 cm; corteza fina bien adherida, externamente cremosa, verde al rasgado que rezuma un líquido negruzco. La copa es frondosa y esférica, ramas primarias y secundarias cortas, con ramitas terminales

horizontales u oblicuas. La madera es suave y liviana. De hojas simples, alternas, con 2 estipulas laterales caducas, pecíolo cilíndrico de 20 a 40 cm de largo y de 0.5 a 1.5 cm de diámetro; limbo coriáceo a membranáceo, haz verde oscuro brillante, envés verde plumizo glauco, lobuladas con 7 a 12 lóbulos oblongos de 40 por 20 cm, ápices agudos o acuminados; palminervadas, cuyos nervios secundarios rezuman liquido negruzco al corte; pedúnculos de 10 a 15 cm de largo, lámina de consistencia membranácea, penninerviada.

Flores apopétalas unisexuales en diferentes plantas, inflorescencias en panículas axilares con flores unisexuales y apopétalas. Flores masculinas con 4 sépalos libres de color pardo oscuro, con 4 ó más estambres minúsculos. Flores femeninas con cáliz entero y acampanulado, ovario súpero unilocular y con un solo óvulo.

El fruto es una drupa semejante a una uva, ovoide o esférica de 2 a 4 cm de largo y de 1 a 4 cm de diámetro; epicarpio áspero, fibroso, de color verde en estado inmaduro y violáceo negro al madurar, mesocarpio blanco cristalino, pulposo, jugoso y mucilaginoso, con fibras entrecruzadas, dulce o acidulada; una sola semilla blanca semicónica a acorazonada, marrón; embrión basal con 2 por 1.5 cm, con peso que varía entre 1.0 a 1.5 g.

La planta presenta follaje durante todo el año, con floración entre julio y agosto y fructificación de noviembre a diciembre.

La especie se distribuye naturalmente, y se cultiva en la cuenca alta del río Amazonas, hacia las zonas limítrofes entre Colombia, Perú y Brasil, donde habitan los bosques de altura y, también, en los bosques inundables estacionalmente, conformando los “sacha manguales” *Grias peruviana* (Villachica, 1996).

Los rasgos ecológicos están definidos por la tolerancia de rangos de precipitación pluvial de 1,599 a 4,000 mm/año, temperaturas medias entre 20 y 28° C, sin presencia de heladas.

Presenta defoliación parcial cuya intensidad y época está en función de la distribución de las lluvias. En Brasil (Jabotical, Sao Paulo), bajo condiciones subtropicales, la caída de las hojas ocurre en el invierno seco, donde además resiste las heladas suaves (Villachica, 1996).

Existe gran diversidad genética de *Pourouma cecropiifolia*, que se manifiesta en la arquitectura de los árboles y en las formas y tamaños de los frutos. Otras especies conocidas como «sacha uvillas», entre ellas *Pourouma minor* Benoist, *P. bicolor* C.

Mart., *P. guianensis* Aublet, *P. Mollis* Trécul y *P. tomentosa* Mart. ex Miq., complementan la variedad genética.

Métodos

Las colecciones del material de propagación se realizaron mediante colecta aleatoria en el mercado Belén y fincas en el tramo de la carretera Iquitos – Nauta.

Luego de pesar y medir las semillas, se procedió a sembrar en bolsas de polietileno de color negro con substratos compuestos de 75% de materia orgánica del bosque y 25% de tierra negra. Los registros de la germinación comprendieron tiempo de inicio, tipo, tiempo de término, número de semillas germinadas, que sirvieron para estimado del porcentaje de germinación.

Las evaluaciones de precocidad de las plantas se realizaron a la primera floración, lo que permite calcular el porcentaje de plantas masculinas y femeninas. La evaluación de la producción se realiza con los conteos de racimos, pesadas, mediciones de largo y ancho de frutos, así como el nivel de sacarosa, en grados brix, de los frutos de cada planta. Los cálculos de los parámetros estadísticos se realizaron con ayuda del programa Microsoft Excel.

3. RESULTADOS

Semillas y germinación

Las mediciones y pesadas de las semillas, así como los parámetros de germinación de la especie son las siguientes:

Tabla 1. Biometría de semillas y parámetros de germinación de la especie.

Descriptores	Valores
Peso promedio de 100 semillas	108.76 g
Largo promedio de semillas	2.24 cm
Ancho promedio de semillas	1.39 cm
Espesor promedio de semillas	1.13 cm
Número de semillas sembradas	100
Fecha de siembra	27-05-94
Inicio de germinación	21-06-94
Días inicio de germinación	25
Término de germinación	18-07-94
Días fin de germinación	52
Número de semillas germinadas	75
Porcentaje de germinación	75%
Tipo de germinación	hipogea

Propagación

La propagación sexual o por semillas es común, la que es adoptada como una técnica tradicional en la práctica agrícola. La semilla pierde rápidamente su viabilidad, por que no soportan tratamientos térmicos (recalcitrantes). La germinación ocurre entre los 23 a 70 días de almacenado. Cuando las semillas son puestas a germinación inmediatamente después de extraídas del fruto, la germinación generalmente es superior al 80 %.

El almacenado se realiza generalmente en bolsas de aproximadamente 2 k de capacidad, conteniendo un substrato con tierra negra, arena y materia orgánica en proporción de 1:1:1. Para favorecer la emergencia de la plántula, de germinación hipógea, se recomienda que la semilla tome una posición con su sección plana en la tierra. Se colocan de 2 a 3 semillas por bolsa con humedad adecuada para asegurar una buena germinación y crecimiento de las plántulas. Luego, se procede a un entresaque, dejando de 1 a 2 plantas para el trasplante definitivo, después de 100 días de germinadas.

Mediante la escarificación mecánica de las semillas se adelanta el inicio de germinación en 14 días; pero a los 71 días, tanto las semillas escarificadas como las que no lo están, tienen el mismo porcentaje de germinación. La reducción del contenido de humedad al 10% disminuye totalmente el poder germinativo.

La proporción de plántulas masculinas es mayor al 50%; de manera que es urgente el desarrollo de un método de propagación vegetativa selectiva de individuos femeninos para asegurar y garantizar una plantación y su respectiva producción agronómica.

Floración y fructificación

La primera floración, muy irregular, ha ocurrido de octubre a noviembre de 1995, a los 12 meses después del trasplante; y la fructificación, en pocas plantas, entre noviembre y diciembre siguientes. La segunda floración ocurrió a los 29 meses de edad, entre los meses marzo y abril de 1997; con fructificación en los meses de mayo y junio del mismo año. La tercera floración tuvo lugar en los meses de agosto y septiembre de 1997 y consiguiente fructificación entre noviembre y diciembre. Villachica (1996) reporta que la planta empieza a fructificar a los dos años, alcanzando un óptimo de producción entre el quinto y sexto año, con disminución progresiva posterior. El mismo autor informa que la producción de racimos, en un sistema agroforestal nativo en Iquitos, es de 250/ha al segundo año, 1 000/ha en el tercero y cuarto y 5 000/ha al quinto año, con un peso de 1.0 a 1.8 k/racimo; sin embargo, el periodo productivo se puede prolongar en terrenos con suelos de mayor fertilidad y con menor competencia con otras especies.

En selva baja, las experiencias indican que el período de floración corresponde entre octubre y noviembre, y la fructificación ocurre de diciembre a enero. En Manaus, la floración ocurre entre octubre y enero, con una productividad de 24.3 k de frutos/planta/año (Villachica, 1996). La producción media de cinco árboles en Manaus, Brasil, fue de 24.2+ 12.3 k de fruta. Considerando que 26.0+ 4.5% esta representado por la pulpa, entonces, se tiene un promedio de 6.3 k de pulpa aprovechable por árbol (Falçao y Lleras, 1980).

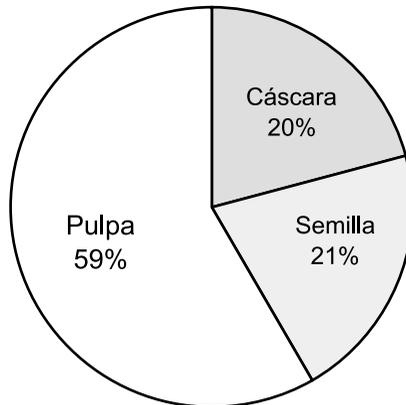
La evaluación de la producción de 45 plantas se presenta en el Tabla 2.

Tabla 2. Evaluaciones de 45 plantas de uvilla *Pourouma cecropiifolia* en el Centro de Investigaciones Allpahuayo, Iquitos, Perú.

Características	MAX	PROM.	MIN	D.S.	C.V
Altura de planta (m)	5.95	4.41	3.00	0.87	19.73
Diámetro basal de planta (cm)	15.50	13.29	8.50	1.55	12.20
Número de ramas	8.00	6.00	4.00	1.11	18.50
Racimos por planta	305.00	130.34	49.00	75.19	57.69
Frutos / racimo	64.00	40.00	26.00	9.20	23.00
Frutos / planta	12,569	5,134	1,488	3,004	58.51
Peso 100 frutos (g)	1,670	1,196	0.566	217.00	19.39
Cáscara de 100 frutos (g)	343	241	171	38.04	15.78
Semillas/100 frutos (g)	320	251	185	35.12	13.99
Pulpa + mucílago de 100 frutos (g)	1,040	704	150	180.06	25.57
Largo fruto (cm)	3.19	2.84	2.28	0.14	4.93
Ancho de fruto (cm)	3.09	2.72	1.93	0.18	6.62
Grados brix	18.00	11.00	8.00	1.65	15.00
Frutos / planta (kg)	181.728	62.292	14.594	41.29	66.60
Pulpa + mucílago planta (kg)	116.238	36.799	6.362	26.38	71.30
Racimos por ha *	54,290	23,201	8,722	13,383	57.68
Producción de frutos (TM/ha)	32.348	11.088	2.598	7.35	66.82
Peso pulpa + mucílago (TM/ha)	20.690	6.550	1.132	4.70	67.14

* 178 plantas femeninas y 22 masculinas, cantidad variable según el sistema de producción.

Figura 1. Composición Porcentual del Fruto de Uvilla



Manejo del cultivo

Los árboles de “uvilla”, heliófilos y de rápido crecimiento, se comportan como componente forestal temporal de estrato medio, cuyos plantones para el trasplante deben alcanzar de 50 a 60 cm de alto, en asociadas a otros árboles, a distancias de 6 m, con una proporción mínima de una planta masculina por cada diez femeninas para obtener una buena producción de frutos.

Se recomienda realizar los trasplantes a inicios de los períodos lluviosos, en hoyos de 25 cm de diámetro por 25 cm de profundidad, rellenos con substratos de materia orgánica y tierra de superficie. Durante los dos primeros años la práctica del deshierbo es muy importante para evitar la competencia e invasión masiva de malezas. Cuando ya están establecidos, a partir del quinto año, se recomienda el cultivo de leguminosas como cobertura.

Principales plagas e insectos benéficos

Las mayores pérdidas de los frutos son ocasionadas por los murciélagos, monos y aves frugívoras, y por pérdida de agua de los frutos durante los períodos secos muy prolongados. El “perezoso” (*Bradypus tridactylus*), es un mamífero devorador de hojas y yemas foliares.

Algunos insectos de la familia Apidae (*Oxytrigona obscura*, *Trigona dellatarreana* y *Trigona sp.*), concurren comúnmente a las flores de las “uvillas”, actuando como principales agentes polinizadores entre los árboles masculinos y femeninos.

Técnicas de cosechas

Los frutos fisiológicamente maduros no se desprenden del árbol. La cosecha se practica con instrumentos rudimentarios como ganchos para jalar los racimos semimaduros (*pintones*). El uso de escaleras articuladas para una colecta manual facilita la colecta de frutos de mejor calidad.

Los métodos de cosechas deben mejorarse para disminuir las pérdidas de frutas por caída de los racimos.

4. DISCUSIÓN

En el experimento, el inicio de la germinación de las semillas fue a los 25 días, que se prolongó hasta los 52 días, con 75%, similar a los reportes de Flores (1997) con inicio de germinación entre 23 a 25 días, y término de 42 a 51 días. Por su parte, Villachica (1996), reporta que la germinación ocurre entre los 45 y 70 días, con un adelanto de 14 días, previa escarificación; pero, a los 71 días todas las semillas tienen el mismo porcentaje de germinación. El mismo autor concluye que cuando las semillas son almacenadas, inmediatamente después de que se extraen del fruto, la germinación es generalmente superior al 80 %.

Los árboles evaluados alcanzaron una altura promedio de 4.41 m, con mínimo y máximo de 3.00 y 5.95 m, respectivamente; sin embargo, pueden tener alturas superiores entre 7 a 10 m de altura (Escobar & Zuluaga s/f.); de 12 a 15 m (Camargo 1991); y Falçao y Lleras (1980) registraron de 2.80 a 5.50 m entre 4 y 9 años de edad. El DAP tuvo un promedio de 13.29 m, con mínimo y máximo correspondientes a 8.50 y 15.50 cm, pudiendo alcanzar dimensiones mayores entre 25 a 40 cm (Escobar y Zuluaga, s/f) y menores entre 5.10 a 8.28 cm (Falçao y Lleras, 1980), en Punta Negra, Manaus. El número de ramas por planta fue en promedio de 6 con sus respectivos mínimo y máximo de 4 y 8 ramas.

La primera floración de las plantas evaluadas ocurrió entre los 12 y 15 meses después de la siembra en el campo definitivo, registrándose mayor precocidad en los reportes de Yesid & Correa (1998), Sarmiento (1986), Romero – Castañeda (1991). La

producción de frutos en la plantación ocurrió a los 3 años de edad, un año menor al reporte de Camargo *et al.*, (1991), y dos años menos al de La Rotta (1983), citado por Yesid & Correa (1998). Las cosechas son estacionarias entre los meses de junio a julio, y de diciembre, enero hasta febrero, similares a los registros de Flores (1997) en Iquitos, Perú; y Hoyos (1989), en Manaus, Brasil.

El número de racimos/planta fue una característica importante, con promedio de 130, y con mínimo y máximo de 49 y 305 racimos, respectivamente; muy superiores a los registros promedios de 9.33 racimos/planta de Falçao y Lleras (1980). El número de frutos por racimos en promedio fue de 40, con mínimo de 26 y máximo de 64 frutos. Estos resultados son próximos a los de Falçao y Lleras (1980), con promedio de 56 frutos por racimo, y mínimo y máximo de 37 y 70, respectivamente. La cantidad de frutos por planta es en promedio de 62,292, con mínimo de 1,488 y máximo de 18,728; muy superiores a los reportes de Falçao y Lleras (1980), que dan un promedio de 450 y sus respectivos mínimo y máximo de 347 y 509.

La longitud promedio de los frutos fue de 2.84 cm, con mínimo de 2.28 cm y máximo de 3.09 cm, cifras próximas a los registros de Camargo (1991), cuyo promedio fue de 2.68 cm. El diámetro promedio de los frutos fue de 2.72 cm, con mínimo de 1.93 cm y máximo de 3.09 cm; menor al promedio de 2.78 cm, dado por Camargo (1991).

El peso de los frutos, en promedio, fue de 11.96 g, con mínimo de 5.66 g y máximo de 16.70 g, mayores a los datos de Falçao y Lleras (1980), con promedio de 5.66 g, con mínimo y máximo de 5.32 g y 6.42 g, respectivamente. La semilla fresca, luego de ser separada del fruto, tiene un peso promedio de 2.41 g, con mínimo y máximo de 1.71 g y 3.43 g, respectivamente; muy superiores al promedio de 1.20 g, y mínimo de 1.01 g y máximo de 1.49 g, de Falçao y Lleras (1980).

La composición porcentual de los componentes del fruto fue 59%, 20% y 21% de pulpa, cáscara y semilla, respectivamente; datos que se aproximan a los de Camargo *et al.*, (1991), con porcentaje de pulpa de 52.74 %. La producción de fruta y sus componentes principales (pulpa más mucílago) puede ser muy variable, dependiente de la edad de las plantas y de los sistemas de producción (monocultivos, asociaciones, etc.). En este estudio, los datos de producción obtenidos fueron de 23 mil racimos/ha, 62 k de frutos/árbol y 37 k de pulpa + mucílago; superior a los reportes de Villachica (1996), quien reporta 5000 racimos/ha en un sistema agroforestal nativo en Iquitos, al cuarto año y la producción de 36.5 k de frutos/árbol, en Manaus, Brasil, y con 6.3 k de pulpa aprovechable por planta.

Los contenidos de azúcares totales registrados (en grados brix), fueron en promedio de 11.00, con mínimo y máximo de 8.00 y 18.00, respectivamente.

5. IMPORTANCIA PARA EL MANEJO AGROFORESTAL

Utilización y comercialización

El mesocarpio o pulpa es la parte comestible al estado natural; también a partir de él se elaboran vinos y jaleas (Villachica, 1996). En el medio natural forma parte de la dieta de la fauna silvestre; y en los centros poblados rurales los frutos se usan para la alimentación de cerdos y peces. Algunas veces se utilizan las semillas molidas como sustituto del café (Villachica 1996).

Los frutos, para fines comerciales, deben cosecharse al estado maduro en el árbol en pie, a fin de lograr óptima calidad del sabor. Sin embargo, para el comercio en los mercados alejados, los frutos deben ser cosechados en premaduración, antes de 3 a 4 días, para soportar el transporte y estibado sucesivo; sin embargo, se altera la calidad del sabor, perdiendo el sabor dulce característico. Para la industrialización, la cosecha puede estar en estado premaduro al 50%, que facilita el desprendimiento de la cáscara.

En la Amazonía colombiana se utiliza la ceniza de las hojas para mezclarla con hojas de coca utilizadas para masticar («chacchar»). Del cogollo de las hojas, algunos grupos nativos extraen un líquido para aliviar las enfermedades de los ojos (Villachica, 1996).

La madera es liviana, con potencial de uso en cajonería, revestimiento de interiores, tableros aglomerados, triplay y enlistonados, entre otros.

Composición química y valor nutricional

La pulpa de los frutos en estado inmaduro tiene en promedio un pH 3.4 y una acidez de 0.45 %; cuando están maduros un pH 4.4 y una acidez de 0.16%; mientras que el nivel de sacarosa, en grados brix, está en 5.5 y 11.9 para los estados respectivos.

Tabla 3. Composición porcentual de la fruta de uvilla

Componentes	%
Pulpa	52.8
Mucílago	8.8
Semilla	20.6
Cáscara	17.8

Fuente: Villachica (1996)

Tabla 4. Análisis químico-bromatológico del fruto maduro de uvilla contenido en 100 g de pulpa.

Componentes	Unidad	Valor
Valor energético	cal	64.00
Agua	g	82.40
Proteína	g	0.30
Grasas	g	0.30
Carbohidratos	g	16.70
Fibras	g	0.90
Cenizas	g	0.30
Potasio	mg	127.00
Calcio	mg	34.00
Fósforo	mg	10.00
Hierro	mg	0.60
Riboflavina	mg	0.22
Niacina	mg	0.30
Ácido ascórbico	mg	0.60

Fuente: Villachica (1996)

Aspectos agroindustriales

El bajo contenido de azúcares y pectinas, mediana concentración de taninos y la presencia de flavonoides le confiere características promisorias en procesos de fermentación de la industria de licores, como el “vino de uvilla”. En la cuenca del Putumayo, sector colombiano, se tiene una industria incipiente de “vino de caimarón”.

La pulpa al ser liberada de la cáscara toma rápidamente un color pardo, debido a la reacción de los enzimas de tipo oxidoreductasas, como las polifenoloxidasas. El tratamiento térmico a 80°C por 10 min, seguido de sulfitación con 500 a 2,000 ppm de SO₂, y congelación en el rango -7 a -10°C permite conservar el color natural de la pulpa por 30 días, aunque ocurre pérdida del aroma.

6. RECOMENDACIONES

Necesidades de investigación

Sobre la base de los resultados de este documento, se recomienda la urgencia de enfatizar las investigaciones en:

- a. Colección y selección de variedades: Líneas que presenten los mejores rendimientos, como frutos más grandes y dulces, mayor porcentaje de pulpa, precocidad y facilidad de industrializar, entre otros.
- b. Industrialización de la fruta: Para determinar las posibilidades de usos y opciones de los mercados.
- c. El desarrollo de métodos de propagación vegetativa: Es muy importante, tanto para asegurar una mayor frecuencia de plantas femeninas, como para asegurar la transmisión total de las características de las plantas con gemoplasma mejorado.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ACERO, D. E. 1979. Principales plantas útiles de la Amazonía Colombiana. Proyecto Radargamétrico del Amazonas. Bogotá pp. 135-136.

BRACK, E. W. 1987. Especies Frutales Nativas y Vegetación Melífera en la Selva Central. San Ramón. Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial. INIAA. p 25

BRAKO, I.; J. L. ZARUCHI. 1993. Catálogo de las Angiospermas y Gimnospermas del Perú. Missouri, EE.UU. p 343.

CALZADA, B. J. 1980. 143 Frutales Nativos. Lib. El Estudiante. Lima. Perú. 210 p.

- CAMARGO, C.; ACOSTA, M. R.; VELÁSQUEZ, M. A. 1991. Conservación de la pulpa de la uva caimaron (*Pourouma cecropiaefolia*). Colombia Amazónica 5(2): 27-38.
- CAMARGO, C.; ACOSTA, M. R.; VELÁSQUEZ, M. A. 1991. Caracterización de la uva caimaron (*Pourouma cecropiaefolia*). Colombia Amazónica 5(2): 9-26.
- CAVALCANTE, P. V. 1991. Frutas comestibles da Amazonia. 5a ed. Edições CEJUP. Museo Paraense E. Goeldi, Belém. 279 p.
- ESCOBAR, A. C. J.; ZULUAGA, P. J.J. (S/F), Uva caimaron (*Pourouma cecropiifolia*) Fruta Exótica de la Amazonia. Corpoica. Morelia Florencia – Caquetá, Colombia.
- FALÇAO, M. de A.; LLERAS, E. 1980. Aspectos fenológicos, ecológicos e de productividade do Mapati (*Pourouma cecropiifolia* Mart.). Acta amazónica 10 (4) : 711-724.
- FLORES, P. S. 1997. Cultivo de Frutales Nativos Amazónicos. Tratado de Cooperación Amazónica. Lima. 307 p.
- PRANCE, G. T.; SILVA, M. de F. Arvores de Manaus. Manaus, AM. INPA, 1975. 312 p.
- RUIZ, J. 1993. Alimentos del bosque amazónico: Una alternativa para la protección de los bosques tropicales. UNESCO/ORCYT. Montevideo. 226 p.
- VILLACHICA, H. 1996. Frutales y Hortalizas Promisorias de la Amazonía. TCA. Lima. 367 p.

Anexo 1. Evaluación de 45 plantas de uvilla *Pourouma cecropiifolia* del Jardín de Frutales Amazónicos.

DESCRIPTORES	IDENTIFICACIÓN DE PLANTAS EN EL JARDÍN													
	1	2	3	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Altura de planta (m)	5.95	5.10	4.90	6.60	5.90	4.50	5.70	5.50	4.80	5.00	4.80	4.00	5.90	
Diámetro de planta (cm)	14.50	11.50	13.00	13.50	11.00	12.00	12.50	13.50	12.00	14.00	15.50	14.50	11.00	
Número de ramas	5	5	4	5	4	5	5	4	6	6	5	6	5	
Racimos por planta	268	56	54	302	83	49	136	170	142	244	228	263	49	
Frutos/racimo	32	27	47	27	38	30	45	46	42	29	54	26	64	
Racimos por ha.	47,704	9,968	9,612	53,756	14,774	8,722	24,208	30,260	25,276	43,432	40,584	46,814	8,722	
Frutos/planta	8,501	1,524	2,553	8,042	3,191	1,488	6,042	7,817	5,929	6,999	12,331	6,878	3,125	
Frutos/planta (kg)	92.933	14.594	35.589	130.956	47.035	23.118	70.317	96.087	75.180	99.456	144.741	114.863	40.125	
Frutos (tm/ha)	16.542	2.598	6.335	23.310	8.372	4.115	12.516	17.103	13.382	17.703	25.764	20.446	7.142	
Peso 100 frutos (g)	1,093	958	1,394	1,628	1,474	1,554	1,164	1,229	1,268	1,421	1,174	1,670	1,284	
Cáscara/100 frutos (g)	268	228	248	343	309	224	242	251	233	251	238	328	231	
Semillas/100 frutos (g)	282	240	277	308	272	290	246	272	245	320	303	306	271	
Pulpa/100 frutos (g)	543	489	869	976	893	1,040	676	706	790	850	633	1,037	782	
Pulpa/planta (kg)	46.160	7.452	22.186	78.490	28.496	15.475	40.844	55.188	46.839	59.492	78.055	71.325	24.438	
Peso pulpa (tm/ha)	8.217	1.327	3.949	13.971	5.072	2.755	7.270	9.823	8.337	10.589	13.894	12.696	4.350	
Largo fruto (cm)	2.87	2.84	2.90	2.94	2.80	2.75	2.72	2.82	2.76	3.05	2.73	2.87	2.73	
Ancho de fruto (cm)	2.63	2.66	2.73	2.93	2.77	2.76	2.59	2.78	2.71	3.09	2.67	3.08	2.74	

DESCRIPTORES	IDENTIFICACIÓN DE PLANTAS EN EL JARDÍN													
	15	16	17	19	21	22	23	24	25	27	28	29	30	
Altura de planta (m)	5.30	5.20	3.50	3.50	4.00	4.00	3.50	3.50	4.00	3.50	4.50	3.60	3.90	
Diámetro de planta (cm)	13.00	12.50	13.00	11.50	14.00	12.00	12.00	11.50	14.00	13.50	11.50	11.50	12.50	
Número de ramas	6	4	5	6	7	7	6	6	7	4	4	5	5	
Racimos por planta	145	124	59	157	91	124	204	126	211	58	114	61	96	
Frutos/racimo	49	41	44	49	32	32	31	32	29	50	42	48	39	
Racimos por ha.	25,810	22,072	10,502	27,946	16,198	22,072	36,312	22,428	37,558	10,324	20,292	10,858	17,088	
Frutos/planta	7,148	5,143	2,623	7,725	2,906	3,915	6,306	4,070	6,222	2,901	4,743	2,951	3,726	
Frutos/planta (kg)	96.269	68.731	31.208	86.489	31.966	40.810	69.492	39.609	72.673	30.687	46.851	28.259	43.713	
Frutos (tm/ha)	17.136	12.234	5.555	15.395	5.690	7.264	12.370	7.050	12.936	5.462	8.340	5.030	7.781	
Peso 100 frutos (g)	1,347	1,336	1,190	1,120	1,100	1,042	1,102	973	1,168	1,058	988	958	1,173	
Cáscara/100 frutos (g)	303	240	188	244	290	198	248	261	232	306	282	228	273	
Semillas/100 frutos (g)	320	255	261	187	244	203	202	193	235	200	230	240	280	
Pulpa/100 frutos (g)	723	842	741	689	566	641	653	519	700	552	476	489	620	
Pulpa/planta (kg)	51.680	43.304	19.436	53.225	16.448	25.095	41.178	21.123	43.554	16.014	22.577	14.430	23.101	
Peso pulpa (tm/ha)	9.199	7.708	3.460	9.474	2.928	4.467	7.330	3.760	7.753	2.850	4.019	2.569	4.112	
Largo fruto (cm)	3.04	2.88	2.80	2.92	2.74	2.80	2.92	2.80	2.92	2.75	2.90	2.93	2.96	
Ancho de fruto (cm)	2.83	2.87	2.65	2.64	2.64	2.68	2.74	2.50	2.73	2.54	2.52	2.57	2.62	

DESCRIPTORES	IDENTIFICACIÓN DE PLANTAS EN EL JARDÍN													
	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
Altura de plañta (m)	3.60	4.00	4.95	3.50	4.85	3.70	5.65	4.35	4.85	4.55	4.80	4.35	4.60	
Diámetro de planta (cm)	13.50	12.50	11.50	13.00	11.00	14.50	13.50	14.50	14.00	15.00	12.00	8.50	14.00	
Número de ramas	5	7	6	7	5	7	8	8	8	5	5	4	5	
Racimos por planta	119	56	95	50	91	241	98	65	83	261	114	59	252	
Frutos/racimo	44	38	55	49	35	46	29	36	39	46	38	44	50	
Racimos por ha.	21,182	9,968	16,910	8,900	16,198	42,898	17,444	11,570	14,774	46,458	20,292	10,502	44,856	
Frutos/planta	5,275	2,122	5,250	2,440	3,215	11,033	2,887	2,322	3,273	12,083	4,338	2,569	12,569	
Frutos/planta (kg)	57.835	23.813	65.247	25.420	46.618	139.678	38.859	25.774	45.351	181.728	45.601	30.191	140.019	
Frutos (tm/ha)	10.295	4.239	11.614	4.525	8.298	24.863	6.917	4.588	8.072	32.348	8.117	5.374	24.923	
Peso 100 frutos (g)	1,096	1,122	1,243	1,042	1,450	1,266	1,346	1,110	1,386	1,504	1,051	1,175	1,114	
Cáscara/100 frutos (g)	222	238	255	201	242	226	279	190	276	277	202	186	186	
Semillas/100 frutos (g)	241	256	249	220	257	234	268	227	301	266	232	217	217	
Pulpa/100 frutos (g)	634	628	738	621	851	806	798	692	809	962	617	772	710	
Pulpa/planta (k-g)	33,444	13,326	38,745	15,152	27,360	88,926	23,038	16,068	26,479	116,238	26,765	19,833	89,240	
Peso pulpa (tm/ha)	5.953	2.372	6.897	2.697	4.870	15.829	4.101	2.860	4.713	20.690	4.764	3.530	15.885	
Largo fruto (cm)	2.73	2.80	2.87	2.90	2.94	2.91	2.62	2.74	2.96	2.62	2.83	2.96	3.00	
Ancho de fruto (cm)	2.67	2.84	2.86	2.87	2.91	2.85	2.68	2.81	2.93	2.65	2.74	2.60	2.66	

DESCRIPTORES	IDENTIFICACIÓN DE PLANTAS EN EL JARDÍN											D.S.	C.V
	45	46	47	48	49	50	MAX.	PROM.	MIN				
Altura de planta (m)	4.85	4.45	3.50	4.80	4.00	4.65	5.95	4.41	3.00	0.87	19.73		
Diámetro de planta (cm)	13.50	13.00	12.50	15.50	15.00	14.00	15.50	13.29	8.50	1.55	12.20		
Número de ramas	5	5	7	5	5	7	8.00	6	4	1.11	18.50		
Racimos por planta	101	80	52	305	123	57	305	130.34	49	75.19	57.69		
Frutos/racimo	42	41	29	38	51	62	64	40	26	9.20	23.00		
Racimos por ha.	17,978	14,240	9,256	54,290	21,894	10,146	54,290	23,201	8,722	13,383	57.68		
Frutos/planta	4,241	3,269	1,524	11,598	6,259	3,526	12,569	5,134	1,488	3,004	58.51		
Frutos/planta (kg)	26.125	33.919	21.299	170.398	81.617	39.921	181.728	62.292	14.594	41.29	66.60		
Frutos (tm/ha)	4.650	6.038	3.791	30.331	14.528	7.106	32.348	11.088	2.598	7.35	66.82		
Peso 100 frutos (g)	616	1,038	1,398	1,469	1,304	1,132	1,670	1,119	0,566	217.00	19.39		
Cáscara/100 frutos (g)	232	238	242	221	210	210	343	241	171	38.04	15.78		
Semillas/100 frutos (g)	234	286	298	277	206	258	320	251	185	35.12	13.99		
Pulpa/100 frutos (g)	150	514	858	971	889	664	1,040	704	150	176.76	25.57		
Pulpa/planta (kg)	6.362	16.803	13.076	112.617	55.643	23.413	116.238	36.799	6.362	26.38	71.30		
Peso pulpa (tm/ha)	1.132	2.991	2.328	20.046	9.904	4.167	20.690	6.550	1.132	4.70	67.14		
Largo fruto (cm)	2.99	2.83	2.91	2.93	2.91	2.87	3.19	2.84	2.28	0.14	4.93		
Ancho de fruto (cm)	2.67	2.47	2.88	2.91	2.88	2.61	3.09	2.72	1.93	0.18	6.62		

CONTROL BIOLÓGICO DEL “cogollero del maíz”
***Spodoptera frugiperda*, (Lepidoptera; Noctuidae)**
CON EL BACULOVIRUS SfVPN, EN QUITOS-PERU

Joel Vásquez¹, Zeddám J. L.², Tresierra A. A.³

RESUMEN

Con el propósito de encontrar una alternativa al control químico del “cogollero del maíz” *Spodoptera frugiperda*, principal plaga para el cultivo del maíz (*Zea mays*), se estudió la posibilidad de utilizar como controlador biológico de esta plaga, al baculovirus SfVPN (Virus de Poliedrosis Nuclear de *Spodoptera frugiperda*). Utilizando larvas del 3^{er} estadio se comprobó que es un eficiente controlador biológico, determinándose que la dosis letal media fue de 49,653 cuerpos de inclusión (CI)/larva, con un promedio de tiempo letal medio (TL₅₀) de 6.5 ± 0.5 días. Asimismo, el número de CI del SfVPN producidos por una larva de 5^{to} estadio fue de 5.4X10⁸ CI/larva, y de 6^{to} estadio fue de 7.3X10⁸ CI/larva, constituyéndose estos estadios en buenas productoras de virus para formulaciones de insecticidas biológicos. Se propone, por tanto, el empleo del SfVPN como una buena alternativa para el control de *Spodoptera frugiperda*.

Palabras Claves: Control biológico, Baculovirus-SfVPN, cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda*, *Zea mays*, cuerpos de inclusión, larvas.

ABSTRACT

In order to identify an alternative to chemical control of “fall armyworm” *Spodoptera frugiperda*, the principal pest of corn crops (*Zea mays*), baculovirus SfNPV (*Spodoptera frugiperda* nuclear polydrosis virus) was examined as a possible biological control agent. After infection of 3rd instar larvae, it was determined that the mean Lethal Dose (DL₅₀) was 49,653 inclusion bodies (IB)/larvae and the mean time before death of 50% the larvae (TL₅₀) was 6.5 ± 0.5 days. Surviving 5th instar larvae

-
- 1 Biólogo. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. IIAP/PBIO Apartado 784, Iquitos, Peru. E-mail: pbio@iiap.org.pe
 - 2 Doctor en Virología. Instituto de Investigaciones para el Desarrollo (IRD-Francia) E-mail: jzeddam@yahoo.com
 - 3 Microbiólogo, M.Sc. Dpto. de Microbiología. Univ. Nac. de la Amazonía Peruana. (UNAP)

contained 5.4×10^8 (IB)/larvae whereas surviving 6th instar larvae contained 7.3×10^8 (IB)/larvae. Therefore, the employment of SfNPV is proposed as a good alternative control method of pest *Spodoptera frugiperda*.

Key words: Biological control, Baculovirus-SfVPN, fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*, *Zea mays*, Inclusion bodies, Larvae

1. INTRODUCCIÓN

El “maíz”, *Zea mays* L, es un cultivo que está diseminado en todo el ámbito nacional, ocupando el 14% del área cultivada. Es un componente básico de la alimentación humana y animal (Valdiviezo y Nuñez, 1989).

En la región Loreto, el cultivo del maíz ocupa grandes extensiones de terreno, especialmente en las restingas bajas (Agronoticias, 1997). El principal problema fitosanitario de esta gramínea es la plaga comúnmente conocida como “cogollero del maíz” *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera; Noctuidae). Esta plaga ocurre en toda la etapa del crecimiento inicial de la planta, y puede reducir la producción hasta en 40% (Herrera, 1979).

El método de control comúnmente utilizado es el uso de sustancias químicas, las cuales desequilibran el ecosistema, destruyen los organismos benéficos y permiten que la plaga desarrolle poblaciones resistentes a los insecticidas (Valicente y Cruz, 1991). El Servicio Nacional de Sanidad Agraria de la Región San Martín (SENASA-SM) detectó, en 1997, en la provincia de San Martín, la presencia de un microorganismo benéfico catalogado por J. L. Zeddám como un baculovirus (Virus de Poliedrosis Nuclear-SfVPN), el cual podría ser capaz de matar al “cogollero del maíz” *Spodoptera frugiperda*, sin ocasionar daño alguno a los insectos benéficos. No es tóxico para el hombre ni contamina el medio ambiente (Agronoticias, 1997).

Los objetivos planteados en el estudio son los siguientes:

- Evaluar el baculovirus SfVPN (Virus de Poliedrosis Nuclear) como controlador biológico del cogollero del maíz
- Determinar la Dosis Letal Media (DL_{50}) del baculovirus SfVPN para larvas del 3^{er} estadio el cogollero del maíz.
- Determinar el Tiempo Letal Medio (TL_{50}) del SfVPN para larvas del 3^{er} estadio del cogollero del maíz.
- Determinar el número promedio de cuerpos de inclusión producidos en larvas del cogollero del maíz, (CI/larva) del 5^{to} y 6^{to} estadios.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo fue realizado entre julio de 1998 y agosto de 1999. La crianza masiva del cogollero del maíz se hizo en el laboratorio del Departamento de Zoología de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana -UNAP-, y los ensayos en el laboratorio del Instituto de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNAP, a una temperatura promedio de 25 °C.

Metodología

Procedencia e Identificación del Virus

El virus ha sido colectado en el distrito de Tarapoto, región San Martín, y fue identificado en el Centro Internacional de la Papa (CIP), a partir de larvas de *Spodoptera frugiperda* infectadas por el virus. La determinación ha sido hecha en base a los cuerpos de inclusión que presentan formas poliédricas características de este grupo de virus, los cuales son fácilmente observables en un microscopio compuesto (400 X), y fue confirmada mediante análisis del genoma viral.

Crianza artificial del “cogollero del maíz” *Spodoptera frugiperda*

Para la crianza se colectaron en envases de plástico 50 larvas de los últimos estadios (entre 5^{to} y 6^{to} estadios) de los maizales infestados en la localidad de Padrecocha (provincia de Maynas), ubicada geográficamente a 3° 42' 17" LS y 73° 17' 23" LO, con una altitud de 78.8 msnm, con una temperatura promedio de 29° C y 86% de humedad relativa. En el laboratorio las larvas fueron alimentadas con hojas de “higuerilla” *Ricinus comunis* L., hasta el estadio de pre-pupa. Las pupas sanas se depositaron en placas petri, para luego ser colocadas dentro de la jaula de oviposición que contenía unos floreros con hojas de “grama nudillo” *Brachiaria purpurescens* (Raddi) Henrard, los cuales servían como sustrato de oviposición. Luego, se esperó la emergencia de los adultos.

Desde la emergencia, los adultos se alimentaron con agua azucarada al 0.05%, diariamente. Los huevos se colectaron manualmente revisando cuidadosamente las hojas de los floreros. Las posturas recuperadas, se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 0.2% para reducir la introducción de patógenos en la crianza, luego, se colocaron en placas petri y se esperó la emergencia de las larvas.

Un grupo de larvas se destinaron al reciclaje de la plaga y otro grupo para la multiplicación del virus. La alimentación de las larvas se hizo con “higuerillas”, previamente desinfectadas con hipoclorito de sodio al 0.2%.

La identificación de la plaga se realizó en el Centro de Control Biológico (CCB) Ate Vitarte-Lima y en el Laboratorio de Entomología del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana-IIAP, mediante comparaciones de material y uso de claves taxonómicas del género *Spodoptera* (Zucchi *et al.*, 1993. Todd y Poole, 1980).

Multiplicación del baculovirus (SfVPN)

Para multiplicar el baculovirus, se empleó una suspensión de SfVPN no purificada, ni cuantificada en la que se sumergió las hojas de higuerilla previamente desinfectadas, y se dejó secar a temperatura ambiente. Se colocaron en los envases rectangulares entre 50 a 100 larvas del 2^{do} y 3^{er} estadio, las cuales fueron alimentadas con las hojas portadoras del virus por espacio de 24 horas. Transcurrido este tiempo, las larvas se infectaron al ingerir el alimento infestado, luego se alimentó diariamente con hojas frescas sin infestar y se esperó de 6 a 8 días más para la recolección de las larvas muertas, las que se colocaron en tubos de ensayo para ser almacenados a temperatura de 10 °C.

Purificación del SfVPN

La purificación fue realizada en el Centro Internacional de la Papa (CIP), La Molina-Lima. Para este propósito se empleó el método descrito por Alves (1986). Se utilizaron larvas muertas por el Baculovirus, y conservadas en refrigeración. En un mortero se procedió a triturar las larvas y se homogenizó con agua destilada estéril. Se filtró para separar todas las partes gruesas del insecto (cabezas y cutícula). Este material filtrado se centrifugó a 10,000 rpm durante 60 minutos, se eliminó el sobrenadante y se conservó el sedimento que contenía los cuerpos de inclusión del SfVPN para resuspenderlo; luego, se preparó tubos con gradiente de sacarosa con concentraciones de 80%, 60% y 45%, y el sedimento viral resuspendido se agregó en los tubos de sacarosa y se centrifugó a 32,500 rpm durante 60 minutos. Pasado este tiempo, se observó diferentes bandas y se identificó una banda blanca que correspondía a la alta concentración de SfVPN, con una pipeta Pasteur se recuperó esta concentración viral y se distribuyó en tubos de centrifugación de forma proporcional para ser diluida tres a cuatro veces su volumen con agua destilada. Luego, se mezcló para uniformizar y se volvió a centrifugar a 10,000 rpm por espacio de 60 minutos, se quitó el sobrenadante y el virus purificado quedó sedimentado, posteriormente, se colocó en microtubos con agua destilada para ser almacenados a una temperatura de 20° C hasta su utilización.

Determinación de la Dosis Letal Media (DL_{50}) y el Tiempo Letal Medio (TL_{50})

Se utilizó una suspensión purificada de SfVPN y se contaron los cuerpos de inclusión. Empleando la cámara de Neubauer se contaron los poliedros presentes en sólo cinco cuadrados secundarios de los 25 que contiene el cuadrado primario central (CPC), se sumó los poliedros de los 5 cuadrados y se multiplicó por 50,000 para obtener el resultado del número de cuerpos de inclusión por centímetro cúbico. Este dato se transformó mediante el cálculo del número de poliedros en el volumen que se proporcionó a cada larva sometida a tratamiento, por lo que la dosificación fue expresada en números de cuerpos de inclusión por larva (CI/larva). Una vez determinado el número de cuerpos de inclusión en la suspensión, se prepararon las diferentes concentraciones a ensayar en la evaluación de la dosis letal media (DL_{50}), las cuales se muestran en la Tabla 1. Tanto para el testigo como para las concentraciones se utilizaron 30 larvas sanas del 3^{er} estadio por ser de fácil manipuleo y mayor actividad, lo cuál aseguró una buena infectación.

La infectación se hizo en placas petri, en forma individual. Se prepararon pequeños discos de hojas frescas de higuierilla desinfectadas, de 5 mm de diámetro, de la parte sana del limbo, sobre el cual se puso, con una micropipeta, 2 μ l de la suspensión viral a evaluar, agitándose constantemente debido a que los poliedros sedimentan rápidamente. Se dejó secar la suspensión a temperatura ambiente, se colocaron las larvas y se taparon las placas petri. La evaluación fue diaria. Se descartó aquellas larvas que no consumieron el material tratado. Posteriormente, se les alimentó con hojas frescas de “higuierilla”. Para determinar el Tiempo Letal Medio (TL_{50}), los datos se registraron aproximadamente durante 15 días después de la infectación, período en que las larvas de los tratamientos que no morían alcanzaban a empupar. Para determinar la causa de la mortalidad se examinó, en el microscopio fotónico, la hemolinfa de las larvas muertas y sólo se consideró a las que murieron por acción del virus.

Estimación del número promedio de cuerpos de inclusión (CI) producidos en larvas infectadas

Se procedió a separar en un tubo de ensayo 80 larvas del 5^{to} estadio y en otro tubo otras 80 larvas del 6^{to} estadio, de forma independiente, luego se trituró y homogenizó las larvas muertas, con ayuda de una micropipeta de 100 μ l se realizó las diluciones y en la cámara de Neubauer se determinó la cantidad promedio de cuerpos de inclusión por larva.

Análisis estadístico

En el análisis estadístico se utilizó la mortalidad corregida por la fórmula de Abbott (WHO, 1975).

$$P_c = \frac{(P_o - P_t \times 100)}{100 - P_t}$$

Donde:

- P_c = Porcentaje de mortalidad corregida.
 P_o = Porcentaje de mortalidad observada.
 P_t = Porcentaje de mortalidad en el testigo.

En las pruebas de mortalidad para el análisis de varianza, así como la prueba de significancia de Bonferonni del Tiempo Letal Medio (TL_{50}) para las larvas del 3^{er} estadio, los datos originales del número de larvas muertas se homogenizaron por extrapolación; estos análisis se determinaron utilizando el programa estadístico SAS System, en versión 8.0. El cálculo de la regresión dosis-mortalidad, así como los estimados de los límites de confianza, se realizaron de acuerdo al análisis Probit, usando los programas MSTATC y ANALYSE de la dosis letal media (DL_{50}), en versión 4.3.

