

FOLIA AMAZONICA

INSTITUTO
DE INVESTOGACIONES
DE LA AMAZONIA PERUANA

VOL. 5

Nº 1 y 2

ISS 1010-5674

1993

PRESIDENTE DEL IIAP

Ing^o Roger Beuzeville Zumaeta

DIRECTOR TECNICO

Ing^o Hernán Tello Fernández

CONSEJO EDITORIAL

José Barletti Pasquale
Humberto Guerra Flores
Fernando Rodríguez Achung
Luis Cueva Sanchez
(coordinador)

CONTENIDO

RÍOS R, R. y RUIZ R, L. <i>Aislamiento y cultivo del hongo comestible Pleurotus afín ostreatus</i> (Jacq. ex Fr) Kumm en Tingo María.	5
PANDURO, D. <i>Propagación vegetativa de Bactris gasipaes Bailey</i> (Pijuayo).....	17
RÍOS DEL A., Olga y RIVERA, Paco. <i>Humus de lombricultura proveniente de diferentes insumos orgánicos y su efecto en el rendimiento de pepino en un ultisol degradado de Pucallpa.</i>	35
QUEVEDO, Américo. <i>Influencia del humus de lombricultura en el crecimiento inicial de cedro colorado en plantación a campo abierto y comportamiento al ataque de Hypshiphylla sp.</i>	47
BALUARTE, j. <i>características dendrológicas de cinco especies forestales de selva baja.</i>	57
VALDERRAMA, H. <i>características tecnológicas y uso industrial de nuevas especies forestales de la Amazonía Peruana.</i>	73
CORONADO, F., MENDIETA T. y KLEEBERG F. <i>Estudio de las propiedades termofísicas de congelación de músculo de camarón gigante (Macrobracchium rosebergii): punto inicial de congelación y entalpía.</i>	97
MENDIETA, O. y MEDINA, M.L. <i>Salado y secado solar de Tilapia Oreochromis sp en la Región de San Martín.</i>	115
VIENA, L.A., MENDIETA, O y BRICEÑO B. <i>Estudio de las propiedades func. de aislado proteínico de torta de coco.</i>	127
SOINI, P. <i>Un Estudio de la dinámica poblacional del ronsoco o capibara (Hydrochoerus hydrochaeris) en el río Pacaya, Perú.</i>	137
ROSALES, J. y URBIETTA, H. <i>Comparativo de niveles de afrecho de yuca en raciones para cerdos en crecimiento y engorde, en la zona de Pucallpa.</i>	155
SOPLÍN, J.A., RENGIFO, A. y CHUMBE J. <i>Análisis de crecimiento en Zea mays L. y Arachis hypogaea L.</i>	169
GUEVARA, L., REYES, P. y BOCANEGRA, L. <i>Evaluación de residuos de aserrío.</i>	187
GUEVARA, L. y LLUNCOR, D. <i>Durabilidad natural y adquirida de 27 maderas tropicales en condición de campo.</i>	197

AISLAMIENTO Y CULTIVO DEL HONGO COMESTIBLE ***Pleurotus afin ostreatus* (jacq. ex Fr) Kumm** **EN TINGO MARIA**

Rolando A. Ríos Ruiz *

Ladislao Ruiz Rengifo **

RESUMEN

Los hongos comestibles constituyen un gran potencial alimenticio para las regiones de la Amazonía donde abundan en forma natural. Con la finalidad de estudiar la metodología más adecuada del desarrollo de la seta comestible *Pleurotus afin ostreatus* se realizó un estudio en la región de Tingo María. Inicialmente se estudió el aislamiento y cultivo del hongo a partir de tejidos y basidiosporas y su identificación; luego se evaluó los efectos de medios de cultivos, los de luz y los de temperatura en el desarrollo micelial y de basidiocarpos.

Los resultados demostraron que el mayor promedio de desarrollo micelial se consiguió a partir de aislamiento y cultivo de tejidos del hongo previa desinfección.

Por sus características externas e internas o microscópicas se identificó al hongo como *Pleurotus afin ostreatus*. Mejor desarrollo micelial, mayor formación de basidiocarpos se tuvo mediante el medio de cultivo de trigo autoclavado. Para efectos de condiciones de luz, mayor desarrollo micelial se consiguió usando el medio de cultivo de trigo autoclavado sometido a oscuridad, mientras que para el desarrollo de basidiocarpos resultó mejor los tratamientos sometidos a luz. Ambos procesos con un rango de temperatura entre 25° a 29° C.

Palabras claves: Hongos comestibles, aislamiento, cultivo, biología, *Pleurotus afin ostreatus*, Tingo María.

* Director del Centro Regional (Ie Investigación IIAP-Tingo María.

** Ingeniero en Recursos Renovables.

INTRODUCCION

Nuestro país, al igual que la mayoría de los países del orbe tienen que enfrentar el problema cada día más agudo del incremento de la población, que está ocasionando, entre otros resultados, que los

habitantes dispongan en promedio, de menos tierra cultivable y carezcan cada vez más de productos alimenticios. Esta circunstancia nos debe estimular a incrementar la eficiencia productiva y con ello aprovechar mejor nuestros recursos naturales, así como los productos orgánicos que se derivan directa o indirectamente del sector agropecuario.

Nuestra Amazonía Peruana, está constituida por una vasta y variada cantidad de recursos naturales mitológicos; entre ellos, los hongos comestibles que poco o nada se aprovechan a pesar de su gran contenido proteico. Los análisis modernos conducen a la conclusión sin disyuntivas que las setas, en general, se pueden comparar en valor nutritivo, calorías y vitaminas con los productos hortícolas (Singer 1964). Estos hongos constituyen un recurso del bosque que, frecuentemente, no se toma en cuenta en los estudios etnobotánicos y, a menudo, son comestibles para los indígenas amazónicos y constituyen un importante alimento para algunas tribus, quienes lo denominan “Oreja de palo”, “Callampa” y que es un plato favorito por sus cualidades culinarias.

De las 600 especies de hongos comestibles conocidos hoy apenas algunas, aproximadamente 20, son utilizadas comercialmente, como por ejemplo *Lentinus edodes* Berc. (Shiitake), *leurotus* sp., *Volvariella* sp. etc. En el mundo ya existen tecnologías de cultivo de setas comestibles (Singer, 1964); Lambert, 1977; Mignucci, 1986; Botelho y Ramos, 1985), entretanto el uso de ellos y su adaptación deben ser realizados para cada hongo comestible y en cada condición y/o región.

Para tener un cultivo comercial de hongos comestibles es necesario conocer las especies prevalecientes en la región y determinar los factores que influyen en su desarrollo y crecimiento. El escaso o nulo conocimiento de las especies de hongos comestibles y su propagación en la región de Tingo María, ha impulsado a los autores a iniciar su estudio. Este trabajo se propuso estudiar “in vitro” la metodología más adecuada de desarrollo de la seta comestible *leurotus afinostreatus*.

MATERIALES Y MÉTODOS

UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO Y RECOLECCIÓN DEL HONGO

El estudio se realizó en el Laboratorio de Fitopatología de la Universidad nacional Agraria de la Selva (UNAS), Tingo María; ubicado geográficamente a 75° 35' Oeste, 09° 09' Sur y 670 m.s.n.m.;² con una temperatura media de 24°C y una humedad relativa promedio de 82%. Dentro de la clasificación de Holdridge está ubicado como formación vegetal de bosques muy húmedo subtropical. La muestra del hongo se recolectó del Jardín Botánico y bosques adyacentes de la UNAS, observando con sumo cuidado sus características: sabor, olor, forma, tamaño, sustrato donde desarrolla, hábitat, disposición de sus láminas, etc. Con el hongo se procedió a su identificación y se estudió el efecto de diferentes condiciones de luz y temperatura sobre el crecimiento micelial y desarrollo basidiocarpos.

AISLAMIENTO Y PURIFICACION

Se procedió en base al cultivo de basidiosporas y de tejido. para aislar esporas se tuvo que limpiar bien al hongo recolectado, luego se colocó en una placa petri dispuesto el himenio hacia la placa. De ocho a diez horas se notó en el fondo de la placa una esporada en forma de polvillo blanco. Las esporas, diluidas en hipoclorito de sodio y esporas diluidas únicamente en agua, se inocularon con una gota de dilución en el medio de cultivo de trigo autoclavado. En el cultivo de tejidos, se procedió a lavar el hongo cuidadosamente en agua corriente, enseguida se cortó en pequeños fragmentos del pleténquima del cuerpo fructificante y éstos fueron sumergidos en una solución de hipoclorito de sodio y luego sembrados en placa petri conteniendo trigo autoclavado, siempre junto a la llama de un mechero de una cámara de cultivo de flujo laminar.

La purificación de las sepas (micelio) se consiguió transfiriendo, semanalmente, discos miceliales del borde de la colonia hacia otros medios de cultivo. Todos los métodos y técnicas de laboratorio usados fueron los de Echeandi, 1967, Gonzales, 1969 y French, 1984.

IDENTIFICACIÓN

Para la identificación del hongo se tuvo que recurrir básicamente a estudiar sus características internas o microscópicas ayudadas de claves de identificación y la confirmación de otros profesionales.

COMPARACIÓN DE MEDIOS DE CULTIVOS

Se estudió once medios; trigo autoclavado, arroz autoclavado, aserrín semidescompuesto, extracto de ocho verduras-agar, extracto de zanahorias-agar, agar papa dextrosa, tierra humificada, estiércol de ganado vacuno, trocitos de madera, aserrín más trigo, aserrín más arroz. La preparación de estos medios de cultivos, mayormente naturales, se basó en ensayos preliminares efectuados, en cuanto al procedimiento general de su preparación y casi siempre incluido un 10% de volumen de agua agregado a un determinado - peso sustrato, a fin de que dicho medio obtenga una humedad adecuada a las exigencias del hongo. Para la siembra se usó un patrón de inóculo para todos los tratamientos, que consistió en un disco de micelio de 7 mm. de diámetro el que se obtuvo de la cepa de micelio joven purificado, mediante un sacabocado esterilizado junto a la llama de un mechero en una cámara aséptica. Luego las placas en tratamiento se las colocó en una estufa a temperatura de 27°C. Cada tratamiento constituyó cinco placas y cada placa una repetición.

EFECTO DE LA LUZ EN EL DESARROLLO DEL HONGO

Se estudió los siguientes tratamientos: luz natural del laboratorio, oscuridad total, oscuridad total más luz natural, luz natural más oscuridad total. Para este efecto se empleó el medio trigo autoclavado por ser el mejor medio según la prueba anterior.

Luego de la siembra del micelio según metodología expuesta, las placas del tratamiento luz natural de laboratorio, fueron colocadas cerca de una ventana grande, las placas sometidas a oscuridad total fueron empacadas con papel y expuestas a la estufa; las placas de los tratamientos combinados permanecieron durante 12 días en una condición y luego colocadas en la otra.

EFECTO DE A TEMPERATURA EN EL DESARROLLO DEL HONGO

Se estudió cuatro tratamientos: temperatura ambiente de laboratorio, temperatura de 27°C, temperatura ambiente de laboratorio más temperatura ambiente. Para ello se usó una estufa graduada de 27 °C y el ambiente de laboratorio que registró una variación de 27 + 4°C. En cuanto al medio de cultivo empleado a la técnica de siembra, fue similar al estudio anterior.

Para todos los efectos estudiados se evaluó el diámetro de la colonia medida en centímetros durante los días en que el micelio logró invadir toda el área de la placa (9 cm. de diámetro); el número de primordios y de basidiocarpos desarrollados contados durante los primeros cuatro días desde su aparición y el período de fructificación del hongo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

AISLAMIENTO

Los resultados sobre la técnica de aislamiento y cultivo de micelio, a partir de tejidos y basidiosporas del hongo con inóculo con y sin desinfectar, se presenta en el cuadro 1.

Se observa mejor crecimiento micelial cuando se aísla de tejidos de basidiocarpos debidamente desinfectados. Botelho y Ramos (1985), recomienda hacer aislamientos y cultivos a partir de tejidos de basidiocarpos previamente desinfectados, por ser un método más eficiente. Asimismo, no es posible obtener cultivos puros a partir de basidiosporas y tejidos sin antes lograr una técnica adecuada de desinfección, ya que al recolectar los basidiocarpos del campo, éstos vienen contaminados de otros microorganismos, especialmente de bacterias que desarrollan con mayor rapidez en el medio inhibiendo el desarrollo del hongo. Cultivos puros se los obtiene sólo cuando rigurosamente se trabaja con total asepsia. Cuando algunos de estos cultivos se los mantuvo en el laboratorio, se notó una degeneración a partir de los 3 - 4 meses de edad. Leal (1981); ello indica que existe en los hongos comestibles, el fenómeno de senescencia después de un largo almacenamiento.

IDENTIFICACION

Según sus características externas el pileo del hongo comestible en estudio mide de 3 a 7 cm de ancho, presenta una coloración blanco cremoso y marrón claro hacia la base. Su forma flasdifforme es semejante a pétalos de flor, con láminas blanquecinas no divididas longitudinalmente y no muy apretadas entre sí, sin fragilidad apreciable; su piel lateral es corta y consistente; es suhcaroso con olor y sabor agradable; crece solitario o en conjunto sobre troncos podridos en los bosques; su estructura es sólida y al envejecer se putrefacta, es efímera. Según sus características internas las esporas vistas al microscopio son completamente hialinas. En grandes acumulaciones aparecen de color blanco y, por lo tanto, no cambian el color de las laminillas cuando las setas están en sazón; las esporas son binucleadas y elipsoida, miden de 4 a 5 micras. Las

características arriba mencionadas coinciden con las especificadas para el género *Pleurotus afin ostreatus* (Guzmán 1977). Muestras de micelio, basidiocarpos secos y conservados en solución de formol-alcohol-agua (FAA), fueron enviados a la Dra Pavlich, especialista en taxonomía micología de la Universidad Cayetano Heredia, que confirmó pertenecer este hongo al género *Pleurotus* y a la especie *afin ostreatus*. Muestras en FAA y en seco fueron depositadas en el herbario micológico del Departamento de Sanidad Vegetal de la Facultad de Agronomía y el Herbario Botánico del Departamento de Biología de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Muestras del hongo en estudio fueron enviadas al Laboratorio de Nutrición de la UNAS, donde se realizó el análisis de su valor nutritivo (cuadro 2), resaltando su alto valor proteico.

COMPARACION DE MEDIOS DE CULTIVOS

Existe alta significación estadística entre los medios de cultivo estudiados (cuadro 3). Los medios de cultivo de extracto de ocho verduras y extracto de zanahoria son superiores estadísticamente respecto a los demás, entretanto ¿éstas presentaron un crecimiento micelial muy superficial. En cambio los medios de cultivo de aserrín, trocitos de madera, tierra humificada, trigo, arroz más trigo y arroz más aserrín, tuvieron un crecimiento micelial semejante entre sí, apreciable por la colonización interna del medio, que es requisito indispensable para la producción de basidiocarpos. Por ello además del crecimiento debe tomarse en cuenta la robustez y buena conformación del micelio en los medios que lo estudian.

En relación al número de primordios y de basidiocarpos el medio de cultivo de trigo autoclavado fue superior estadísticamente respecto a los demás seguidos de los medios de arroz y arroz más trigo (cuadro 3). Ello se debe a que estos cereales contienen alto porcentaje de carbohidratos de los que puede disponer con facilidad el micelio del hongo (Singer 1964). Por otro lado, los medios de extracto de ocho verduras y de zanahoria no han tenido capacidad de producir primordios y menos basidiocarpos por la consistencia de los medios y de su colonización.

Referente a los medios de cultivos de aserrín y trocitos de madera, a pesar de tener un desarrollo micelial regular no brotaron primordios, debido posiblemente a que dichos sustratos no estuvieron descompuestos totalmente como refiere la literatura (Leal, 1981; Botelho y Ramos, 1985). Referente al medio de tierra humificada, se notó desarrollo micelial, pero no emergió

primordios, debido que este hongo es lignocelulósico en gran medida y el contenido de lignina en este medio es insuficiente para la inducción a la formación de basidiocarpos. Leal (1981), menciona que los géneros *Pleutos* sp. *Lentinus* edodes se encuentran en los troncos de los árboles, pero sin embargo pueden ser cultivados en ciertos tipos de desperdicios lignocelulósicos, tal como el caso de *Pleutos* sp. que se puede cultivar en olotes y maíz y diversos tipos de pajas. Asimismo, en el medio estiércol de ganado vacuno tampoco se obtuvo primordios, posiblemente debido a que dicho estiércol estuvo un poco fresco y el contenido de amoníaco era relativamente alto, el cual inhibe el crecimiento del micelio (Singer 1964).

EFEECTO DE LA LUZ EN EL DESARROLLO DEL HONGO

En cuanto al desarrollo micelial se encontré alta significación estadística entre los tratamientos de luz estudiados (cuadro 4). Los tratamientos, oscuridad total más luz natural de laboratorio y oscuridad total, son superiores estadísticamente a los demás. Nos indica, por lo tanto, que el micelio de este hongo desarrolla mejor en condiciones de oscuridad, siendo su comportamiento similar a su condición natural, donde el hongo coloniza primero en un ambiente poco iluminado. Características de la influencia de la oscuridad en el crecimiento micelial de los hongos, son tratados por Leal (1981 y Singer (1964). A diferencia de lo anterior la mayor producción de primordios y basidiocarpos se obtuvo con los tratamientos sometidos a la luz (cuadro 4), determinándose que la luz influye en la fase reproductiva del hongo en estudio. Leal (1981), manifiesta que las condiciones que favorecen la propagación vegetativa no son las mismas que propician el cambio a la fase reproductiva (fructificación).