3. RESULTADOS

Identificación del virus

Fue identificado como un Virus de Poliedrosis Nuclear (Genoma de los Poliedrovirus; familia de los Baculoviridae. (Murphy *et al.*, 1995), sobre larvas del “cogollero del maíz” *Spodoptera frugiperda*, bautizado como **SfVPN** (Zeddám, 1998), constituyéndose en el primer reporte para la Amazonía peruana.

Multiplicación del SfVPN

Se observaron síntomas de la enfermedad en las larvas sometidas al experimento, con inapetencia desde el segundo día de la infección. Posteriormente, se presentó pérdida de movimiento, disminución de la tasa de alimentación y su coloración se hizo más clara, adquiriendo un color marrón oscuro al final de la enfermedad. Las larvas muertas quedaban adheridas, con sus pseudópodos, a las hojas de higuierillas y las que morían en la parte superior del envase, se adherían a la tapa del recipiente e inclinaban su cabeza hacia abajo. Después de su muerte se procedió a su recolección. Pasadas las 24 horas, su epitelio se tornaba frágil y se rompía con facilidad, liberando un líquido lechoso (Figura 1), siendo difícil recolectarlas completas. Al observar este líquido lechoso (hemolinfa) al microscopio fotónico se comprobó la presencia de millares de cuerpos de inclusión de los virus (Figura 2).

Análisis de los datos de la mortalidad después de la infección

Determinación de la dosis letal media DL_{50} .

La Tabla 1 muestra las diferentes cantidades de cuerpos de inclusión de SfVPN utilizados en cada dosis, la mortalidad observada en larvas y la mortalidad en el testigo para calcular, utilizando la fórmula de Abbott para el cálculo de la mortalidad corregida. Se observa que a medida que aumenta la concentración de las dosis las mortalidades también se incrementan en cada dosis evaluada, alcanzándose en la dosis sexta (6' 400 000) un 100% de mortalidad.

Tabla 1. Mortalidad de larvas de 3^{er} estadio del “cogollero del maíz” *Spodoptera frugiperda* infectadas con diferentes dosis del SfVPN, en condiciones de laboratorio. Iquitos 1999.

Dosis (CI/larva)	Nº de Larvas Evaluadas	Nº de Larvas muertas con SfVPN	Mortalidad en el Testigo	% de Mortalidad Corregida
64	28	3	0	11
640	30	4	2	7
6 400	27	5	3	9
64 000	29	9	2	26
640 000	28	24	3	84
6'400 000	30	30	4	100

El programa Probit no considera los ensayos con 0 ó 100% de mortalidad, por lo que sólo se consideran cinco ensayos en la regresión lineal Dosis-Mortalidad (Figura 1). La ecuación $Y = 1.91391 + (0.65718 X)$, se usa para determinar una DL_{50} de 49,653 poliedros por larva (Tabla 2).

Figura 1. Línea de Regresión dosis-mortalidad para larvas del cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* infectadas con SfVPN

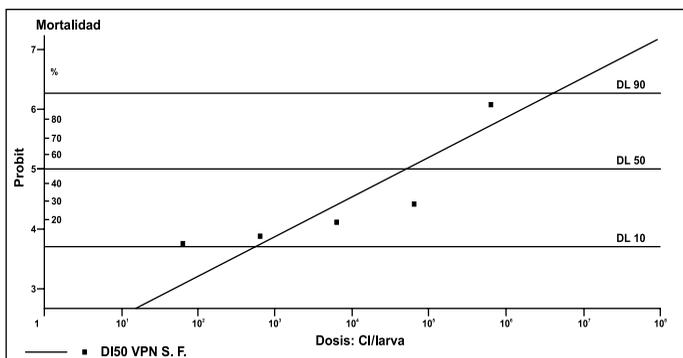


Tabla 2. Resultados del análisis Probit determinando las DL_{10} , DL_{50} y DL_{90} del SfVPN sobre larvas del “cogollero del maíz” *Spodoptera frugiperda*. Iquitos 1999.

Dosis Letal (CI/larva)	Dosis (CI/Larva)	Límite Inferior	Límite Superior
DL_{90}	4 426 855	1 061 642	18 459 181
DL_{50}	49 653	22 107	111 521
DL_{10}	556	148	2 088

En la Tabla 2 se muestra el valor de la DL_{50} con sus respectivos intervalos de confianza; se incluye, además, los datos acerca de la DL_{90} y DL_{10} .

Tiempo Letal Medio (TL_{50})

En la Tabla 3, se muestra el análisis de varianza del tiempo letal medio (días) de las larvas del 3^{er} estadio del “cogollero del maíz” *Spodoptera frugiperda* infectadas con diferentes dosis del virus SfVPN, la misma que expresa diferencia significativa ($P=0.05$ y $Fc=120.49$ y $Ft=1.35$) para la fuente de variación del tratamiento.

Tabla 3. Análisis de varianza del tiempo letal medio (días) de larvas del 3^{er} estadio del “cogollero del maíz” *Spodoptera frugiperda* infectadas con diferentes dosis del virus SfVPN.

F. de V.	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft (0.05)
Tratamientos	89	1310.64	14.73	120.49**	1.35
Error	90	11	0.12		
Total	179	1321.64			

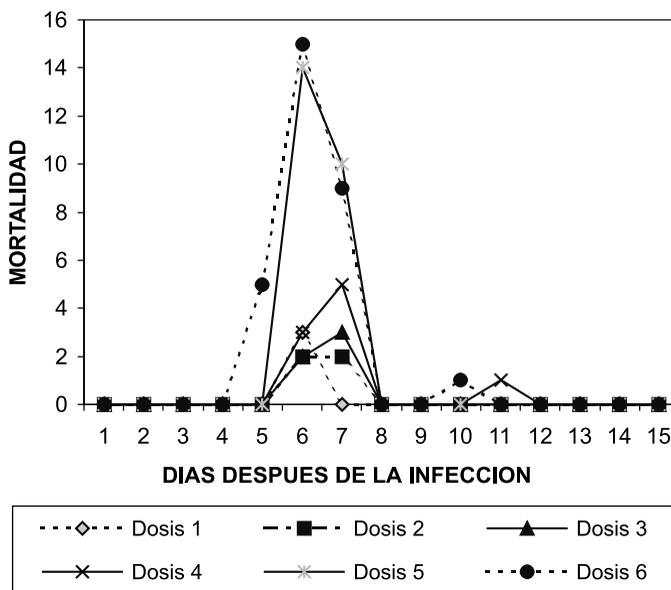
Leyenda: F. de V.: Fuente de Variación; G.L.: Grados de Libertad; S.C.: Suma de Cuadrados; C.M.: Cuadrado Medio; Fc: F Calculado; Ft: F Tabulado.

Tabla 4. Prueba de significación de Bonferroni del tiempo letal medio (días) de larvas del 3^{er} estadio del “cogollero del maíz” *Spodoptera frugiperda* infectadas con diferentes dosis del virus SfVPN.

Día	Promedio de muertos	Significación
6	6.42	A
7	5.08	B
5	0.75	C
8	0.17	D
11	0.17	D
10	0.08	D

La Tabla 4 muestra la discrepancia estadística en el cuál la máxima mortalidad ocurrió el sexto día con un promedio de 6.42 muertos (significación A), seguido del séptimo día con promedio de 5.08 muertos (significación B), además también hubo significancia (C) al quinto día con un promedio de 0.75 muertos, siendo esto superior a los demás días en las que hubo mortalidad (significación D).

Figura 2. Tiempo Letal Medio (días) de larvas del 3^{er} estadio del “cogollero del maíz” *Spodoptera frugiperda* infectadas con diferentes dosis de SfVPN



La Figura 2 muestra el tiempo en días que las larvas del 3^{er} estadio del “cogollero del maíz” *Spodoptera frugiperda* tardan en morir después de ingerir el virus. Se aprecia que la mortalidad comienza a partir del quinto día de la infección y en los días 6 y 7 ocurre la máxima mortalidad entre todas las dosis. Se observa, además, que en las dosis 5 y 6 existe las mayores mortalidades en comparación con las demás dosis.

Determinación del número promedio de cuerpos de inclusión por larva

La Tabla 5 muestra la cantidad promedio de poliedros que contienen las larvas del 5^{to} y 6^{to} estadio. Aunque la larva de mayor estadio contiene la mayor cantidad de cuerpos de inclusión, su rango no es muy amplio con respecto a la de 5^{to} estadio, siendo las larvas de 5^{to} y 6^{to} estadio buenas productoras del SfVPN a efecto de ser utilizadas en formulaciones de insecticidas biológicos.

Tabla 5. Estimación del número promedio de cuerpos de inclusión (CI) de SfVPN por larva de 5^o y 6^o estadio del “cogollero del maíz” *Spodoptera frugiperda*. Iquitos 1999.

Especie	Estadio	Promedio de cuerpos de inclusión por larva
<i>Spodoptera frugiperda</i>	Larva V	5.4 x 10 ⁸
<i>Spodoptera frugiperda</i>	Larva VI	7.3 x 10 ⁸

4. DISCUSIÓN

Durante el estudio, el Virus de Poliedrosis Nuclear (SfVPN) aislado de larvas del cogollero del maíz, ha demostrado ser un patógeno muy eficiente para provocar alta mortalidad en las poblaciones larvales de este insecto. En todas las infecciones realizadas para su multiplicación se obtuvo una mortalidad de 100%. Estos resultados son similares a los informes de Luna (1996), quien estudió un VPN del “gusano ejército” *Spodoptera eridania*, y son parecidos a los encontrados por Valicente y Cruz (1991), quienes estudiaron un VPN del “cogollero del maíz” *Spodoptera frugiperda*, con una mortalidad mayor de 96%.

La infección se realizó en larvas del 3^{er} estadio, que es un método estandarizado que permite comparaciones con los trabajos de otros autores (Valicente y Cruz, 1991). Las larvas en esta edad son lo suficientemente grandes como para ser manipuladas, sin implicar significativo riesgo de mortalidad por esta causa. Sin embargo, el virus podrá actuar antes de la pupación del insecto (Luna, 1996).

El tiempo letal medio es parecido al Virus de Poliedrosis Nuclear brasilero, aislado de una larva del cogollero del maíz encontrado en la Región de Sete Lagoas MG, Brasil; cuyos estudios indican un periodo letal promedio de 5 a 7 días después que la larva ingiere el virus (Valicente y Cruz, 1991).

Tal ocurrencia se da de manera muy parecida al virus empleado por Luna (1996), que indica que el Virus de Poliedrosis Nuclear (SpocVPN) es capaz de matar a larvas del 3^{er} estadio del “gusano ejército”, en un periodo de 6 a 8 días. Los síntomas que mostraron las larvas sometidas a los tratamientos han sido típicos a los que producen las enfermedades vírales por VPN (pérdida de movimiento, pérdida de apetito, cambio de coloración, inclinación de la cabeza al morir y ruptura del tegumento), tal como lo indican Cisneros (1995) y Luna (1996).

Los resultados obtenidos de la DL_{50} son más elevados que los encontrados por Klein y Podoler (1978), que indican una DL_{50} de 25 800 CI/larva, para larvas de 3^{er} estadio del “gusano ejército”, siendo la dosis empleada más elevada en comparación con la utilizada por Valicente y Cruz (1991), quienes obtuvieron una mortalidad de 96% en larvas de 6 días de edad (3^{er} estadio) del “cogollero del maíz” con una dosificación de 4×10^5 CI/larva. El detalle por la que la DL_{50} encontrada fuera más elevada que los informados por estos autores sería debido al sustrato usado para su alimentación, ya que podría existir una variabilidad significativa con el alimento que comían las larvas durante los experimentos, tal como lo señalan Keating *et al.*, (1988), los cuales precisan que el contenido de taninos hidrolizables y el pH de los tejidos de la hojas de la planta hospedera tienen mucha influencia sobre la mortalidad, tal es el caso que en una misma dosis de patógeno determinaron que la mortalidad aumentó cuando disminuyeron la acidez y el contenido de taninos.

De igual modo Santiago y Ortiz (1992), al infectar larvas de 3^{er} estadio del “gusano egipcio del algodón” *Spodoptera littoralis*, encontraron una DL_{50} de 20,483 CI/larva, utilizando como alimento el fréjol, sin embargo, al usar papa la DL_{50} disminuyó considerablemente a 7 530 para larvas de la misma especie y edad. En cambio, Luna (1996) encontró una DL_{50} de 80 225 CI/larva para larvas del 3^{er} estadio del “gusano ejército”, quien también utilizó como sustrato de alimentación la “higuerilla” *Ricinus communis*. Es posible que el VPN empleado sea de otra especie tal como el autor lo precisa.

Es importante indicar que en nuestro caso, el “cogollero del maíz” *Spodoptera frugiperda* es un polígrafo, siendo el maíz su planta hospedera principal, es probable que utilizando este sustrato como alimento, la DL_{50} sería menor. El número promedio de cuerpos de inclusión por larva de 5^{to} y 6^{to} estadio no es muy amplio en comparación con los encontrados por Santiago Álvarez *et al.*, (1994), los cuales indican para el “gusano de tierra” *Agrotis segetum* una cantidad de 2.64×10^{10} CI/larva en larvas de 4^{to} estadio y 7.15×10^{10} para larvas de 5^{to} estadio.

Sin embargo, estos resultados son similares a los encontrados por Luna (1996), quien informa una cantidad promedio de 5.2×10^7 CI/larva en larvas de 5^{to} y para 6^{to} estadio 7.18×10^7 CI/larva.

5. AGRADECIMIENTO

Al Dr. Guy Couturier (IRD-Francia) y al Dr. Jeff Ryan (WALTER REED ARMY INSTITUTE RESEARCH-USA) por el financiamiento del presente trabajo de investigación, al Ing. Luis Valdivieso, Blga M. Sc. Elizabeth Núñez e Ing. Hilda Gomez del Centro de Control Biológico (CCB-SENASA) por el apoyo brindado, al Dr. Luis Mori del Departamento de Hidrobiología (FCB-UNAP) por las tomas fotográficas, y especialmente a la Dra. Amy Morrinson (University of California-AT DAVIS) por los comentarios realizados en el artículo y por todo el apoyo logístico prestado en el presente trabajo.

6. BIBLIOGRAFÍA

- ALVES, S. 1986. Controle microbiano de insetos. Ed. Manole Ltda. Brasil. 407 pp.
- AGRONOTICIAS. 1997. No descuidar la producción. Revista para el desarrollo. Edición No. 213. 90 pp.
- CENTRO DE CONTROL BIOLÓGICO, 1995. Crianza artificial de *Spodoptera frugiperda*. Guía práctica de capacitación. Lima -Perú. 4 pp.
- CISNEROS, F. 1995. Control de plagas agrícolas. Lima. Perú. 313 pp.
- HERRERA, A. J. 1979. Principales Plagas del Maíz. Boletín Especial de la Dirección de Agricultura y Ganadería del Perú. 10 pp.
- KEATING, S.; YENDAL, W.; SCHULTZ, J. C. 1988. Relationship between susceptibility of gypsy moth larvae (Lep.: Lymantriidae) to a baculovirus and host plant foliage constituents. Environm. Entomol. 17 (6): 952 – 958.
- KLEIN, M.; PODOLER, H. 1978. Studies on the application of a nuclear polyhedrosis virus to control populations of the Egyptian cottonworm, *Spodoptera littoralis*. J. Invertebr. Pathol. 32: 244 – 248.
- LUNA, J. 1996. Caracterización de un virus de poliedrosis nuclear (VPN) sobre larvas de *Spodoptera eridanea* Cramer y *Spodoptera ochrea* Hampson, en camote, tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo, Lima - La Molina. 120 pp.

- MURPHY, F. A.; FAUQUET, C. M.; BISHOP, D. H. L.; GHABRIAL, S. A.; MARTELLI, G. P.; MAYO, M. A.; SUMMERS, M. D. 1995. Sixth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses (eds) Archives of Virology/Supplement 10. Springer Verlag. New York. 586 pp.
- SANTIAGO-ALVAREZ, B. C.; ORTIZ-GARCIA, R. 1992. The influence of host plant on the susceptibility of *Spodoptera littoralis* (Boisd). (Lep.: Noctuidae) larvae to *Spodoptera littoralis* NPV (Baculoviridae: Baculovirus). J. Appl. Ent. 114: 124 – 130.
- SANTIAGO-ALVAREZ, B. C.; VARGAS-OSUNA, E.; GONZALES, M.; ALDEBIS H. K. 1994. Influencia de sexo de las larvas hospedantes en la producción in vivo de baculovirus. Investigación agraria, producción y protección de vegetales. Fuera de serie N° 2. 26 pp.
- TODD, E. L.; POOLE, R. W. 1980. Keys and illustrations for the Armyworm Moths of the Noctuid Genus *Spodoptera* Gueneé from the western hemisphere. Annals of the Entomological Society of America. 73: 722-738
- VALICENTE, F.; CRUZ, I. 1991. Controle Biológico da Lagarta do Cartucho, *Spodoptera frugiperda*, com o Baculovirus. Circular Técnica No. 15. EMBRAPA. 20 pp.
- VALDIVIESO, L.; NÚÑEZ, E. 1984. Plagas del maíz y sus enemigos naturales. Boletín del Sector Agrario del Perú. 62 pp.
- WHO. 1975. Manual on practical entomology in malaria. Parte II. Genova. 191 pp.
- ZEDDAM, J. L.; LUNA, J.; CABRERA, J.; VARGAS Z.; GOMEZ, H. 1997. Aislamiento y caracterización de un virus de poliedrosis nuclear patogénico a *Spodoptera eridania*. Rev. per. Ent. 40: 63-70.
- ZUCCHI, R. A.; NETO, S. S.; NAKANO, O. 1993. Guia de identificação de Pragas Agrícolas. Piracicaba, SP: FEALQ 139 pp.

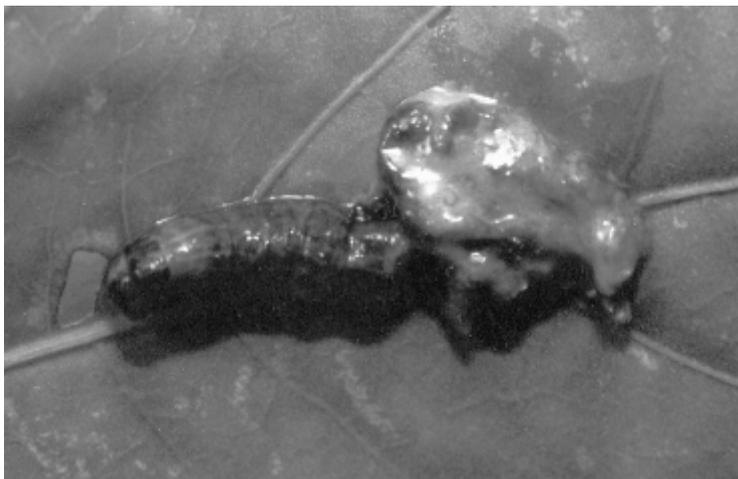


Figura 1. Ruptura de tegumento de una larva muerta del “cogollero del maíz” *Spodoptera frugiperda* liberando un líquido lechoso.

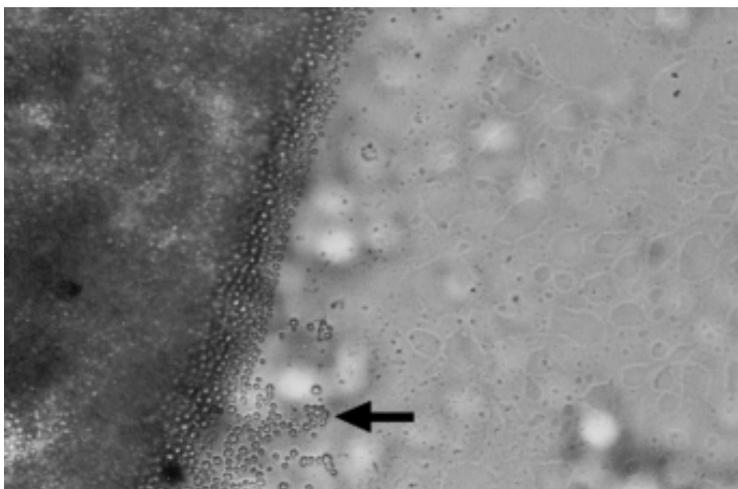


Figura 2. Hemolinfa de una larva muerta por acción del SfVPN observada al microscopio fotónico con 400X de aumento. Se observa millares de cuerpos de inclusión del virus.

EFFECTO DEL AMONIACO SOBRE EL CRECIMIENTO DE LA GAMITANA *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818)¹

Rosa Ismiño ^{2*}, Carlos Araujo-Lima ^{3**}

RESUMEN

El efecto de la concentración de amoníaco sobre el crecimiento fue probado usando soluciones acuosas con concentraciones de 0.002 (control), 0.07 y 0.46 mg/l de NH₃ y un control. Los peces fueron mantenidos en tanques de 500 litros con estas soluciones por un período de 2 meses. No se observaron efectos significativos del amoníaco sobre el crecimiento de la gamitana en este período. Se concluye que la gamitana es una especie muy tolerante y que puede ser mantenida en concentraciones de amoníaco de 0.46 mg/l sin comprometer su crecimiento.

Palabras claves: Amoníaco, crecimiento, *Colossoma macropomum*

ABSTRACT

The effect of ammonia concentration on the growth rate was tested at three levels: 0.002 (control); 0.07; 0.46 mg/l NH₃. Fish were kept in 500 liter tanks with experimental water solution for 2 months. There was no effect of ammonia concentration up to 0.46 mg/l NH₃ on the growth rate of *Colossoma macropomum*.

1. INTRODUCCIÓN

Entre los peces de agua dulce, los serrasalmidos están considerados como uno de los grupos más utilizados en acuicultura. La especie *Colossoma macropomum* fue adaptada con éxito para el cultivo en cautiverio, siendo la más indicada para el policultivo, por su capacidad para aprovechar diferentes tipos de alimentos y por su rápido crecimiento.

1 Parte de la tesis de Maestría del primer autor

2 Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Apto. postal 784. Iquitos, Perú.

3 Instituto Nacional de Pesquisas Da Amazonia (INPA) Alameda Cosme Ferreira, 1756.69083-000, Manaus, Brasil

Dentro de los productos nitrogenados, el amoníaco es el producto final del catabolismo proteico de la mayoría de los organismos acuáticos y es un contaminante común en sistemas acuáticos, pudiendo ser extremadamente tóxico para los peces especialmente en pH altos y en sistemas con alta carga orgánica (Thurston *et al.*; 1986), teniendo consecuencias negativas para el desarrollo y sobrevivencia de los peces (Jobling; 1994).

El efecto negativo de la toxicidad en organismos acuáticos es atribuido al amoníaco en su forma no ionizada (NH_3) (Wajsbrot *et al.*; 1993). Exposiciones por debajo de los niveles tóxicos de amoníaco causan degeneración de la piel, daños en las branquias y los riñones (Tomasso *et al.*, 1980), y reducción en la capacidad de transporte de hemoglobina (Sousa & Meade, 1977). El amoníaco en su forma ionizada, y no ionizada, retardan el crecimiento y causan cambios histopatológicos en diferentes órganos.

La concentración letal del amoníaco (NH_3) citada para los peces varía de 0.2 a 2 mg/l. La sensibilidad puede variar con el tamaño.

Este trabajo evalúa el impacto de la acumulación del amoníaco (NH_3) en el agua sobre el desarrollo de los peces en cultivo y su efecto en el crecimiento por un período de 60 días.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

La metodología empleada fue estática y se observó las normas citadas por Sprague (1990) para procedimientos en ecotoxicología acuática.

Animales Experimentales

Inicialmente, se seleccionaron 30 peces de 43.5 a 198 g de peso, que fueron aclimatados en tanques de fibrocemento de 500 litros de capacidad, con 350 litros de agua, por un período de 5 días. La temperatura y el pH del agua variaron entre 24.4 y 27.2 °C y de 6 y 6.9, respectivamente. Los peces recibieron alimentación en una tasa de 2 % de la biomasa por día con calidad nutricional (24.5 % de proteína). Los tanques fueron equipados con filtros biológicos y la aireación fue constante.

Tratamiento experimental

Al final del período de aclimatación, 6 tanques fueron preparados: 2 con tratamiento de control, otros 2 con bajas concentraciones de amoníaco de 0.07 mg de NH_3 mg/l, y los 2 restantes con altas concentraciones de amoníaco (0.46 mg de NH_3 mg/l). Se utilizó cloruro de amonio (NH_4CL) como tóxico. Las concentraciones experimentales fueron definidas en relación a la temperatura y pH (28 °C y 8, respectivamente). Los controles no recibieron adición de NH_4CL . Para obtener las concentraciones experimentales de NH_3 se usó 30.13 g/l y 200.87 g/l de NH_4CL para los tratamientos con bajas y altas concentraciones de amoníaco.

El estudio fue realizado en un período total de 60 días, se trabajó 5 peces por tanque. Las heces fueron sifoneadas dos veces al día. La concentración de amoníaco en los tanques tendió a aumentar debido a la excreción de los peces. Considerando el pH, la temperatura, la tasa de excreción y el volumen del tanque, la concentración de amoníaco (NH_3) sería de 0.0009 mg/l. Este aumento es inferior a 1% de la concentración experimental. La temperatura, el pH y el NH_4 fueron monitoreados diariamente con el fin de mantener las concentraciones experimentales de amoníaco (NH_3) en el sistema.

Los peces en estudio se marcaron con pequeñas cuentas en la región de la aleta dorsal después de pesarlos en la balanza electrónica, y fueron repuestos a sus respectivos tanques. Este procedimiento fue realizado al inicio y final del experimento. El crecimiento fue expresado como tasa de crecimiento específico ($\text{TCE} = \ln(\text{Peso final}) - \ln(\text{Peso inicial}) / \text{Tiempo} \times 100$). El efecto de las dos concentraciones de amoníaco sobre el crecimiento fue comparado con el tratamiento control, usando un análisis de covarianza. Como la tasa de crecimiento específica está en función de la potencia del peso del pez (Ricker, 1979; Elliot & Hurley 1995), el peso fue usado como covariable en el análisis, y la concentración de amoníaco como factor.

3. RESULTADOS

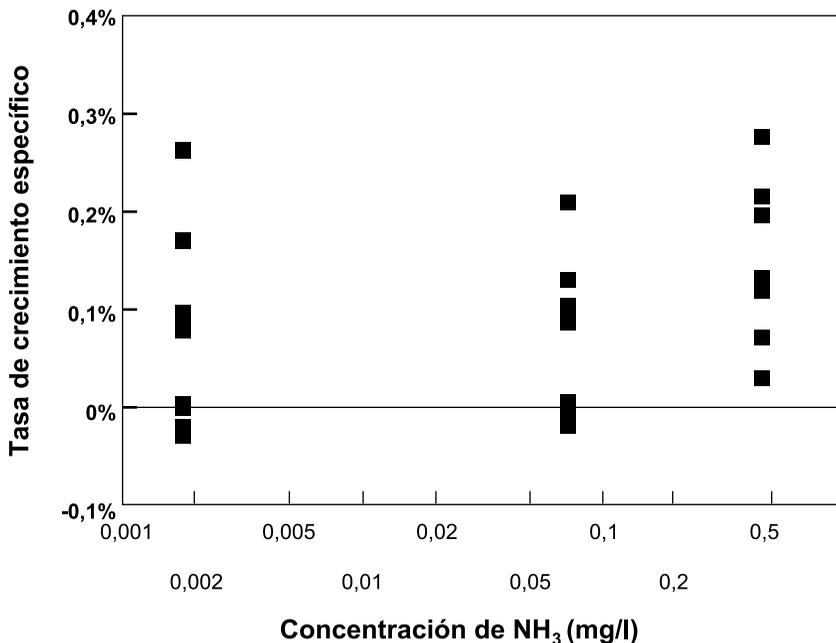
Los 6 tanques presentaron un patrón semejante en la variación de temperatura y pH (Fig. 1). La temperatura tuvo una variabilidad máxima de 2.7°C (24.5 A 27.2 ° C) con un promedio de 25.9°C (D.P=0.6). Los valores de pH variaron de 6 a 6.9. El pH alcanzo altos valores al inicio del experimento, presentando pequeñas oscilaciones. Su promedio global fue de 6.4 (d.p=0.19). La sobrevivencia en los tratamientos fue alta. En el experimento con concentraciones de 0.46 mg de NH_3 /l se registró una

mortalidad de 13% de los peces en los primeros 20 días y 6.7% en los últimos 40 días, siendo la sobrevivencia final de 80%, mientras que en el otro experimento de 0.07 mg de NH_3/l , así como en el control, no se observó mortalidad.

Colossoma macropomum mostró que su crecimiento se vio muy poco afectado cuando fue expuesto a las dos concentraciones de amoníaco en las pruebas de los 60 días, y además no fue significativamente diferente (ANOVA; $N=28$; $GL=2.2$; $F=8.87$; $p=0.11$).

Los peces en todos los tratamientos crecieron un promedio de 0.1% por día ($D.P=0.11$). Las diferencias de peso entre los peces no tuvieron interferencia significativa sobre el crecimiento (ANCOVA; $N=28$; $GL=1$; $F=26$; $p=0.37$).

Figura 1. Relación entre la tasa de crecimiento específico (%/día) y la concentración de NH_3 (mg/l) en los 3 tratamientos.



4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Valores de amoníaco (NH_3) superiores a 0.2 mg/l fueron observadas en cultivos de *Ictalurus punctatus* (Bader & Grizzle, 1992) y *Colossoma macropomum* (Merola y Pagan-Font, 1988; Zaniboni, 1995). La cantidad máxima permisible de amoníaco para peces marinos es de 0.05 mg/l de NH_3 (Wajsbrodt *et al.*, 1993). Los peces adultos son en general menos sensibles que los peces juveniles (Sprague, 1990).

Los peces parecen tener sensibilidad al amoníaco. Thurston *et al.*, (1986) observaron modificaciones en el comportamiento de *Pimephales promelas*, en concentraciones de 0.928 mg/l de NH_3 . En *Ictalurus punctatus* estas alteraciones suceden a 0.312 mg/l de NH_3 (Bader & Grizzle, 1992), mientras que en otras especies concentraciones inferiores a 0.1 mg/l NH_3 eran suficientes para causar alteraciones crónicas (Broderius *et al.*; Bulkhalter & Kaya, 1977).

En cuanto al crecimiento de algunas especies de peces, Miranda *et al.*, (1995) demostraron que *Mugil platanus* presenta una reducción significativa en el crecimiento, en concentraciones superiores a 0.054 mg/l de NH_3 e *Ictalurus punctatus* retarda el crecimiento y presenta degradación en las branquias a 0.12 mg/l (Piper *et al.*, 1982). *Solea solea* y *Scophthalmus maximus* no crecen en aguas con tenores de amoníaco (NH_3) superiores a 0.38 mg/l (Alderson, 1979), mientras que *Sparus aurata* retardo su crecimiento en 68%, expuestos a 0.47 mg/l de NH_3 (Wajsbrodt *et al.*, 1993). *Pimeplales promelas* es el más resistente al amoníaco y presenta reducción en el crecimiento a concentraciones superiores de 0.91 mg/l (Thurston *et al.*, 1986).

En el presente estudio no se detectó con claridad una inhibición del crecimiento en los peces debido a las concentraciones de amoníaco (NH_3). Los peces del tanque control donde la concentración era 0.002 mg/l crecieron en forma semejante a aquellos de los tanques con tóxicos y donde el amoníaco era por lo menos 35 veces más concentrado.

En general, el crecimiento de gamitana en todo los tanques experimentales fue bajo, siendo inferior a lo encontrado en tanques de tierra usados en piscicultura (Campos, 1994). Es posible que otros factores experimentales, que no sea amoníaco, estén interfiriendo y retardando el crecimiento de los peces. Tasas bajas de crecimiento también fueron registradas por Mori (1993), trabajando en un sistema semejante al usado en este estudio. Podría ser también que el tamaño del tanque haya afectado los resultados, en este caso, el efecto del amoníaco sobre el crecimiento podría estar disimulado.

Experimentos o situaciones donde los peces son transportados de su lugar de origen al laboratorio y las concentraciones de amoníaco en el agua sean inferiores a 0.4 mg/l NH_3 posiblemente no comprometerán la salud de los peces por períodos de 2 meses.

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que la gamitana es muy resistente al amoníaco (NH_3) estando entre las especies mas tolerantes a este tóxico.

5. BIBLIOGRAFÍA

- BADER, J.A.; GRIZZLE, J.M. (1992). Effects of ammonia on growth and survival of recently hatched channel catfish. *J. Aquatic. Animal Health*. 4, 17-23.
- BRODERIUS, S; DRUMMOND, R; FIANDT, J.; RUSSON, C. (1985). Toxicity of ammonia to early stages of small mouth bass at four ph levels. *Environ. Toxic. And chem* 4, 87-96.
- BULKHALTER, D.E.; KAYA, C. M. (1977). Effects of prolonged exposure to ammonia on fertilized eggs and sac fry of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Trans. Am. Fish. Soc.* 106,470-475.
- CAMPOS, B. L. (1994). The culture of gamitana (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818) in Latin American. Master's thesis, Southern Illinois University (Carbondale).
- ELLIOTT, J.M.; HURLEY, M. A. (1995). The functional relationship between body size and growth rate in fish. *Functional Ecology* 9, 625-627.
- JOBLING, M. (1994). *Fish bioenergetics*. Chapman & Hall, London.
- MEROLA, N.; PAGÁN-FONT, F. (1988). Pond culture of the Amazon fish tambaqui, *Colossoma macropomum*: A pilot study. *Aquaculture Engineering* 7, 113-125.
- MIRANDA-FILHO, K. C; WASIELESKY-JR, W.; MAÇADA, A. P. (1995). Efeito da amônia e nitrito no crescimento da tainha *Mugil platanus* (Pisces, Mugilidae). *Revista Brasileira de Biologia* 55, 45-50.

- MORI, L. A. (1993). Estudo da possibilidade de substituição do fubá de milho (*Zea mays*) pôr farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*), em rações de alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*) Disertação de mestrado INPA/FUA.
- PIPER, R. G; MCELWAIN, I. B; OLME, L. E; MCCRAREN, J. P; FOWLER, L. G.; LEONARD, J. R. (1982). *Fish hatchery management*. United States Departament of the Interior. Fish and Wildlife Service, Washington.
- SOUSA, R. J.; MEADE, T. L. (1977). Influence of ammonia on the oxygen delivery system of coho salmon hemoglobin. *Comparative Biochemistry and Physiology* 58, 23-58.
- SPRAGUE, J. B. (1990). Aquatic toxicology. In *Methods for fish biology*, pp. 491-527. American Fisheries Society, Bethesda.
- THURSTON, R. V; RUSSO, R. C; MEYN, E. L; ZAJDEL, R. K.; SMITH, C. E. (1986). Chronic Toxicity of Ammonia to Fathead Minnows. *Transactions of the American Fisheries Society*. 115, 196-207.
- TOMASSO, J. R; GOUDIE, C. A; SIMCO, B. A.; DAVIS, K. B. (1980). Effects of enviromental pH and calcium on ammonia toxicity in channel catfish. *Transactions of American Fisheries Society*. 109, 229-234.
- WAJSBROT, N; GASITH, A; DIAMANT, A.M.; POPPER, M, D. (1993). Chronic toxicity of ammonia to juvenile gilthead seabream *Sparus aurata* and related histopatological effects. *Journal of Fish Biology*. 42, 321-328.
- WOOD, C. M. (1993). Ammonia and Urea Metabolism and Excretion. In the *Physiology of fishes* (ed. D. H. Evans), pp. 379-419. CRC Press Inc; Boca Ranton.
- ZANIBONI FILHO (1992). Incubação, larvicultura e alevinagem do tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818), tese de doutorado, UFSC, SP.

**EFFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA EN EL
CRECIMIENTO DE *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818)
“PACO” EN ESTANQUES SEMINATURALES DE PUCALLPA**

Sonia Deza¹, Socorro Quiroz², Mariano Rebaza¹, Carmela Rebaza¹

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue determinar la densidad de siembra adecuada para *Piaractus brachypomus*, “paco”. Se utilizó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar utilizando una matriz $W=3 \times 3$. Los tratamientos utilizados fueron T 1: 5 000 peces $ha^{-1} \times 3$, T 2: 10 000 peces $ha^{-1} \times 3$, T 3: 15 000 peces $ha^{-1} \times 3$. Se sembraron un total de 744 alevinos de “paco” obtenidos por reproducción artificial con longitud y peso promedio inicial de 8.5 cm y 10.4 g, respectivamente. El alimento utilizado fue balanceado con 33% de proteína bruta. La tasa de alimentación inicial y final fue del 10% y 2.5% de la biomasa, respectivamente. Los resultados obtenidos no muestran diferencias significativas en longitud, peso, tasa de crecimiento específico, factor de conversión de alimento, eficiencia alimenticia y factor de condición entre tratamientos. Al incrementar la densidad de siembra, el rendimiento ($k \ ha^{-1}$) se incrementó significativamente.

Palabras clave: Densidades, crecimiento, paco, *Piaractus brachypomus*.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the appropriate culture density in *Piaractus brachypomus* “paco”. The experimental design of randomized blocks with a $W=3 \times 3$ matrix, was used. The treatments were T1: 5 000 fish $ha^{-1} \times 3$, T2: 10 000 fish $ha^{-1} \times 3$, T3: 15 000 fish $ha^{-1} \times 3$. 744 alevines of “paco”, obtained by artificial reproduction, with initial average longitude and weight of 8.5 cm and 10.4 g, respectively, were used. The food was balanced with 33% of gross protein. The beginning and ending feeding rate was 10% to 2.5% of the biomass, respectively.

1 Biólogos pesqueros del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana- IIAP. Programa de Ecosistemas Acuáticos. Centro Regional de Investigaciones de Ucayali. km 12.4 de la Carretera Federico Basadre. Telefax: 061-573732. E-mail: iiapu@terra.com.pe. Pucallpa - Perú.

2 Tesista de la Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ciencias Biológicas, San Martín 380. Telefax 044 235841-Aptdo 315. E-mail: biologic@chanchan.unitru.edu.pe. Trujillo - Perú.

The obtained results do not show significant differences in longitude, weight, rate of specific growth, factor of food conversion, nutritive efficiency and condition factor among treatments. When increasing the density, the yield ($k\ ha^{-1}$) increased significantly.

Key words: Density, growth, paco, *Piaractus brachypomus*.

1. INTRODUCCIÓN

La piscicultura es una actividad productiva relativamente reciente en la Amazonía peruana. Desde su inicio hasta hace unos cinco años se practicó en forma limitada, principalmente a nivel familiar, y durante los últimos años ha tenido un desarrollo acelerado, debido fundamentalmente a los avances obtenidos en el proceso de producción de alevinos de especies nativas como *Colossoma macropomum* “gamitana” y *Piaractus brachypomus* “paco” (Reyes, 1998). Desde entonces, el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) ha generado tecnologías para la crianza de especies como *Colossoma macropomum* “gamitana”, *Piaractus brachypomus* “paco” y *Prochilodus nigricans* “boquichico”. Estas especies han sido priorizadas teniendo en cuenta su rusticidad, adaptación al cultivo, excelente tasas de crecimiento y conversión alimenticia, y por aceptar muy bien el alimento balanceado, permitiendo prever que estas especies cultivadas en estanques, serán en los próximos años la base de gran parte de la producción acuícola de la región Ucayali (Rebaza, *et al.*, 1999).

En 1993, el Perú reportó la producción de pescado de especies amazónicas producidas en cautiverio, correspondiendo 58 tm a gamitana, 20 tm a paco y 10 tm a boquichico. Estos niveles de producción actualmente se han incrementado, debido a que las técnicas de cultivo artesanal que se practicaban han experimentado una notable expansión y diversificación que tienden alcanzar el nivel comercial (Reyes, 1998). En la región Ucayali, se ha alcanzado para el año 1999 una producción total de 59 074 tm (DIRESEPE, 1999).

Trabajos relacionados a densidades de siembra en “paco” son escasos, Lovshin *et al.*, (1974), realizaron estudios preliminares en esta especie, utilizando una densidad de 2 632 peces ha^{-1} , obteniendo pesos promedios finales de 0.99 k en 360 días de cultivo con una dieta de 29% de proteína; cuando incrementaron la densidad a 4 400 peces ha^{-1} y el nivel de proteína de la dieta a 35%, el rendimiento que obtuvieron fue de 4 605 k ha^{-1} . Da Silva *et al.*, (1978), encontraron mejores rendimientos para esta especie a una densidad de carga de 5 000 peces ha^{-1} . Estevez (1995), utilizando una

densidad de siembra de 0.15 peces m⁻² obtuvo peces de 1 k de peso en 174 días de cultivo, utilizando como alimento concentrado para pollos. Alcántara & Padilla (1998), demostraron la ausencia de diferencias significativas entre densidades de 3 000 y 4 000 peces ha⁻¹.

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de la densidad de siembra en el crecimiento de "paco" para lograr una alta producción de este importante recurso hidrobiológico.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar experimental

El presente estudio fue realizado de abril a diciembre de 1999, en la estación experimental del IIAP-Ucayali, ubicado a la margen derecha de la Carretera Federico Basadre, a 12.4 km de la ciudad de Pucallpa, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali. Geográficamente está ubicada a 8° 22' 31" de latitud sur y 74° 34' 35" de longitud oeste, a una altitud de 154 msnm. El clima es cálido húmedo, con temperaturas promedios anuales de 26°C y precipitación promedio de 1 780 mm al año.

Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar (Arroyo, 1984), con tres tratamientos y tres repeticiones cada uno, correspondiendo a una matriz W=3*3.

T 1 : 5 000 peces ha⁻¹ x 3

T 2 : 10 000 peces ha⁻¹ x 3

T 3 : 15 000 peces ha⁻¹ x 3

Variables evaluadas

1. Longitud total (cm)
2. Peso (g)
3. Tasa de crecimiento específico (G)
$$G = \frac{\ln(\text{peso final}) - \ln(\text{peso inicial})}{\text{período (días)}} \times 100$$

(Ricker, 1975 citado por Silva *et al*, 1997)

4. Factor de conversión de alimento (F.C.A.)
$$\text{F.C.A.} = \frac{\text{Alimento balanceado seco ofrecido}}{\text{Peso húmedo ganado}}$$
(Martínez, 1987)
5. Eficiencia alimenticia (E.A.)
$$\text{E.A.} = \frac{\text{Peso húmedo ganado}}{\text{Alimento seco ofrecido}} \times 100$$
(Martínez, 1987)
6. Factor de condición (K)
$$K = \frac{P}{L^3} \times 100$$
(Lagler, 1996 y Ricker, 1971 citado por Martínez, 1987)
7. Tasa de sobrevivencia, (%)
8. Rendimiento ($k \text{ ha}^{-1}$)
9. Análisis económico de los costos de producción unitario por k de carne para cada uno de los tratamientos y del punto de equilibrio. Para el análisis de rentabilidad se consideró los indicadores económicos: TIR (Tasa Interna de Retorno) y VAN (Valor Actual Neto). Para el cálculo de estos indicadores se realizó un flujo de caja para cada uno de los tratamientos, considerando los siguientes supuestos:
 - Considera un horizonte de cinco años, suponiendo que un productor puede trabajar durante cinco años sin necesidad de hacerle mejoras al estanque.
 - La inversión en estanque y equipo se realiza en el año cero, es decir, antes de iniciar la operación.
 - Los ingresos son producto de la venta del pescado y en cada uno de los cinco años va a tener el mismo rendimiento. También es considerado como ingreso, en el quinto año, el valor de la inversión del estanque menos lo que se ha cargado como depreciación en los cinco años de operación, es decir, se considera un valor de recuperación suponiendo que el productor después del quinto año puede vender su estanque a ese precio.
 - Como egresos de dinero se suponen los costos de operación que se han calculado anualmente.

Infraestructura piscícola

El experimento se desarrolló en 3 estanques seminaturales, de forma rectangular con profundidades promedios de 1 a 1.20 m, utilizándose un área total de 744 m² de espejo de agua. Estos estanques fueron divididos en 9 unidades experimentales, los cuales, a su vez, fueron debidamente preparados, realizándose el vaciado total. Luego, fueron encalados con cal agrícola en una proporción de 1 500 k ha⁻¹ con la finalidad de corregir el pH del agua y además como medida profiláctica. El llenado se hizo con agua proveniente de un pozo tubular de 25 m de profundidad. Para el fertilizado se utilizó abono orgánico, de tipo gallinaza, en una proporción de 1 500 k ha⁻¹

Material biológico

Se trabajó con 744 alevinos de *Piaractus brachypomus* "paco" que fueron obtenidos por reproducción artificial en el IIAP-Ucayali, con longitudes y pesos promedios iniciales de 8.5 cm y 10.4 g. Los registros biométricos se realizaron mensualmente. El tamaño de la muestra evaluada fue el 25% del total de la población sembrada por cada tratamiento. Los registros mensuales de incrementos de peso sirvieron para la corrección mensual de la tasa de alimentación.

Alimentación de los peces

Se utilizó una dieta balanceada peletizada con 33% de proteína bruta, elaborada con harina de pescado, torta de soya como fuentes de proteína, maíz molido y polvillo de arroz, como fuentes de energía. La frecuencia de alimentación fue diaria, y la tasa de alimentación inicial y final fue de 10% y 2.5%, respectivamente.