EFEECTO DE LA TEMPERATURA EN EL DESARROLLO DEL HONGO

Se encontró alta significación estadística entre los tratamiento; temperaturas estudiadas para el parámetro desarrollo micelial. Los tratamientos con temperaturas constantes de 27°C fueron superiores estadísticamente al de las temperaturas variables de ambiente de laboratorio. En cambio para el número de primordios y el de carpos, en términos generales, sucedió lo contrario alcanzando mayores números las temperaturas variables de ambiente de laboratorio (cuadro 5).

Esto significa que de 25 a 29 grados centígrados de temperatura el rango óptimo para el crecimiento y desarrollo del hongo *Pleurotus afin ostreatus*. Leal (1981) manifiesta que existe una influencia significativa de la temperatura sobre

el desarrollo vegetativo de cada hongo; por ejemplo la *Volvariella volvacea* tiene optimo de 35°C y *Agaricus hiporus* de 25°C.

Tanto para el efecto de luz como el de temperatura aquellos tratamiento lo hicieron en menor tiempo (28 días), a diferencia de los demás tratamientos que desarrollaron en mayor tiempo (33 días). Esto nos indica que una combinación de factores favorables permite una producción de basidiocarpos también prematuramente.

Estudios iniciales con hongos comestibles en nuestra región son de necesidad prioritaria ya que permitirán por un lado conocer sus características de desarrollo, lo que permitirá la producción de inóculo necesario para su propagación en mayor escala comercial y por otro iniciar estudios sobre la propagación en diferentes sustratos y/o subproductos así como en diferentes especies forestales.

CONCLUSIONES

Por sus características externas e internas se determinó que el hongo comestible en estudio pertenece al género *Pleurotus* afin *ostreatus* (Jacq. ex Fr) Kumm; obteniéndose buen desarrollo cuando se aísla de tejidos de basidiocarpos desinfectados y se cultiva en medios de trigo y arroz autoclavado.

El crecimiento micelial es abundante bajo tratamientos sometidos a oscuridad; mientras que para el desarrollo de primordios y basidiocarpos es necesario la influencia de la luz.

El desarrollo micelial mostró eficiencia cuando fue sometida a temperatura de 27°C, mientras que el desarrollo de primordios y basidiocarpos necesita de temperatura de entre 25 a 28°C.

BIBLIOGRAFIA

- BOTELHO, T.S. y RAMOS, B.V. 1985. "Cogumelos comestiveis" Sao Paulo Brasil, Ed. Icome. 83 p.
- BOYCE, J.S. 1961. *Forest Patthology*. McGraw Hill Book Co. 3 Ed. London-New York. 300 p.

- ECHEANDI, E. 1967. "Manual de Laboratorio para Fitopatología General". Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A. Lima Perú. 51 p.
- FRENCH, E.B. y HERBERT, T.T. 1982. *Métodos de Investigación Fitopatológica*. San José. Costa Rica. 290 p.
- GONZALES, F.R. y ABAD, C.J. 1969. "Técnicas y métodos de laboratorio para el estudio de los Hongos Xilófagos". Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú; 34 p.
- GUZMAN, H.D. 1977. *Identificación de los hongos comestibles venenosos, alucinantes y destructores de la madera*. Ed. Limusa S.A. Mexico. 236 p.
- GILMAN, J.C. 1963. Manual de los hongos del suelo. 2da. Ed. Compañía Editadora Continental SA. Mexico 130 p.
- LAMBERT, E.B. 1977. 'El cultivo del Champiñón'. Centro Regional de Ayuda Técnica. Mexico/Buenos Aires. 12 p.
- LEAL, L.H. 1981. "Producción de hongos comestibles". ROY y VINIEGRA, D.F. Ed. A.G.T. S.A. 10 p.
- MIGNUCCI, J. 1986. "Perspectivas para el cultivo de setas en Puerto Rico y el Caribe". Recinto Universitario de Mayaguez. Puerto Rico. 24 p.
- SINGER, L. 1964. *Las setas y las trufas, la botánica, el cultivo y la utilización*. Ed. Continental. Mexico. 470p.

CUADRO 1

**DIÁMETRO PROMEDIO DE LA COLONIA DEL AISLAMIENTO DE
TEJIDOS Y BASIDIOSPORAS DEL HONGO
COMESTIBLE *Pleurotus* *afin* *Ostreatus***

Aislamiento	Inóculo	Diámetro de la colonia (cm)				
		1d	2d.	3d.	4d.	5d.
Tejido	Sin desinfección	1.0	1.2	x	x	x
	Con desinfección	1.3	2.7	4.0	5.4	7.2
Basidiosporas	Sin desinfección	x	x	x	x	x
	Con desinfección	0.8	1.2	x	x	x

x = medios de cultivos contaminados

CUADRO 2

ANÁLISIS DEL VALOR NUTRITIVO DEL HONGO
Pleurotus afim ostreatus

Componentes	Valor nutritivo (%)
Proteínas	18.90
Grasa	1.59
Fibra	25.0
Humedad	17.85

CUADRO 3

CRECIMIENTO MICELIAL, NUMERO DE PRIMORDIOS Y DE
BASIDIOCARPOS DEL HONGO COMESTIBLE *Pleurotus afim Ostreatus*
EN DIFERENTES MEDIOS DE CULTIVOS

Medio de cultivo	Crecimiento Micelial (cm)1/	Número de Primordios 2/	Número de Basidiocarpio
Extracto de 8 verduras	8.9 a	1.6e	1.0 e
Extracto de zanahoria	8.7 ab	1.3 e	1.0 e
Aserrín molido	8.6 ab	1.0 e	1.0 e
Tierra humificada	8.6 ab	1.0 e	1.0 e
Trocitos de madera	8.6 ah	1.0 e	1.0 e
Trigo autoclavado	8.5 abc	7.5 a	2.2 a
Arroz sin cáscara	8.4 bc	3.4 b	1.7 bc
Aserrín más trigo	8.3 bc	2.9 be	1.7 bc
Aserrín más arroz	8.2 c	2.2 d	1.4 d
Agar papa dextrosa	5.5 d	1.0 e	1.0 e
Estiércol de ganado	4.5 e	1.0 e	1.0 e
C.V. (%)	2.8	19.4	10.3

1/ En cada columna los promedios seguidos de la misma letra no difieren significativamente entre sí (Tukey, P-0.05)

2/ para el análisis de varianza de los datos fueron transformados a $\sqrt{x + 1}$

CUADRO 4**CRECIMIENTO MICELIAL, NÚMERO DE PRIMORDIOS Y DEBASIDIOCARPOS DEL HONGO COMESTIBLE *Pleurotus* afin *Ostreatus* EN DIFERENTES CONDICIONES DE LUZ**

Condición de luz	Crecimiento Micelial (cm)1/	Número de Primordios 2/	Número de Basidiocarpo
Oscuridad total + luz natural de laboratorio	8.2 a	6.1 e	1.8 b
Oscuridad total	8.2 ab	3.9 e	1.4 b
Luz natural de labor. + oscuridad total	6.4 e	7.0 ab	1.9 ab
Luz natural de labor.	6.4 e	7.5 a	2.2 a
CV. (%)	1.7	6.1	19.1

CUADRO 5**CRECIMIENTO MICELIAL, NÚMERO DE PRIMORDIOS Y DE BASIDIOCARPOS DEL HONGO COMESTIBLE *Pleurotus* afin *Ostreatus* EN DIFERENTES CONDICIONES DE TEMPERATURA**

Condición de luz	Crecimiento Micelial (cm)1/	Número de Primordios 2/	Número de Basidiocarpo
27° C	8.3a	4.0 d	1.7 a
27° C + T° ambiente	8.2 b	7.1 a	1.9 ab
T ° ambiente + 27 °C	6.3 c	6.0 c	1.5 c
T ° ambiente	6.3 c	7.7 a	2.1 a
C.C. > (%):	2.0	8.3	11.6

PROPAGACION VEGETATIVA DE *Bactris gasipaes* Bailey (PLJUAYO)

David Panduro Rengifo *

RESUMEN

En el Centro de Investigación y Enseñanza Forestal de la Facultad de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, se evaluó la propagación vegetativa de *Bactris gasipaes* Bailey, con el objetivo de determinar la capacidad de enraizamiento de los hijuelos, para lo cual se empleó tres rangos de tamaño y cuatro períodos de almacenamiento de los hijuelos después de ser aislados de la palma madre.

Se aplicó la técnica del experimento factorial 3 x 4 arreglado al Diseño de Bloques al Azar.

Sin ser interactuantes, ambos factores influyeron significativamente en la sobrevivencia de los hijuelos, encontrándose las mejores respuestas con combinaciones de 0.2 a 0.4 m. de altura con 2 y 4 días de almacenamiento con 40% de prendimiento. No obstante, la sobrevivencia se considera relativamente baja, lo que sugiere la existencia de factores aún no determinados que limitan la aplicación de la técnica de propagación ensayada.

SUMMARY

A tes of vegetative reproduction of *Bactris gasipaes* Bailey (Pejibaye Palm) using basal shoot it was done at the Education and Research Centro of the Faculty of Forestry at Iquitos city.

As statistical method, the technique of factorial experiment of 3 x 4 using the random system was used. Here the size of the seedlings and the storing time were considered as factors. The objective of the research was to determine the optimal size of the seedlings and the storing time that will allow a great number of living plants, using the capacity of rooting of these plants.

The research results indicate that both factors influenced in the variation of the rooting, with the advantage for the basal shoot between 0.10 - 0.40 m. of height with 2 to 4 days of storing, showing the mayor success. Also, it is possible to assure the witch the different test used, the one with more success obtained 40% of rooting, putting in evidence the presence of another factors which difficult the control and deteriorate the surviving capacity of the Pejibaye Palm basal shoot.

* Investigador IIAP.

INTRODUCCION

Bactris gasipaes Bailey (Pijuayo), es una palmera utilizada en la alimentación humana y animal, en construcciones rústicas y hasta en medicina vernacular; características que la califican como base para el desarrollo de una agroindustria que, a su vez, tendría el efecto de transformar la agricultura migratoria en sedentaria; esta transformación contribuiría a disminuir la destrucción de bosques con fines agrícolas.

El pijuayo frecuentemente es autoincompatible, esto lo hace una especie predominantemente alógama obligatoria; característica que no permite la multiplicación eficiente de genotipos deseables por vía sexual.

La propagación vegetativa como alternativa, permite establecer plantaciones de pijuayo con características deseables, utilizando como semillas los rebrotes basales.

González (1983) afirma que esta especie ha sido cultivada desde hace varios siglos por numerosas comunidades indígenas de América del Sur y Central, y no se ha podido determinar con exactitud su lugar de origen. Esta palmera probablemente se originó en la selva Amazónica colindante con la parte oriental de la Cordillera de los Andes, donde hay fuerte pluviosidad y altas temperaturas.

Camacho 1972 menciona que esta palmera parece adaptarse a un amplio rango de condiciones ecológicas dentro de la zona tropical. En Costa Rica se la encuentra prácticamente en todos los climas y clases de suelos, desde el nivel del mar hasta 1,200 m. de altura, con regímenes muy diferentes de precipitación pluvial. Sin embargo, su crecimiento y producción son marcadamente mejores en lugares con una elevación de 200 a 800 m. con lluvia durante todos los meses del año. Según *Popende* y *Jiménez* (1921) la precipitación adecuada es de 2,500 mm anuales; *Johannessen* (1966), indica que en lugares altos y con estación seca prolongada el crecimiento es lento y los frutos son más pequeños.

Camacho (1972), menciona que para producir las características deseables de los pijuayos de calidad superior, la propagación ha de hacerse mediante métodos asexuales, utilizando brotes o hijos basales de las plantas adultas que se desea propagar; pero este método, hasta el momento, en el campo no ha dado buenos resultados, obteniéndose un porcentaje muy bajo de sobrevivientes.

Gonzales (1983) indica que la formación de renuevos basales que darán origen a nuevos tallos, empiezan por lo general, dentro del primer año después de la germinación de la semilla, en el nudo inferior del tallo a raíz del suelo; *Mora*, *Urpi* y *Tosi* (1983) dan a conocer que en las plantaciones juveniles, las yemas auxiliares, aproximadamente en número de doce, están situadas a la altura del rizoma.

En una evaluación de plantas de pijuayo en Turrialba, *Camacho* (1972) encontró que el 89% de las palmeras tenían de 5 a 12 brotes basales; a este respecto

Pérez (comunicación personal), encontró un promedio de 4.7 hijuelos basales por planta al evaluar 137 introducciones procedentes del Brasil y Colombia. Según Mora - Urpi 4(198 1) el número de brotes basales depende de la variedad y de las condiciones de luz.

Pérez (1983) menciona que los hijuelos aislados del pijuayo son de escasa resistencia a la deshidratación o al exceso de lluvia, lo cual contribuye al bajo rendimiento de supervivencia, por lo tanto su utilización propagativa es restringida. *Pérez* (1985) obtuvo 3.4% de prendimiento de un total de 480 hijuelos basales trasplantados.

Mora-Urpi y Tosi (1983) obtuvieron 10% de rendimiento señalando que las plantas logradas así tienden a producir menos frutos, *Gonzales y Domínguez* (1972) emplearon hijuelos sin vástago y hasta con 100 cm. de longitud y obtuvieron, luego de 45 días de evaluación, 23.28% de prendimiento.

Fournier (s.f.), indica que para separar los hijuelos de la planta madre, deben tener entre 7.5 cm. y 15 cm. de grosor. Según *Popende y Jiménez* (1921), se debe utilizar, para este fin, hijos con diámetros de unos 8 cm. en la base y de 1.80 m. de altura con las hojas recortadas. Sin embargo, todavía no se ha logrado desarrollar un método de propagación vegetativa que asegure porcentajes satisfactorios de sobrevivientes. *Patiño* (1979), menciona que los renuevos basales, entre 50 y 100 cm. de altura son los que mejor se comportaron en un experimento.

Popende y Jiménez (1921) opinan que el pijuayo no parece ser exigente en cuanto se refiere a las prácticas culturales; porque las plantas que alcanzan los 2.5 m. 6 3 m. de altura no parecen sufrir mucho con la presencia de malezas, sin embargo es necesario hacer deshierhos periódicamente, pero *Patiño* (1979) indica que dentro de las malezas que frecuentan al cultivo de pijuayo están las gramíneas retrasan el desarrollo inicial de las plantas jóvenes, debido a la competencia de nutrientes; este retraso se manifiesta en el amarillamiento (clorosis) que se presenta en el área foliar a consecuencia de falta de nitrógeno en el cultivo juvenil, esto quiere decir que esta era no es tolerante a la competencia de las gramíneas y que, por o, no es aconsejable la combinación pijuayo - gramíneas.

Patiño (1979), indica que el pijuayo se adapta a muchos tipos suelos, pero prospera mejor en aquellos profundo y bien drenado. La capa freática muy superficial inhibe la producción de frutos, aún es preferible sembrarlos en suelos pobres de loma que en terrenos anegadizos aunque sean de mayor riqueza nutricional. Dejar más de m. entre plantas, es desperdicio de terreno. A este respecto, (1972), indica que los agricultores utilizan distancias de siembra desde 4 x 4 m. hasta 8 x 8 m. de espaciamiento, dejando desarrollar de 3 a 5 hijuelos de cada planta.

MATERIALES Y METODOS

UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA

Los trabajos se efectuaron en el Centro de Investigación y Enseñanza Forestal (CIEFOR) Puerto Almendras, propiedad de la UNAP, ubicado junto al caserío Puerto Almendras.

El área es accesible desde Iquitos por carretera, aproximadamente 22 Km., en dirección Suroeste y, por vía fluvial por el río Nanay aproximadamente en 45' en bote deslizador con motor fuera de borda de 40 H.P. partiendo de Morona Cocha.

El clima es cálido y lluvioso. Los datos promedios registrados en el observatorio metereológico de Zúngaro Cocha durante el período 1975 - 1985 por el Servicio Nacional de Metereología e Hidrología, son los siguientes: Temperatura media mensual: 26 °C, precipitación media anual: 2,948.5 mm., meses más pluviosos: abril, mayo y diciembre, meses más secos: enero, junio y agosto, humedad relativa promedio anual: 86.69%.

Esta localidad se encuentra en la formación bosque húmedo tropical (b.h.t.) de acuerdo a la clasificación de zonas divididas de Holdrige (ONERN 1976).

El lugar en donde se ubicaron las parcelas, está dentro de la zona de influencia de la carretera Iquitos-Nauta, cuyos suelos fueron evaluados por *Calderon y Castillo* (1981) informando que esta gran zona tiene terrenos muy profundos, franco arcillosos, friables, con pH de 5.0 a 5.3 y con 70 a 80% de aluminio cambiante, el relieve es de suavemente ondulado a llano, de drenaje moderado.

ME TOD O

Descripción del ensayo

Se aplicó la técnica del experimento factorial de 3 x 4, arreglados al diseño de bloques al azar con 3 repeticiones considerándose dos factores y tres niveles.

Factor A: Tamaño de hijuelo

Niveles

a ₀	=	0.20 m.	a	0.40 m.
a ₁	=	0.41 m.	a	0.60 m.
a ₂	=	0.61 m.	a	0.80 m.

Factor B: Almacenamiento (tiempo previo a la plantación)

Niveles

b ₀	=	sin almacenamiento (0 días después del aislamiento).
b ₁	=	con 2 días de almacenaje (2 días después de aislamiento).
b ₂	=	con 4 días de almacenaje (4 días después del aislamiento).

Los hijuelos fueron almacenados en el suelo bajo cobertura arbórea, cubriéndolos con hojas de palmas. Combinando los niveles se obtuvo 12 tratamientos, que se los dispuso al azar dentro de los bloques. Los hijuelos se los separó de la palma madre cortándolos con machete y tratando de extraerlos con el menor daño posible.