Control de la calidad del agua

Se obtuvo información sobre la calidad del agua de las unidades experimentales, determinándose los parámetros físicos: temperatura ambiental y del agua, la transparencia; los parámetros químicos: oxígeno disuelto en mg l⁻¹, anhídrido carbónico libre en mg l⁻¹ y total en meq l⁻¹, alcalinidad en mg l⁻¹, dureza total en mg l⁻¹ y finalmente el pH del agua. La metodología para los análisis químicos del agua se hizo según Fukushima *et al.*, (1982).

Durante la época de verano se realizaron recambios de 50% del nivel de agua, después de cada muestreo.

Procesamiento estadístico

El nivel de significancia entre tratamientos se determinó aplicando el análisis de medias ($p < 0.05$), a través de la prueba de Duncan. El análisis de varianza y de medias de las variables estudiadas fueron procesadas por el paquete estadístico S.A.S. (Science Analysis Statistics) .

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos indicaron que en las variables de longitud y peso final alcanzados por los peces no mostraron diferencias significativas entre tratamientos a nivel de varianza, ni a nivel del comparativo de medias (Tabla 1). No obstante, el tratamiento 5 000 peces ha^{-1} muestra un ligero incremento en comparación con los otros dos, y los pesos alcanzados a esta densidad corresponde a pesos comerciales que tienen gran aceptación en los mercados locales. Ferrari y Bernardino (1984), reportan iguales resultados con la especie *Piaractus mesopotamicus*, a densidades de 5 000 y 10 000 peces ha^{-1} sin encontrar diferencias significativas en longitud y peso. Según los resultados observamos que el incremento de la densidad de siembra retarda el crecimiento en los peces, como consecuencia hay crecimiento lento. Al respecto Reyes (1998), indica que la densidad de siembra de los peces afecta el crecimiento de los peces en proporción inversa, es decir, que si se incrementa la densidad se reduce la tasa de crecimiento específico, entonces, los peces tardarán más tiempo en alcanzar el peso comercial.

Tabla 1. Longitud y peso promedio final de *Piaractus brachyomus* “paco” sembrados a tres densidades en 240 días de cultivo.

Tratamientos (peces xha^{-1})	Longitud total	Peso
5 000	28.33 a*	505.70 a*
10 000	27.83 a	457.23 a
15000	26.67 a	420.00 a
C.V.	3.65%	10.57%
R ²	0.97	0.94

* Letras iguales no presentan diferencias significativas: Duncan ($p < 0.05$)

La tasa de crecimiento específico es mayor en el tratamiento 5 000 peces ha⁻¹ en comparación con los otros dos (Tabla 2). El tratamiento 15 000 peces ha⁻¹ presentó una tasa de crecimiento específico por debajo de los otros (1.54% g día⁻¹). Del análisis de varianza y del comparativo de medias se obtuvo que no había diferencia significativa entre tratamientos. Estos resultados coinciden con los encontrados por Ferrari y Bernardino (1984), al trabajar con dos densidades de 5 000 y 10 000 peces ha⁻¹, no encontrándose diferencias significativas entre tratamientos.

El factor de conversión alimenticia y la eficiencia alimenticia no tuvieron diferencias significativas estadísticamente entre tratamientos (Tabla 3). El alimento utilizado para el género *Piaractus* en diferentes trabajos en América Latina, varían del 14% al 40% de proteína bruta, con una tasa de alimentación del 2 al 5% de su biomasa, alcanzando conversiones alimenticias de 1.9 a 3.8 (Bernardino & Ferrari *et al.*, 1989). Al trabajarse en el experimento con una dieta con 33% de proteína, una tasa de alimentación inicial y final de 10% y 2.5%, se obtuvieron conversiones alimenticias de 0.54 a 3.55, siendo el tratamiento 5 000 peces ha⁻¹ el que alcanzó un valor de 1.09, el más próximo a 1 en comparación con los otros dos. Halver (1972), afirma que es muy difícil obtener valores de conversión de alimento iguales o menores que 1, pero, cuando esto ocurre, se debe considerar la cantidad de alimento natural que puede ser capturado por los peces, ya que los organismos más pequeños que hay en el estanque, como los unicelulares y los rotíferos, son un buen alimento para los peces, especialmente en la fase alevinos y juveniles. Estos alimentos naturales abastecen con los nutrientes esenciales que los peces necesitan para alcanzar su máximo crecimiento potencial (CEIA, 1999; Woynarovich & Woynarovich, 1998); es posible que esto explique los valores bajos de la conversión alimenticia.

Tabla 2. Parámetros de crecimiento para *Piaractus brachypomus* "paco" en tres densidades de siembra durante 240 días de cultivo.

Tratamientos	G (g día ⁻¹) (%)	F.C.A.	E.A. (%)	K	Sobrevivencia (%)
5 000 peces ha ⁻¹	1.62 a*	1.09 a*	92.90 a*	2.19 a*	96.9 a*
10 000 peces ha ⁻¹	1.58 a	1.26 a	81.03 a	2.07 a	91.9 a
15 000 peces ha ⁻¹	1.54 a	1.33 a	77.26 a	2.21 a	89.5 a
CV	3.64%	12.65%	10.56%	7.76%	
R ²	0.90	0.76	0.80	0.44	

G=Tasa de crecimiento específico F.C.A = Factor de conversión alimenticia.

E.A.=Eficiencia alimenticia K= Factor de condición.

* Letras iguales no presentan diferencia significativa: Duncan (p<0,05).

Tabla 3. Análisis de varianza del rendimiento (k ha^{-1}) en 240 días de cultivo.

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Cuadrado medio	Significancia
Tratamientos	2	721 596.433	**
Bloques	2	6 676 786.9948	*
Error	4	918 638.793	
Total	8		

** Altamente significativo

* Significativo

Tabla 4. Rendimiento k ha^{-1} de *Piaractus brachipomus* “paco” en tres densidades de siembra durante 240 días de cultivo.

Tratamientos	Rendimiento kg ha^{-1}
5 000 peces ha^{-1}	2 413.53 a
10 000 peces ha^{-1}	4 080.31 a b
15 000 peces ha^{-1}	5 592.30 b

Letras iguales no presentan diferencia significativa: Duncan ($p < 0.05$)

El factor de condición encontrado estuvo cercano al valor de 2, lo cual indica que la contextura del “paco” fue normal, así mismo, los valores superiores a 2 nos indican la gran capacidad y posibilidades de esta especie para desarrollar un sistema de cultivo intensivo (Martínez, 1987). En esta variable tampoco se encontró diferencias significativas entre tratamientos.

La sobrevivencia en general fue alta, resultando porcentajes de 96.9, 91.9 y 89.5% para los tres tratamientos, respectivamente. Estos resultados demuestran que el “paco” es un pez que se adapta a su ambiente y soporta densidades altas de cultivo.

En cuanto al rendimiento, se demostró que hay diferencia significativa entre tratamientos, siendo el tratamiento de 15 000 peces ha^{-1} superior a los otros dos, con rendimientos de 5 592.3 k ha^{-1} en 240 días. Con las otras dos densidades, de 10 000 y 5 000 peces ha^{-1} , se obtuvieron rendimientos de 4 080.3 y de 2 413.5 k ha^{-1} , respectivamente (Tabla 4). Al respecto CEIA (1999), indica que el rendimiento potencial máximo es más alto en aguas con mayor capacidad de carga por unidad, dado que el rendimiento aumenta, con un incremento en la densidad, cuando la tasa de crecimiento no es afectada por la población.

Tabla 5. Costos de producción anual de *Piaractus brachypomus* "paco" en tres densidades de siembra.

Concepto	5 000 peces ha ⁻¹	10 000 peces ha ⁻¹	15 000 peces ha ⁻¹
Costos fijos			
Depreciación infraestructura	867	867	867
Depreciación equipamiento	439	439	439
Costos variables	7 268	11 682	15 491
Costo total	8 574	12 988	16 797
Producción (k)	2 414	4 080	5 592
Costo unitario	3.55	3.18	3.00
Costo variable unitario	3.01	2.86	2.77
Precio (S/.)	5.00	5.00	5.00
Punto de equilibrio (k)	656.76	611.13	585.65

Tabla 6. Análisis de rentabilidad para *Piaractus brachypomus* "paco" en tres densidades de siembra.

Densidades	TIR (%)	VAN	TD (%)*
5 000 peces ha ⁻¹	13.48	(5.141)	20
10 000 peces ha ⁻¹	28.27	6.583	20
15 000 peces ha ⁻¹	42.19	17.801	20

(*) Tasa de descuento a la que se actualizó el VAN: Tasa de interés del financiamiento.

Al realizar el análisis económico, el costo unitario de producción es menor en la densidad de 15 000 peces ha⁻¹ ya que se obtiene 2.77 soles por k, mientras que en la densidad de 5 000 peces ha⁻¹ el costo fue de 3.01 soles por k (Tabla 5). El tratamiento de 15 000 peces ha⁻¹ fue el mejor, al obtenerse un TIR de 42.19%, ya que resultó ser muy superior a la tasa de interés en el mercado (20%). Este tratamiento parece ser la mejor alternativa ya que le dejaría al productor una utilidad de 17 801 nuevos soles después de recuperar todos sus gastos de inversión y operativos (Tabla 6). Con esta experiencia quedan descartados los sistemas tradicionales de cultivo que se basan en la producción a una tasa de crecimiento máximo desde el punto de vista biológico y que, sin embargo, no son buenos cuando se determina la tasa de crecimiento económicamente óptima, lo cual tiene que ver con el costo de los insumos.

Por otro lado, se afirma que el crecimiento de los peces está influenciado en gran medida por las condiciones ambientales que prevalecen en el ecosistema cerrado, tales como la temperatura, oxígeno disuelto, pH, y alimento disponible entre otros

(Reyes, 1988). Consideramos importante analizar estos aspectos para relacionarlos con el comportamiento de crecimiento de la especie en estudio. En la Tabla 7 se describen los parámetros físico-químicos del agua de los estanques experimentales.

Los valores de temperatura registrados durante el experimento, estuvieron dentro del rango óptimo considerados por Díaz & López (1989), quienes manifiestan que se obtienen mejores crecimientos con temperaturas entre 26 y 29°C. Durante el desarrollo del cultivo se registraron temperaturas mínimas de 16.6 °C y máximas de 34.3 °C, estos cambios bruscos de temperatura trajeron como consecuencia el crecimiento lento de los peces y la disminución de la tasa de crecimiento específico, en los meses en que hubo estos cambios de la temperatura del agua. Algunos autores como González & Heredia (1989), Ferrari *et al.*, (1990), Bernardino & Ferrari (1989), Woynarovich A & E. Woynarovich (1998), y Angelini & Petre (1992), afirman que las temperaturas altas o bajas pueden ocasionar estrés en los peces y reducen su crecimiento. Cuando las temperaturas bajan influyen en la alimentación, metabolismo y crecimiento de los peces, porque este parámetro está directamente ligado al consumo del alimento, esto posiblemente fue la causa de que el factor de conversión de alimento aumentara a 3.55 y la eficiencia alimenticia disminuyera a 30.43%, sin consecuencias de mortalidad en los peces.

Tabla 7. Promedios mensuales de los factores físico-químicos del agua de los estanques experimentales.

Meses	Temperatura Superficial (°C)	Oxígeno Disuelto (mg l ⁻¹)	pH	Anhidrido carbónico libre (mg l ⁻¹)	Anhidrido carbónico total (meq l ⁻¹)	Dureza Total (mg l ⁻¹)
Siembra	27.30	5.5	7.52	9.00	0.51	76.67
Mayo	27.22	4.43	6.81	8.50	0.56	34.67
Junio	26.58	3.12	6.67	14.08	0.86	38.00
Julio	25.82	2.99	6.55	11.92	0.88	51.00
Agosto	25.71	1.04	6.22	28.17	0.86	33.000
Setiembre	27.97	1.74	6.45	23.75	0.80	21.33
Octubre	27.54	1.87	6.67	34.33	0.74	24.00
Noviembre	27.78	2.91	6.52	38.83	0.73	30.27
Diciembre	28.73	3.46	6.67	26.00	0.62	28.50

En relación con el contenido de oxígeno disuelto del agua, algunos autores indican que la concentración de este parámetro debe mantenerse entre 3 y 6.5 mg l⁻¹ (Díaz & López, 1993), sin embargo, esta especie es muy resistente a aguas con bajas

concentraciones de oxígeno (1 a 3 mg l^{-1}), durante el experimento se encontraron valores mínimos hasta de 1.04 mg l^{-1} , sin embargo, no causó mortalidad de los peces.

El pH debe encontrarse entre 6.5 y 8.5 , ya que un pH más ácido o más alcalino por un largo período de tiempo, disminuirá el crecimiento de los peces (Sipaúba, 1998). Así mismo, Boyd (1996), indica que el pH está ligado estrechamente con los niveles de CO_2 , observándose altos niveles de CO_2 en tanto es bajo el pH. El pH del agua de los estanques varió de 6.22 a 7.52 , valores muy cercanos a lo que recomienda Sipaúba (1998).

Reyes (1998), menciona que en la zona de Pucallpa la dureza del agua de los estanques es baja, alcanzando valores de 16.34 mg l^{-1} , siendo los valores registrados para este parámetro ligeramente superiores; esta fluctuación se ha presentado durante el período de lluvias y de sequía, llegando a 21.33 mg l^{-1} en setiembre y 51 mg l^{-1} en julio, lo cual evidencia que la cantidad de sales minerales disminuye por efecto de las lluvias.

Es importante tener en cuenta el control de la calidad de agua al decidir el sistema de cultivo a aplicarse. Díaz *et al.*, (1993) indica que la densidad de siembra más recomendada en cultivos semi-intensivos para "cachamas" es un ejemplar m^{-2} y esta densidad se puede incrementar de 1.5 a 2 y 2.5 ejemplares para cultivos intensivos con gran exigencia en el control del recambio de agua, calidad del agua y en la alimentación artificial. Con los resultados obtenidos en el presente estudio, la densidad obtenida para "paco" puede incrementarse a 1.5 ejemplares m^{-2} teniendo en consideración los aspectos anteriormente señalados. La producción de carne de este recurso a través de la piscicultura permitirá cubrir en parte la demanda de este producto rico en proteínas y a precios al alcance del poblador.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El cultivo de "paco" a densidades de siembra de $5\ 000$ peces ha^{-1} , $10\ 000$ peces ha^{-1} y $15\ 000$ peces ha^{-1} , no muestran diferencias significativas ($p < 0.05$), en la longitud, peso, tasa de crecimiento específico, factor de conversión de alimento, eficiencia alimenticia y factor de condición. Sin embargo, en la densidad de 1.5 ejemplares m^{-2} el rendimiento de "paco" se incrementó significativamente.

Se recomienda aplicar la densidad de siembra de 1.5 ejemplares m^{-2} al sistema de cultivo actual, teniendo en consideración la calidad de agua, recambios y la alimentación.

5. AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestro agradecimiento al economista Miguel Valdivieso por su apoyo en la elaboración del análisis económico del presente estudio.

6. BIBLIOGRAFIA

- ANGELINI, R.; PETRERE Jr., M. 1992. Simulação da produção do “pacu” *Piaractus mesopotamicus* em viveiros da piscicultura. Boletín técnico. CEPTA, Pirassununga, V(5). P.41-55.
- ALCÁNTARA F.; PADILLA, P. 1998. Rendimiento de *Piaractus brachyomus* y *Colossoma macropomum* criados en estanques a distintas densidades, IIAP. Nota científica. 5p.
- ARROYO, R. 1984. Estadística aplicada a la investigación: Diseños experimentales. Instituto de investigaciones de la Amazonía Peruana. Iquitos. 160p.
- BERNARDINO, G.; FERRARI, V. 1989. Efeitos do uso de ração comercial no desempenho do pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg 1887) em cativeiro. Centro de Pesquisa e Treinamento em Acuicultura - CEPTA. Boletín Técnico. Vol (2).p. 1- 89.
- BOYD, C. 1996. Manejo de suelo y de la calidad de agua en la acuicultura de piscinas Asociación Americana de Soya.
- CALZADA, J. 1982. Métodos estadísticos para la investigación. Universidad Agraria La Molina. Edic.5ta. Edit. Milagros. Lima-Perú. P. 120-125.
- CEIA. 1999. Curso sobre el desarrollo de la piscicultura. Centro Egipcio Internacional para la Agricultura. El Cairo-Egipto.
- CEPTA. 1987. Síntesis de trabajos realizados con especies del género *Colossoma* y *Piaractus*. Pirassununga. Brasil. 37p.
- COCHRANE, T.; SÁNCHEZ, P. 1982. Recursos de tierras, suelos y su manejo en la región amazónica: Informe acerca del estado del conocimiento. En: Amazonía Investigación sobre agricultura y uso de tierra. CIAT. Cali Colombia. p. 141-218.

- CÓRDOVA, P. 1 993. Alimentación animal. Concytec. Edit. Editee del Perú S.R. Ltda. Lima-Perú. 244p.
- DA SILVA A.; CANEIRO, A.; MELO, F.; LOVSHIN, L. 1 978. Mono y policultivo intensivo de *Colossoma macropomum* y *Piaractus brachypomus*. México. 20p.
- DÍAZ G.; LÓPEZ, B. 1 993. El cultivo de la "cachama blanca" (*Piaractus brachypomus*) y de la "cachama negra" (*Colossoma macropomum*). En fundamentos de Acuicultura Continental. INPA. Colombia.
- DIRECCIÓN REGIONAL SECTORIAL DE PESQUERIA-UCAYALI (DIRESEPE). 1 999. Informe técnico.
- ESTEVEZ R. 1 995. La Cachama. Cultivo en estanques. INDERENA. Bogotá. Colombia. 30p.
- FERRARI, V.; LUCAS A.; GASPAR, L. 1 990. Monocultura de pacu *Piaractus mosopotamicus* Holmberg, 1 887 em condições de viveiro-estufa. Centro de Pesquisa e Treinamento em Aquicultura. Boletín Técnico. Vol.(3). p. 1-63
- FUKUSHIMA, M; REYES, W.; SIFUENTES, G.; SHIMOKAWA, L.; SALDAÑA, G.; CASTILLO G. 1 982. Manual de Métodos Limnológicos. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo-Perú. 250p.
- GONZÁLES, J.; HEREDIA, B. 1 989. El cultivo de la "cachama" Fondo Nacional de Investigación Agropecuaria (FONAIAP). Estación Experimental de Guárico, sub estación Guanapito. Maracay. Venezuela. 124p.
- HALVER, J. 1 972. Nutrición de peces. New York. 713p.
- LOVISHING, L.; DA SILVA, A.; CANEIRO, A.; MELO, F. 1 981. Biology and Culture Potential of *Colossoma* sp. Native to South America, Mimeo. En: Hibridación de paco, *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1 818) por gamitana, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1 818) en Iquitos-Perú. Folia Amazónica Vol. (4) 1 992.
- LOVISHING L.; DA SILVA, A.; FERNÁNDEZ, J.; SOBRINO, A. (1 974). Cultivo de *Piaractus brachypomus* y *Colossoma macropomum*. Brasil. 24p.

- MARTÍNEZ, M. 1 987. Métodos de evaluación, control y racionamiento en la alimentación práctica. Alimentación en Acuicultura, Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica. Espinoza y Labarta editores. Madrid - España. P. 295-325.
- REBAZA, C.; DEZA, S.; VILLANUEVA, C.; OLIVA, R. 1 999. Diagnóstico técnico económico de la piscicultura en las provincias de Coronel Portillo y Padre Abad de la Región Ucayali. Pucallpa-Perú 43p.
- REYES, W. 1 998. Cultivo de peces amazónicos. Revista Peruana de Limnología y Acuicultura Continental. Publicación especial APLAC. Nº 4. Trujillo-Perú.
- SILVA, J.; BERNARDINO, G.; SILVA, M.; FERRARI, V.; MENDOCA, J. 1 997. Cultivo do “pacú” *Piaractus mesopotamicus* (Holberg, 1 818) em duas densidade do estocagem no Nordeste do Brasil. Centro Nacional de Pesquisa de Peixes Tropicais (CEPTA). Boletín técnico. Vol (10). P. 1-70.
- SIPAÚBA, L. 1 988. Limnología aplicada a aquicultura. Unidad Complementaria de la Universidad Estatal Paulista. Centro de Aquicultura. Boletim Técnico Nº 1. Brasil.
- WOYNAROVICH, A.; WOYNAROVICH, E. 1 998. Reproducción artificial de las especies *Colossoma* y *Piaractus*. Guía detallada para la producción de alevinos de gamitana, paco y caraña. FONDEPES. Taller. Lima-Perú.

ANEXOS

Tabla 1. Flujo de caja para el tratamiento de 5 000 peces x ha⁻¹

Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos	-	12,068	12,068	12,068	12,068	33,743
Venta de pescado		12,068	12,068	12,068	12,068	12,068
Valor residual						21,675
Egresos	28,205	7,268	7,268	7,268	7,268	7,268
Inversiones	28,205	-	-	-	-	-
Inversión fija	26,010					
Equipos	2,195					
Costo de producción		7,268	7,268	7,268	7,268	7,268
Personal		720	720	720	720	720
Preparación de estanques		1,650	1,650	1,650	1,650	1,650
Siembra		1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
Alimentación de peces		3,157	3,157	3,157	3,157	3,157
Cosecha y comercialización		241	241	241	241	241
Saldo de caja	(28,205)	4,799	4,799	4,799	4,799	26,414

Tabla 2. Flujo de caja para el tratamiento de 10 000 peces x ha⁻¹

Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos	-	20,402	20,402	20,402	20,402	42,077
Venta de pescado		20,402	20,402	20,402	20,402	20,402
Valor residual						21,675
Egresos	28,205	11,682	11,682	11,682	11,682	11,682
Inversiones	28,205	-	-	-	-	-
Inversión fija	26,010					
Equipos	2,195					
Costo de producción		11,682	11,682	11,682	11,682	11,682
Personal		720	720	720	720	720
Preparación de estanques		1,650	1,650	1,650	1,650	1,650
Siembra		3000	3000	3000	3000	3000
Alimentación de peces		5,904	5,904	5,904	5,904	5,904
Cosecha y comercialización		408	408	408	408	408
Saldo de caja	(28,205)	8,720	8,720	8,720	8,720	30,395

Tabla 3. Flujo de caja para el tratamiento de 15 000 peces x ha⁻¹

Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos	-	27,962	27,962	27,962	27,962	49,637
Venta de pescado		27,962	27,962	27,962	27,962	27,962
Valor residual						21,675
Egresos	28,205	15,491	15,491	15,491	15,491	15,491
Inversiones	28,205	-	-	-	-	-
Inversión fija	26,010					
Equipos	2,195					
Costo de producción		15,491	15,491	15,491	15,491	15,491
Personal		720	720	720	720	720
Preparación de estanques		1,650	1,650	1,650	1,650	1,650
Siembra		4,500	4,500	4,500	4,500	4,500
Alimentación de peces		8,061	8,061	8,061	8,061	8,061
Cosecha y comercialización		559	559	559	559	559
Saldo de caja	(28,205)	12,471	12,471	12,471	12,471	34,146

ESTUDIO PRELIMINAR DE LA MACROFAUNA DEL SUELO EN ÁREAS DE VARILLALES Y CHAMIZALES DE LA AMAZONÍA PERUANA

Sandra Tapia-Coral¹, Beto Pashanasi² y Dennis del Castillo³

RESUMEN

La densidad (individuos/m²) y biomasa (g de peso fresco/m²) de la macrofauna del suelo, fueron estudiadas en las áreas de varillales y chamizales de una parte de la Amazonía peruana. El estudio fue desarrollado en el Centro de Investigaciones de Jenaro Herrera (CIJH), 200 km sur oeste de la ciudad de Iquitos, en la margen derecha del río Ucayali, y en la Zona Reservada Allpahuayo-Mishana, situada en el km 29 de la carretera Iquitos-Nauta.

El método de muestreo utilizado fue recomendado por el Programa «Tropical Soil Biology and Fertility» (TSBF), y se realizó en los meses de marzo (época lluviosa) y setiembre (época de menos lluvias) del 2001. En cada sistema se colectaron 3 muestras, a un intervalo de 5 metros a lo largo de una línea recta cuyo origen y dirección fue escogido al azar, y la macrofauna fue separada en forma manual en monolitos de 25 cm x 25 cm x 30 cm.

En los varillales del CIJH se encontró una densidad poblacional de 1 611 a 2 781 individuos/m² y una biomasa de 30.3 a 42.7 g peso fresco/m² en la época lluviosa y menos lluviosa, respectivamente. En la Zona Reservada de Allpahuayo-Mishana, la densidad fue de 10 209 individuos/m² en la época lluviosa, y 768 individuos/m² en la época menos lluviosa. La biomasa tuvo un rango de 236.9 a 96.2 g de peso fresco/m² en las dos épocas de muestreo.

La densidad poblacional en los chamizales de Allpahuayo-Mishana fueron de 670 a 1 179 individuos/m² y una biomasa de 31.5 a 100.0 g de peso fresco/m² en la época lluviosa y menos lluviosa, respectivamente. En el CIJH se encontró una densidad de

1 Estudiante de Doctorado, INPA-Ecología, Manaus, AM, Brasil, sandra@inpa.gov.br

2 F. Zootecnia – UNAP, Yurimaguas-Perú

3 IIAP, Iquitos-Perú

1 728 a 4 205 individuos/m² y la biomasa estuvo en un rango de 31.3 a 42.0 g de peso fresco/m², en las mismas épocas de muestreo.

Palabras claves: Macrofauna, Varillal, Chamizal, Densidad, Biomasa.

SUMMARY

Density (ind/m²) and biomass (g of fresh weight/m²) of soil macrofauna were studied on the *varillales* and *chamizales* areas in a section of the Peruvian Amazon. The study was conducted on two sites: Jenaro Herrera Research Center (CIJH), located at 200 km SW of the city of Iquitos on the right riverbank of the Ucayali river, and Allpahuayo-Mishana Reserved Zone, located on the 29 km of the Iquitos-Nauta highway. The soil macrofauna sampling was made according to the sampling method recommended by the "Tropical Soil Biology and Fertility" (TSBF) Program, during the months of March (rainy season) and September (less rainy) in 2001. For each system, three samples were taken along a line at a 5 meter interval. The origin and direction of the line were chosen at random, and the macrofauna was separated in monoliths of 25 cm X 25 cm X 30 cm.

In the *varillales* of the CIJH, population densities of 1 611 and 2 781 individuals/m², and a biomass of 30.3 and 42.7 g of humid weight/m², were found during the rainy and less rainy season, respectively. In the Allpahuayo-Mishana Reserved Area, density was 10 209 individuals/m² during the rainy season and 768 individuals/m² during the less rainy season. Biomass was 236.9 and 96.2 g of humid weight/m² for the two sampling periods.

Population density in the *chamizales* of Allpahuayo-Mishana was 670 and 1 179 individuals/m² and biomass was 31.5 and 100.0 g of humid weight/m², during the rainy and less rainy seasons, respectively. In the CIJH, population density was from 1 782 to 4 205 individuals/m² and biomass was 31.3 and 42.0 g of humid weight/m², during the same sampling periods.

Key words: Macrofauna, Varillal, Chamizal, Density, Biomass.

1. INTRODUCCIÓN

La Amazonía peruana, con una superficie de aproximadamente 770 000 km², es un ecosistema muy complejo, dotado de diferentes tipos de vegetación. Algunos de estos tipos causan un extraño contraste con la exuberancia del bosque tropical y son comúnmente conocidos como varillales y chamizales en la Amazonía peruana (Encarnación, 1993), y campinaranas y campinas en la Amazonía brasileña (Anderson *et al.*, 1975; Encarnación, 1993).

En estos tipos de vegetación, la macrofauna del suelo ejerce una función esencial sobre la estructura del suelo y el ciclo de nutrientes. La diversidad y la abundancia de algunos grupos de la fauna del suelo también pueden ser consideradas importantes indicadores de la fertilidad del suelo (Tian *et al.*, 1997; Tapia-Coral *et al.*, 1999). El suelo abriga un gran número de invertebrados, desde ácaros y colembolos hasta isopteros, formicidos y oligoquetos, que ocupan un gran espacio en densidad y biomasa en la Amazonía peruana y brasileña (Lavelle *et al.*, 1992; Tapia-Coral *et al.*, 1999; Barros, 1999). Esta fauna es extremadamente compleja, tanto estructural como funcionalmente, y es poca conocida en la Amazonía peruana.

La estructura y abundancia de las comunidades de la macrofauna del suelo son muy sensibles a las modificaciones de la cobertura vegetal del suelo (Lavelle *et al.*, 1992). Por lo tanto, la interferencia humana en la Amazonía está causando cambios en los procesos que mantienen la sostenibilidad de sus ecosistemas (Barbosa y Fearnside, 1996). La deforestación es la amenaza más seria para la conservación de los recursos naturales de la Amazonía, siendo la agricultura migratoria la principal responsable de la deforestación alcanzando 69 482 km² hasta 1990 (INRENA, 1997). Esto representaba 9.20 % del total cubierto por el bosque primario.

El objetivo del presente estudio fue realizar una evaluación preliminar de la macrofauna del suelo sobre las áreas de varillales y chamizales de áreas no inundables de la Amazonía peruana.

2. METODOLOGÍA

El trabajo fue realizado en el Centro de Investigaciones de Jenaro Herrera (CIJH) y en la Zona Reservada Allpahuayo-Mishana (ZRAM) (Figura 1).

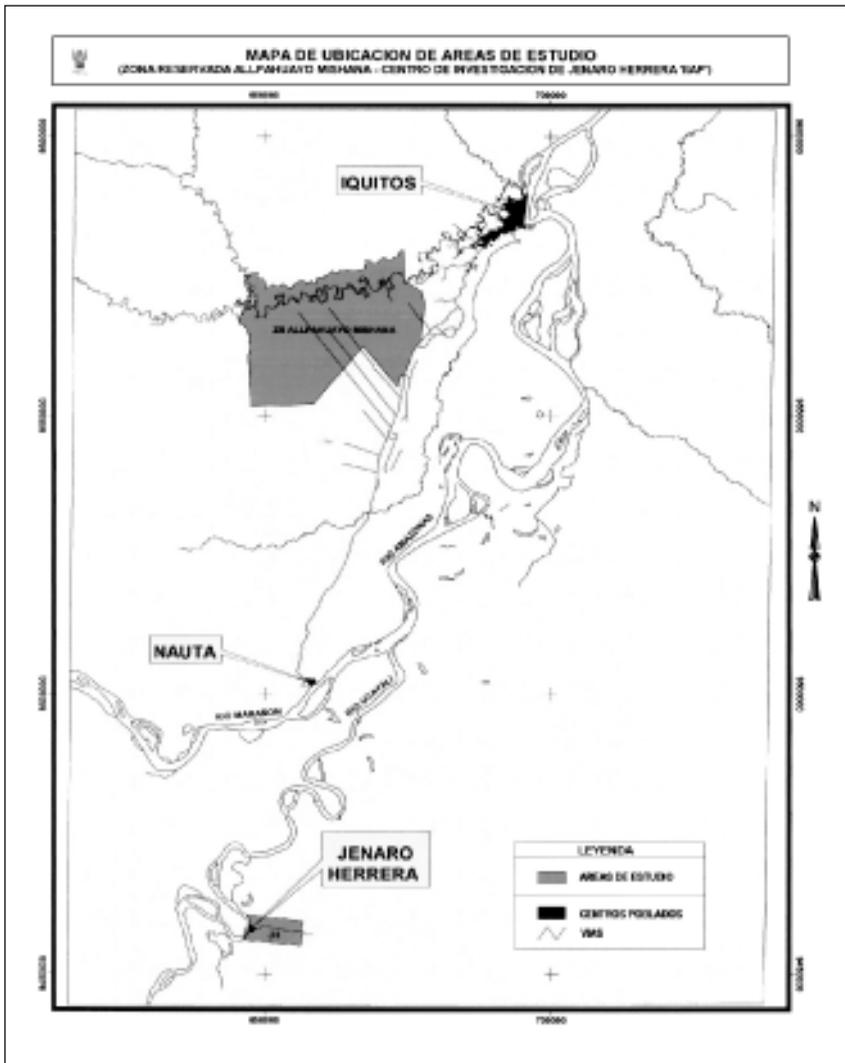


Figura 1. Mapa de las áreas de estudio: CIJH en Jenaro Herrera y la ZRAM en la Carretera Iquitos-Nauta.

El CIJH, se encuentra situado a 200 km sur oeste de la ciudad de Iquitos, en la margen derecha del río Ucayali, departamento de Loreto, provincia de Requena, distrito de Villa Jenaro Herrera, en las coordenadas 73°40' oeste y 4°54' sur. Jenaro Herrera presenta una temperatura media mensual de 26.4 °C, y una precipitación media anual de 2,687 mm (Claussi *et al.*, 1992).

Durante los muestreos en las áreas de varillales y chamizales del CIJH, los datos de precipitación y temperatura fueron registrados en la estación meteorológica del CIJH, encontrándose una precipitación de 410 y 195 mm para los meses de marzo y setiembre del año 2001, respectivamente (Figura 2).

La ZRAM se encuentra ubicada muy cerca de la ciudad de Iquitos (departamento de Loreto, provincia de Maynas, distrito de San Juan), y tiene una superficie de 57 667.43 ha, con una precipitación anual entre 2,500 y 3,000 mm y una temperatura media anual mayor a 26°C.

Durante los muestreos en la reserva, los datos de precipitación y temperatura, fueron tomados de la Estación Meteorológica del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), situado cerca de los lugares de muestreo, verificándose una precipitación de 367.2 mm en el mes de marzo, y de 145.7 mm en el mes de setiembre (Figura 2).

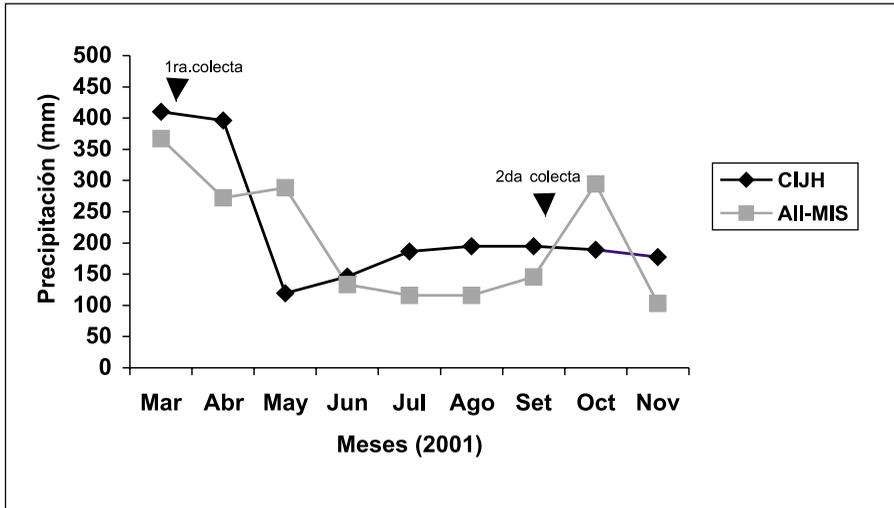


Figura 2. Precipitación (mm) mensual durante el período de estudio en el Centro de Investigaciones de Jenaro Herrera y en la Zona Reservada Allpahuayo-Mishana. Las flechas indican los meses de los muestreos (marzo y setiembre del 2001).

En el CIJH, los varillales se encuentran cercanos al distrito de Jenaro Herrera y siempre continuos a los chamizales ($73^{\circ}37'57''$ oeste y $4^{\circ}54'125''$ sur). El suelo presenta una capa de humus negruzco hasta una profundidad de 15 cm, seguida de la capa de arena blanca. La vegetación es muy densa, con árboles delgados y rectos, con troncos de más de 3 cm de DAP y hasta 10 - 20 m de alto; las especies más comunes son: “sacha punga”, “aceite caspi”, “ungurahui”, “chambira”, “cashapona” “remocaspi” y “chullachaqui” (Ver Anexo 1). Los líquenes, helechos, orquídeas y bromeliáceas también destacan entre las epífitas.

Los chamizales, se encuentran sobre suelos de arena blanca a partir de 5 cm de profundidad; los árboles tienen típicas formas enanas, con el tronco recto y delgado y es muy común encontrar a la palmera “aguajillo” y a los pungales (Ver Anexo 1). Al centro se observa una vegetación sobre montículos húmicos con helechos asociados a bromelias. Los chamizales siempre están circundados por los varillales (Encarnación, 1993).

La ZRAM presenta cuatro grandes comunidades vegetales, adaptadas al relieve, a la naturaleza del suelo, a las condiciones de inundación y al drenaje: a) Relieve de terrazas ondulado-disectadas, se encuentran en los bosques altos sobre suelos arcillosos, relativamente ricos (pertenecientes a la “Formación Pebas”); b) Bosques sobre suelos areno-arcillosos, con diferentes gradientes de drenaje; c) Bosques esclerófilos sobre arena blanca, con capas profundas y capas superficiales, llamados “varillales y chamizales”, y d) Una formación vegetal que se ubica en las terrazas adyacentes y contiguas al río Nanay, sujeta a los flujos de inundación estacional de las aguas negras (INRENA *et al.*, 2000).

Las colectas de macrofauna, se realizaron en los bosques esclerófilos sobre arena blanca identificados como varillal alto húmedo y chamizal húmedo (03°57'23" sur, 73°24'47" oeste). La riqueza taxonómica vegetal se muestra en el Anexo 3. Los varillales se encuentran continuos a los chamizales, al igual que en el CIJH.

La macrofauna del suelo fue muestreada, en el mes de marzo (época lluviosa) y en setiembre (época de menos lluvias) del 2001, utilizándose el método recomendado por el Programa “Tropical Soil Biology and Fertility” (TSBF/IUBS/UNESCO).

En las áreas de varillales y chamizales de Jenaro Herrera y Allpahuayo-Mishana se colectaron 3 muestras de monolitos de suelo (25 cm x 25 cm x 30 cm de profundidad), en cada una de las áreas, a lo largo de un transecto de línea recta de 20 m, cuyo origen y dirección fue escogido al azar, a un intervalo de 5 m cada uno. Cada monolito era dividido en cuatro estratos sucesivos (hojarasca; 0-10; 10-20; 20-30 cm de profundidad) (Pashanasi, 2001). En la época de mayor precipitación (marzo) en algunos casos sólo fue posible muestrear hasta una profundidad de 20 cm, debido a la abundante humedad en los monolitos muestreados, lo que imposibilitó los muestreos en todos los horizontes.

Para la colecta de los invertebrados del suelo se utilizó el control visual, revisando minuciosamente los extractos del suelo y se procedió a coleccionar manualmente con ayuda de pinzas entomológicas en el mismo campo. La macrofauna existente fue conservada en alcohol al 70 % y las lombrices en formol al 4 %. En el laboratorio, la macrofauna fue identificada a nivel de orden, contada y pesada. La densidad fue medida en individuos/m² y la biomasa en gramos de peso fresco/m².

3. RESULTADOS

3.1 Macrofauna del suelo en áreas de varillales del Centro de Investigación Jenaro Herrera y Allpahuayo-Mishana

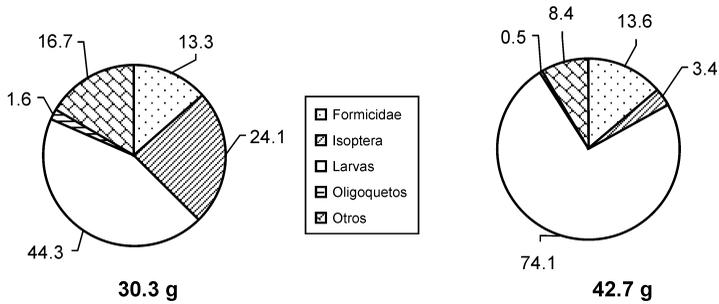
En el muestreo efectuado en la época lluviosa (marzo), en los varillales del CIJH, fue encontrada una diversidad de 15 unidades taxonómicas, con una densidad poblacional de 2,781 individuos/m² (Anexo 3), de los cuales el 38.7% fueron Formicidae y el 35.1% Isoptera; con una biomasa de 30.3 g de peso húmedo/m² (Anexo 3). La mayor biomasa fueron las larvas de Coleóptera (44.3 %), seguido de los Isoptera (24.1 %) (Figura 3). En la segunda colecta (época de menos lluvias), se encontró una diversidad de 12 unidades taxonómicas, con una densidad poblacional de 1 611 individuos/m² (Cuadro 3), con dominancia de Formicidae (60%), y una biomasa de 42.7 g de peso húmedo/m² (Cuadro 3). La biomasa de las larvas de Coleóptera alcanzó el 74.1% (Figura 3).

El 92.5 % del total de la población esta distribuido en las capa de hojarasca de 0-10 cm de profundidad en la época lluviosa y el 57.3% en la capa de 0-10 cm, en la época de menos lluvia (Figura 4).

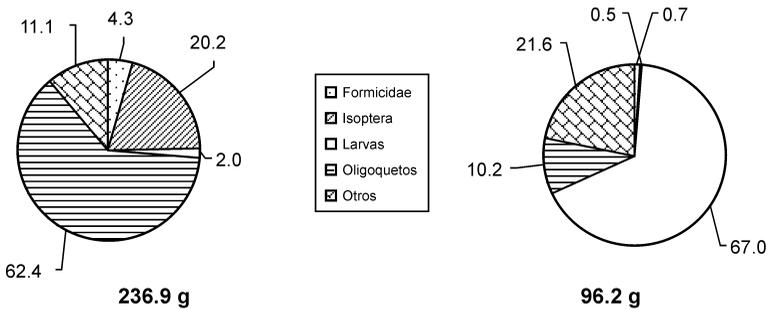
Los Varillales de la ZRAM tuvieron 21 unidades taxonómicas en la época lluviosa, con una densidad poblacional de 10 209 individuos/m² (Anexo 3), dominados por el grupo de Isoptera con el 65 %. Esta abundancia de Isoptera, probablemente se debe a la presencia de una colonia en uno de los monolitos. La biomasa fue de 236.9 g de peso fresco/m² (Anexo 3), de los cuales el 62.4 % lo conforman las Oligochaeta, seguido de los Isoptera con un 20.2 % (Figura 3).

En el muestreo efectuado en la época de menos lluvias, en los varillales de Allpahuayo-Mishana, se encontró 15 grupos taxonómicos con una densidad poblacional de 768 individuos/m² (Anexo 3), dominados por los Formicidae (24.3 %) y los Coleoptera (20.8 %). La biomasa de 96.2 g de peso fresco/m² (Anexo 3) es dominada por las larvas de Coleóptera (67 %) (Figura 3). El 73.1 % de la población de individuos se encontró en la capa de 0-10 cm y el 25.8 en la hojarasca, durante las colectas en la época lluviosa, y el 75 % de la población en la capa de 0-10 cm en la época de menos lluvias (Figura 4).

Jenaro Herrera



Allpahuayo-Mishana



a) Época lluviosa

b) Época de menos lluvias

Figura 3. Biomasa (%) de la macrofauna de suelo en áreas de Varillales del CI Jenaro Herrera y de la Zona Reservada Allpahuayo-Mishana, en la época lluviosa (a) y en época de menos lluvias (b).

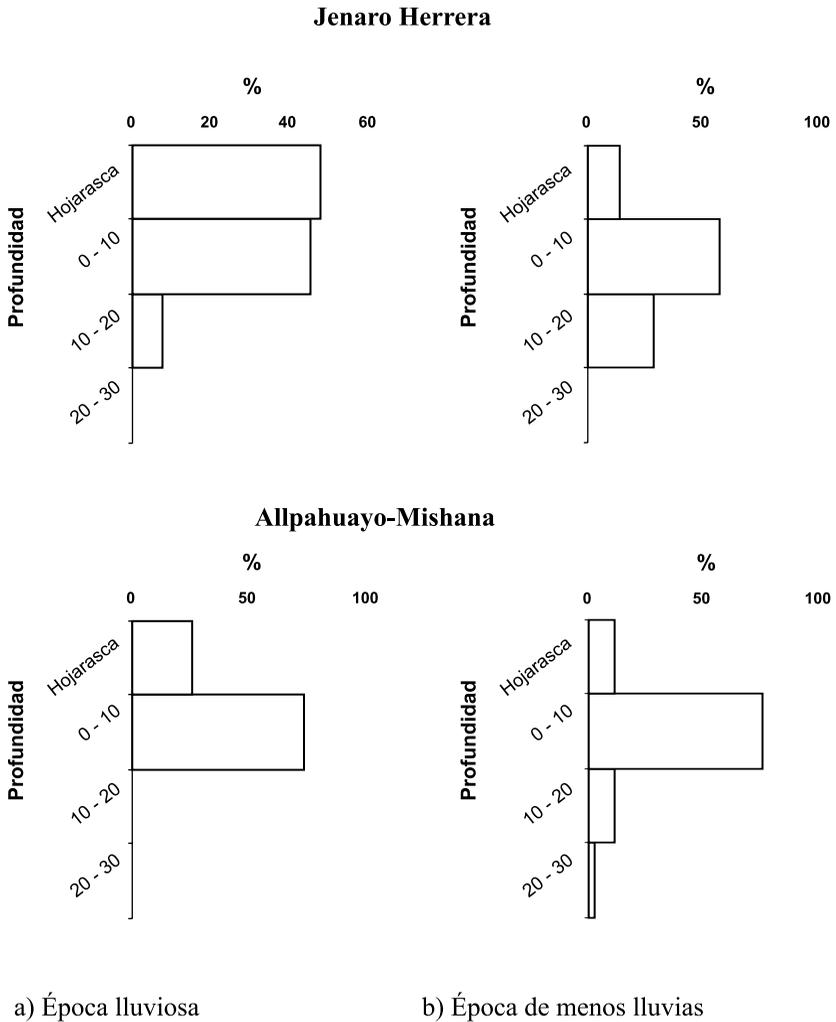


Figura 4. Distribución vertical de la macrofauna de suelo en los Varillales del CI Jenaro Herrera y la Zona Reservada Allpahuayo-Mishana, en la época lluviosa (a) y época de menos lluvias (b).

3.2. Macrofauna del suelo en áreas de chamizales del Centro de Investigación Jenaro Herrera y de la Zona Reservada Allpahuayo-Mishana

En los chamizales del CIJH, durante la época lluviosa, sólo fue posible muestrear hasta la capa de 0-10 cm, ya que las demás capas estaban saturadas de agua. Se encontró una diversidad de 19 grupos taxonómicos, con una densidad poblacional de 4 205 individuos/m² (Anexo 3), y donde los Formicidae conformaron el 71%. La biomasa fue de 31.3 g de peso húmedo/m² (Anexo 3), de los cuales el 35.8% estuvo conformado por los Formicidae, seguido de los Oligochaeta (25.5%) (Figura 5).

En la época de menos lluvias, los grupos taxonómicos fueron los más bajos (10) de todas las áreas colectadas, con una densidad poblacional de 1 728 individuos/m² (Anexo 3), donde el grupo de los Isoptera conforman el 43 %, seguido por los Formicidae (35.5 %). La biomasa fue de 42.0 g de peso húmedo/m² (Anexo 3), donde las 2/3 partes de la biomasa lo conforman las larvas de Coleóptera (Figura 5).

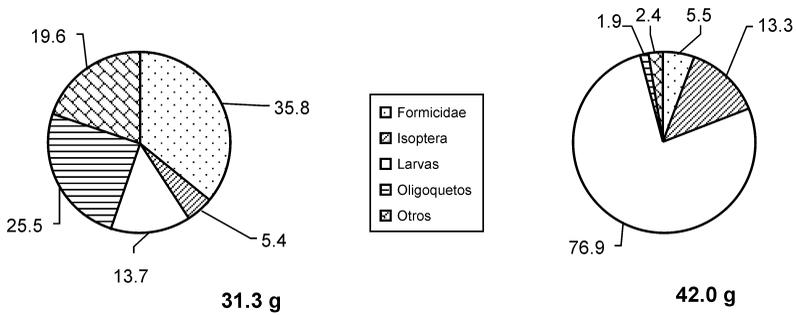
En la Figura 5, se observa la distribución vertical de los componentes de la macrofauna, en donde se encontró que 57.3 % de la población esta en la hojarasca y 42.7 % en la capa de 0-10 cm, en la época lluviosa. En la capa de 0-10 cm se encuentra el 75.3% de los individuos en la época de menos lluvias (Figura 6).

En la época lluviosa de los chamizales de la ZRAM se encontró una diversidad de 15 unidades taxonómicas, con una densidad poblacional de 670 individuos/m² (Anexo 3), donde el 23.1% esta formado por los Formicidae, seguido de los Isoptera (20.8 %). La biomasa fue de 100 g de peso húmedo/m² (Anexo 3), con dominancia de los Oligochaeta en 70.1 % (Figura 5).

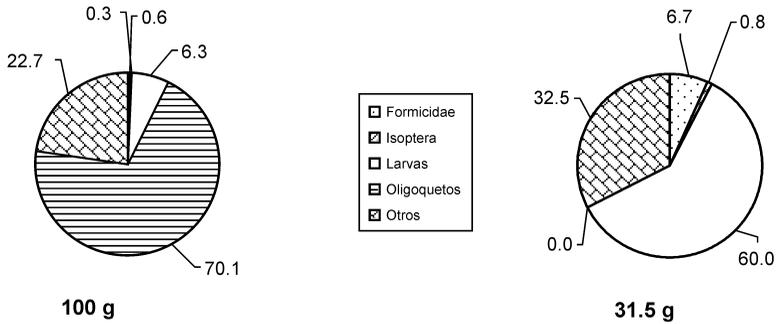
Los chamizales de Allpahuayo-Mishana, en la época de menos lluvias, sólo tuvieron 12 grupos taxonómicos, con una densidad poblacional de 1 179 individuos/m² (Anexo 3), dominados por el grupo de los Formicidae en un 47.5%. La biomasa fue de 31.5 g de peso húmedo/m² (Anexo 3), dominado por las larvas en 60% (Figura 5).

En la distribución vertical, se encontró que el 71.1% de los individuos se encuentran en la hojarasca, el 28.9% en la capa de 0-10 cm, durante la época lluviosa, pasando lo contrario en la época de menos lluvias con un 68.8 % en la capa de 0-10 cm (Figura 6).

Jenaro Herrera



Allpahuayo-Mishana

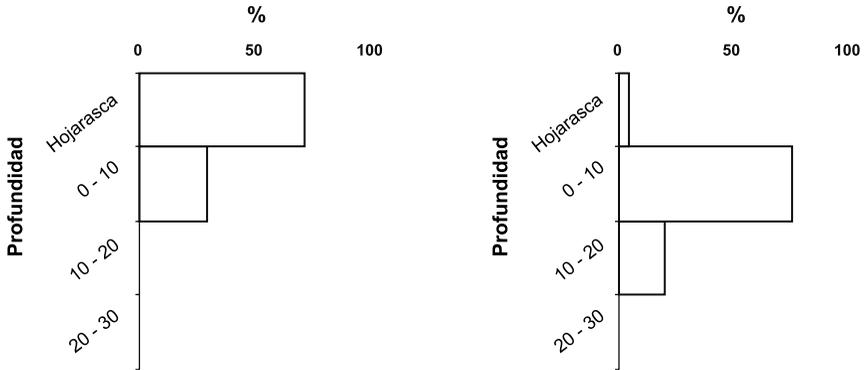


a) Época lluviosa

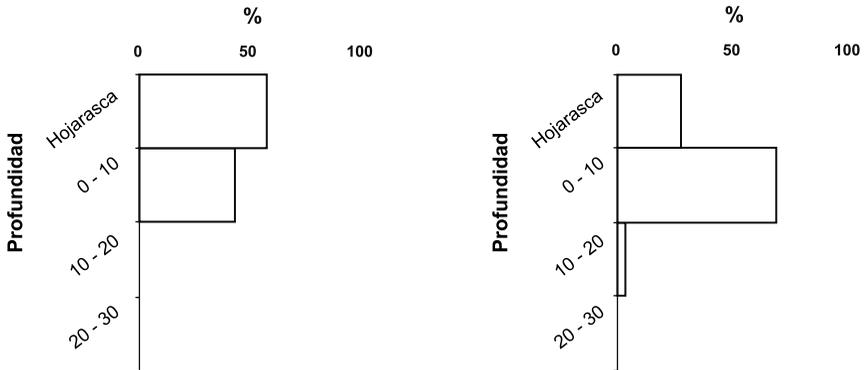
b) Época de menos lluvias

Figura 5. Biomasa de la macrofauna del suelo (%) en áreas de chamizales en el CI Jenaro Herrera y en la Zona Reservada Allpahuayo-Mishana, en la época lluviosa (a) y época de menos lluvias (b).

Jenaro Herrera



Alpahuayo-Mishana



a) Época lluviosa

b) Época de menos lluvias

Figura 6. Distribución vertical de los componentes de la macrofauna de suelo en las áreas de chamizales en el CI Jenaro Herrera y en la Zona Reservada Alpahuayo-Mishana, en época lluviosa (a) y época de menos lluvias (b).

4. DISCUSIÓN

La densidad y biomasa de la macrofauna en los sistemas de varillales y chamizales fueron bajas, en comparación a otros trabajos realizados en sistemas similares en la Amazonía brasileña (Luizão, 1995; Oliveira, 1996). La composición florística en estas áreas puede afectar la diversidad y densidad de la macrofauna del suelo; así mismo, puede ser influenciada por las propiedades físicas y químicas del suelo.

La densidad poblacional de individuos/m² fue mayor en los varillales de la ZRAM en la época lluviosa, en comparación a los varillales del CIJH (Anexo 3); sin embargo, en la segunda colecta fue lo contrario, es decir, una mayor densidad en los varillales del CIJH que en los varillales de la ZRAM (Anexo 3). La alta densidad en los varillales de la ZRAM en la primera colecta, se debe a que los dos principales componentes, Formicidae e Isoptera, conformaron el 92.6% del total de la población; y en los varillales del CIJH, el 73.8%, respectivamente. Los Formicidae e Isoptera en la segunda colecta en los varillales de la ZRAM conforman solo el 33.3%; pero en el varillal del CIJH la densidad de estos componentes es similar a la primera colecta (72.5%). Los varillales de ambos lugares tienen un alto contenido de humus en la capa superior (aproximadamente 15 a 20 cm), lo que favorecería la presencia de la fauna, y mantendría las condiciones de humedad más apropiadas para su actividad (Luizão, 1995).

La menor densidad de individuos/m² encontrada en las áreas de chamizales de la ZRAM (Anexo 3) puede deberse a la pobreza de la vegetación que no es uniforme (Anderson *et al.*, 1975); esto es importante porque la vegetación favorece la creación de microhabitats que actúan directamente en la diversidad y distribución de la comunidad edáfica de invertebrados del suelo (Oliveira, 1996). Así mismo, el área se encuentra muy próxima a la carretera Iquitos-Nauta, donde hay un tránsito continuo de personas foráneas que estarían modificando la cobertura vegetal.

El grupo de los Formicidae, fueron los más abundantes en todas las áreas de muestreo, a excepción del chamizal de la ZRAM (en la época lluviosa) y en el varillal de la ZRAM, en la época de menos lluvias (Anexo 3), similar al trabajo efectuado en las áreas de varillales y chamizales de la Amazonía brasileña (Harada y Bandeira, 1994), donde hay dominancia del grupo de los Formicidae. En la Amazonía brasileña, los Formicidae constituyen los grupos de mayor densidad de la fauna del suelo (Fittkau y Klinge 1973; Bandeira y Harada, 1991), y junto con los Isoptera son considerados importantes descomponedores de la hojarasca del suelo de áreas no inundables (Luizão, 1995). En este estudio los Isoptera constituyen el segundo grupo de importancia en la

época lluviosa en los varillales de ambos lugares, reduciéndose en la época de menos lluvia en los chamizales.

Los Oligochaeta tienen una importante biomasa en los suelos de la Amazonía peruana (Lavelle y Pashanasi, 1989), y en la Amazonía brasileña (Barros, 1999). Durante el presente estudio, los Oligochaeta presentaron una baja densidad y biomasa en las áreas muestreadas, principalmente porque la mayoría de las lombrices encontradas eran de la familia Nermítidae (lombrices muy pequeñas); sin embargo, en el chamizal del CIJH fueron encontrados en una densidad de 368 a 208 individuos/m² en las dos épocas de muestreo. (Anexo 3).

En áreas de chamizales de la Amazonía brasileña (Carretera Manaus-Boa Vista), Luizão (1995), verificó que Diplópoda e Isópoda tienen una alta densidad y biomasa en los suelos. Durante el presente estudio los Diplopodos tuvieron una población intermedia en la época lluviosa, de ambos lugares muestreados (Anexo 3), y una menor densidad en la época de menos lluvias; esto puede deberse a que los Diplopoda son muy sensibles a los cambios bruscos de temperatura y humedad (Adis *et al.*, 1996).

Las larvas encontradas durante las dos épocas de muestreo en ambos lugares, tuvieron una alta biomasa (Figura 3 y 5), con predominancia de larvas de la familia Escarabidae (Coleoptera), de gran peso y tamaño, influyendo fuertemente en la biomasa total.

La distribución vertical de los componentes de la macrofauna del suelo estuvo concentrada en su gran mayoría en el horizonte de 0-10 cm de profundidad, en los varillales de ambos lugares y durante las dos épocas de colecta: lluviosa y menos lluviosa (Figura 4 y 6). Sin embargo, en los chamizales la mayor concentración estuvo en la hojarasca, y la capa de 0-10 cm de profundidad. En ambas capas es posible encontrar una humedad que estaría favoreciendo a la actividad de la macrofauna del suelo.

Es necesario realizar más investigaciones sobre la macrofauna de suelo, sobre todo a nivel de especie para los grupos mayoritarios: Formicidae por su alta densidad y Oligochaeta por su biomasa, en estas áreas de estudio.

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento al Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), al personal del Centro de Investigaciones de Jenaro Herrera (CIJH) y al Programa de Biodiversidad (PBIO), quienes proporcionaron apoyo y facilidades logísticas de campo, durante el período de muestreos en el CIJH y en la Zona Reservada Allpahuayo-Mishana. Del mismo modo, nuestro agradecimiento a la Dirección General de Áreas Naturales Protegidas del INRENA, por la autorización de investigación en la Zona Reservada Allpahuayo-Mishana. Un agradecimiento especial a nuestros asistentes de campo en el CIJH: Carlos Shapiama y Hugo Vásquez y, a los guardaparques de la ZRAM Elías Aquituari y Juan Icomena. Igualmente agradecemos a Silvia del Águila y Joel Vásquez, por el apoyo en algunas colectas e identificación de la macrofauna. A Erasmo Otárola y Joel Vásquez por sus comentarios de la versión de este manuscrito.

6. BIBLIOGRAFIA

- ADIS, J.; GOLOVATCH, S.I.; HAMANN, S. 1996. Survival strategy of the terricolous millipede *Cutervodesmus adisi* Golovatch (Fuhrmannodesmidae, Polydesmida) in a blackwater inundation forest of Central Amazonia (Brazil) in response to the flood pulse. *Acta Myriapodologica*, Mém. Mus. Hist. Nat. 169:523-532.
- ANDERSON, A.B.; PRANCE, G.T.; ALBUQUERQUE, B.W.P. DE. 1975. Estudos sobre a Vegetacao das Campinas Amazônicas. III. A Vegetacao lenhosa da campina da Reserva Biológica INPA -SUFRAMA (Manaus-Caracará, km 62). *Acta Amazônica*, 5(3):225-246.
- BANDEIRA, A.G.; HARADA, A.Y. 1991. Cupins e Formigas na Amazônia. In: Val, A.L.; Figliuolo, R.; Feldberg, E. (Eds.). Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia: Fatos e Perspectivas. Vol. I., Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, pp: 387-395.
- BARBOSA, R.I.; FEARNSIDE, P.M. 1996. Carbon and nutrient flows in an Amazonian forest: fine litter production and composition at Apiaú, Roraima, Brazil. *Tropical Ecology*, 37(1):115-125.

- BARROS, E. 1999. *Effet de la Macrofaune Sur la Structure et les Processus Physiques du Sol de Paturages Degradés D'Amazonie*. Thèse de Doctorat de L'Université Paris 6. France. 127 pp.
- BARROS, E.; NEVES, A.; FERNANDES, E.C.M.; WANDELLI, E.; LAVELLE, P. 2000. Soil macrofauna community of Amazonian Agroforestry Systems. *Agroforestry Systems* (no prelo).
- CLAUSSI, A.; MARMILLOD, D. ; BLASER, J. 1992. *Descripción silvicultural de las plantaciones forestales de Jenaro Herrera*. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Centro de Investigaciones de Jenaro Herrera. Iquitos, Perú. 225 p.
- ENCARNACIÓN, F. 1993. El Bosque y las Formaciones Vegetales en la Llanura Amazónica del Perú. *Alma Mater*, 6: 95 -114.
- FITTKAU, E.J.; KLINGE, H. 1973. On biomass and trophic structure of the Central Amazonian rain forest. *Biotropica*, 5(1):2-14.
- HARADA, A.Y.; BANDEIRA, A.G. 1994. Estratificacao e Densidade de Invertebrados em Solo Arenoso sob Floresta Primária e Plantíos Arbóreos na Amazônia Central durante a Estacao Seca. *Acta Amazonica*, 24 (1/2):103-118.
- INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales), 1997. *Compendio Estadístico de la Actividad Forestal del Perú*. Proyecto Monitoreo de la Deforestación en la Amazonía Peruana, DGFF. Lima. Perú. 77 p.
- INRENA; IIAP; CTAR-L. 2000. Informe Final del “Estudio de Categorización y Delimitación de la Zona Reservada Allpahuayo-Mishana”. 107 p. (Documento técnico no publicado).
- INPE. Brasil. 1998. Amazonia: Deforestation 1995-1997. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). São José dos Campos, S.P. Brasil. Documento consultado via Internet.
- LAVELLE, P.; PASHANASI, B. 1989. Soil macrofauna and land management in Peruvian Amazonia (Yurimaguas, Loreto). *Pedobiologia*, 33:283-291.

- LUIZÃO, F. J. 1995. *Ecological Studies in Contrasting Forest Types in Central Amazonia*. Ph. D. Thesis. University of Stirling, Stirling, UK. 288 p.
- OLIVEIRA, E.P. 1996. Estudo dos Invertebrados Terrestres e Distribuicao Vertical en diferentes Ecossistemas da Amazônia Central. *XIII Congresso Latino-Americano de Ciência do Solo*, 1996. CD ROM, artigo 03-053 (5 pág) Software Gráfico Ltda. Campinas, SP.
- PIRES, J.M.; PRANCE, G.T. 1985. The vegetation types of the Brazilian Amazon. In: Prance, G.T. and Lovejoy, T.E. (Eds.). *Key Environments: Amazonia*, pp. 109-145.
- RUOKOLAINEN, K.; TUOMISTO, H. 1993. La Vegetación de terrenos no inundables (tierra firme) en la selva baja de la Amazonía Peruana. In: R. Kalliola & W. Danjoy (Eds). *Amazonía Peruana. Vegetación húmeda tropical en el llano subandino*. PAUT y ONERN, Jyvaskyla. pp. 139-153.
- SWIFT, M.J., HEAL, O.W.; ANDERSON, J.M. 1979. *Decomposition in terrestrial Ecosystems. Studies in Ecology 5*. University of California Press, Berkeley.
- TAPIA-CORAL, S.C. 1998. *Macrofauna da Liteira em Sistemas Agroflorestais Implantados em Áreas de Pastagens Abandonadas na Amazônia central*. Dissertação de Mestrado. INPA/FUA. 98 p.
- TAPIA-CORAL, S.C.; LUIZÃO, F.; WANDELLI, E. 1999. Macrofauna da liteira em sistemas agroflorestais sobre pastagens abandonadas na Amazônia central. *Acta Amazônica*, 29 (3): 477-495.
- TIAN, G.; KANG, B.T.; BRUSSARD, L. 1997. Effect of mulch quality on earthworm activity and nutrient supply in the humid tropics. *Soil Biol. Biochem.*, 29:369-373.
- VOLHLAND, K.; SCHROTH, G. 1999. Distribution patterns of the litter macrofauna in agroforestry and monoculture plantations in Central Amazonia as affected by plant species and management. *Applied Soil Ecology*, (13): 57-68.

ANEXOS

Anexo 1. Lista de especies de vegetación predominante del Centro de Investigaciones de Jenaro Herrera

Nombre común	Nombre Científico	Familia	Lugar
Aceite caspi	<i>Caraiipa punctulata</i>	Araliaceae	Varillal y Chamizal
Aguajillo	<i>Mauritia aculeata</i> L.	Arecaceae	Varillal y Chamizal
Cashapona	<i>Socratea exorrhiza</i> (C.Martius) H.A. Wendl	Arecaceae	Varillal
Chambira	<i>Astrocaryum chambira</i> Burret	Arecaceae	Varillal
Chullachaqui caspi	<i>Tovomita</i> sp.	Guttiferae	Varillal
Ponilla	<i>Socratea salazarii</i> H. Moore	Arecaceae	Varillal
Remocaspi	<i>Phitecellobium</i> sp.	Apocynaceae	Varillal
Sacha punga	<i>Rhodognaphalopsis brevipes</i>	Bombacaceae	Varillal y Chamizal
Shimbillo	<i>Inga altissima</i> Duke	Mimosaceae	Varillal
Ungurahui	<i>Jessenia bataua</i> (C. Martius) Burret	Arecaceae	Varillal

Anexo 2. Lista de especies de vegetación predominante de la Zona Reservada Allpahuayo-Mishana

Nombre común	Nombre Científico	Familia	Lugar
Aguaje de varillal	Mauritia carana L.	Arecaceae	Varillal
Aceite caspi blanco	Carapa tereticaulis	Clusiaceae	Varillal
Boa caspi			Varillal
Cashapona	Socratea exorrhiza (C.Martius) H.A. Wendl	Arecaceae	Varillal
Huasai de varillal	Euterpe catinga	Arecaceae	Varillal
Punga de varillal	Pachira brevipes	Bombacaceae	Varillal y Chamizal

Anexo 3. Densidad (individuos/m²) y Biomasa (g/m²) de los grupos taxonómicos más importantes en las áreas de varillales y chamizales, durante los períodos de colecta

Grupos taxonómicos	VARILLALES					
	1ra Colecta: Marzo (época lluviosa)			2da Colecta: Setiembre (época de menos lluvias)		
	C.I. Jenaro Herrera		Alpahuayo-Mishana	C.I. Jenaro Herrera		Alpahuayo-Mishana
	Densidad ind/m ²	Biomasa g/m ²	Densidad ind/m ²	Biomasa g/m ²	Densidad ind/m ²	Biomasa g/m ²
Formicidae	1077	4.0	2726	10.2	976	5.8
Isoptera	976	7.3	6731	47.8	192	1.4
Diplopoda	176	1.0	112	9.7	5	0.1
Isopoda	59	0.3	48	0.4	32	0.2
Coleoptera	65	0.4	5	0	91	0.3
Oligochaeta	106	0.5	96	147.8	80	0.2
Larvas	22	13.4	54	4.7	91	31.7
Otros	300	3.4	437	16.2	144	3.1
TOTAL	2781	30.3	10209	236.9	1611	42.7
Nº Grupos		15		21		12
						768
						96.2
						15

CHAMIZALES										
Grupos taxonómicos	Ira Colecta: Marzo (época lluviosa)					2da Colecta: Setiembre (época de menos lluvias)				
	C.I. Jenaro Herrera		Allpahuayo-Mishana			C.I. Jenaro Herrera		Allpahuayo-Mishana		
	Densidad ind/m ²	Biomasa g/m ²	Densidad ind/m ²	Densidad ind/m ²	Biomasa g/m ²	Densidad ind/m ²	Biomasa g/m ²	Densidad ind/m ²	Biomasa g/m ²	Biomasa g/m ²
Formicidae	2992	11.2	155	0.6	613	2.3	560	2.1		
Isoptera	224	1.7	37	0.3	747	5.6	32	0.2		
Diplopoda	123	1.0	139	16.1	27	0.4	155	1.5		
Isopoda	11	0.1	37	0.2	5	0	16	0.1		
Coleoptera	80	0.6	1	0.1	5	0	85	2.3		
Oligochaeta	368	8.0	70	70.1	208	0.8	0	0		
Larvas	43	4.3	21	6.3	64	32.2	64	18.9		
Otros	364	4.5	209	6.3	59	0.6	267	6.3		
TOTAL	4205	31.3	669	100.0	1728	42.0	1179	31.5		
N° Grupos		15		15		10		12		

ETNOBOTÁNICA MEDICINAL Y BIOCIDAS PARA MALARIA EN LA REGIÓN UCAYALI

Diana Pérez¹

RESUMEN

El acopio y sistematización etnobotánica de la variedad de especies con potencial antimalárico y biocida para el control del vector de la malaria, fue realizada entre febrero y diciembre del 2000. Las localidades evaluadas se ubican en la selva baja de la Amazonía peruana, comprensión de los distritos de Callería, Yarinacocha y Campo Verde, de la provincia Coronel Portillo y el distrito de Irazola, en la provincia de Padre Abad, de la región Ucayali (07°57'25" y 9°27'10" latitud sur, 74°10'50" y 75°56'40" longitud oeste), donde ocurren mayores casos de malaria por *Plasmodium vivax*, y aisladamente por *P. falciparum*. Este documento constituye la primera fase de un estudio amplio sobre el control de la malaria, en la búsqueda de nuevos compuestos químicos como alternativas para promover el cultivo de especies útiles de la flora nativa. El contenido es el resultado de la encuesta a 367 personas, quienes mencionaron 55 especies. De estas, *Verbena litoralis* (Verbenaceae), *Aspidosperma excelsum* (Apocynaceae), *Curcuma longa* (Zingiberaceae), *Cedrela odorata* (Meliaceae), *Abuta grandifolia* (Menispermaceae) y *Physalis angulata* (Solanaceae) son usadas con mayor frecuencia para el control de la malaria, y *Mansoa alliacea* (Bignoniaceae), *Petiveria alliacea* y *Gallesia integrifolia* (Phytolacaceae), *Capsicum annuum* (Solanaceae) y *Chenopodium ambrosioides* (Chenopodiaceae), *Bixa orellana* (Bixaceae), *Copaifera paupera* (Fabaceae), *Jacaranda copaia* (Bignoniaceae), *Zebrina pendula* (Commelinaceae), *Ambrosia artemisioides* (Asteraceae) y *Heliotropium indicum* (Boraginaceae), para controlar los vectores de la malaria.

La selección de las especies con propiedades antimalarica y controladoras de los vectores, es el resultado de siglos de experimentación por las poblaciones locales indígenas y mestizas. Los trabajos de campo llevados a cabo hasta esta fase, han motivado un particular interés en la población local, ante las expectativas de la valoración científica de sus conocimientos, que representan un paliativo de sus dificultades económicas, sin efectos residuales en la salud humana.

1 Ingeniero Agrónomo. MSc. Investigadora Programa Biodiversidad, Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) - Ucayali.

Palabras clave: Malaria, etnobotánica, etnomedicina, *Plasmodium vivax*, *Plasmodium falciparum*, biocidas, Amazonía, Ucayali.

ABSTRACT

The ethnobotanic gathering and systematization of the variety of species which have an anti-malaria and biocide potential to control the malaria vector, was performed between February and December 2000. The evaluation sites were located in the Peruvian Amazon lowland, comprising the districts of Callería, Yarinacocha and Campo Verde, province of Coronel Portillo, and the district of Irazola, province of Padre Abad, in the Ucayali region (07° 57' 25" and 9° 27' 10" LS, 74° 10' 50" and 75° 56' 40" LO). These are the places with a higher number of cases of malaria caused by *Plasmodium vivax* and a lower number of cases of *P. falciparum*. This document presents an initial phase of an ample study to control malaria and to search for new chemical components, as an alternative to promote growing of useful species of native flora. The results presented here are based on surveying 367 people, who mentioned 55 species. Some species are frequently used to control malaria, such as: *Verbena litoralis* (Verbenaceae), *Aspidosperma excelsum* (Apocynaceae), *Curcuma longa* (Zingiberaceae), *Cedrela odorata* (Meliaceae), *Abuta grandifolia* (Menispermaceae) and *Physalis angulata* (Solanaceae). To control the malaria vector, these species are used: *Mansoa alliacea* (Bignoniaceae), *Petiveria alliacea* and *Gallesia integrifolia* (Phytolacaceae), *Capsicum annuum* (Solanaceae) and *Chenopodium ambrosioides* (Chenopodiaceae), *Bixa orellana* (Bixaceae), *Copaifera paupera* (Fabaceae), *Jacaranda copaia* (Bignoniaceae), *Zebrina pendula* (Commelinaceae), *Ambrosia artemisioides* (Asteraceae) and *Heliotropium indicum* (Boraginaceae).

The selection of species which have anti-malaria attributes, as well as the ones used to control the malaria vectors are the result of centuries of testing performed by mestizo and indigenous local population. Field work performed to this point has generated interest among local populations, due to the opportunity of having their knowledge gain scientific value, hence providing for a provisional way to ease their economical difficulties without having side effects to human wellbeing.

Key words: Malaria, ethnobotanic, etnomedicine, *Plasmodium vivax*, *Plasmodium falciparum*, biocids, Amazonia, Ucayali.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la OMS reconoce a la malaria como una de las principales enfermedades transmisibles en el mundo. Se estima que cada año mueren un millón de personas afectadas, con mayor incidencia en niños y mujeres gestantes. Según informes del Ministerio de Salud, en el Perú y particularmente en la Amazonía (MINSA, 1998), la incidencia es alta, considerando la baja calidad de vida de la población, las limitaciones de orden económico y dificultades para el desarrollo sostenible. Según las estadísticas de la Dirección Regional Sectorial de Salud de la región Ucayali, en 1996 se registraron las mayores ocurrencias con 5 584 casos producidos por *P. vivax* y 31 por *P. falciparum* (DRSSU, 1999).

En las últimas décadas ante la pérdida acelerada del conocimiento de la medicina tradicional, la deforestación de los bosques, la influencia de los factores antrópicos y la ocupación territorial en la región Amazónica (Mora y Bernex, 1994), las investigaciones sobre el conocimiento etnobotánico de las especies con potencial antimalárico y biocidas para control del vector, han tomado especial relevancia. La recopilación cultural sobre los usos medicinales tradicionales de las plantas, revela su mayor probabilidad de efectos activos farmacológicos, comparada con aquellas seleccionadas al azar o por criterios quimiotaxonómicos. En la valoración de la importancia relativa de ciertas plantas útiles, algunas técnicas se basan en el consenso de los informantes, bajo el supuesto que un elevado número de citas para un uso específico es indicativo de la validación social-histórica de la relación entre la planta y el problema de salud, indicando también una mayor probabilidad de su eficacia y de su actividad farmacológica (Farnsworth *et al.*, 1985).

Este documento es la primera fase de un estudio sobre el control de la malaria, orientada a la búsqueda de nuevos compuestos químicos para la elaboración de fitofármacos, como alternativa para promover el cultivo de especies vegetales nativas, adaptadas a exigencias ambientales del ecosistema amazónico.

Como objetivo, se propone la caracterización de las opciones de la flora nativa para el control de la malaria, en el tratamiento de la enfermedad y el control de los vectores.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Área y período de estudio

Comprende las localidades de los distritos de Callería, Yarinacocha y Campo Verde, provincia de Coronel Portillo, y del distrito de Irazola, provincia de Padre Abad, jurisdicción de la región Ucayali, Perú ($07^{\circ}57'25''$ y $09^{\circ}27'10''$ latitud sur, $74^{\circ}10'50''$ y $75^{\circ}56'40''$ longitud oeste), ecorregión de la selva baja en la Amazonía peruana (Mapa 1).

El estudio etnobotánico fue desarrollado entre los meses de febrero a diciembre del 2000.

Recopilación de la información etnobotánica

El registro de las plantas medicinales para el control de la malaria y con potencial biocida para el control del vector de la malaria, fue mediante encuestas en una muestra de 367 personas seleccionadas al azar, en un total de 32 localidades pertenecientes a la comunidad indígena Shipibo – Conibo y Ashaninka y mestizo ribereñas de los terrenos inundables estacionalmente por el río Ucayali, así como de “tierra firme” a lo largo de la carretera Federico Basadre. En general fue aplicada la encuesta TRAMIL (Germosén - Robineau, 1995), donde el informante, primero, identificó la enfermedad de la malaria definida por los síntomas característicos, asociada al acopio de la información sobre las plantas medicinales utilizadas en el tratamiento y plantas con potencial biocida para el control de su vector.

Durante la visita se realizaron recorridos, conjuntamente con los miembros de las comunidades, para la colecta de muestras botánicas por duplicados, y de material para propagación vegetativa. Las muestras herborizadas fueron determinados por la Estación del Tropic de Pucallpa, del Instituto Veterinario de Investigaciones en Tropicales y de Altura (IVITA), Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Las muestras vegetativas fueron plantadas en el Jardín Botánico y en el vivero de plantas medicinales y biocidas de la Estación Experimental del IIAP-Ucayali, situado en el km 12.400 de la carretera Federico Basadre, para su conservación “ex-situ” como especímenes de referencia para siguientes fases de investigación.

Los datos etnofarmacológicos y biocidas proporcionados por los informantes fueron incorporados en dos bases de datos, utilizando el lenguaje de programación Visual FoxPro. El análisis de esos datos ha permitido el cálculo del índice cuantitativo de

nivel de uso significativo para cada especie estudiada, el mismo que puede utilizarse como un indicador del grado de consenso en el uso de una especie y de la importancia cultural de estas plantas en las comunidades evaluadas. El índice utilizado fue el propuesto por TRAMIL (Germosén-Robineau, 1995; Phillips y Gentry 1993).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Especies con potencial antimalárico

En 9 comunidades indígenas Shipibo Conibo, una comunidad indígena Ashaninka y 22 comunidades mestizas, con una población aproximada de 3 500 individuos, la colecta fue de 55 especímenes de plantas con potencial antimalárico y 11 con potencial biocida. En el Anexo 1 se incluye un listado de las especies con nombre local, las partes u órganos usados, las forma de preparación y administración, así como el origen silvestre o cultivado.

Las partes más utilizadas en las preparaciones populares fueron las hojas y la corteza. Las formas de preparación incluyen la decocción de las cortezas en agua y extracción del zumo de las hojas a temperatura ambiente; la administración oral ha predominado entre los usos externos. El 75% de las especies utilizadas crecen espontáneamente. También, para cada especie, se registra el número de veces que fueron citadas en las encuestas.

De 367 informantes encuestados, 287 tuvieron conocimiento de al menos una especie antimalárica, como experiencia de uso durante la enfermedad y su control, como por información de otras personas con vivencias similares que usaron las mismas u otras especies (Tabla 1)

Tabla 1. Efectividad de las encuestas

Encuestas	Porcentaje de encuestas
Con respuesta	92.3
Sin respuesta	7.7

Para seis especies los registros de usos fueron significativos (nivel superior de 14%), integradas por *Verbena littoralis*, *Aspidosperma excelsum*, *Curcuma longa*, *Cedrela odorata*, *Abuta grandifolia* y *Physalis angulata* (Tabla 2). Así mismo cabe rescatar que de 55 especies citadas, los informantes refieren sus preferencias para la cura de la malaria con las mencionadas. De modo que el uso de la cloroquina y la primaquina (medicamentos sintéticos promovidos por el Ministerio de Salud para la malaria) quedan en segunda opción, principalmente debido a los efectos secundarios descritos como sensaciones de intoxicación, reacción que no ocurre cuando el tratamiento es con especies vegetales.

Tabla 2. Especies con mayor número de citaciones

Nombre Botánico	Familia botánica local	Nombre vida	Forma de citaciones	No. de citaciones	% de
<i>Verbena littoralis</i>	Verbenaceae	Verbena	Herbácea	41	14.3
<i>Aspidosperma excelsum</i>	Apocynaceae	Remocaspi	Árbol	31	10.8
<i>Curcuma longa</i>	Zingiberaceae	Guisador	Herbácea	20	6.9
<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae	Cedro	Árbol	17	6.0
<i>Abuta grandifolia</i>	Menispermaceae	Abuta	Liana	16	5.6
<i>Physalis angulata</i>	Solanaceae	Mullaca	Herbácea	15	5.2

Soukup (1986), menciona que la corteza amarga de *Aspidosperma spp.* (Apocynaceae) es utilizada como febrífuga y en los casos de ictericia. Asimismo, Desmarchelier, *et al.*, (1996), refiere que la corteza de *A. excelsum* es utilizada para aliviar la fiebre. En Bolivia se aprovechan las cualidades medicinales de *Aspidosperma* en el tratamiento de la malaria y el asma (Killeen *et al.*, 1993), en Centroamérica para la malaria, en el Perú como antiinflamatorio, desinfectante, dolor de oídos, hepatitis y la malaria, en Surinam, contra la ictericia, malaria y nefritis (Clarke, 1999).

Schultes y Raffauf (1990) y Lescure, *et al.*, (1987), mencionan que la tribu Siona (noroeste amazónico), le atribuye propiedades febrífugas a la infusión de las hojas de *Abuta grandifolia*. En la Amazonía brasileña se la considera efectiva en el tratamiento de la malaria, las enfermedades hepáticas y las úlceras gástricas (Coelho Ferreira, 1992). Los indígenas siona del Putumayo colombo-ecuatoriano lo usan para el tratamiento de las fiebres (García Barriga, 1992). Los indios de Wayãpi (Noroeste Amazónico) usan la decocción de hojas de *Abuta* como un analgésico oral y para el control de la fiebre; asimismo, las semillas son usadas por tribus indígenas en el Perú para combatir la fiebre (Hocquemiller *et al.*, 1984).

En *Abuta* fue detectado la presencia de alcaloides (Schultes y Raffauf, 1990); y del extracto etanólico de la corteza de *A. grandifolia* fue aislado el alcaloide “palmatina” y otros derivados de la “verberina” (Duke y Vásquez, 1994). En las investigaciones realizadas en el Instituto de Pesquisas Amazónicas (INPA) de Manaus, Brasil, en *Abuta imene* y *Abuta ruensis*, conocidas como “cipó abuta” y utilizadas por los indígenas para la fiebre y preparación del “curare”, fueron registrados principios activos de “imenine”, “homoschatoline”, “imerubine”, “imelutina”, “rufesine” y “norrufesine” (Coelho Ferreira, 1992). Por otro lado, *Abuta* contiene “tetrandrine”, un analgésico anti-inflamatorio y febrífugo, que recientemente se han demostrado sus propiedades anti-tumorales y anti-leucémicas (Desmarchelier *et al.*, 1985). Aún no existe información sobre los estudios de validación farmacológica de esta especie.

En la Amazonía peruana, para casos de contusiones y luxaciones, como de odontalgias, gripe y malaria se utiliza la corteza de *Cedrela odorata*, “cedro”. En las regiones tropicales del Ecuador se aprovecha el líquido muy amargo extraído de las hojas después de cocidas y filtradas; en Venezuela se cita su valor para las contusiones, dolores de muelas, fiebre, paludismo, reumatismo y tos (Soukup, 1986). La infusión de la corteza de “cedro” es considerada un buen febrífugo, emético y astringente (Soukup, 1986). En la corteza se detectó la presencia de aceites esenciales, gomas y triterpenos, entre ellos la “meliacina” y el “mexicanólido” (Albornoz, 1993; Motl y Trka, 1973).

(R) *Physalis angulata*, “mullaca”, ha sostenido un lugar importante en la medicina natural de los países tropicales, así los indígenas en la Amazonía peruana usan el zumo de la hoja, en aplicación interna y externa, para el dolor de oídos, la malaria, hepatitis y reumatismo (Pietro *et al.*, 2000).

Las especies con propiedades para el control de la malaria ocurren en 32 localidades (Tabla 3). En Nueva Requena la referencia es mayor con 27 especies en 49 citas. De esas, cinco especies de las seis registradas con el mayor número de citas son *Aspidosperma excelsum*, *Cedrela odorata*, *Verbena littoralis*, *Curcuma longa* y *Abuta grandifolia*. En el sector de la carretera Federico Basadre, donde se aplicó el mayor número de encuestas, debido al mayor cantidad de centros poblados, fueron registradas 21 especies en 49 citas, entre ellas, dos fueron las más citadas: *V. littoralis* y *A. Excelsum*.

Tabla 3. Localidades con mayor número de usos de especies antimaláricas

Provincia	Distrito	Localidad	No. de especies
Coronel Portillo	Nueva Requena	Nueva Requena	27
Coronel Portillo y Padre Abad	Campo Verde e Irazola (km 26 al 75)	Carretera Federico Basadre	21
Coronel Portillo	Yarina Cocha	C.N. San Francisco	14
Campo Verde	Nueva Requena	C.N. Tunuya	14
Padre Abad	Irazola	Von Humboldt	9
Coronel Portillo	Callería (Ucayali Medio)	Mashangay	7
Coronel Portillo	Callería (Ucayali Medio)	Santa Isabel	7
Coronel Portillo	Callería (Ucayali Medio)	San Pedro	6
Campo Verde	Nueva Requena	Santa Catalina	6
Coronel Portillo	Callería (Ucayali Medio)	El Milagro	6

De *Verbena littoralis* se usa las hojas, por lo que su extracción es sencilla; mientras que *Aspidosperma excelsum*, *Abuta grandifolia* y *Cedrela odorata* son leñosas, de las que se usan, principalmente, la corteza porque se les atribuye una mayor concentración de los principios activos, y su extracción es sencilla (Tabla 4). Según Soukup (1986), en la región amazónica del Perú, *A. excelsum* se usa como febrífuga y en los casos de ictericia.

Tabla 4. Partes de las plantas mayormente utilizadas como antimaláricas

Especie	Parte utilizada/Nº. de citasiones				
	Corteza	Raíz	Hoja	Flor	Toda la planta
<i>Verbena littoralis</i>			41		
<i>Aspidosperma excelsum</i>	31				
<i>Abuta grandifolia</i>	16				
<i>Cedrela odorata</i>	16	1			
<i>Curcuma longa</i>		15	2	3	
<i>Physalis angulata</i>		3	5		7

En general para el control de la malaria, de *V.littoralis* se usa el zumo de las hojas, sólo un informante ha mencionado el uso de infusión. De *A. excelsum*, *A. grandifolia* y *C. odorata* se usan las cortezas; de *C. longa* principalmente la raíz; y de *P. Angulata*,

toda la planta, especialmente en cocimiento. La utilización en infusión, zumos o macerados es escasa (Tabla 5).

Tabla 5. Modo de preparación de las partes de las plantas de mayor importancia

Especie	Modo de preparación/Número de citaciones			
	Cocción	Infusión	Jugo	Maceración
<i>Verbena litoralis</i>		1	40	
<i>Aspidosperma excelsum</i>	29	1		1
<i>Abuta grandifolia</i>	16			
<i>Cedrela odorata</i>	16	1		
<i>Curcuma longa</i>	15		5	
<i>Physalis angulata</i>	9	1	5	

Por otro lado, *V. littoralis* y *C. longa* se cultivan en huertos familiares, y *P. angulata* tiene distribución amplia, como colonizadora de terrazas aluviales, por lo que ninguna de las tres corren riesgo de sobre-explotación. Sin embargo, *A. excelsum* y *C. odorata*, son árboles maderables intensamente aprovechadas en el aserrío y en las construcciones rurales, las mismas que corren el riesgo de sobre-explotación, de modo que deben ser manejadas con criterios de sostenibilidad por su potencial económico incrementado.

Los hábitats de estos recursos medicinales son los bosques primarios y los bosques residuales. También crecen en los bosques secundarios y en las terrazas aluviales laterales a los ríos e inundados temporalmente. En todos estos escenarios existe una alta diversidad de especies de importancia económica medicinal, por lo que el potencial de investigación se hace urgente concretarlo.

Tabla 6. Procedencia de las especies de mayor importancia de uso

Especie	Procedencia		Hábitat
	Espontánea	Cultivada	
<i>Verbena litoralis</i>		36	Cultivado
<i>Aspidosperma excelsum</i>	31		Bosque primario y secundario
<i>Cedrela odorata</i>	17		Bosque primario y secundario
<i>Abuta grandifolia</i>	16		Bosque secundario
<i>Physalis angulata</i>	15		“Purmas”
<i>Curcuma longa</i>	9	11	Cultivado

Especies vegetales con potencial biocida para el control del vector de la malaria

La Tabla 7 presenta el número de citaciones para las especies biocidas², donde *Gallesia integrifolia* tiene especial importancia por los efectos repelentes de las hojas y corteza, luego de secadas y quemadas. En las hojas se reportó aceites esenciales (Akisue *et al.*, 1994), y estudios recientes indican que el extracto diclorometano de la corteza posee acción antifúngica de diversos hongos patógenos para el ser humano (Fleixa *et al.*, 1998). *Mansoa alliacea*, *Petiveria alliacea* y *Capsicum annuum* siguen en orden de importancia, siendo la última particularmente apreciada por su acción para el control de insectos. En el Anexo 2 se incluye información etnobotánica con potencial biocida para el control de los vectores de la malaria.

El fruto de *Capsicum annuum* es utilizado desde la antigüedad, en toda la región amazónica, como condimento; pero, también se le atribuye propiedades medicinales y biocidas (Estrella, 1995), así Bennet (1992) refiere su uso medicinal entre los Cofán, Quechua, Siona-Secoya y Shuar en el Ecuador, los Bora en el Perú y los Panare en Venezuela. Entre los estudios de bioactividad, del fruto o “ají” fue aislado la “capsaicina”, como principal componente químico, flavonoides y alcaloides esteroidales (Estrella, 1995). Aún no se han estudiado los principios activos y las propiedades farmacológicas de *Mansoa alliacea*, pero el fuerte aroma hace suponer la presencia de aceites esenciales, y los estudios preliminares indicaron la presencia de alcaloides (Schultes & Raffauf, 1990).