Cada uno de los hijuelos fueron sembrados previo corte de la parte terminal. El corte, se efectuó en el mismo sitio de la medición previa a la separación de la palma madre; esto permitió la observación de la aparición y el desarrollo de la yema terminal de hijuelo. Se regó, sólo en el momento del trasplante con regadera de grano grueso. Las parcelas se deshierbaron en tres oportunidades utilizando machetes. Se emplearon 30 hijuelos por tratamiento.

Se realizó en cuatro oportunidades, a las 15, 30, 45 días según lo planificado y adicionalmente se realizó el último chequeo a los 11 meses de

plantados. La información que se registró fue: fecha de siembra, fecha de control, número de plantas prendidas, número de hijuelos muertos. Se consideraba como enraizado o prendido al que permanecía con hojas verdes, y que posteriormente emitían renuevos foliares hasta la finalización del ensayo (330 días). El último chequeo tuvo lugar en medio de una densa invasión de gramíneas de elevada altura; puesto que después de la penúltima evaluación, el experimento no fue deshiervado.

Análisis de la varianza

Los datos de prendimiento se expresaron en porcentajes, los que transformaron al seno del arco, $\sqrt{\text{porcentaje}}$, *calzada* (1970), como $n < 50$, el porcentaje cero se contó como $1/4 n$, antes de transformar a ángulos, .Snedecor y Cochran (1981).

Con los datos transformados se hizo el análisis de varianza y pruebas de comparación de las medias de tratamientos, aplicando el método de comparaciones múltiples de Duncan, se efectuó la comparación de los promedios de tratamiento para identificar las diferencias significativas. Asimismo, los niveles de los factores se los comparó mediante este método y se elaboró gráficas de barras para observar las diferencias numéricas obtenidas entre tratamientos en cuanto a prendimiento.

Además se elaboró la superficie de respuesta que involucra el experimento factorial (gráfico 2).

RESULTADOS**Cuadro 1**

PORCENTAJE DE HIJUELOS DE *Guiljelma Gasipaes* PRENDIDOS AL FINAL DEL ENSAYO
(330 DÍAS DESPUÉS DE LA PLANTACIÓN)

FACTORES	ALMACENAJE	BLOQUES		PROMEDIO DE TRATAMIENTO	
		I	II	II	
TAMAÑO - A					
a ⁰ (0.20-0.40 m)	b ₀ (0 días)	30.23	25	40	33.30
	b ₁ (2 días)	70	10	40	40.00
	b ₂ (4 días)	50	30	40	40.00
	b ₃ (6 días)	20	0	10	10.00
a ¹ (0.41-0.40 m)	b ₀ (0 días)	30	20	40	30.00
	b ₁ (2 días)	20	50	20	30.00
	b ₂ (4 días)	30	0	10	13.33
	b ₃ (6 días)	10	30	0	13.33
a ² (0.61-0.80 m)	b ₁ (2 días)	0	50	50	33.33
	b ₂ (4 días)	0	0	0	0.00
	b ₃ (6 días)	10	0	0	3.33
TOTAL BLOQUES		25.00	18.33	21.77	21.67

Cuadro 2DATOS DEL CUADRO 1 TRANSFORMADOS AL ARCO SENO
PORCENTAJE

FACTORES		PROCEDIMIENTOS BLOQUES			TOTALES
TAMAÑO - A	ALMACENAJE -B	I	II	III	
a ⁰ (0.20-0.40 m)	b ₀ (0 días)	39.23	25.56	39.23	105.02
	b ₁ (2 días)	56.79	18.44	39.23	114.46
	b ₂ (4 días)	45.00	33.21	39.23	117.44
	b ₃ (6 días)	26.56	9.10	18.44	54.10
a ₁ (0.41-0.40 m)	b ₁ (0 días)	32.21	26.56	39.23	99.00
	b ₁ (2 días)	26.56	45.00	26.56	98.12
	b ₂ (4 días)	33.21	9.10	18.44	60.75
	b ₃ (6 días)	18.44	33.21	9.10	60.75
a ₂ (0.61-0.80 m)	b ₀ (0 días)	26.56	18.44	18.44	63.44
	b ₁ (2 días)	9.10	45.00	45.00	99.10
	b ₂ (4 días)	9.10	9.10	9.10	27.30
	b ₃ (6 días)	18.44	9.10	9.10	36.64
TOTAL BLOQUES		342.20	282.82	311.10	936.12

Cuadro 3

ANALISIS DE VARIANZA

F.V Ft.0.05	G.L	SC	SM	Fc	
TRATAMIENTOS 2.26	11	3,521.804	320.164	2.53	+
Tamaño de Hielos 3.34	2	1,133.470	566.735	4.49	+
Almacenaje (B) 3.05	3	1,641.607	547.202	4.33	+
Interacción (A x B) 2.55		6	746.727	124.454	0.98 NS
BLOQUES 3.44	2	147.026	73.513	0.58	NS
ERROR	22	2,778.731	26.306		

(+) Existe significación al nivel de 0.05
 En base a los resultados del presente cuadro se estimo la precisión del diseño de bloques al azar en 98%.

Cuadro 4

COMPARACIÓN E INTERPRETACIÓN DE LA PRUEBA DE F PARA LOS FACTORES

FACTORES	PROMEDIOS	SIGNIFICACION (+)
Tamaño de Hijuelos		
a ₀	32.585	█
a ₁	26.552	█ █
a ₂	18.873	█ █ █
Tiempo de Almacenamiento		
b ₀	34.631	█
b ₁	29.718	█ █
b ₂	22.832	█ █ █
b ₃	16.832	█ █ █ █

(+) La línea subraya los promedios que no resultaron con diferencia significativa a un nivel de 5%

Cuadro 5

**PRESENTACION E INTERPRETACION DE LAS PRUEBAS DE
COMPARACION ESTADISTICAS PARA LOS FACTORES DE HIJUELOS Y
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO**

5.1 FACTOR DE ALMACENAJE (B)	TAMAÑO DE HIJUELO		
5.1A Sin almacenaje (b ₁) Código Promedio Sognif. (+)	a ₀ 33.33	a ₁ 30.00	a ₂ 13.33
	—————		
5.1b Con 2 días de almac. (b ₁)	a ₀ 40.00	a ₂ 33.33	a ₁ 30.00
	—————		
5.1c Con 4 días de almac. (b ₂)	a ₀ 40.00	a ₁ 13.33	a ₂ 0.00
	—————		
5.1d Con 6 días de almac. (b ₃)	a ₁ 13.33	a ₀ 10.00	a ₂ 3.33
	—————		

5.1 FACTOR DE ALMACENAJE (B)	TAMAÑO DE HIJUELO			
5.2a De 20 a 40 cm. (a ₀)	b ₁ 40.00	b ₂ 40.00	b ₀ 33.33	b ₃ 10.00
	—————			
5.2b De 41 a 60 cm. (a ₁)	b ₀ 30.00	b ₁ 30.00	b ₂ 13.33	b ₃ 13.33
	—————			
5.2c De 61 a 80 cm. (a ₂)	b ₁ 33.33	b ₀ 13.33	b ₃ 3.33	b ₂ 0.00
	—————			

(+) Los promedios unidos por una misma raya no tiene diferencia estadística significativa, según la Prueba F al nivel de 0,05

DISCUSION

El porcentaje máximo de prendimiento logrado en el experimento es de 40%, tal como se observa en el cuadro 1. El tiempo de almacenamiento, al que se sometió a los hijuelos de pijuayo antes de la siembra, y el tamaño mismo del hijuelo, influyen en el prendimiento de estos; hechos que se deducen al analizar los resultados que contiene el cuadro 3 y que amerita realizar mayor estudio.

En el cuadro 5 se presenta los resultados del prendimiento obtenido cuando se utiliza diferentes tamaños de hijuelos de pijuayo por cada tiempo de almacenamiento en particular, y se evidencia que el tamaño del hijuelo no influye en la diferenciación del rendimiento cuando los hijuelos son plantados el mismo día; es decir sin almacenamiento, la misma tendencia se observa cuando los hijuelos son plantados con 2 y 6 días de almacenamiento y que el mayor prendimiento se obtendrá cuando los hijuelos son sembrados hasta con 2 días de almacenamiento y que las variaciones que se puedan presentar en las repuestas no son diferentes con un 5 por ciento de significación estadística (cuadro 4).

Esta aseveración se puede verificar analizando los resultados de las comparaciones que se presentan en el cuadro 5; razón por la cual se deduce que se puede utilizar los hijuelos que tengan una altura comprendida entre 20 a 80 cm., y almacenarlos hasta 2 días, sin que las respuestas difieran.

El tamaño del hijuelo que se va a utilizarse puede variar incluso hasta los 100 cm de altura, como lo recomienda Patiño (1979). En todo caso la elección del tamaño, estará en función de las facilidades con que se cuente; pero los hijuelos cuyos tamaños oscilen entre 20 a 40 cm de altura pueden soportar 4 días de almacenamiento sin variar significativamente el porcentaje de prendimiento (gráfico 2).

Con la propagación vegetativa (método asexual) utilizando hijuelos o brotes basales se obtuvo porcentajes de prendimiento muy bajos, Camacho (1972). Gonzales y Domínguez (1977) encontraron que el porcentaje de prendimiento a los 45 días de evaluación fue de 23.38 por ciento, trabajando con plantas hasta con 100 cm de altura.

Estos porcentajes logrados son inferiores si se compara con los resultados obtenidos en el presente trabajo, en el que se obtuvo 40 por ciento de prendimiento promedio; bajo condiciones en extremo desventajosas y, en el mismo lapso de tiempo (gráfico 3).

Sin embargo, se intuye que es posible aumentar el porcentaje de prendimiento, mejorando al máximo el manipuleo del material experimental, efectuando un control adecuado de las malezas, en especial de las gramíneas, refinando la técnica de extracción de hijuelos, de tal manera que el laceramiento

en éste sea mínimo, buscando el mejor modo de desinfectar y cicatrizar el corte, para evitar en lo posible la pudrición del rizoma. Por último, es importante la búsqueda de una sustancia que influya en el incremento del enraizamiento y, de ser posible, en su aceleración.

En la evaluación del experimento a algunas palmas de pijuayo plantadas se las dio por muertas, pero posteriormente se registró el brote de una nueva palma como consecuencia del desarrollo de una de las yemas en el rizoma para descubrir la respuesta al enraizamiento en función del número de yema, que permita predecir la posibilidad de enraizamiento, las que en este caso se contaron hasta nueve.

En el cuadro 5 se observa que los promedios de enraizamiento digieren notoriamente entre tratamientos y que la magnitud de 26.86 ciento no se determinó como significativa al 5 por ciento del nivel de significación estadística, utilizando como criterio la prueba de F. similar particularidad se presenta en los resultados del cuadro 5, en el que la diferencia del 20 por ciento no es estadísticamente significativa, existiendo una variabilidad de las respuestas que fluctúan de 0 a 70 por ciento, que se atribuye a factores no controlados que influyeron en las respuestas.

La eficiencia del bloqueo realizado fue 2 por ciento menor en comparación al uso de un diseño completamente al azar. Es posible que la variabilidad del suelo, la invasión de malezas o el manipuleo del material experimental influyeron en los resultados, sin descartar otras fuentes causales de variación no controladas. Así, las gramíneas se consideran como malezas, en función al desarrollo del pijuayo, por retrasar el desarrollo de las plantas jóvenes cuando compiten por los nutrientes existentes en el suelo, tal como determinó Patiño (1979).

Después de los 45 días de plantación, en el área experimental no se realizó la limpieza de malezas, dando paso a la invasión de gramíneas; sin embargo, la posibilidad que las gramíneas interfirieran en el desarrollo del pijuayo es similar en el lugar experimental; en consecuencia, en las plantas jóvenes del pijuayo se presenta la misma posibilidad de vivir o morir. En el experimento se observó que los mayores índices de mortalidad por parcela acontecen en áreas contiguas formando grupos.

Entre otras causales de variación que no se han controlado se encuentran las que provienen del substrato, que pueden transmitir infección micótica y bacteriana al rizoma, produciendo su pudrición en menos de 30 días. El clima, que por efecto de la insolación, acelera la transpiración tanto en los hijuelos almacenados como en los sembrados; y la anegación, que influye en la respiración; (en el tiempo de la experimentación octubre - diciembre. llovió constantemente, lo cual es frecuente).

CONCLUSIONES

1. El 40 por ciento de prendimiento de hijuelos basales de *Guilielma gasippaes* Bailey, obtenido en el presente experimento, a pesar de ser un resultado bajo, resulta satisfactorio por los antecedentes en propagación vegetativa conocidos.
2. El tamaño del hijuelo utilizado entre 20 a 80 cm. de altura no influyó en la diferenciación del prendimiento del pijuayo siempre y cuando se siembre con un almacenamiento de hasta 2 días.
3. Los hijuelos cuyos tamaños oscilan entre 20 a 40 cm. de altura pueden soportar 4 días de almacenamiento sin variar significativamente el porcentaje de prendimiento.
4. Al aumentar el tiempo de almacenamiento de los hijuelos del pijuayo antes de la siembra (aislamiento), influye directamente en el prendimiento de la palma, disminuyendo la sobrevivencia.
5. Con almacenamientos mayores a 4 días, los prendimientos disminuyen significativamente, principalmente en hijuelos de mayor tamaño.

RECOMENDACIONES

1. Se puede utilizar para la propagación vegetativa *Guilielma gasippaes* B. hijuelos de 20 hasta 100 cm de altura, siempre y cuando el tiempo de almacenamiento no sobrepase los 2 días.
2. En casos excepcionales, cuando se presentan condiciones adversas para la plantación, debe seleccionarse hijuelos de 20 a 40 cm de altura, los que permitirán ser almacenados hasta 4 días.
3. Deben ensayarse estimuladores de enraizamiento en busca de mayores porcentajes.

BIBLIOGRAFIA

- CABALLERO, M. 1973. Estadística práctica para dasónomos. México. Subsecretaría General Forestal y de Fauna. Dirección General del Inventario Forestal. 195 pág.
- CALDERON, M. y CASTILLO, A. 1981. *Evaluación y Lineamientos de Manejo de Suelos y Bosques para el Desarrollo Agrario de influencia de la Carretera Iquitos - Nauta*. Capítulo 11. Ministerio de Agricultura, Dirección General de Forestal y Fauna. 320 pág.

- CALZADA, J. 1970. Métodos Estadísticos para la investigación. 3a Edición. Lima, Perú. Editorial Jurídica. 640 pág.
- CALZADA, J. 1980. 143 Frutales Nativos, 1ª Edición. Lima, Perú.
- CAMACHO, E. 1972. El Pejibaye. (*Guilielma gasipaes*) H.B.K.L - Bailey. Costa Rica. 106 pág.
- CAMACHO, E. 1969. *El Pejibaye como un alimento potencial de gran importancia en las familias campesinas de los trópicos amazónicos*. 284 pág.
- CAMACHO, V y SORIA, V. 1969. *Palmettos de Pejibaye in Proceplings of the Tropical Region*. American Society Horticultural Sciences. 284 pág.
- EEUWENS, C. 1978. Effects of organic nutrients and hormones on growth and developpment of tissues explants from coconut (*Cocos nucifera*) and date (*Phoenix dactilifera*) ehus cultural in vitro. Physiology lantarum. Dinamarca. 178 pág.
- FERREIRA DO NACIMENTO S.A. CLEMENT C.R. y RANZANI, C.1980. "Contibuçao para o conhecimento de sistema radicular da Pupunheira (*Bactris gasipaes*) H. 13. K. *Guilielma gasipaes* (H.B. K.) Bailey" en Acta Amazónica 10 (2).
- FOURNIER, A. "Pejibaje (*Guilielma gasipaes*) (H.B.K.) l.h. Bailey". San José, Costa Rica. s.f.
- GONZALES, R. 1983. "Proyecto Frutales Nativos". Estación Experimental San Roque. Exposición Iquitos. 4 pág.
- GONZALES, G. y DOMINGUEZ, R. "Sistemas de propagación del Chontaduro (*Guilielma gasipaes*) Bailey". Tesis Ing. Agrónomo Palmira, Col. Universidad Nacional de Colombia. 1977.
- JOHANNESSEN, C. Pejibaye Palm.; Tielde, Process and labor costa. Economía Botany, 1966. 315 pág.
- KOVOOR, A. "Palm tissue culture. State of the Art and its Applications to the Coconut". Toma FAC. 1981. 69 pág.

- MORA URI, J. El ciclo de *floración en pejibaye (Bactris gasippaes H.B. K.)* y su posible manejo agronómico. Agronomía Costarricenses (C.R.) 1981. 119 pág.
- MORA URPI y 1051. "Report on the feasibility of producing pejibaye in the chapare region of Bolivia", San José. 1983.
- ONERN. Mapa Ecológico del Perú. Guía Descriptiva. Lima, Perú. 1976. 146 pág.
- PATIÑO, V. El cachipay o pejibay (*Guilielma gasippaes Bailey*) y su papel en la cultura y en la economía de los pueblos indígenas de América Tropical, América Indígena. México 1958. 204 pág.
- PATINO, V. "Historia Colonial y nombres indígenas de la palma Pejibay (*Guilielma gasippaes*) H . B. K. Bailey", en Revista Colombiana de Antropología. Colombia 1960. 72 pág.
- PATIÑO, V. "Publicaciones del Jardín Botánico del Valle" en Boletín Divulgativo N° 4. Cali, Colombia 1979. 74 Pág.
- PEREZ, M. "Palmeras de la zona de Yurimaguas", Perú in FAC. (C.R.) CATIE. Reunión de consulta sobre palmeras poco utilizadas de América Tropical (1983, Turrialba) (C.R.) 1984. (Informe). San José. C.R. 1983. 166 pág.
- PEREZ, M. "El Pijuayo en el Perú: manejos y usos". Yurimaguas, Loreto, Perú. 1985. 48 pág.
- POPENDE, W y JIMENEZ, O. The Pejibaye, a neglected toood plantt of tropical Amen ca. The Journal of Hereditty. EE.UU 1921. 116 pág.
- SEIBERT, J. The importance of alms to Latin América; Pejibaye a notable example. Ceiba. Honduras 1950. 74 pág.
- SNEDECOR, C.N. y COCHRAN, W.G. Métodos Estadísticos. Octava impresión. México. Ed. Continental. 1981. 703 pág.
- TISSERAT, B. Propagation of date palms by shoot tip cultures. Hortscience. EEUU. 1984. 231 pág.

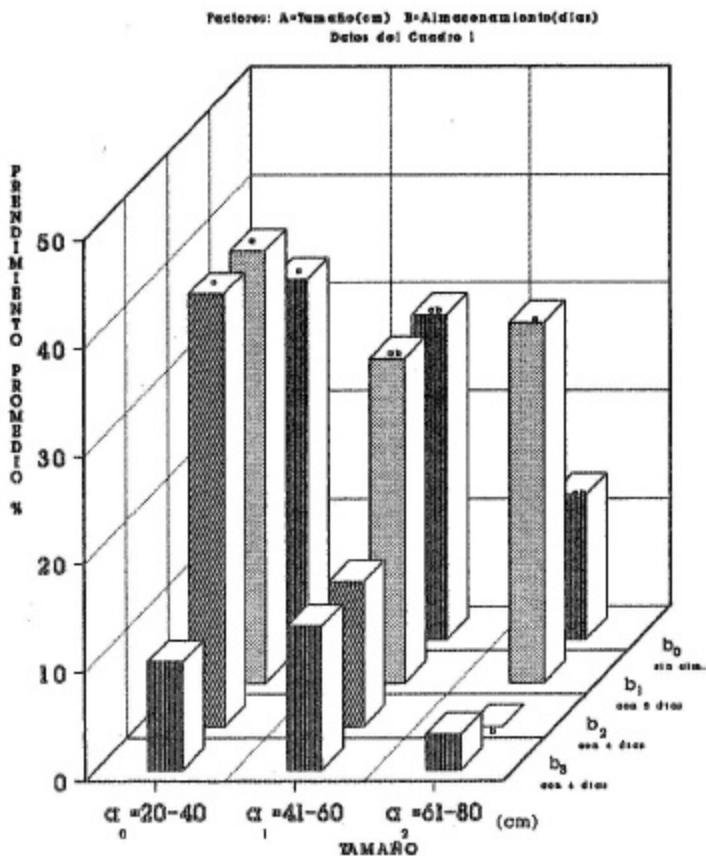
TISSERAT, B. Clonal propagation; Palms in Vasil. Indra K. Cell. Culture and Somatic Cell Genetic of Plants. Volumen 1. Florida. 1984. 825 pág.

THOMAS, J. y DOMENECH. Atlas de Botánica. Edición Jover, Barcelona. 1987. 86 pág.

VALVERDE, M. “Descriptores de la Flor de Pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.) en cuatro poblaciones y sus posibles implicaciones fitogenéticas”. Tesis Lic. Bio. San José C.R. Universidad de Costa Rica.

Grafico 1

SUPERFICIE RESPUESTA DEL EXPERIMENTO FACTORIAL RESPECTO AL PRENDIMIENTO DE HIJUELOS DE *Guilielma gasipaes* Bailey



Respostas que presentan la misma letra, no son diferentes estadísticamente a un nivel de 5%

Grafico 2

SUPERFICIE RESPUESTA DEL EXPERIMENTO FACTORIAL RESPECTO AL PRENDIMIENTO DE HIJUELOS DE *Guiljelma gasipaes* Bailey

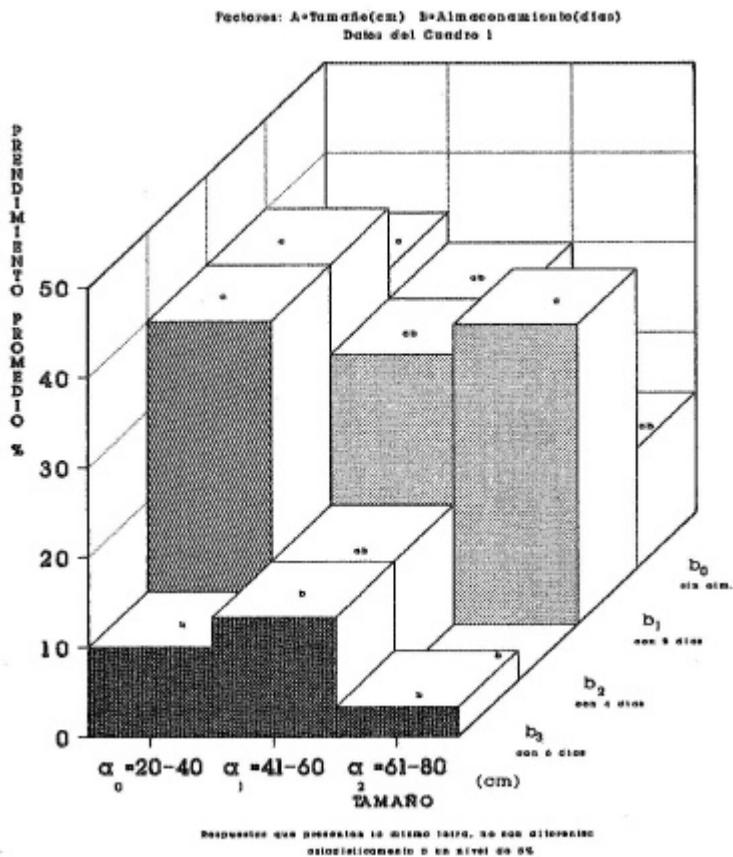
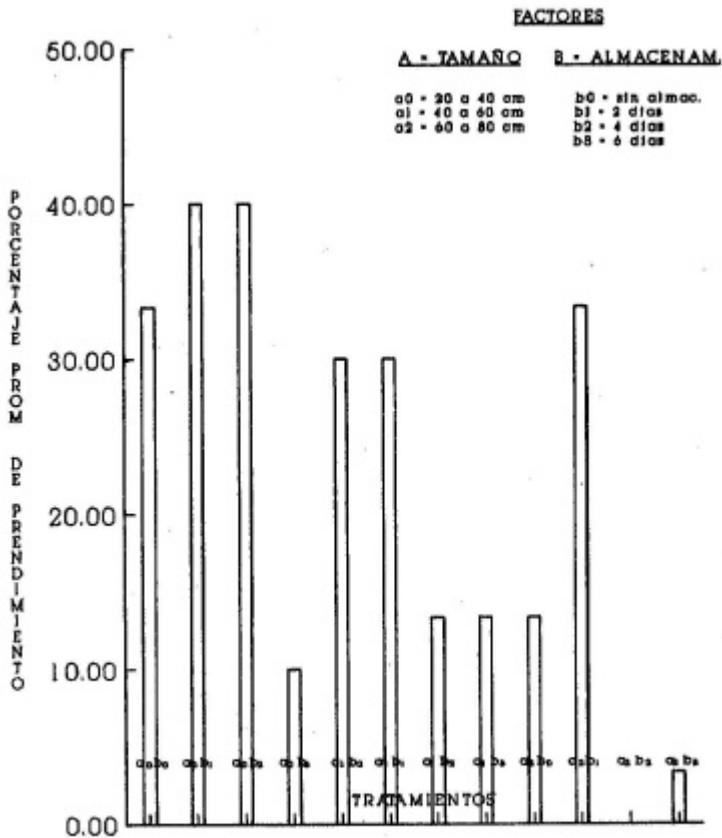


Grafico 3

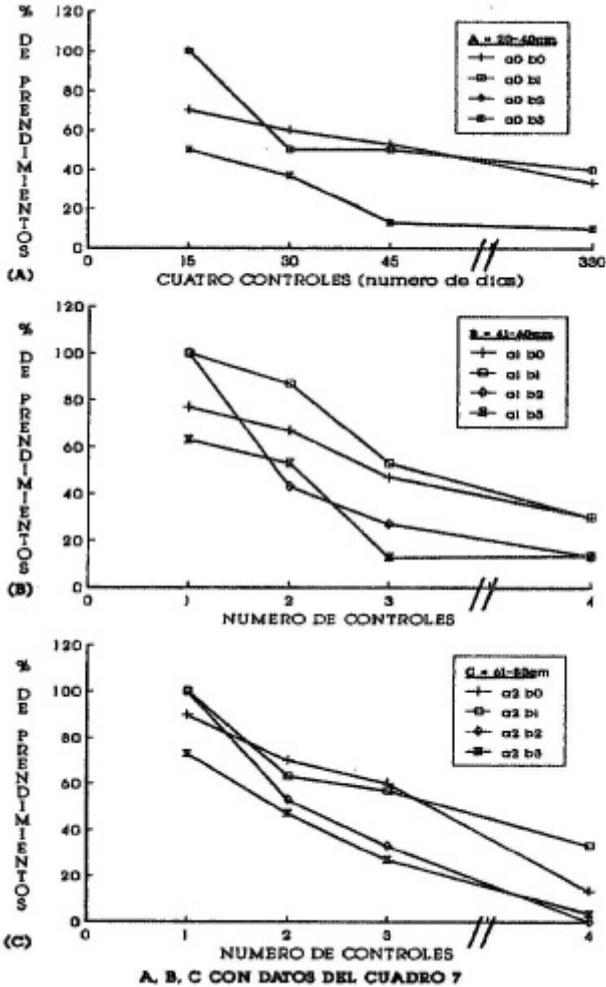
PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO DE HIJUELOS POR TRATAMIENTO



* Promedios sin dif.signif.a nivel de 5%

Cuadro 4

CONTROL DE PRENDIMIENTO DE HIJUELOS A LOS 15,30,45 Y 330 DIAS PARA LOS TAMAÑOS (A,B,C) VS ALMACENTO



HUMUS DE LOMBRICULTURA PROVENIENTE DE DIFERENTES INSUMOS ORGANICOS Y SU EFECTO EN EL RENDIMIENTO DE PEPINO EN UN ULTISOL DEGRADADO DE PUCALLPA

Olga Ríos del Aguila *

Paco Rivera Gonzales **

RESUMEN

En Pucallpa-Perú se realizó un experimento para evaluar: 1) el contenido de nutrientes de humus de lombricultura (HL) proveniente de ocho mezclas de insumos orgánicos tales como estiércol de vacuno más aserrín, estiércol de ovino más aserrín, sólo estiércol de vacuno, sólo estiércol de ovino, estiércol de vacuno más residuos de cervecería, estiércol de ovino más residuos de cervecería, estiércol de vacuno más malezas, estiércol de ovino más malezas, y ;1) evaluar el efecto de HL de diferentes mezclas en el rendimiento de pepino, en un ultisol degradado de Pucallpa.

El mayor contenido de N (2.6%) se encuentra en el HL proveniente de la mezcla de ovino + residuos de cervecería, y los mayores contenidos de P (0.34%), K (0.003 ppm), Ca (1.27%) y Mg (3.92%), en el HL proveniente del estiércol de ovino.

La calidad agronómica de los diferentes HL se experimentó en el cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus*) var. "Palomar", en el número (190) y peso (75 kg) de frutos por 10 m², se obtuvo por efecto de HL proveniente de la mezcla ovino + residuo de cervecería, lo cual fue consistente con el mayor contenido de N, P, K, Ca y Mg presente en este HL.

INTRODUCCION

Parte de los suelos degradados de la región Ucayali pueden usarse con cultivos exigentes en nutrientes como hortalizas, mediante la aplicación de abonos orgánicos tales como HL. Las limitaciones al uso de los suelos degradados en la región Ucayali se debe en gran parte, a su mal manejo, los cuales en diferentes estados de degradación presentan severa deficiencia de nutrientes y problemas en

* Profesora asociada de la UNU, especialista en suelos; Investigadora IIAP

** Tesista de la UNU

sus propiedades físicas, principalmente compactación del suelo (Ara, 1992; Rime, 1992).

En Pucallpa, parte de los suelos degradados pueden ser recuperados mediante un manejo adecuado con incorporación de materia orgánica, como el HL, en la producción de hortalizas (Rime y Ríos 1992 Ríos et al., 1993). La lombricultura es una actividad que está siendo practicada en la costa y sierra peruanas, el IIAP-Ucayali (Salas, 1989) lo hace en el trópico húmedo.

Probablemente la calidad del HL depende de la calidad del alimento que ingieren las lombrices en pasturas mejoradas de alto rendimiento, o que reciben suplementos. En Ucayali existen diversos insumos orgánicos disponibles que pueden ser aprovechados para obtener abonos orgánicos de calidad.

En base a estas consideraciones, este trabajo tuvo como objetivo 1) determinar el contenido de nutrientes de los HL provenientes de diferentes insumos alimenticios que ingiere la lombriz, y ii) evaluar la calidad agronómica en términos de rendimiento de peso y número de frutos de pepino.

REVISION BIBLIOGRAFICA

SUELOS DE LE SELVA PERUANA

En la selva peruana predominan los ultisoles, entisoles, alfisoles, y los inceptisoles. Los primeros son ácidos, rojos y amarillos, de baja fertilidad; predominan en terrenos de altura de la selva baja, así como en terrazas antiguas como Pucallpa (ONERN, 1979).

Los factores edáficos más limitantes de los suelos de la Amazonía Peruana son más de orden químico que físico, siendo más abundante la deficiencia de materia orgánica, N (94%), P (66%), y bajas reservas de K, Mg y otros nutrimentos (64%), el porcentaje de saturación de Al (65%) aumenta a medida que aumenta la profundidad, sucede lo contrario con el porcentaje de saturación de bases que disminuye en cuanto aumenta la profundidad. Dos importantes limitaciones químicas típicas de los trópicos se manifiestan en los suelos de la zona: 1) baja capacidad de intercambio catiónico, lo cual favorece la lixiviación de los elementos; 2) capacidad relativamente alta de fijar fertilizantes fosfatados en forma poco disponible (Sánchez y Benites, 1983).

La adición de materia orgánica a suelos ácidos y deficientes en nutrientes es importante para elevar el contenido de macronutrientes y micronutrientes. Ella activa los procesos microbiales, mejorando las propiedades físicas y químicas, regula la temperatura, retarda la fijación del P, y favorece el crecimiento y desarrollo de los cultivos (Jacobs y Uexhull, 1966; Monroy y Viniegra 1981; Gros, 1981).

HUMUS DE LOMBRICULTURA

El HL es el proceso final de la descomposición de la materia orgánica, realizado por lombrices. Ellas mineralizan enzimáticamente la materia orgánica en el primer tercio de su aparato digestivo y luego la humifican en la parte posterior del intestino por acción de los microorganismos presentes en esta sección intestinal. La cantidad N del HL depende de la alimentación que consume la lombriz (SABAC-Chile, 1987, Banco Agrario, 1987).

El HL es una materia orgánica granulosa, inodora de color café oscuro. El proceso de degradación de la materia orgánica digerida por las lombrices se realiza en forma acelerada (hora/día) si se compara con el proceso de descomposición natural. El HL es un producto químicamente estable (Banco Agrario, 1987).

El HL está compuesto de N, P, K, Ca, Mg y oligoelementos, tales como Fe, Cu, Zn, Mn y Bo. Aligera los terrenos arcillosos y agrega a los arenosos. Por ser un coloide tiene una retención de humedad de 16 veces su peso en agua. Impide la lixiviación del N, K, y la insolubilización del P. Intensifica las características y los valores de los fertilizantes químicos al ser usados en asociación con éstos ahorrando hasta un 25% (SABAC-Chile, 1987).

Mediante el uso del HL se logra un aumento significativo de la productividad de los suelos degradados de Pucallpa, aplicado ya sea en forma total o localizada, especialmente en frutales, hortalizas y plantas ornamentales (Ríos y Rime, 1992; Ríos et al., 1993).

El HL se presenta como una alternativa ecológica para la 'degradación de todo tipo de desecho biodegradable (Ferruzzi, 1987). En el IIAP-Ucayali, Sánchez (1990) informó que el HL proveniente de una mezcla de guano de vacuno + paja de malezas tuvo un pH 45,7, 1.20% de N, 0.95% de P, y 0.47% de K. Este HL fue probado en un suelo degradado con siembras de ají dulce (*Capsicum annum*). Las dosis estudiadas fueron 0, 0.250, 0.500, 0.750, 1.0 kg HL/planta.

Se encontró que con dosis de 1.0 kg HL/planta en poepino se obtuvo un rendimiento de 35 kg de fruto fresco por 10 m² (Ríos et al., 1993).

MATERIALES Y MÉTODOS

LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO

El estudio se realizó en un ultisol degradado de Pucallpa, en el margen derecho del Km. 12.4 de la carretera Federico Basadre. La zona corresponde al

Bosque Estacional Semisiempre-verde. Las coordenadas geográficas son 8°22'31' S, 74°34'35' O. La altitud es 145 msnm.

El estudio se realizó de abril a octubre de 1990, se ejecutó en dos etapas; obtención de HL, y su evaluación agronómica en el rendimiento del pepino.

OBTENCIÓN DEL HUMUS DE LOMBRICULTURA

Para la obtención del HL se ensayó las siguientes mezclas de alimento para la lombriz; estiércol de vacuno más aserrín, estiércol de ovino más aserrín, sólo estiércol de vacuno, sólo estiércol de ovino, estiércol de vacuno más orujo (residuos de cervecería), estiércol de ovino más orujo, estiércol de vacuno más malezas, estiércol de ovino más malezas. La preparación de la mezcla se hizo en una relación 70:30 de estiércol y residuo vegetal respectivamente, en base a peso seco.

Se siguió los procesos de fermentación de la mezcla establecidos por el IIAP-Ucayali, según Salas (1989) y Sánchez (1990). El tiempo de descomposición varió de acuerdo al tipo de mezcla y fue entre 20 a 36 días. Estos se incorporaron al lecho para alimentar a las lombrices. La inoculación fue de 1000 lombrices/m². Cuando el HL tuvo las características deseadas se cosechó y se analizó el contenido de nutrientes.