Según Soukup (1986), en el Perú, *Petiveria alliacea* se usa como vermífugo; mientras que en Panamá se usa como repelente de insectos (Gupta, 1995), y en Minas Gerais, Brasil, las hojas se usan como insecticidas (Hirschmann y Rojas, 1990). Se aislaron diversos compuestos químicos, entre ellos esteroides, terpenoides, saponinas, polifenoles, taninos y alcaloides (Segelman y Segelman, 1975; De Sousa *et al.*, 1990); también se ha reportado actividad antibacteriana de los extractos etanólicos al 50% contra varios microorganismos gramnegativos, y extractos acuosos activos como antimicótico de varios hongos patógenos de las plantas, como *Epidermophyton floccosum*, *Mycobacterium tuberculosis* y *Candida albicans* (Von Szczepanski *et al.*,

2 Son productos naturales de origen vegetal que se clasifican en mímicos de hormonas de insectos, allomonas e inhibidores de alimentación. Los mímicos son sustancias que tienen efecto hormonal en los insectos y pueden ser de tipo juvenil, de muda, recortando o inhibiendo su desarrollo. Las allomonas son sustancias repelentes o tóxicas a los fitófagos. Los inhibidores de alimentación son sustancias caracterizadas para provocar la suspensión temporal o permanente de la alimentación, por ejemplo, la ajugarina, extraído de *Ajuga remota* (Dale, 1994).

1972). Similarmente, se detectó que asociada a la presencia de bencil-2-hidroxiethyltrisulfuro, tiene una actividad antimicrobiana contra distintas bacterias y levaduras (Berdy *et al.*, 1982; Robineau, 1989). Entre otros principios, Roig & Mesa (1974) reportan la presencia de taninos, glucósidos, saponinas y alcaloides. El principio tóxico ha sido llamado “petiverina” (Segelman & Segelman, 1975); además contiene compuestos azufrados, resinas, saponinas y sustancias antimicrobianas (Cáceres *et al.*, 1991). La presencia de derivados del tiofeno podría ser responsable de la actividad insecticida, repelente y nematicida (Olaifa *et al.*, 1987; Grainge y Ahmed, 1988).

Como repelente de insectos, también en la Amazonía peruana se usa la semilla triturada de *Bixa orellana* (Ramirez *et al.*, 1988). En esta especie, de los extractos de diferentes partes de la planta, fueron aislados varios carotenoides, flavonoides, diterpenos y un benzenoide; además se reportaron diversos efectos, entre ellos, la acción antibacteriana (Gupta, 1995).

Con *Chenopodium ambrosioides*, conocido como «paico», se han realizado estudios farmacológicos en relación a su acción antifúngica (Kishore, 1981), y antibacteriana frente a la *Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus aureus* (Ross, *et al.*, 1980). De esta especie se aislaron varios aceites esenciales, identificándose el ascaridol, que mostró acción antifúngica y antimicrobiana (Gupta, 1995). La dosis letal del ascaridol en el ratón es de 0.075 mg/k. El aceite del *Chenopodium ambrosioides* puede presentar efectos tóxicos por acumulación, aunque pequeñas dosis sean utilizadas en días independientes (Pousset; 1989, Martindale, 1982). Las observaciones realizadas por Ayala Flores (1984), entre los Achual, Bora, Candoshi-Shapra, Huitoto, Ocaina, Yagua y Shipibo de la Amazonía peruana, demostraron el uso común de *Ch. ambrosioides* contra *Ascaris lumbricoides* y *Oxyurus vermicularis*. Los Quichua, Siona y Kofán del Ecuador toman una decocción hecha de toda la planta como antielmíntico; los Quichua además lo utilizan como purgante, por lo que toman nueve días seguidos el jugo de las plantas aplastadas (Lescure *et al.*, 1987).

Dentro de la composición química y las propiedades farmacológicas del “paico”, la droga que se extrae de las hojas, frutos y tallos tiene un olor aromático agradable y contiene 1.5% de aceite de quenopodio y 64.5% de ascaridol (García Barriga, 1992).

El ascaridol es el principal responsable del aroma del «paico», así como también de sus propiedades parasiticidas y de sus efectos tóxicos. La variada presencia de sacáridos (pectina), de glucósidos (saponinas, flavonoides), taninos, ácidos orgánicos, aceites esenciales, lípidos y vitaminas confieren a la planta total un carácter químico diferente al que tiene exclusivamente el ascaridol, considerado tóxico en dosis

inadecuadas, aquí radica la diferencia entre el uso de la planta entera y de sus derivados específicos (Pousset, 1989; Martindale, 1982) (FF).

Los principales componentes químicos identificados en las partes aéreas de *Heliotropium indicum* son el alcaloide indicina y, un derivado nitrogenado, la indicina-N-óxido (Hoque et al., 1976).

Tabla 7. Número de citaciones de plantas biocidas

Nombre Botánico	Familia Botánica	Nombre Vulgar	Forma de vida	Estructura utilizada	Nº. de citaciones
<i>Gallesia integrifolia</i> Spreng. Harms.	Phytolacaceae	Ajos quiro	Árbol	Hoja	10
<i>Mansoa alliacea</i> (Lam.) A. Gentry	Bignoniaceae	Ajos sacha	Arbusto	Hoja	8
<i>Petiveria alliacea</i> Will. Marci.	Phytolacaceae	Mucura	Herbácea	Hoja	7
<i>Capsicum annum</i> L.	Solanaceae	Ají	Arbusto	Fruto	5
<i>Bixa orellana</i> L.	Bixaceae	Achiote	Arbusto	Hoja	4
<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	Chenopodiaceae	Paico	Herbácea	Hoja	3
<i>Ambrosia artemisioides</i>	Asteraceae	Sacha altemisa	Herbácea	Hoja	3
<i>Heliotropium indicum</i> L.	Boraginaceae	Ucullucui sacha	Herbácea	Hoja	3
<i>Copaifera paupera</i>	Fabaceae	Copal	Árbol	Hoja	3
<i>Jacaranda copaia</i>	Bignoniaceae	Huamanzamana	Árbol	Hoja	2
<i>Zebrina pendula</i>	Commelinaceae	Oreja de tigre	Herbácea	Hoja	2

El humo de las hojas secas y quemadas de *Gallesia integrifolia*, *Mansoa alliacea*, *Petiveria alliacea*, *Bixa orellana*, *Ambrosia artemisioides*, *Heliotropium indicum*, *Copaifera paupera* y *Jacaranda copaia*, así como el fruto seco y quemado de *Capsicum annum* logran la dispersión del mosquito *Anopheles*, mostrando su efecto biocida repelente y/o disociador(HH). Sobre los usos de *Chenopodium ambrosioides* y *Zebrina pendula*, los informantes mencionan que toda la planta, macerada y filtrada, se aplica en los depósitos de aguas estancadas para el control de larvas de *Anopheles* (Tabla 8).

Tabla 8. Modo de aplicación de las plantas con potencial biocida

Especie	Modo de aplicación/Nº. de citasiones	
	Secado y quemado (humo)	Maceración en solución acuosa
<i>Gallesia integrifolia</i>	10	
<i>Mansoa alliacea</i>	8	
<i>Petiveria alliacea</i>	7	
<i>Capsicum annum</i>	5	
<i>Bixa orellana</i>	4	
<i>Chenopodium ambrosioides</i>		3
<i>Ambrosia artemisioides</i>	3	
<i>Heliotropium indicum</i>	3	
<i>Copaifera paupera</i>	3	
<i>Jacaranda copaia</i>	2	
<i>Zebrina pendula</i>		2

P. alliacea, *C. annum*, *B. orellana* y *Ch. ambrosioides* son accesibles para el consumo debido a su alto grado de domesticación, son cultivadas en huertos familiares. Por consiguiente, estas especies pueden orientarse a la producción masiva como materia prima; mientras que *G. integrifolia* y *C. paupera* proceden de bosques primarios, estos actualmente sobre-explotadas por la extracción de maderas y de la agricultura migratoria, entre otros factores, de modo que limita su expansión y distribución geográfica. Por otro lado, *H. indicum* y *A. artemisioides* son colonizadoras de las terrazas aluviales o inundables estacionales, con ciclos vegetativos de tres a cuatro meses, por tanto, con gran potencial productivo de biomasa vegetal después de la vaciante de los grandes ríos (Tabla 9).

Tabla 9. Procedencia de las plantas biocidas de mayor importancia de uso

Especie	Procedencia		Localización
	Espontánea	Cultivada	
<i>Gallesia integrifolia</i>	8		Bosque primario y secundario
<i>Mansoa alliacea</i>	7		Bosque secundario
<i>Petiveria alliacea</i>		6	Huertos familiares
<i>Capsicum annum</i>		5	Huertos familiares
<i>Bixa orellana</i>		5	Huertos familiares
<i>Chenopodium ambrosioides</i>		4	Huertos familiares
<i>Ambrosia artemisioides</i>	4		Terrazas aluviales
<i>Heliotropium indicum</i>	3		Terrazas aluviales
<i>Copaifera paupera</i>	3		Bosque primario
<i>Jacaranda copaia</i>	3		Bosque secundario
<i>Zebrina pendula</i>	2		Bosque primario

4. CONCLUSIONES

- a. Las especies más reportadas como antimaláricas son *Verbena littoralis*, *Aspidosperma excelsum*, *Curcuma longa*, *Cedrela odorata*, *Abuta grandifolia* y *Physalis angulata*.
- b. Las especies de mayor importancia como biocidas son *Mansoa alliacea*, *Petiveria alliacea*, *Gallesia integrifolia*, *Capsicum annum* y *Chenopodium ambrosioides*. Las investigaciones de su propiedades deben continuarse con la fase de validación etnobotánica, agronómica y verificando su eficiencia en el control de los principales vectores de la malaria.
- c. Las especies vegetales con potencial biocida tienen posibilidades de uso como una alternativa porque no contaminan el medio ambiente, como sí ocurre con muchos insecticidas sintéticos.
- d. La aplicación del método TRAMIL, en esta prospección, pudo haber dejado de lado muchas especies interesantes, pero menos comunes o menos conocidas. Ellas podrían ser detectadas por otros métodos de prospección etnobotánica.

5. BIBLIOGRAFÍA

- AKISUE, M.; WASICKY, R.; AKISEU, R.; DE OLIVEIRA, F. 1984. *Gallesia integrifolia* (Sprengel) harms-essential oil of leaves. *Revista Farmacéutica y Bioquímica de la Universidad de Sao Paulo* 20: 145-147.
- ALBORNOZ, A. 1993. *Medicina Tradicional Herbaria. Guía de Fitoterapia*. Caracas: Instituto Farmacoterápico Latino.
- AYALA FLORES, F. 1984. Notes on some medicinal and poisonous plants of Amazonian Perú. En/in: *Advances in Economy Botany* 1. Ps. 1-8.
- BENNET, B. 1992. Plants and people of the Amazonian rainforests. *BioScience* 42: 599-607.
- BERDY, J.; ASZALOS, A.; BOSTIAN, M.; McNITT, K. 1982. *CRC Handbook of Antibiotic Compounds*. Boca Raton, CRC Press, Part 2, 361 p.

- CACERES, A.; LOPEZ, B.R.; GIRON, M.A.; LOGEMANN, H. 1991. Plants used in Guatemala for the treatment of dermatophytic infections. Screening for antimycotic activity of 44 plant extracts. *J. Ethnopharmacol.* 31 (3): 263-276.
- CLARKE, J. 1999. El diccionario práctico del OA en materia mèdica. Medi-T. Quebracho.
- COELHO FERREIRA, M. 1992. *Les Plantes Medicinales a Manaus: Utilisation et Commercialisation*. Tesis. L'Universite Pierre et Marie Curie. Laboratoire de Botanique Tropicale, Paris.
- DALE, E.W. 1994. Bases para el descubrimiento y utilización de productos naturales derivados de las plantas en el control de plagas. *AGRONOMÍA* Vol. XLIII. La Molina, Perú.
- DE SOUSA, J. ; DEMUNER, A. ; PINHEIRO, J. ; BREIT MAIER, E. ; CASSELS, B. 1990. Dibenzyltrisulphide and trans-N-methyl-4-methoxyproline from *Petiveria alliacea*. *Phytochemistry* 29: 3653-3655.
- DESMARCHELIER, C.; MONGELLI, E. ; COUSSIO, J.; GIULIETTI, A. ; CICCIA, G. 1985. Etnobotánica y bioactividad de plantas medicinales utilizadas por un grupo indígena *Takana* de la Amazonía Peruana. *Acta Farmaceutica Bonaerense* 14: 195-208.
- DESMARCHELIER, C.; GURNI, A.; CICCIA, G.; GIULIETTI, A.M. 1996. Ritual and medicinal plants of the Ese'ejá of the Amazonian rainforest (Madre de Dios, Perú). *Journal of Ethnopharmacology* 52: 45-51.
- DESMARCHELIER, C. ; MONGELLI, E. ; COUSSIO, J. ; CICCIA, G. 1996b. Studies on the cytotoxicity, antimicrobial and DNA-binding activities of plants used by the Ese'ejá. *Journal of Ethnopharmacology* 50: 91-96.
- DEUTSCH, H.; EVERSON, M.; DRESCHER, P.; SPARWASSER, C.; MADSEN, P. 1994. Isolation and biological activity of aspidospermine and quebrachine from an *Aspidosperma* tree source. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 12: 1283-1287.
- DRSSU, 1997. Estratificación epidemiológica para Malaria en la Región Ucayali. 50 pág.

- DUKE, J.A.; VASQUEZ, R. 1994. *Amazonian Ethnobotanical Dictionary* (CRC Press) Boca ratón, USA. P. 13.
- ESTRELLA, E. 1995. *Plantas Medicinales Amazónicas: Realidad y Perspectivas*. Tratado de Cooperación Amazónica. Secretaría Pro-Tempore. Lima, Perú. P. 278.
- FARNSWORTH, N.; AKERELE, O.; BINGEL, A.; SOEJERTO, D.; GUO, Z. 1985. Medicinal plants in therapy. *Bulletin of the World Health Organization*. 63(6): 965-981.
- FLEIXA, B.; VILA, R.; VARGAS, L.; LOZANO, N.; ADZET, T.; CAÑIGUERAL, S. 1998. Screening for antifungal activity of nineteen Latin American plants. *Phytotherapy Research* 12: 427-430.
- GARCIA BARRIGA, H. 1992. Flora medicinal de Colombia. Tercer Mundo Editores, Bogotá; 3 vols.
- GERMOSEN-ROBINEAU, L. (Ed.). 1995. Hacia una farmacopea vegetal Caribeña. Edición TRAMIL 7. Enda-Caribe, UAG & Universidad de Antioquia. Santo Domingo. 696 p.
- GRAINGE, M.; AHMED, S. 1988. *Handbook of Plants with Pest-Control Properties*. New York, John Wiley & Sons, p. 204.
- GUPTA, M.P. (Ed.). 1995. 270 *Plantas Medicinales Iberoamericanas*. CYTEC (Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo), Santafé de Bogotá, Colombia. p. 199, 230, 428.
- HIRSCHMANN, G. S.; ROJAS DE ARIAS, A. 1990. A survey of medicinal plants of Minas Gerais Brazil. *J. Ethnopharmacol* 29 (2): 159-172.
- HOCQUEMILLER, R. ; CAVE, A. ; FOURNET, A. 1984. Saulatine, a novel isoquinoline alkaloid from *Abuta bullata*. *Journal of Natural Products* 47: 539-540.
- HOQUE, M. ; GHANI, A. ; RASHID, H. 1976. Alkaloids of *Heliotropium indicum* L., grown in Bangladesh. *Bangladesh Pharmaceutical journal*. 5: 13-15.

- KILLEEN, T.; GARCIA, E.; BECK, S. 1993. Guía de árboles de Bolivia. La Paz: Herbario Nacional de Bolivia.
- KISHORE, N. 1981. Fungitoxicity of some volatile natural products against human pathogenic fungi. *Indian Perf.* 25 (384): 1-3.
- LESCURE, J.; BALSLEV, H.; ALARCON, R. 1987. Plantas utiles de la Amazonía Ecuatoriana. Quito: ORSTOM-PUCE-IN CRAE-PRONAREG. P. 34.
- MARTINDALE. 1982. The Extra Pharmacopoeia. Twenty eighth edition, Ed. James E. F. Reynolds. The Pharmaceutical Press, London, p. 90.
- MINSA, 1998. Política Nacional de Medicamentos para el control de la Malaria en el Perú. Ministerio de Salud. Perú. Pág 15-28.
- MORA, C.; BERNEX, N. 1994. Tipología espacial de los procesos de ocupación y explotación del espacio amazónico peruano. 215 pág.
- MOTL, O.; TRKA, A. 1973. Composition of essential oil from *Cedrela odorata* L. *Journal of the Society of Cosmetic Chemists* 24: 747-751.
- OLAIFA, J.I.; ERHUN, W.O.; AKINGBOHUNGBE, A.E. 1987. Insecticidal activity of some Nigerian plants. *Insect Science Applications* 8: 221-224.
- PHILLIPS, O.; GENTRY, A. 1993. The useful plants of Tambopata, Perú: I. Statistical hypotheses test with a new quantitative technique. *Economic Botany*. 47 (1): 15-32.
- PIETRO, R.; KASHIMA, S.; SATO, D.; JANUARIO, A.; FRANCA, S. 2000. Actividades de antimycobacterial in vitro de *Physalis angulata* L. Departamento de Ciencias Farmaceuticas, Universidad de Ribeirao Preto - UNAERP Ribeirao Preto, SP Brasil.
- POUSSET, J.L. 1989. Plantes Médicinales Africaines. Ed. Marketing, París, p. 56-57.
- RAMIREZ, V.; MOSTACERA, L.; GARCIA, A.; MEJIA, C.; PELAEZ, P.; MEDINA, C.; MIRANDA, C. 1988. *Vegetales Empleados en la Medicina Norperuana*. Banco Agrario del Perú & Nacl. Univ. Trujillo, Trujillo, Perú. P. 54.

- ROBINEAU, L. (Ed.). 1989. *Hacia una Farmacopea Caribeña*. Santo Domingo, Enda Caribe y Universidad Nacional Autónoma de Honduras. p. 278-282.
- ROIG; MESA, J.T. 1974. Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba. Ciencia y técnica, Instituto del Libro, La Habana.
- ROSS, S.A.; EL-KELTAWI; MEGALLA, S.E. 1980. Antimicrobial activity of some egyptian aromatic plants. *Fitoterapia* 51: 201-205.
- SCHULTES, R.E.; RAFFAUF, R.F. 1990. *The Healing Forest*. Discorides Press, Portland, Oregon. p. 107, 303.
- SEGELMAN, F.; SEGELMAN, A. 1975. Constituents of *Petiveria alliacea*. Phytolaccaceae. Part I. Isolation of isoarborinol, isoarbiranol acetate and isoarborinol cinnamic acid for the leaves. *Lloydia* 38: 537.
- SOUKUP, J. 1986. *Vocabulario de los Nombres Vulgares de la Flora Peruana*, Colegio Salesiano, Lima, Perú, p. 71, 116, 318.
- VON SZCZEPANSKI, C.; ZGORZELAK, P.; HOYER, G. 1972. Isolation, structure determination and synthesis of an antimicrobial substance from *Petiveria alliacea*. *Arzneim. Forsch.* 22: 1975.

ANEXO
Anexo 1. Información etnobotánica de las plantas medicinales con potencial antimalárico de la región Ucayali

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE VULGAR	PORTE UTILIZADA	PREPARACIÓN	ADMINIST.	ORIGEN
AMARANTHACEAE	<i>Alternanthera sp.</i>	Lancetilla mayor	Hoja	infusión	nasal	silvestre
APOCYNACEAE	<i>Himatantus tarapotensis</i>	Bellacocasi	Corteza	cocimiento	oral	silvestre
APOCYNACEAE	<i>Aspidosperma vargasii</i>	Quillobordon	corteza	cocimiento	oral	silvestre
APOCYNACEAE	<i>Aspidosperma excelsum</i>	Remo caspi	corteza	coc, infus	oral	silvestre
AQUIFOLIACEAE	<i>Ilex ssp.</i>	Guayusa	hoja	cocimiento	oral	silvestre
ARECACEAE	<i>Oenocarpus bataua</i>	Ungurahui	semilla	cocimiento	oral	silvestre
ARECACEAE	<i>Euterpe oleracea</i>	Huasai	raíz	cocimiento	oral	silvestre
ASTERACEAE	<i>Ambrosia peruviana</i>	Marco sacha	hoja	cocimiento	oral	silvestre
ASTERACEAE	<i>Tagetes erecta</i>	Rosa sisa	toda la planta	coc, infus	oral	silvestre
BIGNONACEAE	<i>Mansoa alliacea</i>	Ajosacha	raíz	cocimiento	oral	cultivada
BIGNONACEAE	<i>Adenocalymma sp</i>	Huanchahuisacha	toda la planta	jugo, infusión	oral	silvestre
BIXACEAE	<i>Bixa orellana</i>	Achiote	hoja	cocimiento	oral	cultivada
CELASTRACEAE	<i>Maytenus niruri</i>	Chanca piedra	toda la planta	coc, infus	oral	silvestre
CELASTRACEAE	<i>Maytenus macrocarpa</i>	Chuchuhuasi	corteza, raíz	coc, mac, infus	oral	silvestre
EUPHORBIACEAE	<i>Hevea cuneata</i>	Caucho masha	corteza	cocimiento	oral	silvestre
EUPHORBIACEAE	<i>Alchornea castaneifolia</i>	Ipuro	corteza	infusión	oral	silvestre
EUPHORBIACEAE	<i>Jatropha gossypifolia</i>	Piñon negro	hoja	jugo	oral	ultivada
EUPHORBIACEAE	<i>Jatropha curcas</i>	Piñon blanco	hoja	maceración	oral	silvestre
FABACEAE	<i>Erythrina glauca</i>	Amasisa	hoja, corteza	cocimiento	oral	silvestre
FABACEAE	<i>Copaifera paupera</i>	Copaiba	aceite	fresco	oral	silvestre
FABACEAE	<i>Myroxylon balsamum</i>	Estoraque	corteza	cocimiento	oral	silvestre
FABACEAE	<i>Platymiscium stipulare</i>	Cuma ceva	corteza	cocimiento	oral	silvestre

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE VULGAR	PARTE UTILIZADA	PREPARACIÓN	ADMINIST.	ORIGEN
GENTIANACEAE	<i>Iribachia indica indica</i>	Tabaco braco	hoja	jugo, cocim	oral	silvestre
LAURACEAE	<i>Ocotea ro rodiaei</i>	Canela moena	corteza	maceración	oral	cultivada
LECYTHIDACEAE	<i>Grias neuberthii</i>	Sachamango	corteza	cocimiento	oral	silvestre
LORANTACEAE	<i>Oryctanthus alveolatus</i>	Suelda con suelda	hoja, raíz, corteza	cocimiento	oral	silvestre
MALPIGHIACEAE	<i>Banisteriopsis caapi</i>	Ayahuasca	corteza	cocimiento	oral	silvestre
MALVACEAE	<i>Malachra capitata</i>	Malva	raíz	cocimiento	oral	silvestre
MELIACEAE	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	corteza, raíz	coc. infusi	oral	silvestre
MELIACEAE	<i>Guarea trichilioides</i>	Requia	corteza	cocimiento	oral	silvestre
MENISPERMACEAE	<i>Abuta grandifolia</i>	Abuta	corteza	cocimiento	oral	silvestre
MORACEAE	<i>Clarisia racemosa</i>	Mashonaste	corteza	cocimiento	oral	silvestre
MYRISTICACEAE	<i>Virola calophylla</i>	Cumala blanca	corteza	cocimiento	oral	silvestre
MYRTACEAE	<i>Psidium guajaba</i>	Guayaba	corteza, raíz	cocimiento	oral	silvestre
OLACACEAE	<i>Minquartia punctata</i>	Huacapu amarillo	corteza	cocimiento	oral	silvestre
PASSIFLORACEAE	<i>Passiflora edulis</i>	Maracuya	hoja, raíz	cocimiento	oral	cultivada
PHYTOLACCACEAE	<i>Gallesia integrifolia</i>	Ajosquiro	corteza	cocimiento	oral	silvestre
PHYTOLACCACEAE	<i>Petiveria alliacea</i>	Mucura	toda la planta	coc. jugo, infus	oral	silvestre
PIPERACEAE	<i>Piper angustifolium</i>	Cordoncillo	hoja	cocimiento	oral	silvestre
PLANTAGINACEAE	<i>Plantago major</i>	Llantén	hoja	jugo	oral	silvestre
POLYGONACEAE	<i>Triplaris poeppigiana</i>	Tangarana	corteza	cocimiento	oral	silvestre
RUBIACEAE	<i>Coffea arabica</i>	Café	hoja	cocimiento	oral	cultivada
RUBIACEAE	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	Capirona	corteza	cocimiento	oral	silvestre
RUBIACEAE	<i>Uncaria tomentosa</i>	Uña de gato	corteza	cocimiento	oral	silvestre

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE VULGAR	PARTE UTILIZADA	PREPARACIÓN	ADMINISTR.	ORIGEN
RUTACEAE	<i>Citrus limon</i>	Limon chico	jugo	fresco	oral	cultivada
RUTACEAE	<i>Citrus aurantium</i>	Limon rugoso	raíz, fruto	cocimiento	oral	cultivada
SAPOTACEAE	<i>Pouteria caimito</i>	Caimito	hoja	cocimiento	oral	silvestre
SIMAROUBIACEAE	<i>Simarouba amara</i>	Marupa	corteza	cocimiento	oral	silvestre
SOLANACEAE	<i>Solanum nigrum</i>	Hierba mora	hoja	cocimiento	oral	silvestre
SOLANACEAE	<i>Physalis angulata</i>	Mullaca	hoja	cocimiento, infusión	oral, nasal	cultivada
VERBENACEAE	<i>Verbena litoralis</i>	Verbena	hoja	jugo, coc, infusión	oral	cultivada, silvestre
ZINGIBERACEAE	<i>Curcuma longa</i>	Guisador, patillo	raíz, flor, hoja	cocimiento, jugo	oral	cultivada
ZINGIBERACEAE	<i>Costus scaber</i>	Caña agria	tallo	jugo	oral	silvestre

Anexo 2. Información etnobotánica de las plantas con potencial biocida para el control del vector de la malaria en la región Ucayali

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE LOCAL	PARTE UTILIZADA	PREPARACIÓN	ADMINIST.	ORIGEN
Bixaceae	<i>Bixa orellana</i>	Achiote	Hoja	Seca	Ahumar	secar
Solanaceae	<i>Capsicum annuum</i>	Aji	Fruto	Seco	Ahumar	secar
Phytolacaceae	<i>Gallestia integrifolia</i>	Ajos quiro	Hoja	Seca	Ahumar	secar
Bignoniaceae	<i>Mansoa alliacea</i>	Ajos sachá	Hoja	Seca	Ahumar	secar
Fabaceae	<i>Copaifera paupera</i>	Copal	Hoja	Seca	Ahumar	secar
Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i>	Huamanzamana	Hoja	Seca	Ahumar	secar
Phytolacaceae	<i>Petiveria alliacea</i>	Mucura	Hoja	Seca	Ahumar	secar
Commelinaceae	<i>Zebrina pendula</i>	Oreja de tigre	Hoja	fresca	Aspersión	maceración
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Paico	Hoja	fresca	Aspersión	maceración
Asteraceae	<i>Ambrosia artemisioides</i>	Sacha altemisa	Hoja	seca	Ahumar	secar
Boraginaceae	<i>Heliotropium indicum</i>	Ucullucui sachá	Hoja	seca	Ahumar	secar

**INCREMENTO DIAMÉTRICO DE *Guarea macrophylla* VAHL.
Y *Calycophyllum spruceanum* (BENTHAM) HOOKER F. EX.
SCHUMANN EN BOSQUES INUNDABLES DE LA
AMAZONÍA PERUANA**

Juan Baluarte¹, Gustav Nebel²

RESUMEN

Esta nota técnica presenta algunos resultados sobre el incremento diamétrico de dos especies forestales, con madera de valor comercial, que medran en los bosques inundables de la Amazonía peruana. Con esta investigación se busca resultados que puedan ser útiles en la planificación del manejo sostenible de las especies. Con base a datos de incremento diamétrico tomados en parcelas permanentes de muestreo, se presenta resultados del análisis por clases diamétricas y simples modelos de incremento de diámetro; sin embargo, se necesita incluir factores de competencia en los análisis para poder comprender por que unos individuos crecen más que otros. La baja densidad de algunas especies en bosques tropicales hace difícil tener una base de datos suficiente para un análisis adecuado, como es el caso de *Calycophyllum spruceanum*, cuya presencia de individuos jóvenes fue escasa en las parcelas de crecimiento, estudiadas.

Palabras clave: Incremento diamétrico *Guarea macrophylla*, *Calycophyllum spruceanum*, Amazonía peruana.

ABSTRACT

This technical note presents results on the diameter growth of two forest tree species producing commercially valuable wood, which grow in the flood plain forests of the Peruvian Amazon. The purpose is to provide results that can be used in the planning of a sustainable management of the species. Based on diameter increment data from permanent sample plots, results are presented on the diameter growth in diameter

-
- 1 Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), Av. Abelardo Quiñonez. km 2.5, Iquitos, Perú. E-mail: jbaluarte@iiap.org.pe
 - 2 Universidad Real de Veterinaria y de Agricultura (KLV), Rolighedsvej 23, DK DK-1958 Frederiksberg C, Dinamarca. E-mail: gne@klv.dk

classes and according to simple growth models. However, it is necessary to include competition factors in the analyses to be able to understand why some individuals grow better than others. The low density of some species in the tropical forests makes it difficult to get a database allowing an adequate analysis, which is the case for *Calycophyllum spruceanum* where only few young individuals were present in the permanent plots included in the study.

Key Words: Diameter increment, *Guarea macrophylla*, *Calycophyllum spruceanum*, Peruvian Amazon.

1. INTRODUCCIÓN

Muchas de las especies forestales de los bosques inundables de la Amazonía peruana son utilizadas para madera y productos forestales no maderables. Estos bosques tienen un rol productivo importante debido a factores como acceso relativamente fácil y bajos costos de extracción. Para poder manejar las poblaciones de las especies extraídas se necesita, entre otras condiciones, contar con información sobre su ecología y crecimiento. En esta nota técnica se enfatiza en el crecimiento, brindando información sobre el incremento diamétrico de dos especies forestales maderables de valor comercial.

Guarea macrophylla Vahl, de la familia Meliaceae, es conocida localmente como “requia colorada”. Es una especie relativamente abundante en los bosques inundables, cuenta con una madera de color rojizo, densidad intermedia, es utilizada en ebanistería para muebles y molduras. *Calicophyllum spruceanum* (Bentham) Hooker f. ex Schumann de la familia Rubiaceae, cuyo nombre común es “capirona”, tiene características ecológicas de pionera; la madera tiene densidad muy alta, sumamente dura y es utilizada localmente como leña y madera redonda para construcciones rurales; en Ucayali, últimamente ha sido explotada en grandes volúmenes, para su uso en pisos y carpintería.

2. ÁREA DE ESTUDIO

Las parcelas permanentes fueron establecidas en bosques inundables de las zonas de estudio de Braga-Supay, Lobillo e Iricahua ubicadas en los alrededores de Jenaro Herrera (4°55' sur, 73°44' oeste), río Ucayali, Amazonía peruana. Las descripciones generales de los bosques inundables y de las zonas de estudio fueron reportados por Nebel (1999).

3. DISTRIBUCIÓN, MORFOLOGÍA Y PROPIEDADES DE LA MADERA

G. macrophylla es una especie dioica, perteneciente a la familia Meliaceae. El árbol es recto, alcanza fácilmente 20 m o más de altura y 70 cm de diámetro; la corteza externa es rosada con ritidoma que se desprende en placas; hojas pinnadas, 2-5 pares de folíolos, opuestos y glabros (Spichiger *et al.* 1990).

Esta especie se distribuye entre 0-500 msnm en la Amazonía (Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia) hasta el río Acre (Brasil). Colectado con frecuencia en las riberas de los ríos (Spichiger *et al.*, 1990; Brako & Zarucchi, 1993).

G. macrophylla tiene una madera de color rojizo con una densidad de 0.60 g/cm³ y una buena durabilidad natural, cuenta con grano recto, textura media, fácil aserrío y trabajabilidad, siendo utilizado en ebanistería para muebles y molduras (JUNAC, 1981; Aróstegui, 1982; Toledo, 1994).

C. spruceanum es una especie de la familia Rubiaceae. El árbol es recto con copa heterogénea, hasta 30 m de altura, fácilmente reconocible por su tronco liso y brillante, rojizo, verdusco o grisáceo, con ritidoma coriáceo, caduco anualmente; hojas simples, opuestas y pecioladas; flores pequeñas, blancas y aromáticas (Lao, 1986).

Esta especie se distribuye en toda la región tropical de Latinoamérica, entre 0-1000 msnm, desde Bolivia hasta la Amazonia brasileña y peruana, particularmente habita fértiles áreas forestales recientemente intervenidas y ocasionalmente inundadas, es una especie gregaria a lo largo del río donde forma los bosques llamados “capironales” (Spichiger *et al.*, 1990; Brako & Zarucchi, 1993).

C. spruceanum tiene características ecológicas de pionera; la madera tiene densidad de 0.76 g/cm^3 , color blanco pardo, muy dura, grano recto-entrecruzado, fácil aserrió y trabajabilidad, es utilizada en pisos, tarugos, molduras y estructuras; fue explotado en grandes volúmenes en la zona de Pucallpa (JUNAC, 1981; Aróstegui, 1982; Toledo, 1994).

4. METODOLOGÍA

En 1993, todos los individuos mayores de 8.5 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP) fueron registrados en nueve parcelas permanentes de una hectárea y los individuos del sotobosque mayores de 1.5 m de altura hasta 8.5 cm de DAP fueron registrados en 24 subparcelas de $0.16 \text{ m} \times 0.16 \text{ m}$, cubriendo un área total de 0.614 ha (Figura 1).

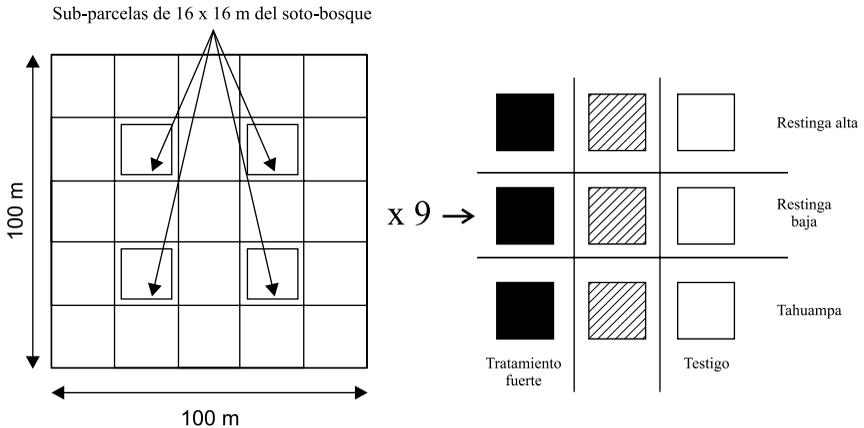


Figura 1. Diseño de parcelas permanentes de muestreo de 1 ha

Las nueve parcelas de una hectárea fueron distribuidos en tres parcelas en cada uno de los tres tipos de bosques: restinga alta, restinga baja y tahuampa; mientras que las sub parcelas del sotobosque fueron solamente establecidas en bosques de restinga. Después del establecimiento de las parcelas, a fines de 1993, se efectuaron tratamientos de talado de árboles a dos intensidades. En cada tipo de bosque una parcela fue testigo, mientras las dos parcelas adicionales fueron tratadas con apeo moderado (15% del área basal) y fuerte (30% del área basal), respectivamente. Todos los

individuos fueron remedidos en 1994, 1995, 1997 y 1999; los individuos de especies con madera de valor comercial fueron también remedidos en 1998. El ingreso de nuevos individuos fue registrado en 1995 y 1997. Los registros incluyeron medición de DAP, coordenadas y estimación de altura total (Nebel, 1999).

En 1996 y 1997, las parcelas permanentes de muestreo adicionales fueron establecidas en restinga alta con transectos de un ancho de 40 m y con un largo total de 2.4 km (9.6 ha, Figura 2). Todos los individuos mayores de 1.5 m de altura de especies seleccionadas con madera de valor comercial fueron registrados. Los registros incluyeron medición de DAP, coordenadas, proyección de copas y estimación de altura. El DAP de todos los individuos fue remedido en 1997, 1998 y 1999. Las plántulas de las especies seleccionadas fueron registradas y monitoreadas en 2 400 parcelas de 2 m x 2 m, durante el período de tres años.

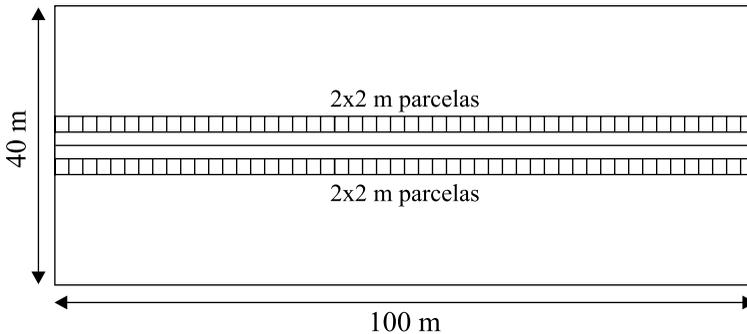


Figura 2. Parcela permanente de muestreo en forma de transecto

5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1. Estructura de la población y crecimiento de *G. macrophylla*

Los individuos de *G. macrophylla* ocurren con una abundancia y una dominancia relativamente altas en los bosques de restinga alta, donde fueron registrados hasta 26 individuos por hectárea con más de 1.8 m²/ha (Tabla 1). La presencia de la especie en los otros dos tipos de bosques es considerablemente menor, aunque pequeños individuos fueron registrados, indicando que la especie podría estar en una fase de colonización de estos bosques, debido a una sucesión natural. Gracias a la abundancia relativamente alta de la especie se cuenta con una base de datos de un tamaño que hace posible diferentes análisis con resultados consistentes.

Tabla 1. Distribución de *Guarea macrophylla* por clases diamétricas en bosques inundables de la Amazonía peruana

DAP (cm)	Restinga alta		Restinga baja		Tahuampa		Restinga alta	
	Abundancia a (No/ha)	Área basal (m ² /ha)						
<1	-	-	-	-	NA	NA	0.1	0
1-5	9.8	57	6.5	0	NA	NA	6	0.0051
5-10	4	0.0033	3	0.0046	NA	NA	5.9	0.027
10-20	3.3	0.054	2.3	0.041	6	0.078	4	0.072
20-30	2.3	0.11	-	-	-	-	1.8	0.088
30-50	3	0.36	0.3	0.035	-	-	2.5	0.32
50-70	3.3	0.9	-	-	-	-	0.2	0.057
70-	7	0.4	-	-	-	-	0.2	0.11
Suma	26.4	1.83	12.2	0.081	6	0.078	20.7	0.68

Las alturas totales de la especie llegan a tamaños modestos, según el modelo de la relación entre DAP y altura total, basada en una función similar a la de Mitscherlich. El resultado ajustado en el paquete SAS utilizando el procesamiento de NLIN es: (Figura 3)

$$h = 30.75 \cdot \left(1 - 0.9429 \cdot e^{-0.03079 \cdot d}\right) \quad (1)$$

Donde h es la altura (m) del árbol y d es el DAP (cm).

El incremento diamétrico promedio anual de todos los individuos de *G. macrophylla* subió con los tamaños de las clases diamétricas, mostrando el valor más alto en la clase diamétrica de árboles más grandes de 70 cm DAP (Figura 3). Considerando solamente el promedio de los cinco máximos incrementos diamétricos de cada clase diamétrica, se observa que existe una potencialidad grande de incremento en la especie, tomando en cuenta que incrementos diamétricos hasta 30 mm/año fueron observados. El tiempo que necesita un árbol para llegar al tamaño de 90 cm DAP es 164 y 57 años aplicando las tasas de incremento diamétrico promedio y de los cinco árboles con incremento máximo de cada clase diamétrica, respectivamente (Figura 3).

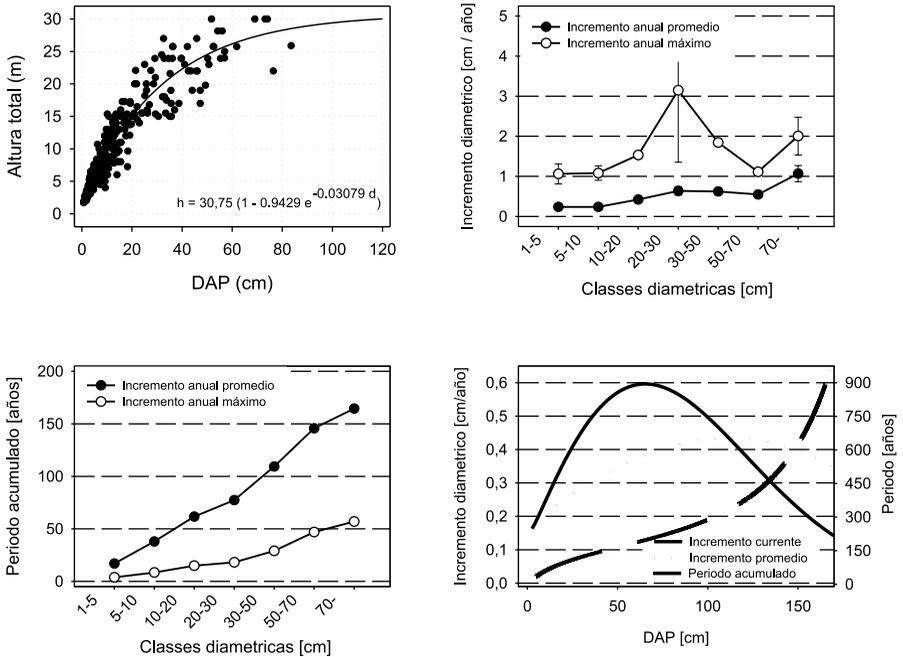


Figura 3. *Guarea macrophylla*: (a) observaciones y modelo de la relación entre DAP y la altura total, (b) incremento diamétrico por clases diamétricas - promedio de todos los individuos y promedio de los cinco individuos con máximo incremento, (c) período acumulado para que un árbol llegue al tamaño de un clase diamétrica - suponiendo el incremento promedio de todos individuos y el promedio de los cinco individuos con máximo incremento, (d) incremento corriente anual, incremento promedio anual y tiempo acumulado para llegar a un cierto diámetro según un modelo de crecimiento.

Un modelo de incremento diamétrico fue ajustado en el paquete de SAS a una función donde DAP es la única variable (Figura 2), con un resultado aceptable ($R^2 = 0.21$ y $F < 0.0001$):

$$\Delta d = \sqrt{e^{-6.5656+1.5016 \cdot \ln(d)-0.000175 \cdot d^2 + 7.5337 \cdot e^{-\sqrt{d}}}} \quad (2)$$

Donde Δd es el incremento anual de DAP (cm) y d es el DAP (cm).

Según el modelo (2) el pico del incremento corriente anual llega a 6 mm/año y ocurre a un diámetro alrededor de 60 cm DAP, mientras el incremento promedio anual tiene su pico con un tamaño alrededor de 110 cm DAP donde llega a un valor de 4 mm/año (Figura 3).

Los resultados del modelo de crecimiento muestran un incremento de diámetro más lento de los resultados calculados como promedio de las clases diamétricas, y considerablemente más lento de los incrementos máximos observados en la especie (Figuras 2 y 3). Sin embargo, los resultados pueden dar una idea del nivel de incremento que tienen los árboles de esta especie. En el futuro es recomendable incluir factores de competencia en los análisis de incremento para identificar y cuantificar los factores que causan las diferencias en el incremento en diámetro observados en los datos.

5.2. Estructura de la población y crecimiento de *C. spruceanum*

Una limitación relevante con *C. spruceanum* en este trabajo es la baja abundancia de la especie en los bosques donde fueron establecidas las parcelas permanentes de muestreo, resultando una base de datos con pocas observaciones. Esto se debe a que la especie ecológicamente tiene características de pionera, mientras las parcelas en su mayoría fueron establecidas en lugares con bosques maduros con claros de pequeños tamaños. Por lo tanto, se encontró pocos individuos de la especie y mayormente de tamaños grandes (ver observaciones de altura en el Figura 4), implicando que los resultados del presente trabajo sean muy débiles y no correspondan bien al conocimiento de la especie como pionera y con rápido incremento diamétrico.

La relación entre DAP y altura total, basada en una función similar a la de Mitscherlich, muestra que la especie llega relativamente a grandes alturas totales. El resultado de la función, ajustado en el paquete de SAS, utilizando el procesamiento de NLIN es: (Figura 4)

$$h = 42.22 \cdot \left(1 - 0.9763 \cdot e^{-0.0232 \cdot d}\right) \quad (3)$$

Donde h es la altura (m) del árbol y d es el DAP (cm).

No fue posible analizar los incrementos de diámetro en clases diamétricas de pequeños tamaños, debido a la falta de observaciones. Recién en clases diamétricas a partir de 10 cm de DAP se tiene algunas observaciones, pero, con niveles de crecimiento muy bajos que no guarda correspondencia con la característica de la especie que cuenta con rápido crecimiento desde su establecimiento en el bosque. En clases diamétricas más grandes se puede observar incrementos más rápidos (Figura 4). Debido a la carencia de datos en clases diamétricas pequeñas e incrementos relativamente lentos, demora mucho tiempo para llegar a ciertos tamaños.