EVALUACIÓN DEL HL EN EL RENDIMIENTO DE PEPINO

Condiciones climáticas y de suelo

El clima es tropical, con una temperatura media mensual de 25°C, con 77% de humedad relativa. La precipitación pluvial anual es 1354 mm a 6 Km. de Pucallpa.

Propiedades de suelo del área experimental

Las propiedades del suelo (0.20 cm) se presenta en el cuadro 1. El suelo es ácido (pH 4.5), con 1.75% de materia orgánica, y 2.9 ppm de P-Olsen. Los niveles de los cationes cambiabiles son de 1.6 meq 100 g⁻¹ de Ca + Mg, y 1.4 meq 100 g⁻¹ de Al. La saturación de Al es de 38%. El suelo es franco.

Cuadro 1

PROPIEDADES DEL SUELO DEL AREA EXPERIMENTAL

Arena Arcilla -----%-----	pH	MO -----%-----	N -----%-----	P pm	Ca+ Mg ---- meq 100 g ⁻¹ %	Al Al 100 g ⁻¹ %
I 34 24	4.6	1.8	0.081	2.6	1.5	1.337.1
II 32 28	4.5	1.7	0.076	2.6	1.6	1.640.0
III 36 24	4.6	1.7	0.076	3.4	1.7	1.335.1

I, II, III = repeticiones

Variable de respuesta: rendimiento de pepino

Para ver el efecto de los HL proveniente de diferentes mezclas se usó los rendimientos en peso y número de frutos de pepino. Las evaluaciones se las realizó a los 51, 53 y 56 días después de la siembra.

Diseño y análisis estadístico

Se usó el diseño de Bloques Completos al Azar con 27 unidades experimentales, generado por 9 tratamientos (ocho tipos de HL más un testigo sin aplicación) y 3 repeticiones.

Preparación del suelo y aplicación del HL

La preparación del suelo fue mecanizado con arado de discos una profundidad de 15 cm. a los 5 días se realizó dos pasadas de rastra cruzada.

Las parcelas de 1 m x 10 m se las levantó a 0.30 m sobre el nivel del suelo. Se incorporó HL en forma localizada en dosis de 1 kg/planta en base a peso seco (el HL tuvo un 50% de humedad). Se sembró el pepino var. "Palomar" con 3 semillas por golpe, 0.80 m. entre plantas en la parte central de la parcela, obteniéndose 12 sitios para las plantas. Cuando la planta tuvo 15 cm

se eliminó una planta quedando dos plantas por golpe, y se aporcó. Los riegos fueron cada 3 a 4 días hasta la madurez. El control de malezas fue manual.

RESULTADOS Y DISCUSION

CONTENIDO DE NUTRIENTES DE HL

En el cuadro 2 se presenta el análisis químico del HL proveniente de diferentes alimentos. En vista que no hubo repeticiones en el análisis no podemos hacer generalizaciones. Sin embargo, de manera puntual podemos decir que el contenido de N fue mayor en el HL proveniente de la mezcla de ovino ± residuo de cervecera con 2.6%, seguido de ovino + maleza con 2.2%, ya que casi duplicaron a los demás HL procedentes de diferentes mezclas.

En el contenido de P los niveles más altos fueron para el estiércol sólo de ovino (0.35\$), superando en dos veces a los demás HL; pero vacuno + aserrín tuvo el menor valor (0.099%). En K hubo mayor contenido en el de sólo de ovino (0.003 Ppm), y en vacuno + maleza (0.00225 ppm), también fueron el doble de K en comparación a los demás HL. Para, Ca se encontró mayores contenidos en HL proveniente de estiércol sólo de ovino y ovino + aserrín, con 1.28 % para ambos, seguido el de sólo de vacuno y ovino + maleza (0.72%). En el contenido de Mg, los niveles más altos fueron para el de sólo de ovino (3.92%), ovino más orujo (2.24%), y ovino + maleza (1.76%) (cuadro 2).

Cuadro 2

ALGUNAS PROPIEDADES QUÍMICAS Y CONTENID DE NUTRIENTES DE HUMUS DE LOMBRICULTURA (HL) PROVENIENTE DE DIFERENTES MEZCLAS OBTENIDAS EN PUCALLPA-PERÚ, 1991

HL según mezclas	pH	Mo	C/N	N	P	K	Ca	Mg
Va	6.7	75.59	39.49	1.11	0.19	0.00195	1.04	1.44
Ov	5.2	76.10	40.12	1.10	0.34	0.003	1.28	3.92
Va + As	6.1	68.07	34.63	1.14	0.099	0.0012	0.32	1.28
Ov + As 6.6	56.07	19.71	1.65	0.14	0.0015	1.28	1.04	
Va + Or	6.2	66.72	29.32	1.31	0.16	0.0011	0.32	1.6
Ov + Or 6.5	58.37	13.04	2.60	0.13	0.0017	0.24	2.24	
Va + Ma 6.0	70.10	34.45	1.18	0.13	0.0012	0.40	1.44	
Va + Ma 7.6	61.12	15.56	2.27	0.12	0.00225	0.72	1.76	

Estiércol de Va = vacuno, estiércol de Ov = ovino, As = aserrín, Or = orujo, Ma = maleza.

En resumen, los HL provenientes de residuos de estiércol sólo de ovino y en mezcla tuvieron los mayores contenidos de N, P., K, Ca, y Mg. Esto puede deberse a que el estiércol de ovino fue colectado de un aprisco con techo, fue un guano viejo y de hecho Muyo casi toda la orina del animal. Probablemente estas condiciones hacen que el guano sea más rico en nutrientes (Worthen y Aldrich, 1980; Ensminger, 1976; Flores, 1986). Flores (1986) señala que se pierde muchos nutrientes del guano si la orina ocurre fuera del establo. La orina del ganado vacuno puede contener hasta la mitad del N excretado, y tres cuartas partes del K. Casi todo el Ca y el P se encuentra en las heces. Por tanto, el mayor contenido de nutrientes en ~ ¡IL, proveniente de guano de ovino o sus mezclas, son consistentes estas aseveraciones.

Por otra parte, Carrión (1990) realizó un trabajo similar al nuestro en Tingo María, pero usando otros recursos vegetales tales como pasto elefante, hojas de bambú, panca de maíz y cascarilla de cacao, mezcladas con guano de vacuno. Los valores del contenido de N estuvieron en un rango de 2.58 a 3.30%, a 2.0% de P, de 3.60 a 4 25 de Ca + Mg. Estos valores son ligeramente superiores a los obtenidos en el presente trabajo. Este efecto puede deberse al tipo de insumo para la obtención del HL.

EVALUACIÓN DEL HL EN EL RENDIMIENTO DEL PEPINO

En general, los mayores rendimientos de peso fresco de pepino se encontraron por efecto de HL proveniente de ovino, ovino + maleza, ovino + aserrín, y ovino + orujo. Las mezclas con guano de vacuno tuvieron menores rendimientos (gráfico 1).

En el cuadro 3 muestra los análisis de varianza del rendimiento en peso y número de frutos de pepino. Existe diferencias significativas en el rendimiento de peso de frutos ($p < 0.01$) y en el número de frutos ($p < 0.01$), por efecto de la aplicación de los HL proveniente de diferentes insumos orgánicos. Asimismo, existe diferencia estadística ($p < 0.05$) entre bloques, lo que sugiere que el diseño de bloques completos al azar fue eficiente.

Cuadro 3

**CUADRADOS MEDIOS Y SIGNIFICACIONES DEL ANÁLISIS DE
VARIANZA DEL RENDIMIENTO EN PESO Y NÚMERO DE FRUTOS
DE PEPINO.**

FV	GL	Peso de frutos	Nº de frutos
Bloques	2	504.0 *	5,186.1*
Tratamiento	8	2,370.2 **	8,717.8**
Error	16	108.4	825.9
CV		21%	22%

*,** = Significativo a un nivel de probabilidad de 0.05 y 0.01, respectivamente.

CV = coeficiente de variación.

En términos de la Prueba de Duncan ($p < 0.05$) el HL proveniente de la mezcla ovino + orujo tuvo el mayor rendimiento en peso de frutos (75 kg) por cada 10 m² (cuadro 4). Ovino + maleza, sólo ovino, ovino + aserrín y sólo vacuno no presentaron diferencia estadística entre sí, con rendimientos de 66.67, 59.33, 55.33 y 55.33 kg 10 m².

Cuadro 4

**RENDIMIENTO EN PESO Y NÚMERO DE FRUTO DE PEPINO POR
EFECTO DE HUMUS DE LOMBRICULTURA (HL) PROVENIENTE
DE DIFERENTES MEZCLAS, EN UN ULTISOL DEGRADADO DE
PUCALLPA-PERÚ, PROMEDIO DE 3 REPETICIONES, 1991.**

HL según mezclas	Rendimiento		Número de frutos	
	Peso kg 10 m ²		Unidades	
Ovino + orujo	75.0	a	190	a
Ovino + maleza	66.67	ab	166	ab
Ovino	59.33	abc	153	ab
Ovino + aserrín	55.33	abc	150	ab
Vacuno	55.33	abc	142	ab
Vacuno + orujo	51.33	be	141	ab
Vacuno + maleza	47.47	be	125	b
Vacuno + aserrín	40.0	e	119	b
Testgo sin HL	00	d	0	c

Letras iguales en la misma columna no son estadísticamente diferentes, según la Prueba de Duncan ($p < 0.05$).

Estos superaron a los HL provenientes de vacuno + orujo, 'euno + maleza, y vacuno + aserrín, con rendimientos de 51.3, 47,67, y 40.0 kg. de frutos 10 m². El testigo sin HL no tuvo rendimiento (cuadro 4). La Prueba de Duncan ($p < 0.05$) para el número de frutos tuvo un patrón similar al peso e frutos de pepino.

En un trabajo para ver el efecto de dosis de HL en el rendimiento de pepino, Ríos, Calle y Rime (1993) encontraron una estrecha relación lineal y positiva entre el peso de pepino y el número de frutos.

Los mayores rendimiento en peso de frutos de pepino por efecto de los HL proveniente de ovino o sus respectivas mezclas, en ~ rango de 55.3 a 75.0 kg 10 m², son consistentes con los mayores niveles de N; P, K, Ca y Mg, encontrados en la composición química de los HL.

Trabajos similares acerca del efecto del HL en el rendimiento de pepino, realizado por Ríos et al. (1993), reportan un rendimiento de 34.65 kg 10 m² de frutos de pepino var. "Palomar" con 1 kg HL/planta (en base a peso seco) proveniente de una mezcla de vacuno + maleza. El testigo sin HL tampoco tuvo rendimiento.

Los rendimientos del pepino en el presente experimento fueron superiores a los obtenidos por Ríos et al (1993), Bañados (1973), Becerra (1977), Ferrari (1963), Pérez (1989) y Peláez (1990), con fertilización orgánica e inorgánica.

CONCLUSIONES

En base a los resultados del presente trabajo se ha encontrado que: i) Los mayores niveles de N, P, K, Ca y Mg, están en los HL provenientes de guano de ovino con mezcla de orujo, maleza y aserrín, ii) La mejor respuesta a la incorporación de HL en el suelo en términos de peso y número de frutos de pepino fue con el HL proveniente de guano de ovino o en mezclas con aserrín, orujo y maleza. Esto fue consistente con su mayor nivel de nutrientes. iii) En suelo sin incorporación de HL no hubo rendimiento.

BIBLIOGRAFIA

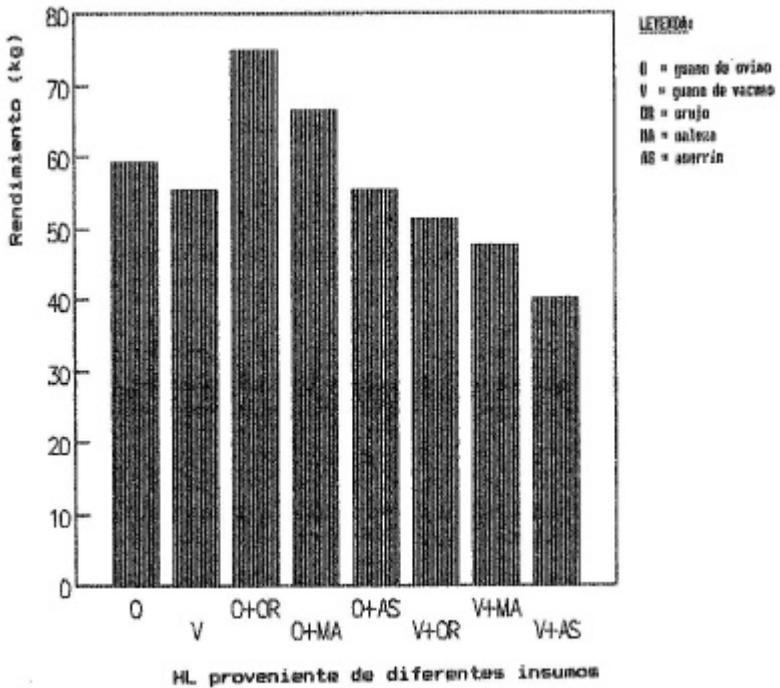
- ARA, M.A. 1992. "Relaciones suelo-planta-animal en el ecosistema amazónico". En Foro Internacional sobre Desarrollo Agrario Integral y Manejo Racional de la Amazonía. Pucallpa, 7 al 10 diciembre de 1992. INIAA-Proyecto Suelos Tropicales. (en prensa)

- BANCO AGRARIO DEL PERU. 1987. Manual de instrucciones para la Lombricultura. Departamento de divulgación técnica. Lima. 25 p.
- BAÑADOS, F. 1973. "Comparativo preliminar de 6 variedades de 8 Pepinillo (*Cucumis sativus*, L), para consumo fresco en la zona de Tingo María". Tesis Ing. Agrón. Universidad Nacional Agraria de la Selva-Tingo María. 68 p.
- BECERRA, J. 1977. *Horticultura*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Agronomía. Departamento de Public. Lima, Perú. 181 p.
- ENSMINGER, M. 1976. *Producción Ovina*. 2da. Ed. Edit. 1 Ateneo. Buenos Aires. 545 p.
- FERRERI, G. 1963. "Ensayo comparativo de 5 variedades de pepino para encurtido". Tesis Ing. Agrón. Universidad Nacional Agraria-La Molina. 19p.
- FLORES, I. 1986. *Manual de alimentación animal*. 1ra. Ed. Ediciones Ciencia y Técnica, S.A. México. 1905 p.
- FERRUZI, C. 1987. *Manual de Lombricultura*. Ed. Mundiprensa. Madrid. 130 p.
- GROSS, A. 1981. *Abonos. Guía práctica de la fertilización* 7ma. Ed. Ediciones Mundi-Prensa. España. 559 p.
- JACOBS, H. y U. UEXHULL. 1986. *Fertilización: Nutrición y abonado de los cultivos tropicales y sub-tropicales*. 2da. ed., Hannover, Verlagsgessellschaft for Aceertban N,B. 626 p.
- MONROY, H. y G. VINJEGRA. 1981. *Bioteología para el aprovechamiento de los desperdicios orgánicos*. Mexico. 260 p.
- ONERN. 1979. Inventario, evaluación e integración de los recursos naturales de la zona Pucallpa-Abujao. Lima, Perú. 225 p.
- PELAEZ, E. 1990. "Distanciamiento y niveles de nitrógeno en el cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus*)". Tesis Ing. Agrón. Universidad Nacional Agraria La Selva. Tingo María. 76 p.

- PEREZ, F. 1989. "Efectos de la ceniza de madera y dolomita en el cultivo de hortalizas", Universidad Nacional de Ucayali. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa-Perú. 60 p
- RIME, R. 1992. "Adecuación de secuencia metodológica para estimar la distribución radicular de leguminosas forrajeras en un suelo de Pucallpa". Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa-Perú. 60 p.
- RIOS, O. Z. y R. RIME. 1992. "Informe del Proyecto Hortalizas. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana-Ucayali Pucallpa. 10 p. (mimeografiado).
- RIOS, O.Z., C.A. CALLE, y R. RIME. 1993. "Humus de lombricultura y su efecto en el rendimiento de pepino (*Cucumis sativa*), ají dulce (*Capsicum annun*), y chiclayo verdura (*Vigna sinensis*), en un suelo degradado de Pucallpa". Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana-Ucayali. 12 p. (Artículo científico en prensa).
- SABAC-CHILLE. 1987. "Lombricultura un amplio horizonte". Centro de desarrollo de Lombricultura SABAC-CHILE. Chile. 52 p.
- SALAS, S. 1989. "Informe técnico sobre investigaciones de lombricultura en Trópico". Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana-Ucayali. Pucallpa. 10 p. (mimeografiado).
- SANCHEZ, M.E. 1990. "Evaluación de la biotecnología de recuperación de biomasa a través de la lombriz (*Eisenia foetida*) en Trópico Húmedo de Pucallpa". Tesis Ing. Ind. Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco. Huánuco. 80p.
- SANCHEZ, P.A. y J.BENITES. 1983. "Opciones Tecnológicas para el manejo racional de suelo en la Selva Peruana. NCSU. CIPA XVI. Est. Exp. Yurimaguas". Serie de separatas 6. Yurimaguas. Serie de separatas 6. Yurimaguas-Perú.
- WORTTEN, E. y 5. ALDRICH. 1979. *Suelos agrícolas*, su conservación y fertilización. 5ta. ed. Edit. Hispano Americana S.A. Mexico. 416 p.

Grafico 1

RENDIMIENTO EN PESO FRESCO (kg 10 m²) DE PEPINO (Cucumis sativus) POR EFECTO DE HUMUS DE LOMBRICULTURA (HL) PROVENIENTES DE DIFERENTES INSUMOS ORGANICOS, EN UN ULTISOL DEGRADADO DE PUCALLPA-PERÚ, BAJO CONDICIONES DE CAMPO.



INFLUENCIA DEL HUMUS DE LOMBRICULTURA EN EL CRECIMIENTO INICIAL DE CEDRO COLORADO EN PLANTACION A CAMPO ABIERTO Y COMPORTAMIENTO AL ATAQUE DE *Hypshipylla* sp.

Américo Quevedo Guevara *

RESUMEN

El presente estudio trata de corregir limitantes de baja fertilidad de suelos degradados en Pucallpa y alta mortalidad por ataque de *hypshipylla* sp. en las plantaciones de Cedro colorado a campo abierto con aplicación localizada de humus de lombriz en dosis de 2 y 4 1g/planta, con un testigo (suelo) como patrón comparativo en parcelas experimentales con 4 bloques y 3 tratamientos, se orienta a vigorizar el plánton para aligerar su crecimiento y reducir el índice de mortalidad mediante el rebrote de nuevas yemas.

Los resultados obtenidos se sintetizan en: a) El crecimiento de cedro colorado con dosis de 2 y 4 Kg. de humus de lombriz, tuvo un desarrollo significativo en los 365 días que duró el estudio, manifestándose un incremento superior al 400% en los parámetros de altura y diámetro con respecto al testigo. b) El índice de mortalidad en *Cedrela odorata* se redujo a 10% en los tratamientos con 4 Kg. y 2 Kg. de humus de lombriz, por efectos del alto vigor de los plántones.

En ambos parámetros, crecimiento y mortalidad, se establece una diferencia estadística significativa en los tratamientos con 4 Kg. y 2 Kg. aun nivel de 0.05% con respecto al testigo; no existiendo tal diferencia entre ambos tratamiento con humus de lombriz.

Los niveles de materia orgánica presente en el humus de lombriz., manifiestan alto poder residual al año de su aplicación.

INTRODUCCION

La extracción comercial de especies forestales de alto valor como cedro colorado, muestra signos de agotamiento en los bosques amazónicos. Evidencias de esto son una saca más difícil y la reducción anual de volúmenes rollizos. Por otro lado, la intensiva extracción de estas especies no guarda relación con el

* Investigador IIAP. Centro Regional de Investigación IIAP-Ucayali.

número de especies reforestadas logradas artificialmente, a pesar de los esfuerzos realizados por superar los problemas silviculturales que se presentan.

Entre estos problemas destacan el lento crecimiento en suelos de baja fertilidad y muy pobre contenido de MO y en ambientes ecológicos diferentes a su hábitat y los altos Índices de mortalidad por ataque de *Hypsiphylla* sp. Predator específico y endémico para Meliáceas en trópico húmedo.

La importancia de la MO como fuente de nutrientes para la planta es relevada por Zirena y Díaz (1983) y por Sánchez (1981), quienes sostienen que el mejoramiento de la fertilidad del suelo se logra con la aplicación de abonos orgánicos para mejorar su estructura y constituir fuente de nutrientes y reguladores del pH, Konova y Oblitas (1983), y Dyson (1981) destacan la gran importancia de la MO en el suelo por el aporte gradual de nutrientes luego de la mineralización y humificación, por favorecer el incremento de la capacidad de intercambio catiónico, por la retención de humedad y por la agregación del suelo.

Se considera al humus de lombriz como el abono orgánico de mayor relevancia para cultivos por las bondades físicas, químicas y biológicas. Además mejoran considerablemente la estructura del suelo, regula el pH, aporta adecuados niveles de micronutrientes difícilmente disponibles en el suelo y adecuados niveles de N, P, K, Ca y Mg. Igualmente eleva la población de microorganismos, los que incrementan los niveles de nutrición y fomentan la producción de hormonas de crecimiento como las auxinas y giberelinas (1, 6). Estas hormonas actúan como impulsores del crecimiento en cultivos anuales (2, 3). En la Amazonía esta premisa para especies forestales se inicia con el presente estudio para cedro colorado; sin embargo, es importante resaltar los trabajos de Vega (1976 y 1979) en Suriname en *Cedrela angustifolia*. Este autor obtuvo exitosos resultados mediante la acumulación de materia orgánica del bosque primario en 'camellones'. Este sustrato contiene considerables porcentajes de humus natural, producto de la actividad microbiana del suelo.

La búsqueda de resultados que permitan la reforestación de cedro en condiciones de campo abierto y en suelos degradados motivó este estudio. Para el experimento se usó humus de lombriz durante el trasplante como sustrato sustitutorio del suelo en forma localizada estratificada. Esta es una metodología que desarrolla el IIAP (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana). Este tratamiento debe, además, aligerar el crecimiento longitudinal y reducir los índices de mortalidad mediante el rebrote de nuevas yemas apicales luego del ataque de *Hypsiphylla* sp. La base de esto es el vigor fisiológico transmitido por las bondades físicas, químicas, y biológicas del humus de lombriz que permite al cedro colorado superar eficientemente condiciones adversas de suelo y de ataque.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se efectuó en la Estación Experimental del Centro Regional de Investigación del IIAP-Ucayali; ubicada en el Km. 12 de la Carretera Federico Basadre en la ciudad de Pucallpa. El suelo del estudio corresponde probablemente a un ultisol, por sus características de acidez y baja fertilidad (cuadro 1).

Cuadro 1

ANÁLISIS DE SUELO

ANALISIS MECANICO				pH	CO3CA	MO	N	P	CAMBIABLES m e/100 g SAT				
Arena	Limo	Arcilla	Textura	1:1	%	%	%	ppm	Ca + Ma	Al + H	Al	CIC	CIC
%	%	%	%										
32	40	25	Franco	4.5	0.0	1.7	0.076	2.6	16	2.4	1.6	4.0	40.0

Fuente: Laboratorio de análisis de suelo de la U.N.A.S. – Tingo María (1991)

El estudio se basó en la aplicación de 0, 2 y 4 kg. de humus de lombriz por planta. Las características químicas del humus de lombriz se las presenta en el cuadro 2.

Cuadro 2

CARACTERÍSTICAS QUIMICAS DEL HUMUS DE LOMBRIZ

pH	MO	N	P	K	C.I.O	MO
	%	%	%	%	mmhos/	u/g
6.7	50.43	1.2	0.95	0.47	2.1	3'360,000

Fuente: Elaborado en el Laboratorio de suelos y plantas - UNA - La Molina; publicado por el IIAP-Ucayali

La plantación se realizó a campo abierto en setiembre de 1992 y con un distanciamiento de 1 x 1 m usando plantones de cedro con un 100% de ataques de *Hypsiphylia* sp. Los plantones se arreglaron en bloques. Los plantones para el

tratamiento de 0 kg/planta tuvieron un promedio de 0.58 cm de diámetro y 34.0 cm de altura. Los plantones del tratamiento 2 kg/planta tuvieron promedio de 0.56 cm de diámetro y 29.3 cm de altura. Los plantones para el tratamiento de 4 kg/planta de humus tuvieron un promedio de 0.56 cm de diámetro y 28.6 cm de altura.

Para la plantación se hizo hoyos de 20x 20 cm y 45 cm de profundidad. Las diferentes dosis de humus se aplicó en estratos de 15 cm intercalados con suelo. En el caso del tratamiento sin humus se removió el suelo a la misma profundidad.

Se usó un diseño de bloques completamente el azar con 4 repeticiones. Se evaluó crecimiento y mortalidad. El crecimiento se sustentó en la evaluación de la altura y diámetro. La mortalidad se evaluó por el número de plantas muertas.

En la evaluación se hizo el registro en 24 oportunidades, con intervalos de 15 días.

RESULTADOS

Hasta los 365 días de crecimiento la aplicación de 2 y 4 kg de humus de lombriz por planta, elevó significativamente ($p = 0.05$) el incremento de diámetro y de altura de las plantas de cedro (gráfico 1). No hubo, sin embargo, diferencias estadísticas entre los tratamientos de 2 y 4 kg de humus por planta.

El porcentaje de mortalidad se redujo significativamente ($p = 0.05$) en los tratamientos con abono comparados al porcentaje de mortalidad de las plantas sin humus. Entre los tratamientos con 2 y 4 kg/planta los porcentajes de mortalidad son similares.

Por otro lado el porcentaje de rebrote de las plantas tratadas con humus, se incrementó significativamente ($p = 0.05$) gráfico 2 comparados al testigo.

- Cedro colorado, luego del ataque del insecto en condiciones de vigor fisiológico, recupera la forma cilíndrica del tallo.
- El contenido de materia orgánica del humus de lombriz disminuye en un 30% al año de su aplicación, lo que le confiere alto poder residual nutritivo.
- El pH inicial de 6.7 del abono, se mantiene invariable al año de su aplicación en el sitio localizado en plena actividad fisiológica de cedro colorado.

DISCUSION

CRECIMIENTO

El valor promedio de 129 cm de crecimiento en altura y 2.66 cm en diámetro obtenido en 12 meses de evaluación para 2 y 4 kg de humus por planta

es ligeramente superior a los 120 y 2.5 cm reportados por Vega (1979) a 22 meses en similar método de plantación.

Este crecimiento favorable de cedro colorado con el humus, permite esperar mejores efectos en el tiempo, si consideramos que las condiciones edáficas del sitio utilizado por Vega (1979) son las de un terreno recientemente deforestado. En cambio, las condiciones del sitio de estudio, corresponden a características típicas de suelos degradados de predios agropecuarios en ejes de carretera sometidos a actividades agrícolas y pecuarias intensivas no acorde a su capacidad de uso.

El crecimiento inicial logrado puede deducirse como efecto de las propiedades físicas, químicas y biológicas del humus de lombriz, favorecidas con adecuada textura, capacidad retentiva de humedad, alto contenido de MO, pH, neutro, adecuados niveles de macro y micro nutrientes, elevada capacidad de cambio, así como abundantes microorganismos cuya actividad en el sustrato permite a la planta disponer continuamente de elementos esenciales en el crecimiento como las fitohormonas.

El hecho que no haya diferencia estadística de crecimiento de cedro colorado entre 2 y 4 kg de humus por planta sugiere la dosis de 2 kg/plantón como económica y fisiológicamente adecuada para que la especie logre un crecimiento inicial acelerado y vigoroso en su primer año de instalación en el sitio definitivo. Este efecto influye en la reducción de costos por labores de mantenimiento y reposición por mortalidad, y confiere a la especie viabilidad técnico-económica para su propagación en condiciones de campo abierto.

MORTALIDAD

La reducción a 10% de mortalidad logrado para cedro colorado en el presente experimento es superior al 45 % reportado por Vega (1979) en condiciones similares en un periodo de 0 a 2 años, edad de máxima incidencia de ataque de *Hypsiphyla* sp. Asimismo, la resistencia y recuperación fisiológica de la especie en el estudio es superior a lo registrado en las plantaciones su Suriname (Vega 1979).

Es importante resaltar que el índice de 10% de mortalidad aconteció en los dos primeros meses de siembra (octubre y noviembre) en el sitio definitivo. Este período correspondió a época de alta precipitación en la Región Ucayali, condiciones favorables para la producción de *Hypsiphyla* sp. y condiciones de estadio incipiente de vigor de cedro colorado, en tanto la planta se encontraba en una etapa de recuperación de los daños ocasionados por el insecto en vivero.

La reducción de los índices de mortalidad de cedro colorado, cuando es tratado con humus de lombriz en su crecimiento inicial, sugiere que no es menester distraer esfuerzos y recursos en la persecución de *Hypsiphyla* sp., sino

más bien; dotar a la planta de un sustrato rico en nutrientes, microorganismos y adecuado pH, condiciones que exige la especie para responder al daño del insecto logrando mayores incrementos longitudinales de los rebrotes luego del ataque.

Esta característica fisiológica es una respuesta a los niveles adecuados de nutrientes y sustancias hormonales. Esto manifiesta por el inmediato rebrote de nuevas yemas apicales luego del ataque, las que deben seleccionarse, dejando únicamente aquella que presente el menor ángulo al tallo para favorecer el empalme recto.

CONCLUSIONES

La velocidad de crecimiento en el diámetro y altura en plantones de cedro con humus de lombriz es acelerada en grado significativo, registrándose incrementos superiores al 400% en ambos parámetros en el crecimiento inicial.

Es posible plantar cedro en campo abierto, enriqueciendo el sustrato con humus de lombriz en suelos típicos de predios agropecuarios. Esto debido a las adecuadas propiedades físicas, químicas y biológicas del humus.

Se puede reducir la mortalidad del cedro por *Hypsiphylia* sp. a 10% por efecto del vigor en el plantón como consecuencia de la presencia de nutrimentos y la actividad microbiana disponible en el humus de lombriz. Esto reduce los costos de reposición.

Los mismos resultados de crecimiento se obtienen con dosis de humus de 2 y 4 kg; por lo que la dosis económica sería de 2 kg/plantón, en forma localizada.

La inclusión de humus de lombriz con aplicación localizado estratificada, como abono orgánico en plantaciones a campo abierto, no eleva significativamente los costos por su bajo valor en el mercado y por la factibilidad de ser producido por pequeños productores que dispongan de un hato ganadero de 1-30 cabezas o granjas avícolas o de ovinos.

Los plantones de cedro colorado con 2 y 4 kg de humus por planta recuperaron su vigor y forma, reiniciando un rápido enraizamiento y crecimiento, y notándose una mejora sustancial en el aspecto fitosanitario.

La velocidad del crecimiento inicial del cedro colorado con humus de lombriz reduce la periodicidad de labores de limpieza de malezas a dos durante el año, bajando significativamente los costos de mantenimiento.

Los nuevos fustes emergentes de los rebrotes, luego de un ataque de *Hypsiphylia* sp en plantones tratados con humus de lombriz, muestran un acelerado crecimiento longitudinal por segmentos; el que se estabiliza para dar lugar a un empalme satisfactorio de su diámetro al del fuste original dejando mostrar únicamente un ligero anillo como efecto del ataque, siendo necesario para ello eliminar la parte perforada por el insecto para evitar la invasión de hormigas y termites.

BIBLIOGRAFIA

- BANCO AGRARIO. 1987. "Manual de instrucciones para lombricultura". Dpto. de Divulgación Técnica. Lima-Perú. 47 p.
- UAP-CORDEU. 1988. "La Lombricultura integrada a la actividad agrosilvopecuaria". Pucallpa, Perú. 30 p.
- IIAP-CORDEU. 1989. "Lombricultura y biotecnología". Pucallpa, Perú. 30 p.
- DYSON, W.G. 1981. "Fertilización de plantaciones forestales en la reserva forestal de La Yeguada". Turrialba, Costa Rica. 70 p.
- KONOVA, y OBLITAS. 1982. *Materia orgánica del suelo, su naturaleza, propiedades y métodos de investigación*. Barcelona- España. 365 P.
- SABAC-CHILE. 1980. "Centro de Desarrollo de la Lombricultura". Santiago de Chile, Chile. 28 p.
- SANCHEZ, P. 1981. *Suelos del trópico, características y manejo*. IICA. San José, Costa Rica. IICA. 634 p.
- VEGA, L. 1976. "Plantaciones en Suriname". Turrialha, Costa Rica, 39p.
- VEGA, L. 1979. "La Silvicultura de *Cedrela* en Campo VII1". Suriname. 35 p.
- ZIRENA, D. y DIAZ N. 1983. "Fertilizantes, características y su utilización como bioabono". Cajamarca, Perú, 81 p.

Grafico 1

INCRMENTO EN ALTURA Y DIAMETRO DE 120 PLANTAS DE CREDO A LOS 365 DIAS DE CRECIMIENTO COMO EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES CANTIDADES DE HUMUS DE LOMBRIZ POR PLANTA. PROMEDIO DE 4 REPETICIONES

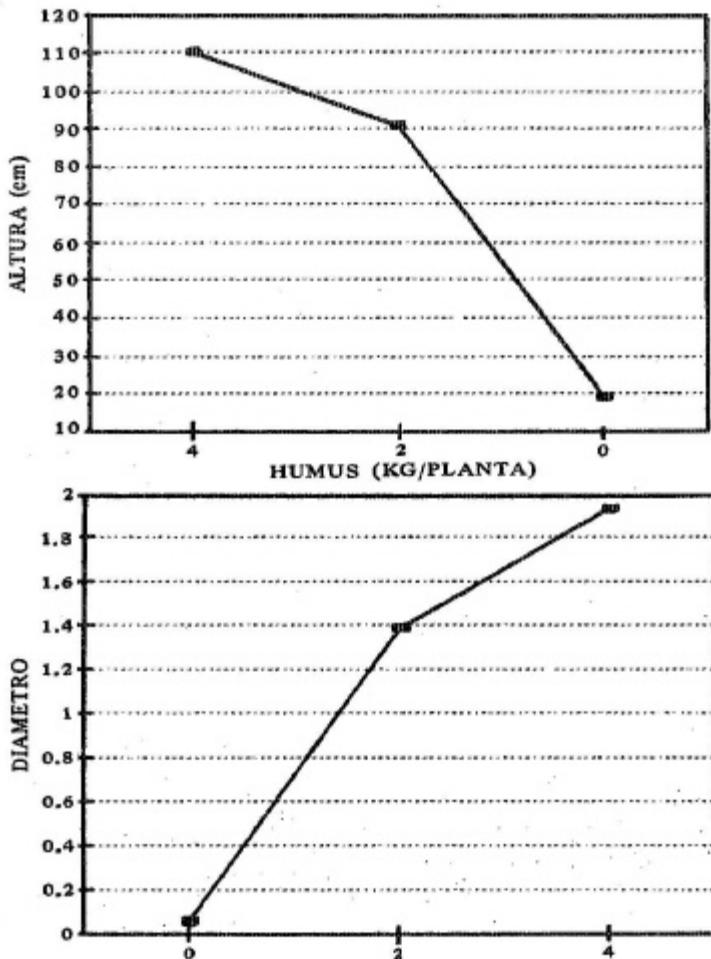
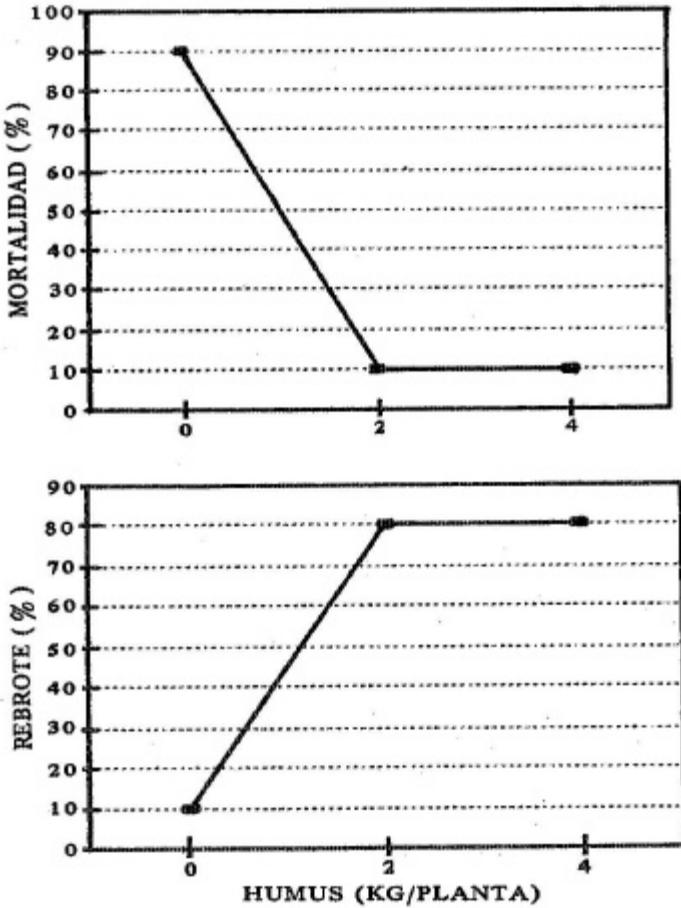


Grafico 2

PORCENTAJE DE MORTALIDAD Y REBROTE DE 108 PLANTAS DE CREDO A LOS 365 DIAS DE CRECIMIENTO COMO EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES CANTIDADES DE HUMUS DE LOMBRIZ.