Con base a datos disponibles de las parcelas permanentes el incremento diamétrico fue modelado en el paquete SAS, utilizando una función donde DAP es la única variable (Figura 4), con un resultado no muy bueno ($R^2 = 0.18$ y $F < 0.01$):

$$\Delta d = \sqrt{e^{-13.3655 + 3.0895 \cdot \ln(d) - 0.000177 \cdot d^2 + 24.14 \cdot e^{-\sqrt{d}}}} \quad (4)$$

Donde Δd es el incremento anual de DAP (cm) y d es el DAP (cm).

El modelo muestra un incremento de diámetro relativamente lento que probablemente se debe a la falta de datos y con bajos niveles de incremento.

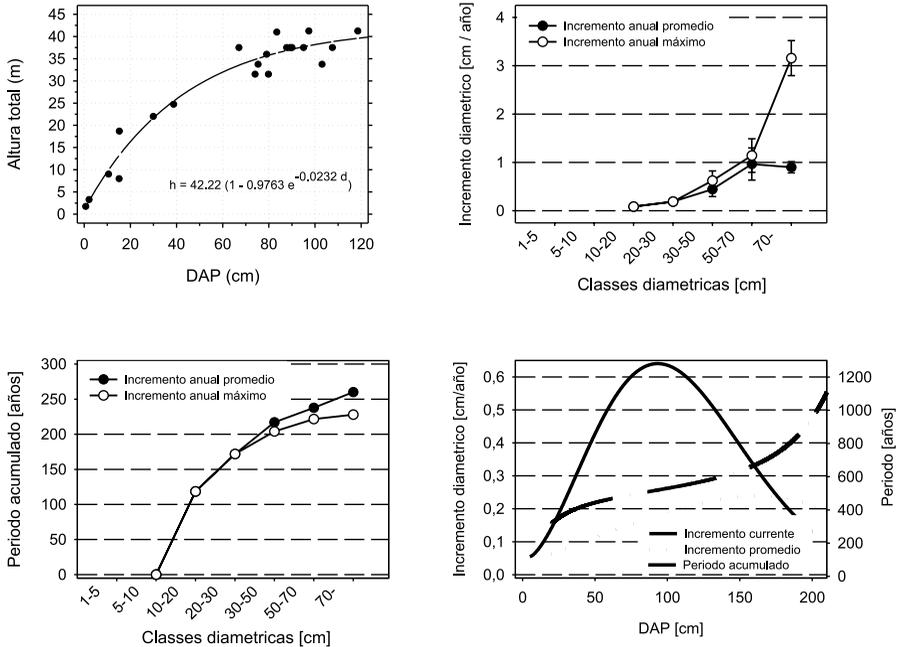


Figura 4. *Calycophyllum spruceanum*: (a) observaciones y modelo de la relación entre DAP y la altura total, (b) incremento diamétrico por clases diamétricas - promedio de todos los individuos y promedio de los cinco individuos con máximo incremento, (c) periodo acumulado para que un árbol llegue al tamaño de una clase diamétrica – suponiendo el incremento promedio de todos individuos y el promedio de los cinco individuos con máximo incremento, (d) incremento corriente anual, incremento promedio anual y tiempo acumulado para llegar a un cierto diámetro según un modelo de crecimiento.

6. BIBLIOGRAFÍA

- ARÓSTEGUI, A. 1975. Estudio tecnológico de maderas del Perú (zona Pucallpa) Vol I; características tecnológicas y usos de la madera de 145 especies del país. Ministerio de Agricultura, Universidad Nacional Agraria – La Molina, Lima – Perú. 483 p.
- BRAKO, L. & ZARUCCHI, J. 1993. Catálogo de las Angiospermas y Gimnospermas del Perú. Missouri Botanical Garden. Segunda reimpression 1996. 1286 p.
- JUNAC. 1981. Tablas de propiedades físicas y mecánicas de la madera de 20 especies del Perú. PADT REFORT. Lima, Perú. 53 p.
- LAO, R. 1986. Descripción dendrológica de 51 especies forestales Asentamiento Rural Forestal von Humboldt. Huánuco, Perú.
- NEBEL, G. 1999. Ecology and management of flood plain forests in the Peruvian Amazon. Ph.D. dissertation, The Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen, Denmark. 179 p.
- SPICHIGER, R.; MEROZ, J.; LOIZEAU, P.A. & STUTZ DE ORTEGA, L. 1990. Contribución a la flora de la Amazonía peruana; los árboles del arborétum Jenaro Herrera. V 2. Conservatorio y Jardín Botánicos de la ciudad de Ginebra, Organización Suiza para el Desarrollo y la Cooperación, Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Ginebra, Suiza. 565 p.
- TOLEDO, E. 1994. Mercado y desarrollo de la industria forestal con especies de maderas no tradicionales. Documento presentado en el Seminario Taller “Biodiversidad y desarrollo sostenible en la Amazonía en una economía de mercado”. Pucallpa 11-15 Octubre, Perú. 46 p.

INFLUENCIA DE TRES DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL CRECIMIENTO DE *Piaractus brachypomus*. “PACO” EN SEGUNDA FASE DE ALEVINAJE EN ESTANQUES SEMINATURALES

C. Rebaza¹, E. Villafana², M. Rebaza¹, S. Deza¹

RESUMEN

El presente trabajo se realizó entre febrero y marzo 2000, en la Estación Experimental del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP-Ucayali), localizado en el km 12.4 de la Carretera Federico Basadre, ciudad de Pucallpa, región Ucayali.

El objetivo del presente estudio fue determinar la influencia de tres densidades de siembra en el crecimiento en peso, longitud y supervivencia de *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818) “paco” en segunda fase de alevinaje; para lo cual se aplicó el diseño de bloques completos al azar con tres tratamientos: T1=10 alevinos m⁻², T2=15 alevinos m⁻² y T3=20 alevinos m⁻², y tres repeticiones. Se sembró un total de 11 160 alevinos, con peso promedio inicial de 3.8g (coeficiente de variación 7.04% y desviación estándar: 0.44). Se suministró alimento balanceado particulado de 30% de nivel proteico, la tasa de alimentación fue el 10% de la biomasa, distribuyendo la ración en tres dosis diarias. Los resultados obtenidos después de 30 días de crianza para los tratamientos T1, T2 y T3 fueron: peso promedio final 21.94 g 20.79 g y 23.49 g; respectivamente; longitud promedio final: 10.12 cm, 10.0 cm, 10.34 cm; y porcentaje de supervivencia: 98.68%, 97.45% y 89.82%, respectivamente. No se observó diferencias significativas ($P>0.05$), entre los diferentes resultados en la segunda fase de alevinaje.

Palabras claves: *Piaractus brachypomus*, densidad.

-
- 1 Biólogos pesqueros. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana- IIAP. Programa de Ecosistemas Acuáticos. Centro Regional de Investigaciones de Ucayali. km 12.4 de la Carretera Federico Basadre. Telefax: (061)-573732. E-mail: iiapu@terra.com.pe . Pucallpa - Perú
 - 2 Bach Universidad Nacional del Santa. Facultad de Ciencias. Escuela de Biología en Acuicultura. Av. Universitaria s/n, Urb Bellamar. Telefax N^o (044)-316212. E-mail: uns@webhouse.com.pe Nuevo Chimbote - Perú.

ABSTRACT

The present work was carried out between February and March 2000, in the Experimental Station of the Institute of Investigations of the Peruvian Amazonian-Ucayali (IIAP-Ucayali), located in the km 12.4 of the Federico Basadre highway, in the city of Pucallpa, Ucayali region.

The objective of the present study was to determine the influence of three seeding densities in the growth in weight, longitude and survival of *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818) "paco" in second alevinaje phase; for which the statistical design was applied totally at random with three treatments: T1=10 alevines m⁻², T2 = 15 alevines m⁻² and T3 = 20 alevines m⁻² and three repetitions for each one of them. A total of 11 160 alevines were sowed, with initial weight average of 3.8 g (variation coefficient: 9.34% and standard deviation: 0.35) and initial longitude average of 6.24cm (variation coefficient: 7.04% and standard deviation: 0.44). Particulate balanced food of 30% of proteic level was given, feeding them to a rate of 10% of the biomass, distributing the portion three times a day. The results obtained after 30 days of upbringing for the treatments T1, T2 and T3 were, final weight average: 21.94 g, 20.79 g and 23.49 g. Final longitude average: 10.12cm, 10.0cm and 10.34cm; and percentage of survival: 98.68%, 97.45% and 89.82%, respectively.

Significant differences were not observed ($P>0.05$) among the different results obtained in the second alevinaje phase.

Key words: *Piaractus brachypomus*, density

1. INTRODUCCIÓN

La densidad de siembra en todo proceso de cultivo es muy importante, ya que está en función de la intensidad de cultivo que se vaya a aplicar; así mismo, representa el punto de partida de las estimaciones de la producción y costos hacia el futuro, es el punto de partida de un cultivo (Guimaraes & Senhorini, 1986).

Estudios de densidades en segundo alevinaje con la especie *Piaractus brachypomus*, "paco", son escasos y dispersos. En Brasil, la Dirección Nacional de Obras Contra las Secas (DNOCS) ha desarrollado experiencias con alevinos en segundo alevinaje, iniciándose con individuos de 30 a 40 días, a una densidad de 16 alevinos m⁻² durante 20 a 30 días; en la Región de Goiás se inicia el segundo alevinaje a una densidad de

20 alevinos m⁻² entre 30 a 60 días (Hernández, 1992). Así mismo, Bernardiño & Aparecido (1986), trabajando con *Piaractus mesopotamicus* “paco” reportaron que para una densidad de 4 alevinos m⁻² lograron alevinos de 14.5 g en 30 días de crianza.

En la Estación de DIVISA (Panamá), realizaron un primer alevinaje con *Piaractus brachypomus* “paco” utilizando densidades de 50 a 60 alevinos m⁻² durante 30 días de cultivo, pasado este tiempo, clasificaron los alevinos por tamaños y nuevamente iniciaron un segundo alevinaje con densidades de 30 alevinos m⁻² entre 30 a 45 días de cultivo, alcanzando pesos promedios finales de 12 a 15 g (Hernández, 1992).

En Colombia, en la estación de Repelón realizaron un segundo alevinaje con 10 alevinos m⁻² en 30 días de crianza, logrando incrementar el peso de 3 a 30 g.

Díaz & López (1993), consiguieron en 30 días de crianza de “cachama negra” *Colossoma macropomum*, 25 g de peso promedio final de 55% de supervivencia.

Useche (2000), señala como factores claves en la producción de alevinos a la calidad de agua, disponibilidad de alimento natural, densidad de siembra, parámetros que aún no han sido estudiados.

Oliva (2000) menciona que al no considerar segundo alevinaje durante el período de cultivo de *Piaractus brachypomus* “paco” prolonga el tiempo de cultivo de esta especie de 10 a 12 meses, lográndose de 0.8 a 1.2 k, mientras que experiencias preliminares de cultivo de “paco”, a partir de alevinos pre-criados, reduce el tiempo de crianza de 6 a 8 meses con pesos similares a los señalados.

El objetivo del presente trabajo fue determinar la influencia de tres densidades en el crecimiento de *Piaractus brachypomus* “paco”, en segunda fase de alevinaje en estanques seminaturales.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de experimentación

El presente trabajo se desarrolló en las instalaciones de la Estación Experimental del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP-Ucayali), localizado en el km 12.4 de la Carretera Federico Basadre, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali. Geográficamente ubicado a $8^{\circ}22'31''$ de latitud sur y $74^{\circ}34'35''$ de longitud oeste, a una altitud de 154 msnm., en el período comprendido entre el 5 de febrero al 6 de marzo del 2000.

Tratamientos

Los tratamientos fueron tres densidades con tres repeticiones cada uno:

$$T_1 = 10 \text{ alevinos m}^{-2}$$

$$T_2 = 15 \text{ alevinos m}^{-2}$$

$$T_3 = 20 \text{ alevinos m}^{-2}$$

Diseño del Experimento

Se aplicó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar (Arroyo, 1984).

Infraestructura Piscícola

La experiencia se realizó en tres estanques seminaturales de forma rectangular, con las siguientes áreas: dos estanques de 210 m^2 y de 1.2 m de profundidad, los cuales fueron divididos en 3 compartimentos de 70 m^2 cada uno. El tercer estanque de 324 m^2 de área total y 1.2 m de profundidad, también dividido en tres compartimentos de 108 m^2 , obteniéndose en total 9 unidades experimentales.

A cada uno de los estanques se agregó $1\,500 \text{ kg ha}^{-1}$ de carbonato de calcio con la finalidad de corregir la acidez del suelo y del agua, El abastecimiento de agua a los estanques fue desde un pozo tubular de 25 m de profundidad, la fertilización de los estanques fue realizada con abono orgánico tipo “gallinaza” a una tasa de $1\,500 \text{ kg ha}^{-1}$, con la finalidad de obtener alimento natural (fitoplancton y zooplancton).

Material Biológico

Se utilizaron 11 160 alevinos de *Piaractus brachypomus* “paco” de 50 días de edad, obtenidos por reproducción artificial en la estación experimental del IIAP-Ucayali.

Se seleccionaron alevinos de pesos y tallas similares, obteniéndose un peso promedio de 3.8 g (coeficiente de variación: 9.34% y desviación estándar: 0.35) y longitud promedio: 6.24 cm (7.04% de coeficiente de variación y 0.44 de desviación estándar).

Alimentación

Los alevinos recibieron una dieta balanceada palletizada y particulada con 30% de proteína. La tasa de alimento diario fue de 10% de la biomasa durante los 30 días de crianza y el alimento fue distribuido diariamente en tres raciones proporcionales.

La distribución del alimento se hizo al “voleo”, en todo el estanque.

Calidad del agua

Se registró información de los parámetros físico químicos, con frecuencia semanal, de: temperatura superficial del agua ($^{\circ}\text{C}$), transparencia del agua (cm), pH, Oxígeno disuelto (mg l^{-1}) Anhidrido carbónico libre (mg l^{-1}), Alcalinidad total (mg l^{-1}), Dureza total y de calcio: (mg l^{-1})

Evaluación Final de la Experiencia

Se realizó luego de 30 días, determinándose el peso individual en gramos y la longitud individual en centímetros del 20% de la población sembrada.

Variables Evaluadas

1. Peso promedio (g)
2. Longitud total (cm)
3. Velocidad de crecimiento
4. Tasa de crecimiento específico (Tce)
5.
$$Tce = \frac{\ln(\text{peso final}) - \ln(\text{peso inicial})}{\text{Período (días)}} \times 100$$

(Ricker, 1975 citado por Silva *et al.*, 1997)

6. Factor de Conversión de alimento (F.C.A)

$$F.C.A = \frac{\text{Alimento ingerido}^*}{\text{Peso ganado}^{**}} \quad (\text{Martínez, 1987})$$

* Como alimento seco suministrado.

** Peso fresco húmedo ganado.

7. Eficiencia alimenticia (EA):

$$EA = \frac{\text{Peso húmedo ganado}}{\text{Alimento seco ingerido}} \times 100 \quad (\text{Martínez, 1987})$$

8. Factor de condición (K)

$$K = \frac{P}{L^3} \times 100 \quad (\text{Lagler, 1956 \& Ricker, 1971 citado por Martínez 1987}).$$

9. Supervivencia (%).

Procesamiento Estadístico

Se realizó con la finalidad de determinar el nivel de significancia entre tratamientos a través del análisis de varianza ($p < 0.05$). Para el diseño experimental Bloques Completos al Azar.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos, luego de 30 días de crianza de *Piaractus brachypomus* “paco”, se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Parámetros de crecimiento finales logrados en segunda fase de alevinaje de *Piaractus brachypomus* “paco”, durante 30 días de cultivo en el IIAP-Ucayali

Tratamientos	W g	Lg	VCP g día ⁻¹	V.C.L cm día ⁻¹	T.C.E % g día ⁻¹
10 alevinos m ⁻²	21.94 a*	10.12 a	0.61 a	0.13 a	5.9 a
15 alevinos m ⁻²	20.79 a	10.00 a	0.52 a	0.13 a	5.8 a
20 alevinos m ⁻²	23.49 a	10.34 a	0.65 a	0.14 a	6.2 a
CV	15.77	5.82	18.96	15.38	0.12

* w g, Peso total en gramos.

Lg cm = Promedio de longitud total en centímetros.

V.C.P gr día⁻¹ = Velocidad de crecimiento en peso diario.

V.C.L cm día⁻¹ = Velocidad de crecimiento en longitud por día.

T.C.E% gr día⁻¹ = Tasa de crecimiento específico.

C.V = Coeficiente de variación.

* Letras iguales no presentan diferencia significativa. Prueba F (P <0.05).

Tabla 2. Variables de crecimiento obtenidos en segunda fase de alevinaje de *Piaractus brachypomus* “paco”, durante 30 días de cultivo en el IIAP-Ucayali

Tratamientos	*FCA	E.A	(K)	Sobrevivencia (%)
10 alevinos m ⁻²	0.44 a*	220.9 a	2.09 a	98.68 a
15 alevinos m ⁻²	0.47 a	211.9 a	2.06 a	97.45a
20 alevinos m ⁻²	0.46 a	216.6 a	2.11 a	89.82a
CV	3.05	2.18	0.04	16.4

* F.C:A = Factor de conversión de alimento.

E.A = Eficiencia alimenticia.

K = Factor de condición.

C.V = Coeficiente de variación.

* Letras iguales no presentan diferencia significativa: Prueba F (P <0.05).

La Tabla 1 muestra que los resultados de incremento de peso logrado en el estudio es alentador, por que presentan valores promedio iniciales que varían de 3.8 a 6.2 g en el momento de la siembra, y luego de 30 días de cultivo se lograron pesos promedios de 20.79 a 23.49 g; los cuales son mayores a los obtenidos por Fontes *et al.*, (1990), que muestran pesos promedios menores: 13.9 y 14.5 g para el mismo período de pre-cría. Así mismo, Figueredo *et al.*, (1989), reporta un trabajo realizado con *Piaractus mesopotamicus* “pacu” utilizando densidades de siembra de 7.14 y 30 alevinos m⁻² durante 30 días de crianza, obteniendo pesos finales de 10.9 g, 9.7 g y 13.1 g.

Senhorini & Bernardino (1990), en otra experiencia realizada con *Colossoma macropomum* “tambaqui”, obtuvieron pesos finales de 14.6 g, 15.6 g y 15.9 g; utilizando densidades de 10, 15 y 20 alevinos m⁻².

Senhorini *et al.*, (1988), trabajaron con *Piaractus mesopotamicus* “paco”, con densidades de siembra de 15 alevinos m⁻² y luego de 60 días lograron pesos finales de 25.5 g; estos autores reportan estudios realizados con *Colossoma macromum* “tambaqui”, utilizando densidades de siembra de 15 alevinos m⁻², obteniendo alevinos con peso promedio final de 17.3 g en 60 días de cultivo.

Angelini & Petrere (1992), mencionan que el peso inicial más lucrativo para el productor, a efecto de iniciar el engorde de peces, se encuentra entre 30 a 50 g, indicando que con peces de pesos menores puede ocurrir mortalidades porque aún es difícil mantener suficientes organismos, sobre todo zooplanctónicos durante este período de crianza (30 a 40 días), derivando en una baja sobrevivencia por falta de suficiente alimento.

Según el análisis de varianza ($p < 0.05$), no se observa influencia de la densidad en los pesos promedio finales de los tres tratamientos, no encontrándose diferencias significativas entre el incremento de la densidad para este parámetro. (Tabla 1).

Tanto la velocidad de crecimiento en peso (g día⁻¹), longitud (cm día⁻¹) y la tasa de crecimiento específico no muestran diferencias significativas ($p < 0.05$). (Tabla 1).

Los coeficientes de variación (CV%) menores de 20%, encontrados para los parámetros de crecimiento, como peso y longitud al finalizar la experiencia, nos indican la uniformidad en el crecimiento, lo cual es importante en piscicultura. Fontes *et al.*, (1990) mencionan que un elevado coeficiente de variación (mayor de 30%) es indicativo de escasez de alimento y espacio, factores que influyen en el desarrollo de los peces.

Durante el estudio se utilizó una tasa de alimentación del 10% de la biomasa total, por cuanto el interés principal fue el alimento, por que en esta etapa de crecimiento existe mayor consumo del mismo. Una prueba de la efectividad en el aprovechamiento del alimento es el factor de conversión de alimento (FCA) (Tabla 2), que en la experiencia fluctuó entre 0.67 a 0.74. Los resultados obtenidos en este parámetro son favorables. Los valores de FCA menores de 1, posiblemente se deben a que el *pellet* suministrado fue partido a 3 mm de diámetro, lo cual permitió que los alevinos pudieran capturar la mayor parte del alimento dado, aunándose la fertilización con estiércol de gallina que fue agregado 7 días previos a la siembra de los alevinos, generando alimento natural (fitoplancton y zooplancton) aprovechado por los peces, lográndose que el alimento natural complementado con el alimento balanceado logren mejorar el crecimiento de los alevinos.

La eficiencia alimenticia no muestra valores con diferenciación significativa entre los tratamientos, no observándose influencia del incremento de la densidad en este parámetro.

Una forma de valorar el estado nutritivo de los peces en cultivo es a través del factor de condición (K), que puede asociarse a una valoración de la contextura o estado de delgadez u obesidad. En la experiencia para los tres tratamientos, los valores estuvieron cercanos a 2 (Tabla 2), lo que indica el buen estado fisiológico de los alevinos durante la experiencia, además indica la gran capacidad de esta especie para el engorde intensivo (Martínez, 1987).

El factor de condición es mayor que 2 entre los tres tratamientos y, según el análisis de varianza, no se encontró diferencia significativa, es decir, no se observa influencia del incremento de la densidad en este factor.

El porcentaje de supervivencia alcanzando fue alto en los tres tratamientos, sin embargo, la mortalidad registrada se debió a la presencia de aves piscívoras tales como *Pitangus sulphuratus* "victor díaz" y *Chloroceryle amazona* "martín pescador". Supervivencias reportadas por Fontes *et al.*, (1990), trabajando con híbridos de *Piaractus mesopotamicus* (hembra) x *Colossoma macropomum* (macho) "paqui", son similares a los obtenidos en la experiencia. Figueredo *et al.*, (1989) en un trabajo realizado con *Piaractus mesopotamicus* "pacu" lograron supervivencias de 100%, 99.9% y 99.8%, respectivamente.

La supervivencia no muestra valores con diferencias significativas ($p < 0.05$), entre los tratamientos, no observándose influencia del incremento de la densidad en este aspecto.

Tabla 3. Parámetros físico químicos del agua de los estanques seminaturales registrados en segunda fase de alevinaje de *Piaractus brachypomus* “paco”

	Temperatura Agua (°C)	Oxígeno disuelto (mg ^l ⁻¹)	Anhídrido carbónico libre (mg ^l ⁻¹)	pH	Alcali- nidad fenolta- leínica (mg ^l ⁻¹)	Dureza total (mg ^l ⁻¹)	Dureza calcio (mg ^l ⁻¹)	Trans- parencia (cm)
Promedio	28.6	5.83	14.31	7.4	0	35	16.24	26.4
Desv, Est	0.42	0.43	3.31	0.13	0	5.92	0.36	3.13
Coef.var	1.46	7.31	23.12	1.76	0	16.9	2.1	11.86

Con respecto a la calidad de agua, la Tabla 3 muestra valores de temperatura, Oxígeno disuelto, pH y Dureza de calcio con bajo coeficiente de variación. Transparencia y Dureza total presentan valores más altos: 11.86% y 16.9%; y el Anhídrido carbónico libre muestra variación más alta que las demás (23.12%), encontrándose dentro de los rangos tolerables por esta especie.

Los peces dependen directamente de una buena calidad de agua para la supervivencia y su crecimiento, y entre los factores que destacan en este aspecto, son el tenor de oxígeno disuelto en el medio, la temperatura y el potencial de hidrogeniones, ya que son los reguladores de sus actividades metabólicas (Senhorini & Fransozo, 1994).

Piaractus brachypomus “paco” es una especie resistente a aguas de pobre calidad y resiste bajas concentraciones de oxígeno disuelto: 1 a 3 mg^l⁻¹ (Díaz & López, 1993); en la experiencia se registraron valores mínimos de 5.21 mg^l⁻¹ y promedio de 5.83 mg^l⁻¹

Para un crecimiento adecuado de los peces, el agua de los estanques debe presentar un tenor de oxígeno disuelto siempre superior a 3 mg^l⁻¹, valores inferiores a esta concentración provocan una reducción en la conversión alimenticia y un aumento de los efectos perjudiciales resultantes de la degradación de metabolitos (Sipaúba, 1988). El pH es un factor que tiene efectos sobre la fisiología de las especies y sobre el ambiente acuático: valores extremos de crecimiento lento y un reducción de la producción de los estanques. El “paco” es una especie que tolera amplios rangos de pH: 3.5 a 11, pero, las mejores aguas para la piscicultura son aquellas que presentan pH neutro o ligeramente alcalino (entre 7 - 8) (Boud, 1996). En la experiencia el pH se mantuvo constante con un valor de 7.4 (Tabla 3).

El rango de temperatura en el cual se desarrolla esta especie está entre 23 a 30 °C, pero el mejor crecimiento se logra entre 25 a 29 °C (Díaz & López, 1993); el promedio de temperatura en el cual se desarrolló la experiencia se encuentra dentro de los rangos permisibles (Tabla 3).

El “paco” se desarrolla en concentraciones de dureza del agua de 25 a 28 mg^l⁻¹, pero, se adapta y crece con valores de dureza más altos (Díaz & López, 1993). Los valores obtenidos durante la experiencia, nos dan valores promedios correspondiente a aguas blandas, pero, dentro de los valores recomendados para piscicultura. Así Colares (1998), señala que los niveles de dureza y alcalinidad para piscicultura de aguas tropicales oscila entre 20 a 300 mg^l⁻¹.

En piscicultura se recomienda mantener valores de visibilidad entre 25 a 70 cm (Sipaúba, 1988), y los valores promedio de la experiencia se encuentran dentro de los valores recomendados.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Los alevinos de *Piaractus brachypomus* “paco” criados en segunda fase de alevinaje a tres densidades de siembra de 10, 15, 20 alevinos m², no muestran diferencia significativa ($p < 0.05$), respecto a su crecimiento en peso, longitud y supervivencia.
- Se recomienda utilizar densidades de siembra más altas en posteriores ensayos de 30 y 40 alevinos m⁻², utilizando la densidad de 20 alevinos m⁻² como testigo.

5. BIBLIOGRAFÍA

- ANGELINI, R. & Jr. R. PETRERE. 1992. Simulação da produção do « paco » *Piaractus mesopotamicus* em viveiros de piscicultura. *Bol. Téc. CEPTA*, 5 (ÚNICO):41-45.
- ARROYO, R. 1984. Curso de Estadística aplicada a la investigación: Diseños experimentales. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 160p.
- BERNARDIN, G & V. APARECIDO. 1986. Efeitos da temperatura e densidade de estocagem na segunda alevinagem do “paco” *Colossoma mitrei*. In: Síntese dos trábalos realizados com especies do genero *Colossoma*. Centro de Pesquisa e Treinamiento em Aquicultura CEPTA. Pirassununga, Brasil.
- BOYD, C. 1996. Manejo de suelos y de la calidad de agua en la Acuicultura de piscinas. Asociación Americana de Soya (ASA). Caracas, Venezuela. 62p.
- COCARES, J. 1998. Gualidade da agua na piscicultura. Programa de Pósgradação em Ecología e recursos Naturais. Universidades Federal de Sán Carlos. Brasil. 20p.
- DIAZ, F. & R. LOPEZ. 1993. EL cultivo de la “Cachama blanca” (*Piaractus brachypomus*) y de la “cachama negra” (*Colossoma macropomum*). Fundamentos de Acuicultura Continental. Ministerio de Agricultura, Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA). Bogotá, Colombia. p: 207-219.
- FIGUEREIDO, G., J. SENHORINI & N. FONTES. 1989. Desenvolvimento do “paco” (*Piaractus mesopotamicus*) em diferentes densidades de estocagem. In: 2º *relatorio técnico Aquaculture-Brasil. Pirassununga: CEPTA. P. 34-42.*
- FONTES, N., J. SENHORINI A. LUCAS. 1990. Efeito de duas densidades de estocagem no desempenho larval de « paco » *Piaractus mesopotamicus* (Homberg, 1 887) x *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) em viveiros. *Bol. Téc. CEPTA*, Pirassununga, 3 (único): 23-32.
- FONTES, N., J. SENHORINI. 1994. larvicultura do « paco » *Piaractus mesopotamicus* (Homberg, 1887) em diferentes densidades de estocagem. *Bol. Téc. CEPTA*, Pirassununga, 7: 49-58.

- GUIMARAES, S. & J. SENHORINI. 1986. Apostila sobre criação de larvas e alevinos. CEPTA, Pirassununga, Brasil. 40p.
- HERNÁNDEZ, A. 1992. Estado actual del cultivo de *Colossoma* y *Piaractus* en Brasil, Colombia, Panamá, Perú y Venezuela. *Doc. De la 2^o reunión Internacional*. Grupo de Trabajo Técnico de *Colossoma* y *Piaractus*. Bol. *Red de Acuicultura*. (6): 3-4.
- MARTINEZ L. 1987. Métodos de evaluación, control y racionamiento en la alimentación práctica. Alimentación en Acuicultura. Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica. Espinoza y Labarta (eds.) Madrid, España. Pp. 295-322.
- OLIVA, P. Informe Técnico Anual 2000 Dirección Regional Sectorial De Pesquería –Ucayali (DIRESEPE-UC). 15p.
- SENHORINI, J.; FIGUEREDO, G.; FONTES, N & J. CAROLSFELD. 1988. larvicultura e alevinagen do "pacu" *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887), "tambaqui" *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) e seus respectivos híbridos. *Bol Tec*. CEPTA. 1(2) : 19-30.
- SENHORINI, J.& G.,; BERNARDINO. 1990. Sobrevivencia e crescimento do "tambaqui" *Colossoma macropomum* no periodo de temperaturas baixas. CEPTA. p. 56-58.
- SENHORINI, J.& A.,; FRANZOSO. 1994. Influencia da produtividade dos viveiros e a contribuição da ração na larvicultura do "pacu" *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887), *Bol Tec*. CEPTA. 7 (único):27-40.
- SIPAÚBA, L. 1988. Limnología Aplicada a Acuicultura. Universidad Estatal Paulista UNESR. *Bol Tec* N^o 1 Centro de Acuicultura. 71p.
- USECHE, M. 2000 El cultivo de la cachama, manejo y producción. *Primer Taller Piscícola*. Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET). Colombia. 34p.

ANEXO

Tabla 1. Composición porcentual de insumos utilizados en la preparación de alimento balanceado para alevinos de *Piaractus brachypomus* “paco”

Insumos	Porcentaje (%)
Harina de pescado	10.00
Torta de soya	44.00
Polvillo de arroz	5.00
Maíz remolido	37.48
Aceite	2.52
Premezcla de vit. y mineral	1.00

MICROZONIFICACIÓN DEL CULTIVO DE *Myrciaria dubia* HKB Mc Vaugh “CAMU CAMU” EN SUELOS ALUVIALES DE LA REGIÓN UCAYALI

Antonio López¹, Fernando Rodríguez²

RESUMEN

El estudio tuvo como propósito elaborar una metodología de microzonificación de *Myrciaria dubia* HKB Mc Vaugh, «camu camu», en base a los requerimientos ambientales del cultivo, en términos de clima, tipo de suelo, pendiente, condiciones del medio, accesibilidad y predisposición de la comunidad por el cultivo. Para ello, primero se procedió a establecer una escala de valoración a cada una de las variables ambientales y posteriormente se seleccionó la zona de trabajo en la localidad de San Francisco, sobre un área total de 100 ha.

El trabajo de campo se realizó en el mes de diciembre del 2000, y para ello se utilizó el método de transectos.

La fase de gabinete se realizó en el Centro de Información de la Amazonía Peruana, en la Unidad de Información Geográfica y Teledetección, del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana - IIAP, en el mes de febrero del 2001.

Del trabajo de interpretación de los mapas temáticos de la microzonificación de San Francisco, se han establecido las siguientes conclusiones preliminares: Con relación a la variable textura de suelo, se presenta más de 90 ha de textura buena para el cultivo, con predominancia de las clases arcillosa, arcillo-limosa y franco-arcillo-limosa. La textura arcilla franja sólo ocupa cerca de 10 ha.

Respecto a la variable pendiente de terreno, se ha determinado que mayormente existen suelos con buena pendiente, entre 0 y 20 % (53 ha), y pocas áreas (11 ha) con pendiente mayor de 20 %, no apta para “camu camu”.

1 Investigador del Programa de Ecosistemas Terrestres IIAP Ucayali.

2 Director del Programa de Ordenamiento Ambiental IIAP Iquitos.

Con relación a la altura de inundación, 33 y 41 ha, muestran muy bueno (menos de 1 m) y bueno (entre 1 y 2 m) nivel de inundación, respectivamente. Y con respecto a la profundidad efectiva del suelo se ha detectado 39 y 46 ha con niveles bueno (entre 21 y 30 cm) y regular (entre 11 a 20 cm), respectivamente.

La evaluación de pH nos indica que la zona de estudio muestra entre 32 y 64 ha con rangos de pH adecuado (entre 6.1 y 7.3) y moderado (entre 5.1 y 6.0), para el establecimiento del cultivo en esa zona.

Finalmente, recopilando toda la información se ha determinado que existen 86.5 ha con aptitud buena a moderada para la instalación del cultivo en la zona de San Francisco de Asís.

Palabras Clave: Zonificación ecológica, camu camu, suelos aluviales, textura, pendiente, altura de inundación, pH, profundidad efectiva

SUMMARY

The purpose of this work is to elaborate a methodology for micro zonification of camu camu, *Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh, based on the environmental requirements of the cultivation, in terms of climate, soil type, slope, stability of the climate, accessibility and willingness of the community for the cultivation. First of all a scale of valuation to each one of the environmental variables was established and later on the work area was selected in the San Francisco town, on a total area of 100 ha. This area is located northeast from Pucallpa on the right riverbank of the Ucayali river (S08°16'43" and W074°29'24"). Climate corresponds to subtropical humid forest, of plain physiography to lightly bowed with temperatures that oscillate between 19.5°C and 31.3°C, precipitation half monthly variable between 45.2 and 240.3 mm.

Field work was carried in the month of December 2000, using the transect method. First, a base trail of 1 000 m was open on parallel sense to the course of the river. Subsequently, after fixing a first point of the base trail, six (06) strips of 1 000 m of longitude were open each 200 meters in perpendicular form to the base trail. In each strip several sampling points were taken each 50 m to 100 m, according to how the land physiography.

In each sampling point an evaluation was carried out of each one of the environmental variables, especially those referred to the textural class, effective depth of the floor, slope, and existent vegetation.

The cabinet phase was carried out in the CIAP-UIGT, in IIAP, in the month of February 2001, through the conditioning of the field information according to the established ranges for each variable in the study.

From the work of interpretation of the thematic maps of San Francisco's micro zonation the following preliminary conclusions have settled down:

With regard to the floor texture variable, more than 90 ha were found with good texture for cultivation, with predominance of the loamy, arcillo-oozy and franc-arcillo-oozy classes. The clay fringe texture only squatters near 10 ha

Regarding the pending variable of land it has been determined that mostly floors exist with good slope between 0 and 20% (53 ha) and few areas (11 ha) with slope bigger than 20% not capable for camu camu

With respect to the flood height, 33 and 41 ha show a very good (less than 1 m) and good (between 1 and 2 m) flood level, respectively. And with regard to the effective depth of the floor 39 and 46 ha have been detected with good levels (between 21 and 30 cm) and regulate levels (among 11 to 20 cm), respectively.

The pH evaluation indicates us that the study area shows between 32 and 64 ha with ranges of appropriate pH (between 6.1 and 7.3) and moderate (among 5.1 at 6.0) for the establishment of cultivation in that area.

Finally, in gathering all the information it has been determined that there exist 86.5 ha with good to moderate aptitude for the installation of cultivation in San Francisco.

Key words: Ecological zonation, camu camu, alluvial soils, texture, slope, flood height, pH, effective depth

1. INTRODUCCIÓN

En la Amazonía peruana, los suelos aluviales se encuentran localizados principalmente en la selva baja, en ambos márgenes de los ríos Amazonas, Marañón y Ucayali. Según estudios de la ONERN (1982), estas tierras comprenden una superficie total de 3 278 500 ha, de las cuales 655 400 serían tierras aptas para cultivos en limpio.

Desde este punto de vista, los suelos de áreas inundables constituyen un recurso de gran importancia para el desarrollo de la selva baja, principalmente de los departamentos de Loreto y Ucayali, pues, se estima que en estas tierras se desarrolla

cerca del 80 % de la actividad agrícola y se localiza el 90% de los pequeños centros poblados del área rural (Rodríguez, *et al.*, 1985).

En un estudio de zonificación agro ecológica realizado por el IIAP, en 1996, se encontró que dentro de 9 zonas agro-ecológicas, la zona 3 que abarca el área actual de trabajo, se encuentra distribuida en áreas inundables. Fisiográficamente son terrazas bajas originadas por el río Ucayali, su relieve es plano (0 a 2% de pendiente) con una profundidad efectiva profunda. Poseen textura media, con bajo contenido de materia orgánica, alta saturación de bases, pH neutro y contenido medio de fósforo. El uso actual de estas tierras está relacionado a cultivos temporales y algunas frutas como mango, caimito, huito, mamey y taperibá, entre otros.

En este marco, y con el propósito de orientar las acciones de promoción del cultivo de “camu camu”, el IIAP, en 1997, inició la siembra de 800 ha en las márgenes del río Ucayali. Sin embargo, era necesario definir una metodología para determinar las áreas más apropiadas en base al contraste de la demanda ambiental del cultivo de “camu camu” con la oferta ambiental del medio biofísico y socioeconómico.

Como la oferta ambiental, incluye el conocimiento de un significativo número de variables, y estudiarla en toda su dimensión requiere grandes recursos y tiempo, en el presente trabajo, la metodología de microzonificación sólo considera el estudio de aquellas variables que son determinantes para la implantación, desarrollo y producción del «camu camu».

2. METODOLOGÍA DESARROLLADA

El proceso metodológico definido para la microzonificación del cultivo de “camu camu” en suelos aluviales involucró los siguientes pasos:

1° Etapa preliminar de gabinete

Esta fase consistió en elaborar una metodología de microzonificación de “camu camu”, en base a la demanda de los requerimientos ambientales del cultivo, en términos de clima, tipo de suelo, pendiente, estabilidad del medio, accesibilidad y predisposición de la comunidad por el cultivo, y se procedió a establecer una escala de valoración para la elaboración de las unidades ecológicas.

Luego, se definió la zona de trabajo en la localidad de San Francisco, sobre un área total de 100 ha. Para esta labor, primero se usó información cartográfica del Instituto

Geográfico Nacional, y de las imágenes satélite que adquirió el IIAP para desarrollar la zonificación de la cuenca del Aguaytía, a fin de establecer la ubicación geográfica.

La localidad de San Francisco se encuentra ubicada al noreste de Pucallpa a la margen derecha del río Ucayali, entre las coordenadas S08°16'43" y WO74°29'24". Su clima corresponde al de bosque húmedo subtropical, de fisiografía plana a ligeramente inclinada, con temperaturas que oscilan entre 19.5°C y 31.3°C, precipitación media mensual variable entre 45.2 y 240.3 mm.

A través del Programa de Agroexportación de «camu camu» se instaló, entre 1997 y 1999, cerca de 80 ha de esta especie a lo largo de esta cuenca, aunque sólo un escaso porcentaje de estas tierras tienen iniciado su fase de producción

2° Fase de campo

El trabajo de campo se realizó en el mes de diciembre del 2000, y para ello se utilizó el método de transectos. Por este método, primero se hizo un recorrido por todo el campo y luego de fijar el punto inicial (sobre la base de GPS), se procedió a abrir una trocha base de 1 000 m en sentido paralelo al curso del río. Seguidamente, partiendo del primer punto de la trocha base, se procedió a abrir seis (6) fajas de 1 000 m de longitud, cada 200 m, en forma perpendicular a la trocha base. En cada faja se tomó varios puntos de muestreo cada 50 a 100 m, según como se presentaba la fisiografía del terreno.

En cada punto de muestreo se realizó una evaluación de cada una de las variables ambientales, especialmente las referidas a la clase textural, profundidad efectiva del suelo, pendiente, y vegetación existente. No se pudo construir una calicata de 1.50 m por la intensidad de las lluvias en esta época.

Se registraron también, las ocurrencias fisiográficas, como por ejemplo: si cruza una quebrada o caño, existencia de cultivos o purmas, de uno a otro punto, de modo que esta información nos permita establecer finalmente un mapa de uso de la tierra.

3° Etapa final de gabinete

Esta fase se realizó en el CIAP-UIGT, en el mes de febrero del 2001, a través de la siguiente metodología:

1. Acondicionamiento de la información de campo de acuerdo a los rangos establecidos para cada variable en estudio:

Variable	Escala	Rangos
Pendiente		
Buena	1	0-10 %
Regular	2	11-20 %
Mala	3	21-30 %
Textura		
Buena	1	Ar/ArLo/FrArLo
Regular	2	ArFr
Mala	3	Ao
PH		
Bueno	1	6.1- 7.3
Regular	2	5.1-6.0
Malo	3	menor a 5.1
Inundación		
Buena	1	0 – 100 cm
Regular	2	100 –200 cm
Mala	3	mayor de 200 cm
Profundidad efectiva del suelo		
Buena	1	21 – 30 cm
Regular	2	11 – 20 cm
Mala	3	0 – 10 cm

2. Digitalización de datos: automatización de la información en CIAP-UIGT.
3. Edición de la información para conectar las áreas no conectadas, borrar las demás y generar la topología (establecer las relaciones espaciales entre los elementos del mapa).
4. Superposición de las 5 coberturas (pH, pendiente, textura, nivel de inundación, profundidad efectiva del suelo).
5. Calificación de áreas por microzonificación en base a los criterios seleccionados en la base de datos.
6. Confección del mapa base a escala 1:5 000, en programa ArcView.
7. Ploteo (impresión) de los mapas temáticos y de microzonificación.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Del trabajo preliminar de gabinete

Con la participación de especialistas del cultivo de “camu camu”, se estructuró la metodología de microzonificación de este cultivo en suelos aluviales, que incluye el análisis de variables ambientales determinantes para la instalación y producción del cultivo en suelos aluviales. Estas variables son:

- **Fisiografía:** En zonas aluviales, son recomendables para “camu camu”, las restingas bajas con buen drenaje, cuya duración de la inundación no sea mayor a los 4 meses.

En este sentido se sugiere la siguiente escala:

1. Barrizales no aptos para “camu camu”
2. Restingas bajas a medias con buen drenaje: apta para “camu camu”
3. Restingas bajas a medias con mal drenaje: no apta para “camu camu”
4. Restingas altas: no aptas para “camu camu”

- **Textura de la capa superficial del suelo:** En estos suelos jóvenes, el nivel de fertilidad está relacionado con el tamaño de las partículas inorgánicas, en tal sentido, las áreas más propicias son aquellas con textura fina, mientras que las menos propicias son las arenosas. Para el efecto, se propone la siguiente escala:

- | | |
|--------------------------------|---------|
| 1. Clase franco-arcillo-limosa | apta |
| 2. Clase franco-limosa | apta |
| 3. Clase franco-arenosa | no apta |
| 4. Clase franco arcillosa | no apta |
| 5. Clase arenosa | no apta |

Profundidad efectiva del suelo: El “camu camu” requiere de un espacio radicular adecuado para captar sin problemas los nutrientes de la capa superficial del suelo. Por consiguiente, las áreas más adecuadas serán aquellas que posean mayor espesor de esta capa superficial.

Por tanto, una escala a usar para este factor puede ser:

1. De 0 a 20 cm No apta
2. De 20 a 30 cm Moderadamente apta
3. Mayor de 30 cm Adecuada para “camu camu”

Distancia de las parcelas con relación al río: Se sugiere aplicar la siguiente escala:

- | | |
|--------------------------------|-----------------|
| 1. Distancia de 0 a 500 m | No recomendable |
| 2. Distancia de 500 a 1 000 m | Recomendable |
| 3. Distancia mayores a 1 000 m | No recomendable |

- **Circulación del agua:** Está relacionada con el nivel de oxigenación de la planta, en base a la duración de la inundación. Aguas estancadas durante un buen tiempo, repercuten o afectan en el crecimiento normal de la planta.

Por tanto, una escala para esta variable puede ser:

- | | |
|--------------------|------------------------------|
| 1. Agua circulante | Buena para “camu camu” |
| 2. Agua estancada | No adecuada para “camu camu” |

Altura de inundación del suelo:

- | | |
|------------------|-----------|
| 1. Hasta 1 m | Muy bueno |
| 2. Entre 1 a 2 m | Bueno |
| 3. Mayor de 2 m | Malo |

Procesos de sedimentación

Sitios con una dinámica muy fuerte de sedimentación de partículas gruesas (arenosas), por estar ubicadas en ambientes hidrológicos muy dinámicos (fuertes corrientes), son las menos propicias para el cultivo, por cuanto la sedimentación puede tener doble efecto, la primera que si después de una inundación se registra depósitos de sedimentos (ejemplo, 1 metro o más) causa la muerte de la planta por efecto físico, o cuando el depósito de arena cambia las características superficiales de la textura del suelo (muerte química por falta de nutrientes). De igual forma, la sedimentación de arena es un factor crítico para el sistema de cultivos anuales que acompañan al «camu camu» en los primeros años de su instalación. En este sentido, para el caso de la sedimentación, se propone la siguiente escala:

- | | |
|-------------------------------|---------|
| 1. Con sedimentación de arena | No apta |
| 2. Sin sedimentación de arena | Apta |

Por otro lado, se ha establecido el mapa de ubicación geográfica de la zona de trabajo, mediante el uso del software Arc View, en un área de 100 ha.

3.2 Del trabajo final de gabinete

A partir del trabajo de interpretación de los mapas temáticos de la microzonificación de San Francisco, se han establecido las siguientes conclusiones preliminares:

Con relación a la variable textura de suelo, se presenta más de 90 ha de textura buena para el cultivo, con predominancia de las clases arcillosa, arcillo-limosa (ArLo) y franco-arcillo-limosa (FrArLo). La textura arcilla franca (ArFr) sólo ocupa cerca de 10 ha.

Respecto a la variable pendiente de terreno, se ha determinado que mayormente existe suelos con buena pendiente entre 0 y 20 % (53 ha) y pocas áreas (11 ha) con pendiente mayor de 20 %, no apta para «camu camu».

Con relación a la altura de inundación, 33 y 41 ha muestran, respectivamente, bueno (menos de 1 m) y regular (entre 1 y 2 m) nivel de inundación. Y con respecto a la profundidad efectiva del suelo, se ha detectado 39 y 46 ha con niveles bueno (entre 21 y 30 cm) y regular (entre 11 a 20 cm), respectivamente.

La evaluación de pH nos indica que la zona de estudio muestra entre 32 y 64 ha con rangos de pH adecuado (entre 6 y 7.3) y moderado (de 5.1 a 6.0) para el establecimiento del cultivo en esa zona.

Finalmente, recopilando toda la información se ha determinado que existe 86.5 ha con aptitud buena a moderada para la instalación del cultivo de «camu camu» en la zona de San Francisco de Asís.

En anexos se presentan los mapas temáticos de las variables textura de suelo, pendiente, pH, nivel de inundación y profundidad efectiva, así como el mapa final de microzonificación de «camu camu», que recoge las distintas combinaciones de mapas temáticos, de acuerdo a la metodología desarrollada en el CIAP-UIGT del IIAP.

4. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

IIAP COMITÉ REFORESTACION PUCALLPA. 1996. Zonificación agroecológica de la zona aluvial del río Ucayali, entre la boca del río Pachitea y Tiruntan. Iquitos. 80 p.

IIAP CTAR Ucayali.2000. Zonificación ecológica económica de la cuenca del río Aguaytía. Informe final. Marzo 2000. Iquitos. 4 volúmenes.

MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES. 1998. Manual de zonificación ecológica-económica para la Amazonía peruana. Convenio TCA-BID. Programa de Apoyo a la Zonificación de la Amazonía. Lima. 153 p.

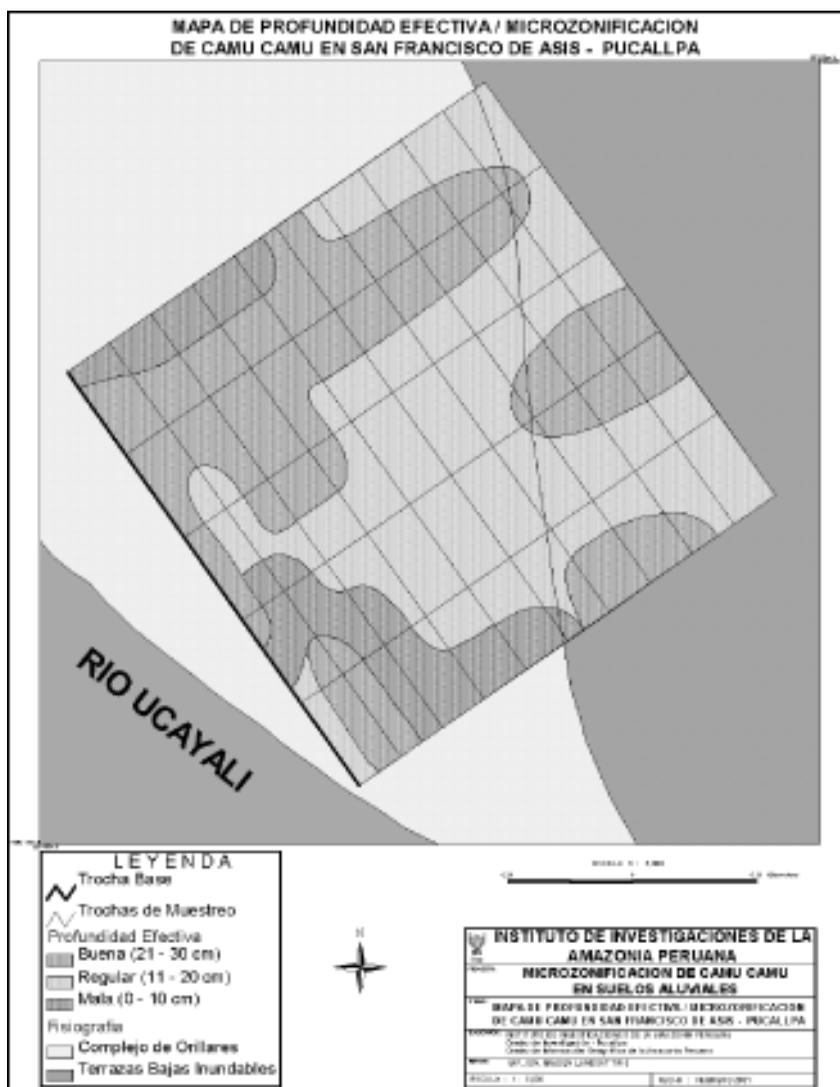
IIAP 2000. Manual del camu camu en restingas. Iquitos.(por publicar)

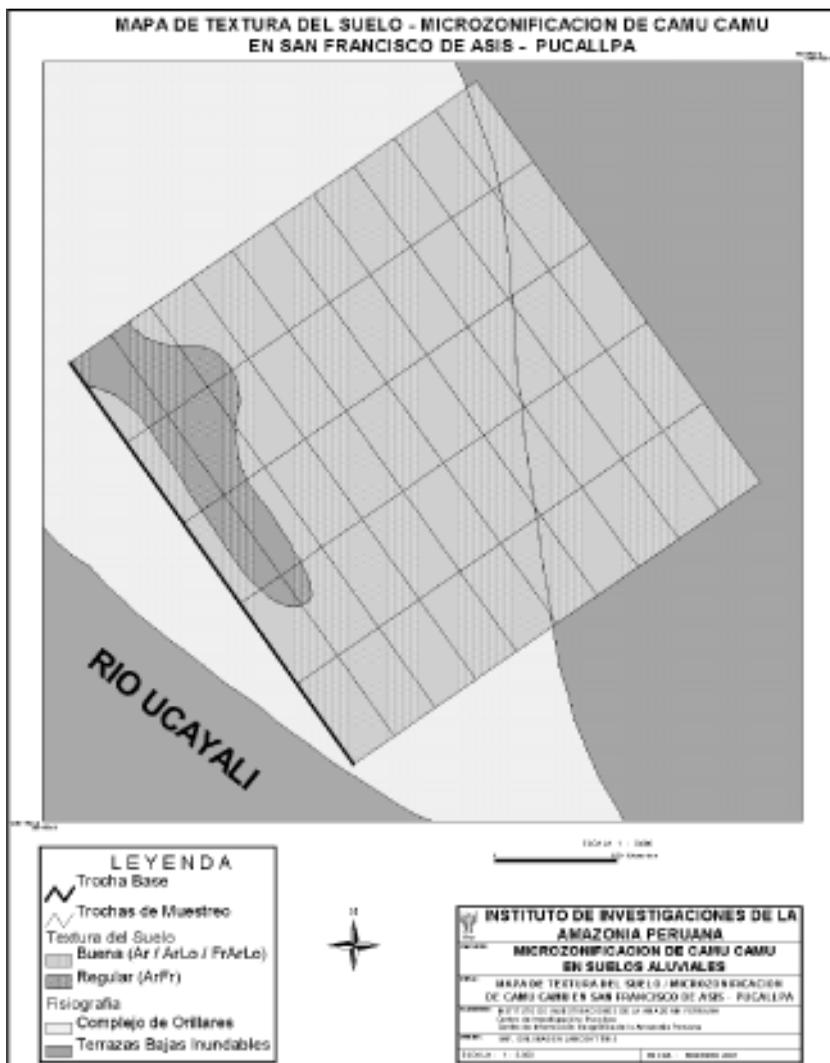
RIVA. R. 1997. Tecnología del cultivo de camu camu *Myrciaria dubia HBK Mc Vaugh.* en la Amazonía Peruana. INIA-CTAR Ucayali.Pucallpa. 45 p.

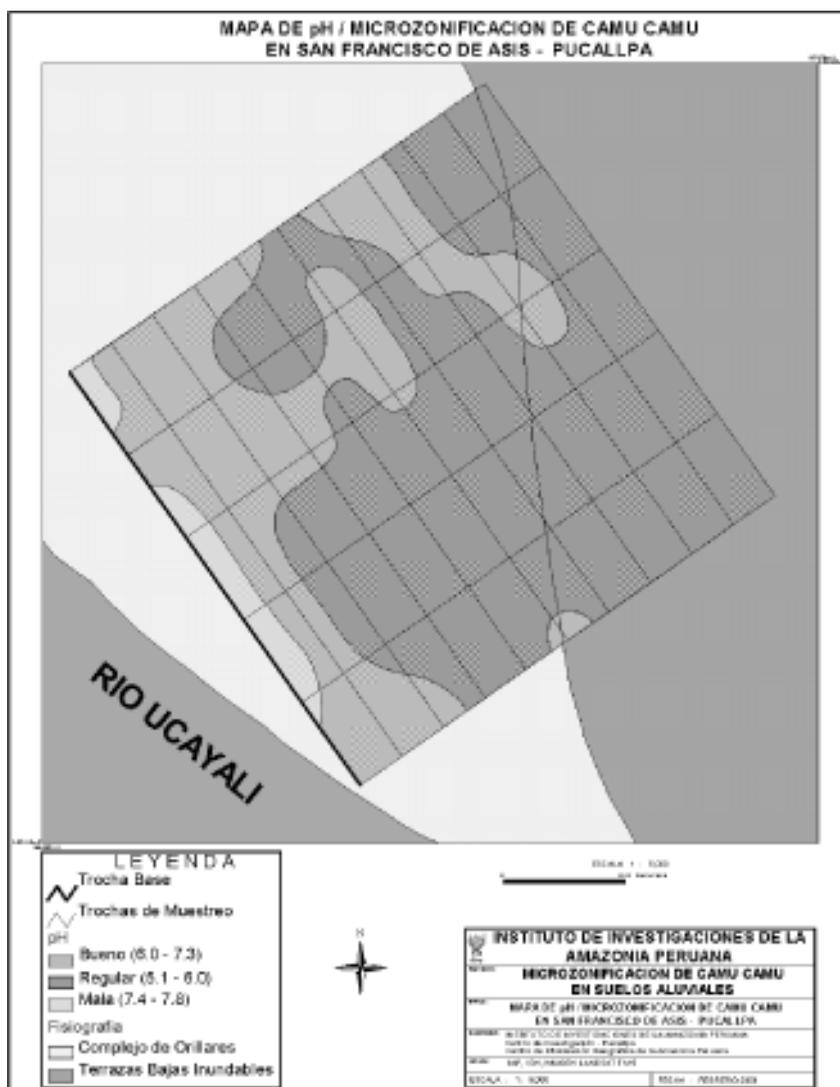
VILLACHICA H. 1998. El cultivo de camu camu *Myrciaria dubia HBK Mc Vaugh.* en la Amazonía Peruana. Tratado de Cooperación Amazónica. Lima. 94 p.

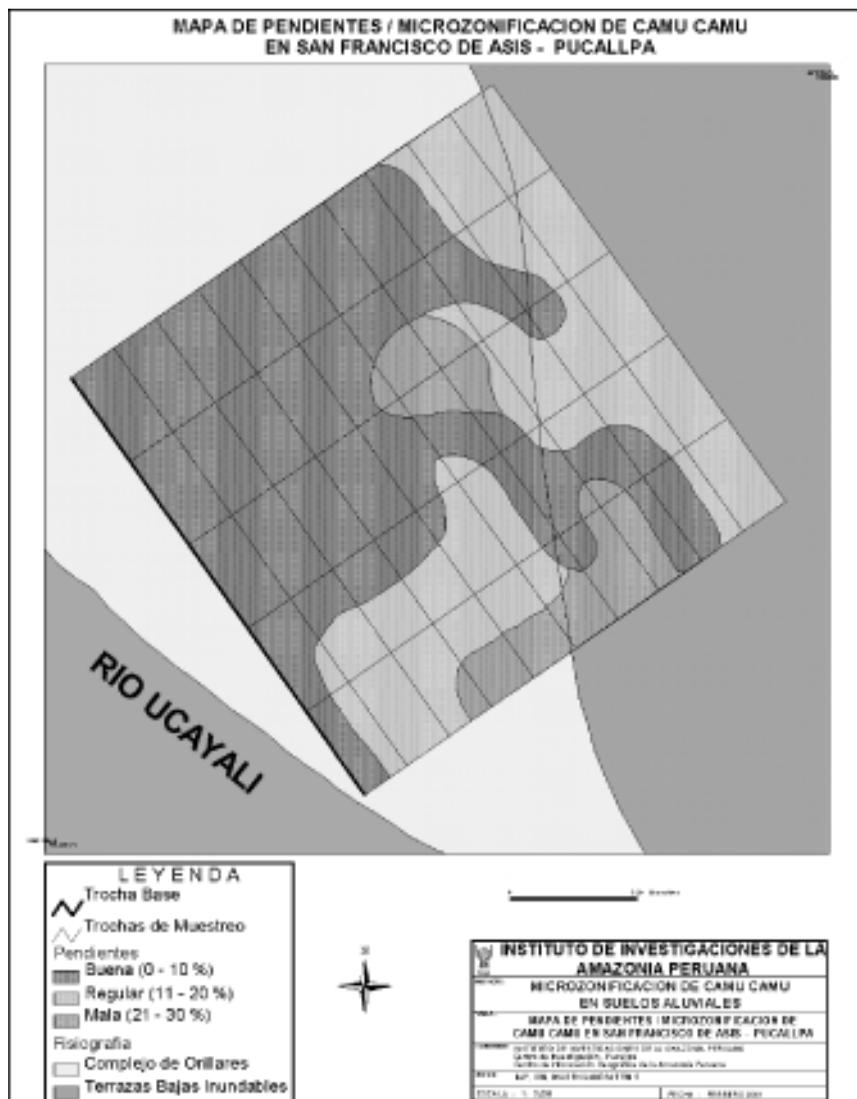
5. AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración de la comunidad de San Francisco de Asís, por el apoyo en el trabajo de campo; a Rita Riva, Mario Pinedo, José Sanjurjo, del IIAP, por la revisión y composición de mapas en el CIAP-UIGT; así como a los doctores Risto Kaliolla y Óscar Loli por sus comentarios al artículo.











TABLAS DE VOLUMEN TOTAL Y COMERCIAL DE *Cedrelinga catenaeformis* Ducke “TORNILLO” PARA PLANTACIONES EN LORETO, PERÚ

ErasmO Otárola Acevedo¹, Carlos Linares Bensimón²

RESUMEN

Se utilizó información de 197 árboles cosechados de *Cedrelinga catenaeformis*, procedentes de ensayos silviculturales en el Centro de Investigaciones Jenaro Herrera, en Loreto, de los cuales 75 árboles tenían 25 años y pertenecían a la plantación 401-74, 81 árboles tenían 21 años y pertenecían a las plantaciones 202-73 y 209-74, y 41 árboles tenían 20 años pertenecientes a la plantación 103-75. Se probaron quince modelos de regresión y se escogió el de mejor ajuste en base al coeficiente de determinación y el índice de Fúrnival. Se ajustaron las ecuaciones y se generaron tablas de doble entrada, que permiten estimar el volumen total con corteza, el volumen comercial sin corteza hasta 20 cm de diámetro en la parte superior del árbol. Para el volumen total con corteza el modelo logarítmico fue el de mejor ajuste con un coeficiente de determinación ajustado de 96%, e índice de Fúrnival de 4.11×10^{-2} para todos los sitios y espaciamientos. Para el volumen comercial sin corteza hasta 20 cm de diámetro en la parte superior, el modelo de mejor ajuste fue el del volumen en función del diámetro al cuadrado y la altura, con un coeficiente de determinación ajustado de 81.3%, y un índice de Fúrnival de 3.35×10^{-2} , también para todos los sitios y espaciamientos.

Palabras clave: *Cedrelinga catenaeformis*, tablas de volumen, plantaciones forestales, índice de fúrnival.

ABSTRACT

The information used was from 197 harvested *Cedrelinga catenaeformis* trees coming of silvicultural essays from the Research Center Jenaro Herrera, in Loreto, of which 75 trees were 25 years old and belonged to the plantation 401-74, 81 trees were 21

1 MSc. Especialista Manejo de Bosques, Investigador del Programa de Ecosistemas Terrestres, IIAP.

2 Ph.D. Director del Programa de Ecosistemas Terrestres, IIAP.

years old and belonged to the plantations 202-73 and 209-74 and 41 trees were 20 years old belonging to the plantation 103-75. Fifteen models of regression were tested and the ones with better adjustment were chosen, based on the determination coefficient and Fúrnival index. The equations were adjusted and double-entry tables were generated, allowing to estimate the total volume with bark, the commercial volume without bark up to 20 cm of diameter of the upper portion of the tree. For the total volume with bark, the logarithmic model was the one with better adjustment with a adjusted determination coefficient of 96 percent and Fúrnival index of 4.11×10^{-2} , for all the sites and distances. For the commercial volume without bark up to 20 cm of diameter in its upper portion, the model of better adjustment was the one of the volume in function of diameter to the square and height, with a adjusted determination coefficient of 81.3 percent and an Fúrnival index of 3.35×10^{-2} also for all the sites and distances.

Key words: *Cedrelinga catenaeformis*, volume tables, Fúrnival index, forest plantations

1. INTRODUCCIÓN

La especie *Cedrelinga catenaeformis* Ducke “tornillo” (familia Fabaceae) (Brako, L. Zarucchi J., 1993), es nativa del bosque tropical sudamericano (Amazonía peruana, brasileña, colombiana, ecuatoriana y surinamense, ver Figura 1). Su rango altitudinal va desde los 120 hasta los 800 msnm, con temperaturas que varían desde los 15°C hasta los 38°C, y precipitaciones entre 2 500 a 3 800 mm anuales. Habita naturalmente en lugares húmedos y hasta pantanosos, con presencia de humus, en los bosques altos de tierra firme prefiere las nacientes y cursos superiores de los ríos en suelos arcillosos (Freitas, M., Medeiros, L. y de Lima, A. 1992). En Jenaro Herrera, los árboles semilleros ocupan los bosques de terraza alta no inundable con topografía ondulada y suelos ultisoles (Aróstegui y Díaz, 1992), coincidiendo con Malleux (1975) respecto a que en el Perú *Cedrelinga catenaeformis*, se encuentra en bosques de colina. Vidaurre (1997), focaliza que en la zona transicional entre Bosque muy húmedo-Premontano Tropical a Bosque húmedo tropical se encuentra la mayor frecuencia de *Cedrelinga catenaeformis*.

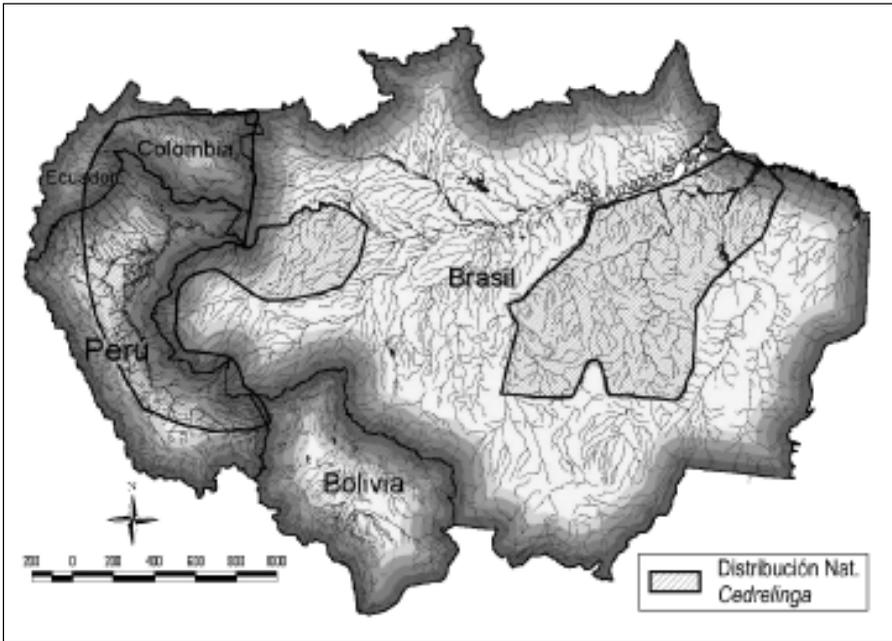


Figura 1. Distribución natural del género *Cedrelinga* en la cuenca amazónica (Huck, 1978)

Esta especie es considerada de alta importancia comercial en la Amazonía peruana. La producción de madera rolliza y aserrada en 1997 fue de 207 397 m³ y 128 676 m³, respectivamente (INRENA, 1997); siendo por estos niveles de extracción, prioritaria su reposición. Varios autores recomiendan *C. catenaeformis* para establecer plantaciones comerciales debido a que presenta buen crecimiento en diámetro y altura, y alto porcentaje de sobrevivencia en campo abierto y en fajas, sobresaliendo en la reforestación de áreas abandonadas de ladera. Los ensayos silviculturales en el CIJH la catalogan como sobresaliente para estos fines, siendo su madera muy aceptada por el mercado y recomendada para estructuras, carpintería, construcciones navales (maderámen) y costillas, carrocerías, muebles, ebanistería, puntales y juguetería (Aróstegui *et al*, 1970). En algunas regiones de la Amazonía peruana se han establecido plantaciones forestales con esta especie, siendo necesarias ecuaciones o tablas que permitan estimar adecuadamente los volúmenes totales y comerciales que produzcan estos rodales permitiendo, de este modo, calcular con certidumbre el rendimiento y rentabilidad de los mismos, y además, tomar acertadas decisiones silviculturales.

Área de estudio

Ubicación

Las plantaciones forestales, utilizadas en el ensayo, se encuentran ubicadas en los terrenos pertenecientes al Centro de Investigaciones Jenaro Herrera (CIJH), estación experimental del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Las instalaciones del CIJH, se encuentran a 2.8 km de la Villa de Jenaro Herrera (4°55'S, 73°44'O), perteneciente al distrito de Jenaro Herrera, provincia de Requena, en el departamento de Loreto.

Clima

En la estación meteorológica instalada en los terrenos del CIJH se ha registrado una precipitación promedio anual de 2 730 mm, para un periodo de observación de 22 años (1972 – 1994). Abril es el mes que históricamente registra una mayor precipitación de 294.3 mm y julio la de menor, llegando a 155.2 mm. El período más lluvioso comprende los meses entre octubre y mayo (más de 200 mm mensuales) siendo los más intensos entre enero y abril; el período menos lluvioso comprende de junio a setiembre.

La temperatura media anual en el período anteriormente mencionado fue de 26.9°C, con una variación de 2°C. La temperatura mínima y máxima promedio es de 21.1°C y 32.6°C, respectivamente. Las temperaturas absolutas más elevadas (hasta 37.6°C), se pueden encontrar en dos épocas: en enero, febrero y marzo y en agosto, setiembre, octubre. Las más bajas (hasta 11.4°C), aparecen casi cada año en julio, o algunas veces en junio, agosto o setiembre.

Las horas de sol varían entre 56.2 (marzo 1979) y 217.4 (julio 1983). La presencia de un ritmo anual para este parámetro es evidente. El número de horas de sol es más bajo en febrero, marzo y abril (casi 100 h) que en los meses de julio, agosto y setiembre (alrededor de 170 h). Por término medio hay 1 652 horas de sol al año. Los años 1974 y 1977 fueron lo menos soleados (unas 1 500 h), mientras que el año 1983 tuvo el máximo de horas de sol (1 876 h).

En resumen, el clima de Jenaro Herrera se caracteriza por tener una estación relativamente seca y soleada –más importante unos años que otros-, durante los meses de junio, julio, agosto y setiembre, época en la que se registran las temperaturas más bajas debido a la influencia del aire polar procedente del sur. El resto del año es húmedo, con menos sol y un poco más caliente; pero puede haber otra estación seca más corta entre diciembre y marzo (Gautier y Spichinger, 1986).

Fisiografía

La zona de Jenaro Herrera presenta dos paisajes bien diferenciados: La planicie aluvial fluvial y la zona de altura (tierra firme), (López Parodi y Freitas, 1990). En la zona de altura o “tierra firme” se identifican tres grandes unidades fisiográficas: la terraza baja; la terraza alta y la colina baja. Todas las plantaciones utilizadas para este estudio se localizan en terraza alta, la que se muestra como una extensa llanura, cruzada por depresiones de 6 a 12 m de profundidad y de 10 a 300 m de ancho. El fondo de los valles es plano y se denominan localmente bajiales, estos son recorridos por quebradas que forman meandros y laderas con pendientes que superan el 10%.

Suelos

Las plantaciones han sido instaladas sobre suelos de diferentes texturas que van desde arena franca hasta franco arcillo arenoso. El color predominante de los suelos es amarillo anaranjado, y se caracterizan por ser fuertemente ácidos (de 3.9 a 4.6 de pH); presenta una estructura granular con fuerte presencia de raíces hasta una profundidad de 60-70 cm, por debajo de la cual la estructura se transforma en masiva. Algunos suelos presentan un horizonte superior grisáceo bien desarrollado (Claussi *et al.*, 1992).

2. METODOLOGÍA

Se utilizó información de 197 árboles cosechados de *Cedrelinga catenaeformis*, procedentes de ensayos silviculturales en el centro de Investigaciones de Jenaro Herrera, con semilla procedente de árboles semilleros seleccionados en el área de influencia del CIJH, en Loreto (Aróstegui, Díaz, 1992). De los árboles ensayados, 75 tenían 25 años y pertenecían a la plantación 401-74 con un distanciamiento inicial de 3 x 4 m entre especies (plantación mixta tornillo – marupá), 81 árboles tenían 21 años y pertenecían a las plantaciones 202-73 y 209-74 (distanciamiento inicial de 2 x 2 m y 4 x 2 m, respectivamente), y 41 árboles tenían 20 años pertenecientes a la plantación 103-75 con un distanciamiento inicial de 3 x 3 m. Algunos de los ejemplares se utilizaron para ensayos tecnológicos y otros fueron aserrados para la construcción de muebles para el mismo centro.

La muestra incluyó por lo menos 1 árbol por clase diamétrica de 2 cm; en el rango que va desde los 10 cm hasta los 41 cm de DAP, se muestrearon, en algunas clases diamétricas, más de 30 individuos. A partir de este valor la muestra fue menos representativa, muestreándose individuos de hasta 88 cm (Cuadro 1).

Cuadro 1. Distribución de frecuencia de 197 árboles de *Cedrelinga catenaeformis* medidos en Jenaro Herrera, Loreto, bajo 4 tipos de espaciamiento, para la elaboración de tablas de volumen total y comercial

Punto medio de las clases de DAP (cm)

10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	54	60	66	72	78	84
1	1	4	23	38	41	32	20	3	8	5	6	5	2	2	-	1	1	1	-	-	-	1	-	-	1

En cada uno de los árboles cortados (197), se midió la longitud total y comercial, y se marcaron secciones cada 1 ó 2 m, dependiendo de la forma del fuste. En cada una de la secciones se midió con precisión: diámetro con corteza, diámetro sin corteza y se verificó la longitud de la misma (Figura 2).

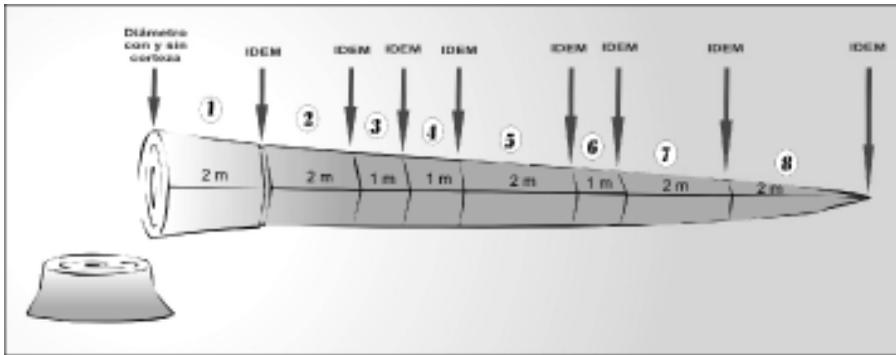


Figura 2. Medición de tríos (diámetro con corteza, diámetro sin corteza y largo de sección) para obtener el perfil fustal para ecuaciones de volumen de *C. catenaeformis* (en el ejemplo medición de 8 tríos)

Para el levantamiento de la información se utilizó el formulario MIRA para mediciones de árboles en secciones (CATIE form 7/1).

Análisis de la Información

Para el análisis de regresión de volumen se utilizaron los programas VOLCAL y VOLREG del paquete estadístico Palmer (PSP). El VOLCAL calcula los volúmenes con y sin corteza y a diferentes diámetros mínimos de cada sección de los árboles medidos, utilizando la fórmula Smalian y la fórmula de Cono para las Puntas, obteniéndose promedios fustales de diámetro, altura y volumen, así como los gráficos de DAP contra altura, volumen contra DAP y contra altura. Adicionalmente, se estimaron factores de forma para cada árbol, para analizar posibles efectos del espaciamiento sobre este parámetro. Así mismo, se realizó análisis gráfico y de correlación del porcentaje de corteza con todos los factores dasométricos, para estos últimos análisis se utilizó el módulo estadístico de Excel, de Microsoft.

Utilizando los volúmenes reales calculados por VOLCAL, con el programa VOLREG se probaron 15 modelos de regresión (Cuadro 2), para estimar las ecuaciones de volumen total y volumen comercial sin corteza, hasta 20 cm de diámetro mínimo en la parte superior, sin incluir tocón. Se realizó los respectivos análisis de varianza, análisis de residuales y otros índices de ajuste para cada modelo.

Cuadro 2. Modelos de regresión probados para desarrollo de ecuaciones de volumen total y comercial de *Cedrelinga catenaeformis* en plantaciones de Jenaro Herrera, Loreto, Perú

N°	Modelo
1.	$V = \text{fn}(D)$
2.	$V = \text{fn}(D, D^2)$
3.	$V = \text{fn}(D^2)$
4.	$V = \text{fn}(D^2H)$
5.	$V = \text{fn}(D^2, H, D^2H)$
6.	$V = \text{fn}(D^2, DH, D^2H)$
7.	$\text{Ln } V = \text{fn}(\text{Ln } D)$
8.	$\text{Ln } V = \text{fn}(\text{Ln } D, \text{Ln } H)$
9.	$V/D^2 = \text{fn}(1/D^2, 1/D)$
10.	$V/D^2 = \text{fn}(1/D^2)$
11.	$V/D^2H = \text{fn}(1/D^2H)$
12.	$V/D^2 = \text{fn}(1/D^2, H/D^2, H)$
13.	$V/D^2H = \text{fn}(1/D^2H, 1/H, 1/D^2)$
14.	$V/D^2 = \text{fn}(1/D^2, H/D, H)$
15.	$V/D^2H = \text{fn}(1/D^2H, 1/H, 1/D)$

Donde: D = diámetro a la altura del pecho, H = altura total, V = volumen

La selección de los mejores modelos se realizó con base a la prueba F para el modelo, prueba de t para los coeficientes, estimación del índice de Fúrnival (comparación entre modelos) y coeficiente de determinación.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 3 muestra los valores dasométricos promedio por espaciamiento de los 197 árboles muestreados para este experimento. Esta agrupación permitió observar una relación directa entre espaciamientos promedio, DAP y volumen total. Al comparar volúmenes comerciales entre espaciamientos, el mayor del experimento (4 x 3 m) presentó, a una edad similar, un volumen comercial promedio varias veces mayor que los espaciamientos menores. Al analizar la influencia del distanciamiento sobre los volúmenes por hectárea, se observa una clara relación entre el volumen comercial

y el distanciamiento, así para un distanciamiento de 2 x 2 m sólo se obtiene 90 m³/ha, a una edad promedio de 23 años, mientras que a un distanciamiento de 4 x 3 m se obtiene 322 m³/ha a la misma edad. La relación se invierte cuando se trata de volumen total (biomasa), obteniéndose un volumen de 645 m³/ha a un distanciamiento de 2 x 2 m y de sólo 613 m³/ha a un distanciamiento de 4 x 3 m. El factor de forma para el volumen total con corteza también presenta diferencias entre distanciamientos, encontrándose valores entre 0.469 hasta 0.542, siendo el promedio muy cercano a 0.5.

Cuadro 3. Valores dasométricos promedio para 197 árboles seleccionados de *Cedrelinga catenaeformis*, bajo diferentes distanciamientos iniciales en Jenaro Herrera, Loreto, Perú

Plantación	Dist. Inicial (m x m)	Nº (#)	dap (cm)	Alt (m)	VoltotalCc (m3)	VoltotalSc (m3)	Volcom (m3)	ff	Corteza (%)
202-73	2 x 2	25	19.6	17.2	0.258	0.216	0.036	0.498	15.99
103-75	3 x 3	41	18.7	19.7	0.253	0.206	0.019	0.469	19.07
209-74	4 x 2	56	20.4	18.5	0.285	0.237	0.047	0.474	16.83
401-74	4 x 3	75	27.5	22.9	0.736	0.612	0.386	0.542	16.88
Promedio		197	21.5	19.5	0.383	0.318	0.122	0.496	17.19

Dist. Inicial: Distanciamiento inicial

Nº : Tamaño de muestra

Dap: Diámetro promedio en cm.

Alt : Altura total promedio en m

VoltotalCc : Volumen total con corteza promedio por árbol

VoltotalSc : Volumen total sin corteza promedio por árbol

Volcom : Volumen comercial promedio por árbol

ff : Factor de forma real

Esta especie presenta altos porcentajes de corteza que oscilan entre 9.8% y 26.2% del volumen total en todos los espaciamientos. Un análisis gráfico del porcentaje de corteza con el DAP y la altura indican que no existe una relación entre estas variables, es decir, el porcentaje de corteza no se ve explicado por el DAP ni por la altura total del árbol (Figuras 1 y 2).

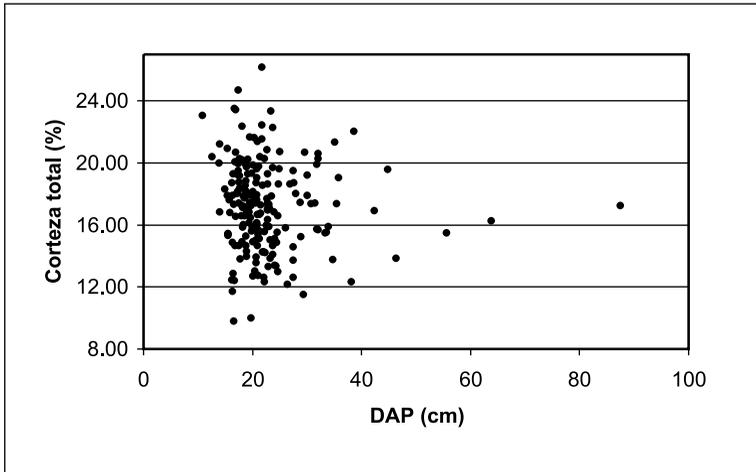


Figura 1. Gráfica del porcentaje de corteza total y DAP para árboles de *Cedrelinga catenaeformis* en plantaciones de Jenaro Herrera, Loreto, Perú

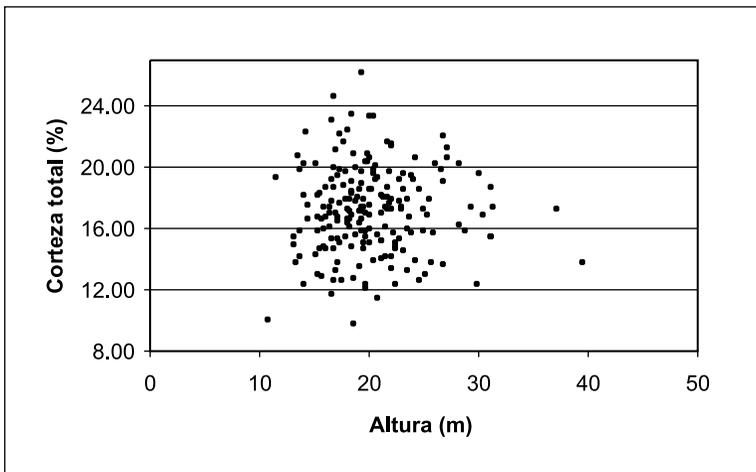


Figura 2. Gráfica del porcentaje de corteza total y altura para árboles de *Cedrelinga catenaeformis* en plantaciones de Jenaro Herrera, Loreto, Perú

Por lo que no es posible desarrollar una ecuación que explique el porcentaje de corteza en base a estas variables.

En el Cuadro 4 se presentan los valores de F, los coeficientes de determinación, los cuadrados medios del error, el índice de Fúrnival y las pruebas de t de los coeficientes para los mejores modelos y para todos los espaciamientos en las ecuaciones de volumen total con corteza.

Cuadro 4. Resumen de las pruebas de 15 modelos para estimar el volumen total con corteza de *Cedrelinga catenaeformis* en Jenaro Herrera, Loreto, Perú

Modelo	F	Sig	R ² Ajt	RMS ‘Y’	IF	T1	Sig	T2	Sig	T3	Sig
1.	1357.53	***	0.8738	2.3475E-01	2.3475E-01	36.845	***				
2.	5239.19	***	0.9816	8.9535E-02	8.9535E-02	1.606	N/S	33.859	***		
3.	10391.61	***	0.9815	8.9897E-02	8.9897E-02	101.939	***				
4.	5167.98	***	0.9635	1.2630E-01	1.2630E-01	71.889	***				
5.	3627.21	***	0.9823	8.7893E-02	8.7893E-02	14.323	***	3.152	**	0.431	N/S
6.	3524.01	***	0.9818	8.9148E-02	8.9148E-02	12.770	***	2.064	*	0.776	N/S
7.	2736.68	***	0.9331	1.6786E-01	5.4804E-02	52.313	***				
8.	2508.62	***	0.9624	1.2590E-01	4.1106E-02	42.174	***	12.354	***		
9.	57.87	***	0.3672	1.1130E-04	5.2162E-02	9.438	***	10.322	***		
10	5.97	*	0.0247	1.3818E-04	6.4757E-02	2.443	*				
11	123.42	***	0.3845	4.8309E-06	4.4747E-02	11.110	***				
12	80.88	***	0.5501	9.3852E-05	4.3984E-02	1.391	N/S	0.373	N/S	9.901	***
13	41.14	***	0.3806	4.8461E-06	4.4888E-02	1.373	N/S	0.645	N/S	0.131	N/S
14	82.81	***	0.5560	9.3234E-05	4.3695E-02	4.832	***	1.645	N/S	11.586	***
15	44.92	***	0.4020	4.7617E-06	4.4106E-02	5.358	***	0.063	N/S	2.631	**

Para la estimación del volumen total con corteza se escogió el modelo número 8 (logarítmico) por presentar el mayor coeficiente de determinación y el menor índice de Fúrnival, la prueba t para los coeficientes y la prueba F para el modelo, también fueron determinantes, lo que por varias regresiones múltiples permitió estimar la mejor ecuación para volumen total con corteza con los siguientes resultados:

$$\ln(VT_{cc}) = -9.048687699191 + 1.88932642342 \times \ln(D) + 0.710407125030 \times \ln(H)$$

R^2 Ajustado: 0.962 C.V.: 11.25 Índice de Fúrnival: 0.041106

Donde: VT_{cc}: Volumen total con corteza, D: Diámetro Altura del Pecho, H: Altura Total

Con esta ecuación se desarrolló la tabla de volumen total con corteza (Anexo 1).

La Figura 3 muestra el comportamiento del volumen total con corteza, en función del diámetro para todos los tipos de espaciamiento, de éste se deduce que el modelo logarítmico estima con precisión el volumen hasta 40 cm de DAP, a partir del cual existe una ligera subestimación de este valor debido a una menor muestra en estas clases diamétricas.

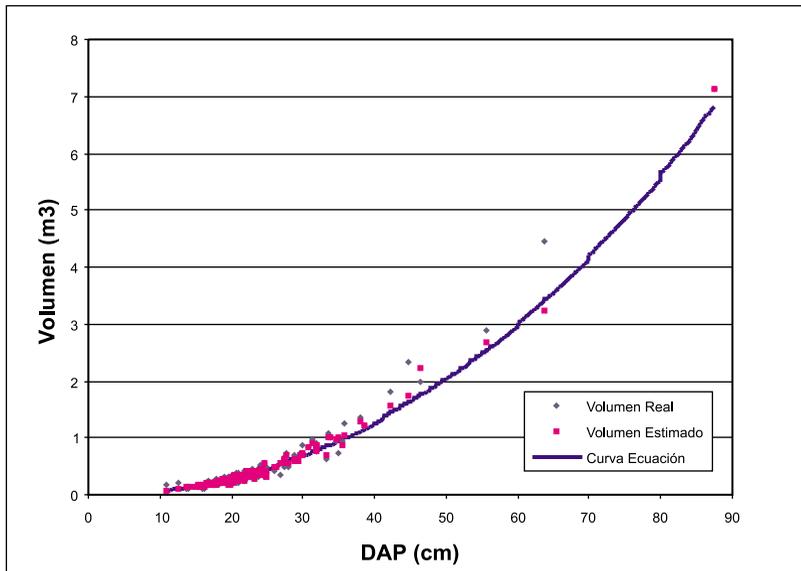


Figura 3. Desarrollo del volumen total con corteza para *Cedrelinga catenaeformis*, utilizando el modelo logarítmico para todos los espaciamientos en plantaciones de Jenaro Herrera, Loreto, Perú

En el Cuadro 5 se presentan los valores de F, los coeficientes de determinación, los cuadrados medios del error, el índice de Fúrnival y las pruebas de t de los coeficientes para los mejores modelos y para todos los espaciamientos en las ecuaciones de volumen comercial sin corteza hasta 20 cm de diámetro en la parte superior del tronco y sin incluir tocón.

Cuadro 5. Resumen de las pruebas de 15 modelos para estimar el volumen comercial sin corteza hasta 20 cm de diámetro en la parte superior del tronco para *Cedrelinga catenaeformis* en Jenaro Herrera, Loreto, Perú

Modelo	F	Sig	R ² Ajt	RMS 'Y'	IF	T1	Sig	T2	Sig	T3	Sig
1.	1735.6553	***	0.9233	1.5351E-01	1.5351E-01	41.661	***				
2.	3466.5850	***	0.9796	7.9105E-02	7.9105E-02	3.444	**	19.914	***		
3.	6432.7495	***	0.9781	8.2054E-02	8.2054E-02	80.204	***				
4.	2970.5105	***	0.9537	1.1925E-01	1.1925E-01	54.502	***				
5.	2331.1311	***	0.9798	7.8776E-02	7.8776E-02	13.648	***	3.338	**	2.644	**
6.	2466.1270	***	0.9809	7.6631E-02	7.6631E-02	12.826	***	4.447	***	2.804	**
7.	468.3739	***	0.7645	7.7709E-01	5.2161E-02	21.642	***				
8.	240.9058	***	0.7692	7.6931E-01	5.1639E-02	14.984	***	1.977	*		
9.	478.2278	***	0.8689	6.7827E-05	3.8460E-02	2.319	*	7.048	***		
10	676.4955	***	0.8243	7.8527E-05	4.4528E-02	26.010	***				
11	201.6250	***	0.5822	4.2650E-06	5.0019E-02	14.199	***				
12	343.7037	***	0.8771	6.5661E-05	3.7232E-02	0.110	N/S	6.320	***	7.963	***
13	203.0350	***	0.8080	2.8909E-06	3.3903E-02	0.555	N/S	0.621	N/S	6.855	***
14	333.5306	***	0.8739	6.6533E-05	3.7727E-02	4.326	***	5.935	***	7.596	***
15	209.7332	***	0.8130	2.8529E-06	3.3458E-02	2.722	**	3.990	***	7.213	***

Para la estimación del volumen comercial sin corteza hasta 20 cm de diámetro en la parte superior del tronco, sin incluir tocón, se escogió el modelo número 15 (polinómica mixta) por presentar el mayor coeficiente de determinación y el menor índice de Fúrnival. La prueba t para los coeficientes y la prueba F para el modelo también fueron determinantes, lo que, por varias regresiones múltiples, permitió estimar la mejor ecuación para volumen comercial sin corteza obteniéndose los siguientes resultados:

$$VC_{sc} = -5.71242E-02 + 2.11385E-04 \times D^2 - 5.40695E-04 \times DH + 2.71391E-05 \times D^2H$$

R²Ajustado: 0.813 C.V.: 33.58 Índice de Fúrnival: 0.033458

Donde: VC_{sc}: Volumen comercial sin corteza, D: Diámetro Altura del Pecho, H: Altura Total

La Figura 4 muestra el comportamiento del volumen comercial sin corteza sin incluir tocón hasta 20 cm de diámetro mínimo en la parte superior del tronco, en función del diámetro para todos los tipos de espaciamiento, de este se deduce que el modelo polinómico mixto estima con precisión el volumen hasta 60 cm de DAP, a partir del cual existe una gran sobrestimación de este valor debido a una menor muestra en estas clases diamétricas, motivo por el cual, se recomienda utilizar la ecuación sólo hasta este diámetro. Igualmente, en el Anexo 2, se presenta la tabla de volumen hasta 60 cm de diámetro a la altura del pecho.