CARACTERISTICAS DENDROLOGICAS DE CINCO ESPECIES FORESTALES DE SELVA BAJA

Juan R. Baluarte Vásquez*

RESUMEN

En el presente estudio, se efectuó la descripción de las características dendrológicas de cinco especies forestales de Jenaro Herrera, ubicado en la zona de vida, bosque húmedo tropical.

En adición a estas características, se menciona algunas particularidades de la estructura leñosa, propiedades físicas y mecánicas, así como el comportamiento a las máquinas de carpintería. Con el propósito de ampliar el conocimiento de estas especies se acompaña algunas observaciones sobre su autoecología.

La característica más destacable del presente trabajo es la descripción de especies poco informadas en anteriores estudios.

SUMMARY

This paper describes the dendrological characteristics of five species of trees studied at Jenaro Herrera, in the Tropical humid forest life zone. Details of the wood structure and physical and mechanical properties, as well as on the performance of carpentry machinery, are also dealt with. Autecological observations on these species are included. This study focused on species that have received only little previous attention.

Palabras Claves: Dendrología, tecnología, usos, autoecología, especies forestales-selva baja.

INTRODUCCION

El enorme potencial presente en los bosques amazónicos de selva baja, representa sin lugar a dudas un reto para todos los peruanos. No obstante conocidas son las razones que han venido dificultando su plena incorporación al desarrollo regional; muchas de ellas se refieren a la dificultad de su aprovechamiento por las condiciones propias de estos bosques, así como por el desconocimiento del recurso mismo en los aspectos taxonómicos y dendrológicos. Cabe indicar, especialmente, la poca importancia que se le ha dado a este campo; lo cual no permite orientar adecuadamente su aprovechamiento, muy ligado cada una de ellos a la escasez de recursos económicos.

* Director General de Investigación Forestal y Fauna-IIAP.

Teniendo en cuenta un sin número de limitaciones para identificar nuestras especies forestales, como la falta de equipos de laboratorio, carencia de material bibliográfico para consulta, etc.; la identificación basada en las características dendrológicas constituye una alternativa válida para superar estas dificultades.

El presente estudio pretende contribuir al conocimiento de la flora amazónica, utilizando esta ciencia y poniendo al alcance de la comunidad científica y usuarios en general las características dendrológicas de cinco especies forestales poco estudiadas de la región.

Sobre estas cinco especies, desde el punto de vista florístico, informaron Spichiger et al. 1989 y 1990. El presente estudio fue registrado durante el desarrollo del Proyecto “Estudios básicos y aplicados de maderas del bosque húmedo Tropical”, ejecutado en la localidad de Jenaro Herrera ubicado en la margen derecha del río Ucayali, a 200 Km. de Iquitos.

MATERIALES Y MÉTODOS

LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Este trabajo se efectuó en el distrito de Jenaro Herrera, ubicado en la margen derecha del río Ucayali, Provincia de Requena, Departamento de Loreto, Perú. Geográficamente está sobre coordenadas 04°55' LS y 73° 40' LW. El área específica corresponde al bosque denominado “El Copal”, ubicado a 12.4 Km. al Este de Jenaro Herrera; la altura media es de 160 msnm, los tipos de suelos predominantes corresponden a los de ultisol, alfisol e inceptisol (Sabogal 1980).

De acuerdo a la clasificación de UNESCO (1981), basada en las características ecológicofisionómicas de las formaciones vegetales, considera a esta formación como bosque ombrófilo tropical de baja altitud; más preciso, es la información de ONERN (1976), basada en la clasificación de Holdridge (1987), ambas tipifican a este lugar como zona de vida natural “bosque húmedo tropical”. La información climatológica analizada por Marengo (1983) correspondiente a un período de 10 años es la siguiente: temperatura media anual 25.90°C precipitación promedio anual 2,888 mm y humedad relativa de 87%.

PROCEDIMIENTO

El presente estudio se efectuó como parte del proyecto “Estudios básicos y aplicados de maderas del bosque húmedo tropical”, correspondiéndole al autor de este artículo la responsabilidad de la colecta e identificación del material de campo; por esta razón se cuenta con abundante información que será expuesta en este documento.

Se contó con abundante material y equipos de campo, los que han permitido profundizar los aspectos descriptivos poco informados por anteriores estudios de esta naturaleza. Es así como, luego de ubicar 5 árboles de la misma especie, fueron medidos el diámetro a la altura del pecho con una forcípula, luego los árboles fueron apeados con una motosierra, procediendo de inmediato con cinta métrica a registrar las mediciones correspondientes a la altura total del árbol, del fuste, tamaño de la copa, etc.

La información dendrológica fue vaciada en un formulario tomado de Ríos (1982). Esta información fue compatibilizada con los 5 árboles a fin de no excluir ninguna característica relevante; asimismo, se procedió a observar el corte transversal del fuste en estado húmedo, resaltando los detalles referentes a la conformación de la sección transversal, olor, color, forma de la albura, duramen y médula.

Todo esto fue complementado con el comportamiento de la madera al aserrío, ya que las muestras de madera para los ensayos tecnológicos fueron obtenidos in situ con un aserradero artesanal confeccionado en base a una motosierra.

De cada uno de los 5 árboles se procedió a la colecta de una muestra botánica para la identificación taxonómica, esta labor se desarrolló con el apoyo de material bibliográfico y su respectiva confrontación con las excicatas del Herbario de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, lugar donde se encuentran actualmente depositados estos ejemplares.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

IDENTIFICACIÓN DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS

Los resultados de la identificación taxonómica se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1

IDENTIFICACIÓN TAXÓNOMICA DE LAS CINCO ESPECIES
FORESTALES.

Nombre científico	Familia	Nombre común
<i>Osteophloeum platyspermum</i> (A.DC.) Warb.	Myristicaceae	Favorito, cumala blanca.
<i>Qualea paraensis</i> caspi.	Ducke Vochysiaceae	Yesca
<i>Qualea trichanthera</i> Warm.	Vochysiaceae	Moena 2 sin olor
<i>Tapirira guianensis</i> Aublet.	Anacardiaceae	Huira caspi
<i>Vantanea parviflora</i> Lamb.	Humiriaceae	Manchari caspi.

DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS

Osteophloeum platyspermum (A. DC.) Warb (gráfico 1).

Árbol dominante, con fuste recto y cilíndrico desde el suelo hasta la primera rama. Presenta una arquitectura muy típica, siguiendo el modelo de Massart, muchas veces con “reiteraciones” (Hallé et al., 1978), citado por Spichiger (1982).

Corteza externa esponjosa, marrón claro humoso; ritidoma desprendible en tiras largas rectangulares o irregulares. Corteza interna fibrosa, amarillenta; exuda abundante savia amarillo-ambar cristalino, olor característico y sabor astringente.

Ramita terminal cilíndrica, color oscuro, comprimida en la punta, asurcada y densamente puberulenta.

Hojas simples, alternas y decusadas; coriácea; haz glabra; limbo de forma obovada, ápice redondeado a veces emarginado; pecíolos esbeltos, puberulentos como las ramitas, canaliculados, base obtusa o aguda; borde entero, revoluto; nervio medial impreso canaliculado en la haz, muy prominente en el envés, 7-8 nervios laterales broquidódromos, muy delgados en ambas caras, rectos y ascendentes.

Inflorescencia diminuta, paniculada de 1.0-5.0 cm., también puberulento, pedúnculo pardo marrón. Flores solitarias o en fascículos de 2-8, con bractéolas deciduas en la base, pedicelos con bractéolas semiorbicular de 2.0 mm de ancho en la base y 1.0 mm de largo; perianto trímero de 4.0 mm de

largo, los lóbulos oblongos, profundos cerca de la base; androceo de hasta 3.0 mm. de alto; estigma sésil y oblicuo (Spichiger et al. 1989).

Fruto capsular, de 1.8 cm. de alto por 2.3 cm., de ancho; de paredes delgadas de 0.5-1.5 mm., línea de sutura muy prominente; pedúnculo de aproximadamente 4.0 mm de largo, consta de una sola semilla dos veces más ancha que alta.

Madera semidura, albura y duramen bien diferenciados; el primero blanco cremoso, predominante; duramen pardo; médula céntrica y sana. Grano recto, brillo y textura media; poros ligeramente visibles, solitarios o agrupados en filas radiales; parénquima paratraqueal terminal. Densidad media, resistencia mecánica baja a media, secado bueno y buen comportamiento a la máquina de carpintería. Su uso recomendado es en carpintería de obra, mobiliario en general y ebanistería (Baluarte y Aróstegui, 1991).

Esta especie habita en bosque primario no inundable, sobre suelos arcillosos, de topografía plana o levemente ondulada. Spichiger et al. (1984) y Encarnación (1983); señalan que esta especie está distribuida en la cuenca amazónica brasileña, peruana y colombiana; también en la Guayana y en Venezuela.

A pesar de su amplia distribución presenta escasa regeneración natural encontrándose aisladamente. Una característica destacable que permite distinguir cualquier Miristicácea (americana o de otras regiones) de otras familias de árboles, y su savia rojiza o amarillenta algo transparente que brota al cortar la corteza; sin embargo esta particularidad suele encontrarse en otros taxones como *Pterocarpus* de Leguminosae, *Croton* de Euphorbiácea y *Unonopsis* de Anonacae; que habitan también en la Amazonía Peruana; pero difieren en alguna característica vegetativa que toda confusión sería imposible.

Qualea paraensis Ducke (gráfico 2).

Árbol dominante, cuatro raíces tablares prominentes en la base; fuste recto y cilíndrico, casi recto hasta la primera rama.

Corteza externa fisurada, marrón con manchas verdes; ritidoma coriáceo, estratificado que se desprende en placas rectangulares o irregularmente, en las ramas el ritidoma se desprende en escamas pequeñas. Corteza interna fibrosa arenosa, pardo rojizo, poco amargo, olor característico.

Ramita terminal circular, verdosa; yema terminal con hojitas conducidas, papirácea, color concho de vino, haz y envés lustroso.

Hojas simples, opuestas o ligeramente subopuestas, estipuladas. Peciolo fino, surcado; limbo glabro, coriáceo, aovado o elíptico con acumen largo y estrecho, ápex redondeado raramente emarginado; base obtusa o subaguda;

nervio principal impreso en la haz, con pelos adpresos; nervios secundarios muy finos y numerosos, anastomasados, unidos entre ellos por un nervio marginal a 1 mm. del borde.

Inflorescencia paniculada, de 6-10 cm. de largo, terminales o situadas en la axila de las hojas superiores. Flor con pedicelos pubescentes y delgados; sépalo espolonado, sedoso-plateado, espolón oblongo, el resto del cáliz está compuesto de dos lobos laterales redondeados y de dos lobos anteriores más largas, más o menos pubescentes; pétalo blanco emarginado, con mancha purpúrea hacia la base y con la parte central amarilla; antera dorsifija, pubescente; estilo glabro, etigma semilateral; ovario hirsuto (Spichiger et al 1990).

Fruto: cápsula de 4.0-4.5 cm. de largo por 2-2.5 cm. de ancho, aovado-elípticas, finamente verrugosas, cortamente apiculadas triloculares, dehiscentes por tres valvas; cáliz persistente; pedúnculo de 7 mm. de largo, espeso. Semillas aladas de 4 cm. de largo.

Madera dura y pesada, albura cremoso-amarillenta, susceptible al ataque de hongos; duramen predominante, marrón oscuro, forma regular, anillos de crecimiento bien pronunciados, al contacto con el aire vira lentamente al anaranjado pálido; médula céntrica y sana. Grano recto y entrecruzado, textura media a gruesa, brillo medio o bajo, poros solitarios y múltiples radiales, parénquima paratraqueal. Densidad y resistencia mecánica alta, secado regular y mal comportamiento a las máquinas de carpintería, veteado llamativo. Uso recomendable en parquet, durmientes, pilotes, puentes y puntales, chapas decorativas, mangos de herramientas y piezas torneadas (Baluarte y Aróstegui, 1991). Los individuos jóvenes se usan como madera redonda para construcción (Vásquez, 1989).

Esta especie habita en bosque primario no inundable, sobre suelo arcilloso o arcillo-arenoso de topografía plana en la región Amazónica (Spichiger et al. 1990). Encarnación (1983), informa que también se lo encuentra en terrenos inundables; el autor de este documento encontró árboles de este género en zonas hidromórficas; pero la madera de estos últimos posee propiedades físicas diferentes a la especie de terrenos bien drenados especialmente lo referente a la densidad; razón por la que sospecha que los individuos de áreas inundables podrían tratarse de otra especie.

El árbol de esta especie en su fase arquitectural final cuenta con una exuberante copa de gran cobertura sobre cuya base suele observarse abundante regeneración natural que luego desaparece.

Qualea trichanthera Warm. (gráfico 3).

Árbol dominante, raíces tablares delgadas, copa grande y esferoidal; fuste recto y cilíndrico, con nudos conspicuos a manera de hernias en toda su longitud. Corteza externa áspera y lenticelar, marrón oscuro, las lenticelas son agrupadas en filas transversales; ritidoma leñoso desprendible en escamas pequeñas. Corteza interna fibrosa, amarillo acentuado, olor característico y sabor dulzón, se oxida gradualmente al pardo claro; al día siguiente, de la entalladura de la corteza interna brotan mucílagos color caramelo.

Ramita terminal orbicular, en la parte superior más o menos rectangular, pubescentes cuando jóvenes, volviéndose glabro con el tiempo.

Hojas simples, opuestas o muy ligeramente sub-opuestas, coriácea; haz glabro y envés glabrescente; limbo elíptico, algunos oblongos; ápice caudado acuminado que termina en un mucrón de 1.0 mm. de largo; pecíolo esbelto, finamente canaliculado, con presencia de una glándula en la unión de éste con la ramita; base redondeada, borde entero, nervio longitudinal impreso en la haz, pubescente y muy prominente en el envés, con dos alas pubescentes laterales, nervios secundarios muy numerosos y finos formando un ángulo casi recto con el nervio longitudinal y unidos por un nervio marginal, a menos de 1.00 mm del borde.

Inflorescencia racimosa, de 10-15 cm. de largo, axilares o terminales. Flores con pedicelo delgado y pubescente; bráctea floral decurrente; botón floral pubescentes; caliz con dos sépalos anteriores triangulares, dos laterales y uno espolonado, pétalo blanco, rayado de rojo; estambre único; antera peluda basifija; ovario y parte inferior del estilo lanoso-plateado (Spichiger et al. 1990).

Fruto cápsula oblongo-elíptico, ligeramente arqueado, finalmente verrugoso, apiculado, trilocular de 2.5 - 3 cm. de largo por 1.3 cm. de ancho, dehiscencia por 3 valvas; pedúnculo de 7 mm. de largo por 2 mm. de ancho; cáliz caduco; semillas aladas de hasta 3 cm. de largo.

Madera semidura, albura cremosa; duramen marrón oscuro, se oxida cambiando al cremoso amarillento.

Es muy apreciada como madera aserrada, Vásquez (1989) informa sobre el uso en construcción en general, los individuos con diámetros menores se emplean como madera redonda.

Esta especie habita en bosque primario no inundable, sobre suelos preferentemente arcillosos de topografía ondulada. Cuenta con una amplia distribución, encontrándolo en la región amazónica de Venezuela, Guayana, Colombia, Brasil y Perú (Spichiger et al. 1990).

Esta especie por la coloración de su madera fue considerada tradicionalmente como una Lauraceae, el epíteto vernáculo con que se le conoce

es “moena sin olor”, se lo encuentra registrado en los inventarios dentro del taxón antes mencionado.