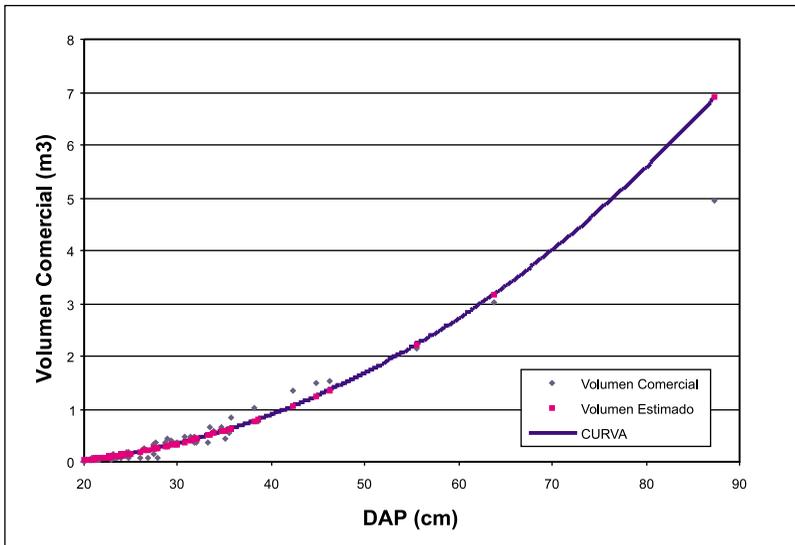


Figura 4. Desarrollo del volumen comercial sin corteza para *Cedrelinga catenaeformis*, utilizando el modelo exponencial (20 cm de diámetro mínimo) para todos los espaciamientos en plantaciones de Jenaro Herrera, Loreto, Perú

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La muestra de árboles tomada en el campo varió de 10.8 cm hasta 87.4 cm de diámetro a la altura del pecho, y de 10.7 m hasta 39.4 m de altura total. El volumen total tuvo una variación de 0.11 m³ hasta 7.11 m³, el volumen comercial de la muestra varió de 0.05 m³ hasta 4.94 m³.

El factor de forma para el volumen total con corteza presentó una relación directa con el distanciamiento, encontrándose valores entre 0.469 (2 x 2 m) hasta 0.542 (4 x 3 m), siendo el promedio muy cercano a 0.5.

Existe una relación directamente proporcional entre el distanciamiento inicial de la plantación y el volumen comercial por hectárea. Para el volumen total se encontró una relación inversamente proporcional con el distanciamiento. Así, si el reforestador tiene por objetivo obtener el mayor volumen maderable deberá utilizar un distanciamiento de 4 x 3 m, pero si desea priorizar biomasa deberá utilizar un distanciamiento menor como 2 x 2 m.

Se observó una relación directa entre el diámetro a la altura del pecho, el volumen total calculado y el distanciamiento, esta relación es mayor aun al comparar los volúmenes comerciales con el espaciamiento, esto permite concluir que el raleo oportuno es de importancia prioritaria para el manejo comercial de una plantación de Tornillo.

C. catenaeformis presenta altos porcentajes de corteza que oscilan entre 9.8% y 26.2% del volumen total, en todos los espaciamientos.

No se encontró ninguna relación entre el porcentaje de corteza y el diámetro, altura y volúmenes de árboles individuales (Anexo 3).

Para el volumen total con corteza el modelo que dio el mejor ajuste fue el logarítmico, para el volumen comercial sin corteza hasta 20 cm de diámetro en la parte superior del tronco sin incluir tocón, el modelo polinómico mixto presentó un mejor ajuste. Para *Cedrelinga catenaeformis*, en Loreto, se recomienda utilizar estos dos modelos.

Se recomienda el muestreo de árboles mayores a 60 cm de DAP para el afinamiento de la ecuación de volumen comercial o elaboración de una nueva para DAPs superiores a este valor.

Se recomienda utilizar las ecuaciones de volumen comercial para realizar análisis financieros de los diferentes espaciamientos, bajo las condiciones actuales de mercado de la especie y sus productos de mayor valor agregado, a fin de determinar el de mayor rentabilidad.

Se recomienda elaborar tablas de predicción de productos en base a la distribución de las clases diamétricas y productos de mayor valor agregado para la especie.

5. BIBLIOGRAFÍA

ALDER, D. 1980. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento: con referencia especial a los trópicos. V2 22/2.

ARÓSTEGUI A. y DIAZ, M. 1992. Propagación de especies forestales nativas promisorias en Jenaro Herrera, Centro de investigaciones de Jenaro Herrera, IIAP, Loreto Perú, 119 p

BRAKO L., ZARICCHI L. 1993. Catalogue of the flowering plants and gymnosperms of Peru. Missouri botanical garden. 1286 p.

CATIE. 1994. Grandis (*Eucalyptus grandis*): especie de árbol de uso múltiple en América Central. Madeleña-3. CATIE. Turrialba Costa Rica, N° 15. 34 p.

FREITAS, M., MEDEIROS, L. y DE LIMA, A. 1992. Leguminosas de la Amazonia brasilera – II Cedrelinga Ducke (Leg. Mimos.) Bot. Mus. Para. Emilio Goeldi. Ser. Bot. 8(1): 143-156.

GAUTIER L., SPICHIGER R. 1986. Ritmos de reproducción en el estrato arbóreo del Arboretum Jenaro Herrera (provincia de Requena, departamento de Loreto, Perú) Contribución al estudio de la flora y de la vegetación de la Amazonía peruana. Conservatorio y jardín botánico de Ginebra, Organización Suiza para el desarrollo y la cooperación, Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. 16 p.

LÓPEZ PARODI J. y FREITAS D., 1990. Geographical aspects of forested wetlands in the Lower Ucayali, Peruvian Amazonia. Forest Ecol. Man. 33/34: 157 – 168.

- OTAROLA, A. E. 1996. Productividad y cuantificación económica de los productos provenientes de raleos en plantaciones forestales de *Eucalyptus*, *Pinus* y *Cupressus* en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc., Turrialba, C.R. CATIE 109 p.
- SALAS, F. 1993. Costos e ingresos del raleo de una plantación pura de *Eucalyptus deglupta*, en Turrialba. CATIE, Proyecto Madeleña Silvoenergía N° 54 8 p.
- SPICHINGER R., MEROZ J., LOIZEAU P., STUTZ DE ORTEGA L. 1989. Contribución a la flora de la amazonía peruana. Conservatorio y jardín botánico de Ginebra, Organización Suiza para el desarrollo y la cooperación, Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Tomo I. 363 p.
- VASQUEZ C., y UGALDE L., 1995. Tablas de volumen y productos de *Eucalyptus grandis* en Costa Rica, Turrialba C.R. CATIE. Proyecto de disseminación del cultivo de árboles de uso múltiple. 30 p.

Anexo 1. Tabla de volumen total con corteza (m³) para *Cedrelinga catenaeformis*, Tornillo en Loreto

	Altura Total (m)																							
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24									
10	0.0471	0.0504	0.0537	0.0568	0.0599	0.0629	0.0658																	
11	0.0564	0.0604	0.0642	0.0680	0.0717	0.0753	0.0788	0.0823																
12	0.0665	0.0712	0.0757	0.0802	0.0845	0.0887	0.0929	0.0970																
13	0.0774	0.0828	0.0881	0.0932	0.0983	0.1032	0.1081	0.1128	0.1175															
14	0.0890	0.0953	0.1013	0.1073	0.1131	0.1187	0.1243	0.1298	0.1351															
15	0.1014	0.1085	0.1154	0.1222	0.1288	0.1353	0.1416	0.1478	0.1540	0.1600	0.1659													
16	0.1146	0.1226	0.1304	0.1380	0.1455	0.1528	0.1600	0.1670	0.1739	0.1807	0.1874													
17	0.1285	0.1375	0.1462	0.1548	0.1631	0.1713	0.1794	0.1873	0.1950	0.2027	0.2102	0.2176												
18	0.1431	0.1531	0.1629	0.1724	0.1818	0.1909	0.1998	0.2086	0.2173	0.2258	0.2342	0.2424												
19	0.1585	0.1696	0.1804	0.1910	0.2013	0.2114	0.2213	0.2311	0.2406	0.2501	0.2594	0.2685	0.2775											
20	0.1746	0.1869	0.1988	0.2104	0.2218	0.2329	0.2439	0.2546	0.2651	0.2755	0.2857	0.2958	0.3058											
21	0.1915	0.2049	0.2180	0.2307	0.2432	0.2554	0.2674	0.2792	0.2907	0.3021	0.3133	0.3244	0.3353	0.3460										
22	0.2091	0.2237	0.2380	0.2519	0.2655	0.2789	0.2920	0.3048	0.3175	0.3299	0.3421	0.3542	0.3661	0.3778										
23	0.2274	0.2433	0.2589	0.2740	0.2888	0.3033	0.3175	0.3315	0.3453	0.3588	0.3721	0.3852	0.3982	0.4109	0.4236									
24		0.2637	0.2805	0.2969	0.3130	0.3287	0.3441	0.3593	0.3742	0.3888	0.4033	0.4175	0.4315	0.4453	0.4590									
25		0.2849	0.3030	0.3207	0.3381	0.3551	0.3717	0.3881	0.4042	0.4200	0.4356	0.4509	0.4661	0.4811	0.4958									
26			0.3263	0.3454	0.3641	0.3824	0.4003	0.4179	0.4353	0.4523	0.4691	0.4856	0.5019	0.5181	0.5340									
27			0.3504	0.3709	0.3910	0.4106	0.4299	0.4488	0.4674	0.4857	0.5038	0.5215	0.5390	0.5563	0.5734									
28				0.3973	0.4188	0.4399	0.4605	0.4808	0.5007	0.5203	0.5396	0.5586	0.5774	0.5959	0.6142									
29				0.4246	0.4475	0.4700	0.4921	0.5137	0.5350	0.5559	0.5766	0.5969	0.6170	0.6368	0.6563									
30					0.4771	0.5011	0.5246	0.5477	0.5704	0.5927	0.6147	0.6364	0.6578	0.6789	0.6997									
31					0.5076	0.5331	0.5581	0.5827	0.6068	0.6306	0.6540	0.6771	0.6998	0.7223	0.7444									
32						0.5661	0.5926	0.6187	0.6443	0.6696	0.6944	0.7189	0.7431	0.7669	0.7905									
33						0.6000	0.6281	0.6557	0.6829	0.7097	0.7360	0.7620	0.7876	0.8128	0.8378									
34							0.6645	0.6938	0.7225	0.7508	0.7787	0.8062	0.8333	0.8600	0.8864									
35								0.7020	0.7329	0.7632	0.7931	0.8225	0.8515	0.8802	0.9084	0.9363								
36									0.7729	0.8049	0.8365	0.8675	0.8981	0.9283	0.9581	0.9875								
37									0.8140	0.8477	0.8809	0.9136	0.9458	0.9776	1.0090	1.0399								
38										0.8915	0.9264	0.9608	0.9947	1.0281	1.0611	1.0937								
39										0.9364	0.9730	1.0091	1.0447	1.0798	1.1145	1.1487								
40											1.0207	1.0586	1.0959	1.1327	1.1691	1.2050								
41											1.0694	1.1091	1.1482	1.1868	1.2249	1.2625								
42												1.1608	1.2017	1.2421	1.2820	1.3213								
43													1.2136	1.2564	1.2986	1.3402	1.3814							
44														1.3121	1.3562	1.3997	1.4427							
45															1.3690	1.4151	1.4604	1.5053						
46																1.4750	1.5224	1.5691						
47																	1.5362	1.5855	1.6342					
48																		1.6498	1.7005					
49																			1.7154	1.7680				

Altura Total (m)															
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
0,4725															
0,5104	0,5248														
0,5497	0,5652	0,5806													
0,5903	0,6070	0,6235	0,6398												
0,6323	0,6501	0,6678	0,6853	0,7026											
0,6756	0,6947	0,7136	0,7323	0,7507	0,7690	0,7872									
0,7203	0,7407	0,7608	0,7807	0,8004	0,8199	0,8392	0,8584	0,8774							
0,7663	0,7880	0,8094	0,8306	0,8516	0,8723	0,8929	0,9132	0,9334	0,9534	0,9733					
0,8137	0,8367	0,8594	0,8819	0,9042	0,9262	0,9481	0,9697	0,9911	1,0124	1,0334	1,0543	1,0750			
0,8624	0,8868	0,9109	0,9347	0,9583	0,9817	1,0048	1,0277	1,0505	1,0730	1,0953	1,1174	1,1394	1,1612	1,1828	1,2043
0,9125	0,9382	0,9637	0,9890	1,0139	1,0386	1,0631	1,0874	1,1114	1,1352	1,1589	1,1823	1,2055	1,2286	1,2515	1,2742
0,9638	0,9911	1,0180	1,0446	1,0710	1,0971	1,1230	1,1486	1,1740	1,1991	1,2241	1,2488	1,2734	1,2977	1,3219	1,3459
1,0165	1,0452	1,0736	1,1017	1,1296	1,1571	1,1844	1,2114	1,2382	1,2647	1,2910	1,3171	1,3430	1,3687	1,3942	1,4195
1,0705	1,1008	1,1307	1,1603	1,1896	1,2186	1,2473	1,2757	1,3039	1,3319	1,3596	1,3871	1,4143	1,4414	1,4682	1,4949
1,1258	1,1577	1,1891	1,2202	1,2510	1,2815	1,3117	1,3417	1,3713	1,4007	1,4299	1,4588	1,4874	1,5159	1,5441	1,5721
1,1825	1,2159	1,2489	1,2816	1,3140	1,3460	1,3777	1,4091	1,4403	1,4712	1,5018	1,5321	1,5622	1,5921	1,6218	1,6512
1,2404	1,2755	1,3101	1,3444	1,3783	1,4119	1,4452	1,4782	1,5109	1,5432	1,5754	1,6072	1,6388	1,6701	1,7012	1,7321
1,2997	1,3364	1,3727	1,4086	1,4442	1,4794	1,5142	1,5488	1,5830	1,6169	1,6506	1,6840	1,7171	1,7499	1,7825	1,8148
1,3602	1,3986	1,4366	1,4742	1,5114	1,5483	1,5848	1,6209	1,6568	1,6923	1,7275	1,7624	1,7970	1,8314	1,8655	1,8994
1,4220	1,4622	1,5019	1,5413	1,5802	1,6187	1,6568	1,6946	1,7321	1,7692	1,8060	1,8425	1,8787	1,9147	1,9503	1,9857
1,4852	1,5271	1,5686	1,6097	1,6503	1,6905	1,7304	1,7698	1,8090	1,8477	1,8862	1,9243	1,9621	1,9997	2,0369	2,0739
1,5496	1,5934	1,6367	1,6795	1,7219	1,7639	1,8054	1,8466	1,8874	1,9279	1,9680	2,0078	2,0472	2,0864	2,1252	2,1638
1,6153	1,6609	1,7060	1,7507	1,7949	1,8386	1,8820	1,9249	1,9674	2,0096	2,0514	2,0929	2,1340	2,1748	2,2154	2,2556
1,6823	1,7298	1,7768	1,8233	1,8693	1,9149	1,9600	2,0047	2,0490	2,0930	2,1365	2,1797	2,2225	2,2650	2,3072	2,3491
1,7505	1,8000	1,8489	1,8973	1,9452	1,9926	2,0396	2,0861	2,1322	2,1779	2,2232	2,2681	2,3127	2,3569	2,4008	2,4444
1,8201	1,8715	1,9223	1,9727	2,0224	2,0717	2,1206	2,1689	2,2169	2,2644	2,3115	2,3582	2,4046	2,4506	2,4962	2,5415

...Continúa

	Altura Total (m)														
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
50															1.8368
51															1.9068
52															
53															
54															
55															
56															
57															
58															
59															
60															
61															
62															
63															
64															
65															
66															
67															
68															
69															
70															
71															
72															
73															
74															
75															
76															
77															
78															
79															
80															
81															
82															
83															
84															
85															
86															
87															
88															
89															
90															

Anexo 2. Tabla de volumen comercial sin corteza (m³) hasta 20 cm de diámetro en la parte superior del tronco para *Cedrelinga catenaeformis*, Tornillo, en Loreto

	Altura Total (m)											
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
21	0,0422	0,0428	0,0435	0,0441	0,0447	0,0453	0,0459	0,0465	0,0471	0,0478	0,0484	0,0490
22	0,0576	0,0588	0,0601	0,0613	0,0625	0,0638	0,0650	0,0663	0,0675	0,0687	0,0700	0,0712
23	0,0739	0,0758	0,0777	0,0797	0,0816	0,0835	0,0854	0,0873	0,0893	0,0912	0,0931	0,0950
24	0,0912	0,0938	0,0965	0,0992	0,1018	0,1045	0,1071	0,1098	0,1124	0,1151	0,1177	0,1204
25	0,1094	0,1129	0,1163	0,1198	0,1232	0,1267	0,1301	0,1335	0,1370	0,1404	0,1439	0,1473
26		0,1329	0,1372	0,1415	0,1458	0,1501	0,1544	0,1587	0,1630	0,1672	0,1715	0,1758
27		0,1540	0,1592	0,1644	0,1696	0,1748	0,1799	0,1851	0,1903	0,1955	0,2007	0,2059
28			0,1823	0,1884	0,1945	0,2007	0,2068	0,2129	0,2191	0,2252	0,2314	0,2375
29			0,2064	0,2135	0,2207	0,2278	0,2350	0,2421	0,2492	0,2564	0,2635	0,2707
30				0,2398	0,2480	0,2562	0,2644	0,2726	0,2808	0,2890	0,2972	0,3054
31				0,2672	0,2765	0,2858	0,2951	0,3044	0,3138	0,3231	0,3324	0,3417
32					0,3062	0,3167	0,3271	0,3376	0,3481	0,3586	0,3691	0,3796
33					0,3370	0,3487	0,3605	0,3722	0,3839	0,3956	0,4073	0,4190
34						0,3821	0,3951	0,4081	0,4210	0,4340	0,4470	0,4600
35						0,4166	0,4310	0,4453	0,4596	0,4739	0,4882	0,5026
36							0,4681	0,4839	0,4996	0,5153	0,5310	0,5467
37							0,5066	0,5238	0,5409	0,5581	0,5752	0,5924
38								0,5650	0,5837	0,6023	0,6210	0,6396
39								0,6076	0,6278	0,6480	0,6682	0,6884
40									0,6734	0,6952	0,7170	0,7388
41									0,7204	0,7438	0,7673	0,7907
42										0,7939	0,8190	0,8442
43										0,8454	0,8723	0,8993
44											0,9271	0,9559
45											0,9834	1,0141
46												1,0738
47												1,1351
48												
49												
50												
51												
52												
53												
54												
55												
56												
57												
58												
59												
60												

Altura Total (m)														
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
0,0496	0,0502													
0,0725	0,0737													
0,0970	0,0989	0,1008												
0,1231	0,1257	0,1284												
0,1508	0,1542	0,1577	0,1611											
0,1801	0,1844	0,1887	0,1930											
0,2111	0,2162	0,2214	0,2266	0,2318										
0,2436	0,2498	0,2559	0,2620	0,2682										
0,2778	0,2850	0,2921	0,2992	0,3064	0,3135									
0,3136	0,3218	0,3300	0,3382	0,3464	0,3546									
0,3510	0,3604	0,3697	0,3790	0,3883	0,3976	0,4070								
0,3901	0,4006	0,4111	0,4215	0,4320	0,4425	0,4530								
0,4307	0,4424	0,4542	0,4659	0,4776	0,4893	0,5010	0,5127							
0,4730	0,4860	0,4990	0,5120	0,5250	0,5379	0,5509	0,5639							
0,5169	0,5312	0,5455	0,5599	0,5742	0,5885	0,6028	0,6171	0,6315						
0,5624	0,5781	0,5938	0,6095	0,6252	0,6409	0,6566	0,6723	0,6881						
0,6095	0,6267	0,6438	0,6610	0,6781	0,6953	0,7124	0,7295	0,7467	0,7638					
0,6583	0,6769	0,6955	0,7142	0,7328	0,7515	0,7701	0,7887	0,8074	0,8260	0,8447				
0,7086	0,7288	0,7490	0,7692	0,7894	0,8096	0,8298	0,8499	0,8701	0,8903	0,9105	0,9307			
0,7606	0,7824	0,8042	0,8260	0,8478	0,8696	0,8913	0,9131	0,9349	0,9567	0,9785	1,0003	1,0221		
0,8142	0,8376	0,8611	0,8845	0,9080	0,9314	0,9549	0,9783	1,0018	1,0252	1,0487	1,0721	1,0956	1,1190	
0,8694	0,8945	0,9197	0,9449	0,9700	0,9952	1,0204	1,0455	1,0707	1,0959	1,1210	1,1462	1,1713	1,1965	
0,9262	0,9531	0,9801	1,0070	1,0339	1,0608	1,0878	1,1147	1,1416	1,1686	1,1955	1,2224	1,2494	1,2763	
0,9846	1,0134	1,0421	1,0709	1,0996	1,1284	1,1571	1,1859	1,2146	1,2434	1,2721	1,3009	1,3296	1,3584	
1,0447	1,0753	1,1059	1,1366	1,1672	1,1978	1,2284	1,2591	1,2897	1,3203	1,3509	1,3816	1,4122	1,4428	
1,1064	1,1389	1,1715	1,2040	1,2366	1,2691	1,3017	1,3342	1,3668	1,3994	1,4319	1,4645	1,4970	1,5296	
1,1697	1,2042	1,2387	1,2733	1,3078	1,3423	1,3769	1,4114	1,4460	1,4805	1,5150	1,5496	1,5841	1,6186	
1,2346	1,2711	1,3077	1,3443	1,3809	1,4174	1,4540	1,4906	1,5272	1,5637	1,6003	1,6369	1,6735	1,7100	
1,3011	1,3398	1,3784	1,4171	1,4558	1,4944	1,5331	1,5718	1,6104	1,6491	1,6878	1,7264	1,7651	1,8038	
	1,4100	1,4509	1,4917	1,5325	1,5733	1,6141	1,6549	1,6957	1,7365	1,7774	1,8182	1,8590	1,8998	
	1,4820	1,5250	1,5680	1,6110	1,6541	1,6971	1,7401	1,7831	1,8261	1,8691	1,9121	1,9551	1,9982	
		1,6009	1,6462	1,6914	1,7367	1,7820	1,8272	1,8725	1,9178	1,9630	2,0083	2,0536	2,0988	
		1,6785	1,7261	1,7737	1,8212	1,8688	1,9164	1,9640	2,0115	2,0591	2,1067	2,1543	2,2019	
			1,8078	1,8577	1,9077	1,9576	2,0075	2,0575	2,1074	2,1574	2,2073	2,2572	2,3072	
			1,8913	1,9436	1,9960	2,0483	2,1007	2,1530	2,2054	2,2578	2,3101	2,3625	2,4148	
					2,0313	2,0862	2,1410	2,1958	2,2507	2,3055	2,3603	2,4152	2,4700	2,5248
					2,1209	2,1783	2,2356	2,2930	2,3503	2,4077	2,4650	2,5224	2,5798	2,6371
						2,2722	2,3322	2,3921	2,4520	2,5120	2,5719	2,6319	2,6918	2,7517
						2,3681	2,4307	2,4932	2,5558	2,6184	2,6810	2,7435	2,8061	2,8687
							2,5311	2,5964	2,6616	2,7269	2,7922	2,8574	2,9227	2,9879

Anexo 3. Análisis de correlación del porcentaje de corteza con parámetros dasométricos para *C. Catenaeformis*, Loreto

	Tiros	Dap	Altura	OB0	OB10	OB20	UB0	UB10	UB20	OBC-UB0	%corteza	LNOB0	LND	LNH
Tiros	1													
Dap	0.79853095	1												
Altura	0.44761593	0.71230549	1											
OB0	0.87267355	0.935093	0.62610163	1										
OB10	0.86772062	0.93638361	0.62411013	0.99982004	1									
OB20	0.85171696	0.93592241	0.61190358	0.99651711	0.98693456	1								
UB0	0.8693539	0.93549768	0.62634764	0.9996745	0.99956727	0.99661233	1							
UB10	0.86153705	0.93724007	0.62365264	0.99924661	0.99957807	0.99708684	0.99969081	1						
UB20	0.85130871	0.9331485	0.60851217	0.99455512	0.99486231	0.99888567	0.99534218	0.99570557	1					
OBC-UB0	0.88070037	0.92430967	0.61900363	0.99217825	0.99164414	0.98666964	0.98667058	0.98766597	0.98134109	1				
%corteza	0.03658489	-0.07490473	-0.00016171	-0.03887785	-0.04168845	-0.04675774	-0.05799659	-0.06325538	-0.06082107	0.05503296	1			
LNOB0	0.66176391	0.93254185	0.82805163	0.80135895	0.80401077	0.79492355	0.8018317	0.8047335	0.78925766	0.7915016	-0.06493057	1		
LND	0.66291747	0.95415071	0.73624897	0.7934057	0.79612069	0.7929693	0.7942513	0.79782062	0.78783239	0.78179893	-0.10438055	0.96617041	1	
LNH	0.39965388	0.64840107	0.98662844	0.55595202	0.55330178	0.537703113	0.555663691	0.5518798	0.5324379	0.55225995	0.02141956	0.78832717	0.68726224	1

Donde: OB0 = Volumen con Corteza a hasta 0 cm de diámetro en la parte superior del tronco.

OB20 = Volumen con Corteza a hasta 20 cm de diámetro en la parte superior del tronco.

UB20 = Volumen sin Corteza a hasta 20 cm de diámetro en la parte superior del tronco.

NOTA CIENTÍFICA

CRECIMIENTO DE *Virola pavonis* (A. DC.) A.C. SMITH EN
BOSQUES ALUVIALES PERUANOS – RESULTADOS
PRELIMINARESGustav Nebel¹ y Juan Baluarte²

RESUMEN

Esta nota técnica alcanza información preliminar sobre crecimiento de *Virola pavonis*, “cumala caupuri”, en bosques naturales inundables de la Amazonía peruana. La especie cuenta con un creciente mercado de exportación. Con esta investigación se busca resultados que contribuyan con el manejo sostenible de esta especie. Con base a datos de incremento diamétrico tomados en parcelas permanentes de muestreo, se presenta resultados del análisis por clases diamétricas y simples modelos de incremento diamétrico. Esta relación indica que el límite óptimo de diámetro de apeo para obtener el máximo volumen de producción es de 45 cm de DAP, lo cual es logrado en cerca de 175 años. Sin embargo, es probable que se haya sobreestimado el tiempo en que los individuos de mayor crecimiento alcancen la adultez. Con el fin de obtener un estimado más exacto del crecimiento, se debe investigar intensivamente todo el ciclo de vida de la *Virola pavonis*, desde la etapa de germinación hasta la etapa de la senectud.

Palabras clave: Crecimiento de *Virola pavonis*, Amazonía peruana.

ABSTRACT

This technical note provides preliminary information concerning the growth of *Virola pavonis* (“cumala caupuri”) in natural floodplain forests of the Peruvian Amazon, which has an increasing export market. This research intends to contribute with

-
- 1 Universidad Real de Veterinaria y Agricultura. Departamento de Economía y Recursos Naturales, Unidad de Forestales, Rolighedsvej, 1958. Frederiksberg C, Dinamarca. E-mail: Gustav.Nebel@flec.kvl.dk
 - 2 Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Av. Abelardo Quiñónez, km 2.5. Iquitos, Perú. E-mail: jbaluarte@iiap.org.pe

information that can support a sustainable management of the species. Based on diameter increment data from permanent sample plots, results are presented on diameter growth in diameter classes and according to simple growth models. This relation indicates that the diameter cutting limit for optimal volume production is approximately 45 cm DBH, which can be reached in around 175 years. However, it is probable that the time to reach adulthood is overestimated for the fast growing individuals. In order to obtain an improved growth estimate, it is necessary to investigate in more details the whole life cycle development of *Virola pavonis*.

Key Words: *Virola pavonis* growth, Peruvian Amazon.

1. INTRODUCCIÓN

Virola pavonis (A.DC.) A.C. Smith (Myristicaceae) es un árbol conocido como “cumala caupuri” en la Amazonía peruana. Junto a la *V. pavonis*, otras seis especies arbóreas del mismo genero, crecen en los bosques aluviales (Brako & Zarucchi, 1993). En muchos lugares de la Amazonía peruana, las poblaciones naturales de estas especies están disminuyendo debido a su intensa explotación como madera. Con el fin de facilitar el manejo de *V. pavonis* es necesario, entre otros aspectos, poseer el conocimiento de su crecimiento, y esta nota técnica proporciona los resultados preliminares sobre esta materia.

2. ÁREA DE ESTUDIO

El estudio de *V. pavonis* se llevó a cabo en parcelas permanentes localizadas en Braga-Supay, Lobillo, e Iricahua, situados en los alrededores de Jenaro Herrera (4°55'S, 73°44'O), en la parte baja del río Ucayali, en la Amazonía peruana. Una descripción más profunda del área de estudio es proporcionada por Nebel (1999).

3. DISTRIBUCIÓN, MORFOLOGÍA Y PROPIEDADES DE LA MADERA

Virola pavonis es una especie dioica perteneciente a la familia Myristicaceae. El árbol alcanza fácilmente 30 metros de altura y 80 centímetros de diámetro. El fuste es delgado con una corteza suave que emana una sabia de color rojo y sabor poco ácido,

en la base del fuste se observa la presencia de raíces zancos. Las ramas están concentradas en una espesa copa y son rectas y delgadas (modelo de crecimiento Massart); las ramitas adultas son glabrescentes, estriadas y gráciles.

La hoja es oblonga-elíptica, 6-14 x 2-4 cm y tienen un pecíolo de 0.5-1 cm de largo. Haz glabra y lustrosa; envés glabro en apariencia, pero cubierto de un indumento de pelos espaciados. La venación principal plana o ligeramente hundida en la haz, saliente en el envés, 15-25 pares de nervios secundarios. Flor masculina (1.5-2 mm de longitud), se presenta en inflorescencias de 4-10. La flor femenina es similar al masculino, pero, con un estigma dividido en dos. Produce pocos frutos elípticos de 3-5 cm de largo y 2-2.5 cm de diámetro (Bernardi & Spichiger, 1980; Spichiger *et al.*, 1990).

V. pavanis se encuentra generalmente distribuido en la Amazonía: Brasil, Colombia, Venezuela y Perú (Rodríguez, 1980; Spichiger *et al.*, 1990). Se desarrolla en un amplio rango de hábitats: tierra firme, bosque primario, bosque de llano inundable y en terrenos arenosos, húmedos o arenoso-arcillosos (Strandby, Kamelarczyk, & Horlych-Paulsen, 2000).

Tiene una madera relativamente suave, puede ser utilizada como sustituto de *Virola surinamensis* en la industria de laminados, compensados o en tablas para construcción civil (Rodríguez, 1980).

4. MÉTODOS

Se registraron todos los individuos con diámetros a la altura del pecho (DAP) iguales o mayores a 8.5 cm en nueve parcelas permanentes de una ha, cada una, mientras que los individuos de 1.5 m de altura y hasta 8.5 cm de DAP se registraron en 24 subparcelas de 0.16 x 0.16 m que cubrían un área de 0.614 ha (Figura 1). Las nueve parcelas de una hectárea se distribuyeron equitativamente en tres tipos de bosque aluvial: restinga alta, restinga baja y tahuampa. Las subparcelas fueron establecidas solamente en los bosques de restinga. Después del establecimiento de las parcelas, a fines de 1993, se sometió a dos intensidades de extracción a los árboles comercialmente no valiosos. En cada tipo de bosque se dejó intacta una parcela, mientras que las dos restantes fueron sometidas a una extracción moderada (15% del área basal) e intensiva (30% del área basal), respectivamente. En 1994, 1995, 1997 y 1998 se volvieron a medir todos los individuos. Los registros incluyeron la medición del DAP, las coordenadas, y el estimado de la altura total (Nebel, 1999).

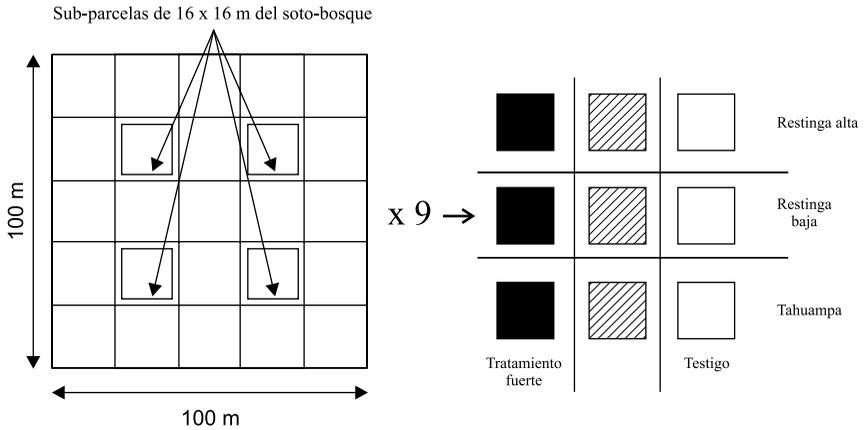


Figura 1. Diseño de parcelas permanentes de 1 hectárea.

A fines de 1996 y a comienzos de 1997, se establecieron, en el bosque aluvial de restinga alta, parcelas permanentes de muestreo adicionales. Éstas estuvieron formadas por transectos de 40 m de ancho y una longitud de hasta 2.4 km, por consiguiente cubrían un área de 9.6 ha. Se registraron todos los individuos de varias especies maderables por encima de 1.5 m de altura. Los registros incluyeron las mediciones del DAP, coordenadas, proyección de la copa del árbol en dos direcciones perpendiculares, altura total y altura comercial. En 1997 y 1998 se volvieron a medir el DAP de todos los individuos (Nebel, 1999). Las plántulas de las especies seleccionadas fueron registrados y monitoreados en 2 400 parcelas de 2 m x 2 m, durante el periodo de tres años.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Usando la ecuación monomolecular o de Mitscherlich en el procedimiento NLIN del SAS, se ajustó a los datos de las parcelas permanentes de muestreo un modelo para la relación altura-DAP de *V. pavonis*. El modelo altura - DAP resultante fue (Figura 2):

$$h = 44.30 \cdot (1 - 0.9700 \cdot e^{(-0.002405 \cdot d)}) \quad (1)$$

donde, h es la altura (m) y d es el DAP (cm).

$$h = 44.30 \cdot (1 - 0.9700 \cdot \text{EXP}(-0.02405 \cdot d))$$

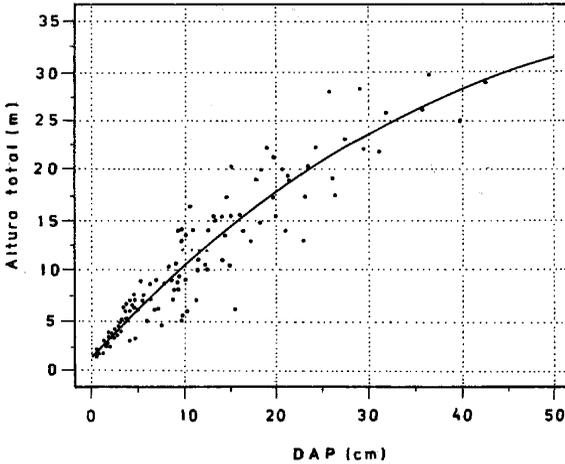


Figura 2. Altura total versus DAP de *Virola pavanis*: observaciones y relaciones según (1)

Los datos del crecimiento registrados en las parcelas permanentes de muestreo establecidos en los diferentes tipos de bosques y tratamientos mostraron un incremento promedio en diámetro de 0.2-0.6 cm/año, con máximas tasas de crecimiento de hasta 2.7 cm/año. Asumiendo las tasas media y máxima del incremento en diámetro, se calculó que a los árboles les tomará 135 y 35 años para alcanzar el diámetro de 50 cm DAP, respectivamente (Cuadro 1).

Cuadro 1. Crecimiento de individuos de *Virola pavanis* por clase diamétrica

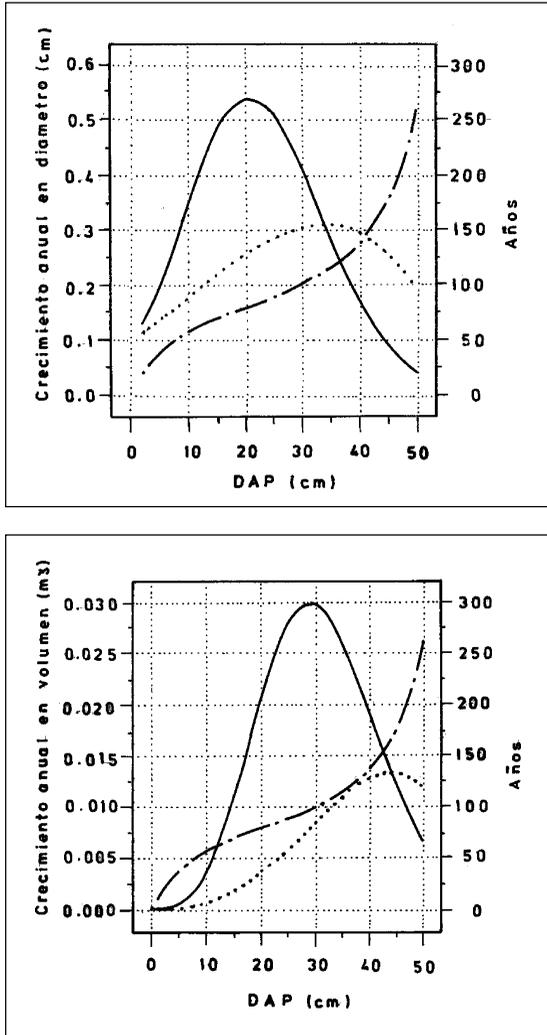
DAP (cm)	Número de registros de crecimiento	Crecimiento en DAP (cm/año)		Crecimiento relativo de área basal (%/año)		Tiempo para crecer a través de la clase diamétrica (años)	
		Prom. + SE	Máx.	Prom. + SE	Tasa Crecim. prom.	Tasa Crecim. Max.	
<1	5	0.2 + 0.07	0.3	62 + 28.8	5	3	
1-5	91	0.2 + 0.02	1.0	15 + 1.8	23	4	
5-10	68	0.3 + 0.04	1.7	9 + 1.8	17	3	
10-20	114	0.4 + 0.05	1.9	7 + 0.7	23	5	
20-30	45	0.6 + 0.09	2.7	5 + 0.9	18	4	
30-50	19	0.4 + 0.08	1.2	2 + 0.5	49	16	
Suma	342	0.4 + 0.02		10 + 0.9	135	35	

Basados en los datos de crecimiento de las parcelas permanentes de muestreo, se usó la ecuación de Wykoff (cf. Vanclay, 1994 p.166), para fijar un modelo para el incremento en diámetro, aplicando el procedimiento GML del SAS, con el DAP como la única variable:

$$\Delta d = \sqrt{e^{(-11.88972+4.01875 \cdot \ln(d)-0.004077 \cdot 1066261 \cdot e^{-\sqrt{d}})}} \quad (2)$$

donde Δd es el incremento en DAP en cm por año, y d es el DAP en cm.

La prueba F estándar mostró un buen ajuste del modelo ($R^2 = 0.28$, $P < 0.0001$). El modelo predice un máximo en las tasas de crecimiento en diámetro promedios actuales y anuales de cerca de 20 y 35 cm DAP, respectivamente (Figura 3). Al combinar el modelo de crecimiento en diámetro (2) con el modelo de la relación altura - DAP (1), y usando un factor de forma 0.5 para algunas de las especies tropicales (Cannell, 1984), se tiene como resultado un crecimiento en volumen con las tasas de crecimiento anual promedio y actual en el límite de aproximadamente 30 y 45 cm DAP, respectivamente (Figura 3). Esto indica que para obtener un volumen de producción óptimo se debe realizar el corte cuando el individuo alcanza solamente 45 cm de DAP, lo cual es logrado en cerca de 175 años. Sin embargo, debido a que al construir el modelo se incluyeron algunos individuos de crecimiento lento y tamaño pequeño puede que se haya sobreestimado el tiempo en que los individuos de mayor crecimiento alcancen la adultez. Con el fin de obtener un estimado más profundo y una predicción precisa del crecimiento, se debe investigar intensivamente todo el ciclo de vida de la *Virola pavonis*, desde la etapa de germinación hasta la etapa de la senectud. Los datos cubren solamente una parte limitada del ciclo de vida y podría ser que la naturaleza del proceso de crecimiento estaría siendo llevada fuera de los alcances del



área de investigación.

Figura 3. Predicción actual (línea sólida) y promedio de los incrementos anuales (línea punteada) de diámetro y volumen para los individuos de *Virola pavanis* como una función del DAP, tiempo requerido por un árbol para

alcanzar el diámetro propuesto (líneas largas y puntos). El desarrollo del diámetro es de acuerdo al modelo (2) y el incremento de volumen resulta de la combinación de los modelos (1) y (2).

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERNARDI, L. & SPICHIGER, R. 1980. Las Myristicáceas del Arborétum Jenaro Herrera. *Candollea* 35: 133-182
- BRAKO, L. & ZARUCCHI, J.L. 1993. Catalogue of the flowering plants and gymnosperms of Peru. Missouri Botanical Garden, Missouri. Pp. 1286
- CANNEL, M.G.R. 1984. Woody biomass of forest stands. *Forest Ecology and Management*, 8: 299-312
- NEBEL, G. 1999. Ecology and management of flood plain forests in the Peruvian Amazon. Ph. D. Thesis. Royal Veterinary and Agricultural University, Denmark. Pp. 179
- RODRÍGUEZ, W. 1980. Revisão taxonômica das espécies de *Virola* Aublet (Myristicaceae) do Brasil. *Acta Amazonica* X(1):87-90.
- SPICHIGER, R.; MEROZ, J.; LOIZEAU, P.A. & STUTZ DE ORTEGA, L. 1989. Contribución a la flora de la Amazonía peruana; los árboles del arborétum Jenaro Herrera. V 1. Conservatorio y Jardín Botánicos de la ciudad de Ginebra, Organización Suiza para el Desarrollo y la Cooperación, Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Ginebra, Suiza. 359 p.
- STRANDBY, U.; KAMELARCZYK, K. & HORLYCH-PAULSEN, C. 2000. Aspectos de regeneración e incremento de la especie maderable *Virola pavanis* (A. DC.) en los bosques aluviales de la selva baja peruana. Dinamarca, 79 p.
- VANCLAY, J. 1994. Modelling forest growth and yield. Applications to mixed tropical forests. CAB International, Wallingford. Pp. 312.



iiap

FOLIA AMAZÓNICA – IIAP

ISSN: 1018-5674

SUSCRIPCIÓN ANUAL*/ANNUAL SUSSCRIPTION*

	NACIONAL/ LOCAL	AMÉRICA	RESTO DEL MUNDO
PERSONAL	US\$ 20	US\$ 25	US\$ 35
INSTITUCIONAL	US\$ 30	US\$ 35	US\$ 45

FORMA DE PAGO / PAYMENT

- Contado
- Master Card
- Visa
- Transferencia Bancaria

• **Enviar el pago a la cuenta:**

Nuevos Soles S/. Bco. Interbank = 740-821776-7

Dollars US\$ Bco. de Crédito = 390-1059267168

SOLICITANTE

- Nombre : _____
- Dirección : _____
- Institución : _____
- Dirección : _____

INFORMES

Área de Publicaciones

Av. Abelardo Quiñones km 2.5

Apartado Aéreo 784 Iquitos – Perú

Telf.: (00 51) 065 265515 – 265516

Fax: (00 51) 065 265527

E-mail: occt@iiap.org.pe • ciap@iiap.org.pe

* No cubre gastos de envío aéreo.