En ausencia de flores, frecuentemente se lo confunde con la *Qualea paraensis* por la similitud de sus hojas, sin embargo, existen detalles vegetativos particulares que lo diferencian como son el mucrón del apex y la presencia de glándulas en la unión del pecíolo con la ramita.

De acuerdo a la clasificación de la venación foliar establecida por Hickey (1974); esta especie junto con la *Qualea paraensis* están incluidas dentro del grupo *Camptódroma*; empero, no podemos insertarlo en un subgrupo específico porque no se ajusta a ninguna clasificación precisa al respecto por su nerviación secundaria peculiar.

Tapirira guianensis Aublet (gráfico 4)

Árbol de porte mediano, ramificación alterna secuencial, ramas horizontales a erguidas; base del fuste con raíces tablares medianos seguido de un fuste recto de sección circular en toda su extensión con leve ahusamiento en la parte alta; copa cónica a globosa.

Corteza externa fisurada, rojo oscuro con manchas blancas, fisuras longitudinales axiales medianamente pronunciadas. La interna es laminar-fibrosa, estratificada, color rojo teja; exuda lentamente por toda la corteza interna escasas gotas de resma cremosoamarillenta, de consistencia mantecosa, olor característico y sabor insípido.

Ramita terminal cilíndrica, pubescente; yema terminal en forma de puño, cubierto por pulverulencia farinosa.

Follaje espeso a ralo, con hojas compuestas, alternas imparipinnadas, pecíolo pulvínulo, esbelto, comprimido y fino, color violáceo. Foliolos opuestos, decurrentes en su base, basalmente agudo, asimétrico; limbo coriáceo a sub coriáceo, borde entero, ápice caudadoacuminado; haz con nervio medial y laterales poco notorios, broquidódomos.

Inflorescencias: Tirso de 10-15 cm. de longitud, terminales o en la axila de las hojas terminales. Flor masculina con perianto pentámero, caliz gamosépalo aplastado, pétalos libres, diez estambres, gineceo atrofiado. Flor femenina con diez estambres (Spichiger et al. 1990).

Fruto globoso, drupáceo de 13 mm. de largo y 10 mm. de diámetro, consta de una sola semilla envuelta de un epicarpio fino.

Madera sumamente blanda y liviana, albura y duramen no diferenciables, ambos cremosos, al cabo de cierto tiempo se oxida al pardo claro. La madera aserrada exuda una sustancia mantecosa, grisácea, inodora e insípida.

Es utilizado frecuentemente para vigas, caibros y ripas. En la industria del mueble se recomienda su uso en acabados internos, molduras, mesas comunes; también se utiliza para embalaje y cajonería en general, juguetes; tacos de zapatos, tamancos y piezas torneadas como objetos de adornos, patas de muebles, hormas de zapatos y mangos de herramientas. En la industria de la transformación de la madera se utiliza para chapas decorativas, palitos de fósforos y lápices, en la industria de la construcción se utiliza en encofrados (documento anónimo y sin fecha de publicación).

Regenera por semillas en forma más o menos abundante. Árbol muy frecuente, bien distribuido, se lo encuentra en la sucesión pionera a secundaria temprana, asociación heterogénea, heliófito a semiheliófito; es atacado por defoliadores (Mahecha, citado por Mahecha, Rodríguez y Acero; 1984).

Crece sobre suelos arcillosos de topografía plana o levemente ondulada de la región amazónica.

Vantanea parviflora Lam (gráfico 5)

Árbol dominante, robusto, base del fuste con raíces tablares prominentes y delgadas, fuste recto y cilíndrico con marcada presencia de anillos; copa grande con espeso follaje.

Corteza externa pardo amarillado, con lenticelas en filas longitudinales; ritidoma leñoso que se desprende en tiras largas de variadas dimensiones. La interna es fibrosa, rojizo con jaspes longitudinales amarillos, sabor amargo y olor característico; exuda lentamente escasa resma cristalina, pegajosa que se oxida al color rojo sangre con sabor astringente y olor característico.

Ramita terminal orbicular, verdes, con tricomas hirsutos y yemas terminales con pubescencia cremosa.

Hojas simples, alternas, coriáceas; haz y envés glabros; limbo de forma obovado a casi elíptico, borde entero y ciliado; peciolo poco engrosado en la base; base aguda y decurrente; nervio principal prominente en las dos caras, nervios secundarios impresos en la haz y ligeramente prominente en el envés.

Inflorescencia terminal o axilar; cimas compuestas de tipo corimbiforme. Flores glabras, cáliz gamosépalo, corola de prefoliación valvar y capullo frecuentemente torcido, cinco pétalos lineares, estambres muy numerosos, ovario glabro y ovoide (Spichiger et al. 1990).

Fruto drupa elipsoidal, exocarpo rugoso de unos 5.0-7.0 cm. de largo poro 4.0-5.0 de ancho.

Madera pesada y dura, albura marrón claro; duramen regular, predominante, marrón oscuro; médula céntrica y sana; sumamente resistente al aserrío.

Debido a las características peculiares de la madera, los nativos la utilizan para horcones de viviendas, sinchinas para cercos, largueros de puentes y postes.

Esta especie habita en bosque primario no inundable de terrenos ondulados, sobre suelos arcillosos. Spichiger et al. (1990) indican que este género está distribuido en bosques de Guayana Francesa, en los estados brasileños de Pará y Amazonas y estado de Amazonas en Venezuela. Debajo del árbol se observa escasa regeneración natural.

BIBLIOGRAFIA

- BALUARTE Y AROSTEGUI, 1991. "Usos probables de las maderas de 20 especies del Departamento de Loreto", en *Folia Amazónica*. Perú. Vol. 3: 61-81.
- ENCARNACION, F. 1983. "Nomenclatura de las especies forestales comunes en el Perú". Documento de trabajo N° 7. Proyecto PNUD/FAO/PER/81/002. Lima. 149 p.
- HICKEY, L. 1974. "Clasificación de la arquitectura de las hojas de dicotiledóneas. en *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*. Vol XVI (N° 1-2): 1-26.
- HOLDRIDGE, L. 1987. *Ecología basada en zonas de vida*. IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura) Tercera reimpresión. San José, Costa Rica, 216 p.
- MAHECHA, G., RODRIGUEZ, R. Y ACERO L. 1984. *Estudio dendrológico de Colombia*. Universidad Distrital "Francisco José de Caldas", Instituto Geográfico "Agustín Codazzi". Bogotá. 282. p.
- MARENGO, 3. 1983. "Estudio agroclimático en la zona de Jenaro Herrera (Requena-Loreto) y climático en selva baja Noreste del Perú". Tesis Ing. Meteorólogo-UNA-La Molina. Lima. 440 p.

- PERU, OFICINA NACIONAL DE EVALUACION DE RECURSOS NATURALES. 1976. Mapa ecológico del Perú (gofa explicativa). Lima. 196 p.
- RIOS, J. 1982. Prácticas de dendrología Tropical. Departamento de Manejo Forestal: UNA - La Molina. Lima. 150 p.
- SABOGAL, C. 1980. "Estudio de caracterización ecológico silvicultural del bosque "copal", Jenaro Herrera (Loreto-Perú)". Tesis Ingeniero Forestal. UNA - La Molina. Lima. 466 p.
- SPICHIGER, R. 1982. "Prueba de clave para reconocer, a partir de los órganos vegetativos, las principales familias de árboles de una reserva natural de la Amazonía Peruana". Societé Botanique de Gêneve, Suiza. Saussurea (Suiza) 13:1-16.
- SPICHIGER, R. et al. 1989. *contribución a la flora de la Amazonía Peruana; los árboles del arboretum Jenaro Herrera*. Vol. 1 Conservatorio y Jardín Botánicos de Ginebra/COTESU/IIAP. Ginebra, Suiza. 359.
- SPICHIGER, R. et al. 1990. *Contribución a la flora de la Amazonía Peruana; los árboles del arboretum Jenaro Herrera*. Vol. 2. Conservatorio y Jardín Botánicos de Ginebra/COTESU/IIAP. Ginebra, Suiza. 565 p.
- UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC and CULTURAL ORGANIZATION - UNESCO. 1981. Mapa de la vegetación de América del Sur (nota explicativa) París. 189 p.
- VASQUEZ, R. 1989. Plantas útiles de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 195 p.

Grafico 1

Osteophloeum platyspermum (A.DC) Warb. a) ramita con inflorescencia , b) flor y androceo; c) ramita con inflorescencias (Bernardi 16316); d) flor y gineceo. (Warburg 9060); e) ramita con frutos. (Tomado de Spichiger 8c al.; *Contribución a la flora de la Amazonía Peruana* Vol.1)

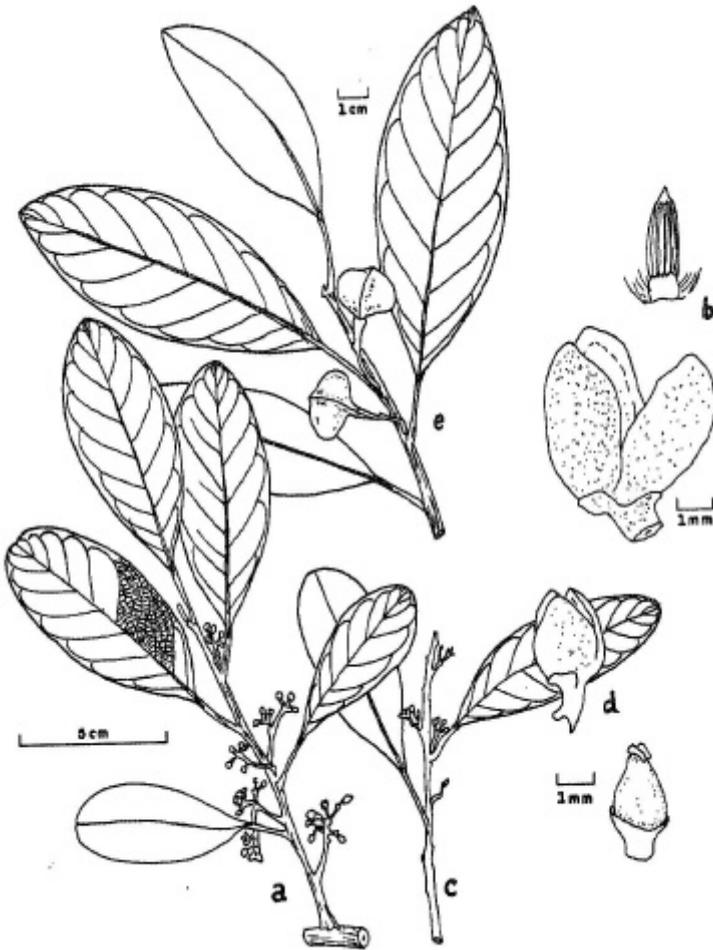


Gráfico 2

Qualea paraensis Ducke

a) ramita florífera; b) estípulas; c) flor; c¹) pétalo; d) ramita fructífera (Tomado de Spichiger 8c al.; *Contribución a la flora de la Amazonía Peruana* Vol.2)

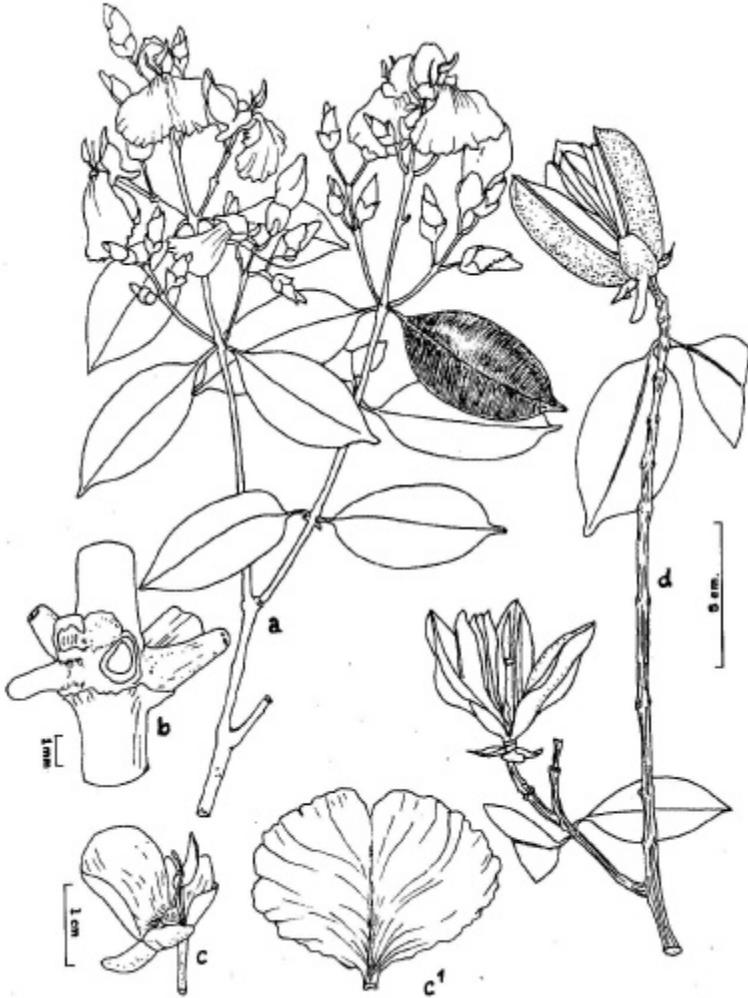


Gráfico 3

Qualea trichanthera Warm.

a) ramita florífera; b) estípular; c) flor; c¹) pétalo; d) ramita fructífera. (Tomado de Spichiger 8c al.; *Contribución a la flora de la Amazonía Peruana* Vol. 2



Gráfico 4

Tapirira guianensis Aublet

a) ramita e infrutescencias; b) inflorescencias; c) flor; d) ovario, corte longitud; e) detalle del disco. (Aronson & Jarámillo 25784); f) flor (tomado de Spichiger 8c al.; *Contribución a la flora de la Amazonía Peruana* Vol.2)

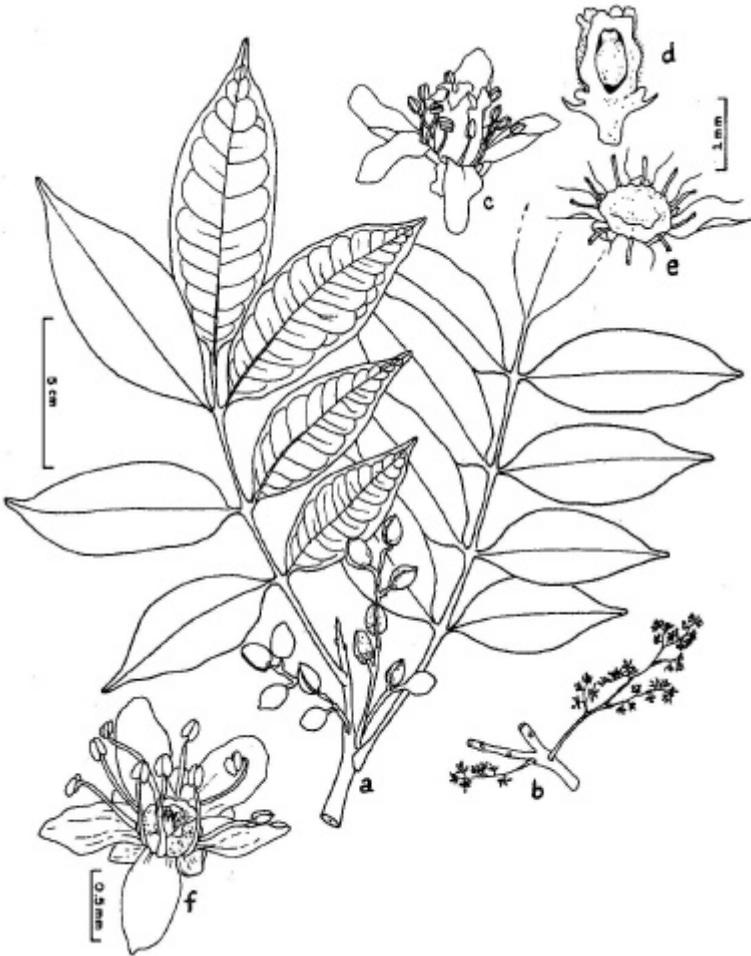


Gráfico 5

Vantanea parviflora Lam.

a) ramita florífera; b) flor; c) ápice de estambre; d) gineceo. e) fruto; f) endocarpo.
(tomado de Spichiger 8c al.; *Contribución a la flora de la Amazonía Peruana* Vol.2)



CARACTERISTICAS TECNOLOGICAS Y USO INDUSTRIAL DE NUEVAS ESPECIES FORESTALES DE LA AMAZONIA PERUANA *

Heiter Valderrama Freyre **

RESUMEN

La extracción selectiva de especies maderables de nuestros bosques, con la mala política de manejo utilizado en los años anteriores, originó prácticamente la desaparición de especies valiosas y requeridas comercialmente en el mercado. Sin embargo, en el ámbito nacional e internacional existe mercado asegurado para productos terminados o semielaborados a base de madera de especies tradicionales o de otras con características similares.

El presente trabajo da a conocer los resultados concernientes a los valores tecnológicos, comportamiento y usos preliminares de 31 especies forestales tropicales desconocidas en el mercado. La toma de datos y el análisis correspondiente a las características y propiedades de la madera, se las realizó en el laboratorio de Anatomía y Tecnología de Madera de la Facultad de Ingeniería Forestal-Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

Se presenta el comportamiento tecnológico de la madera durante el aserrío, secado, durabilidad natural, preservado, trabajabilidad y resistencia mecánica, además 16 aplicaciones diferentes como alternativa de utilización de las especies consideradas en el estudio.

INTRODUCCION

La facultad de Ingeniería Forestal de la UNAP, dentro de su política de desarrollo, ha elaborado planes y programas de investigación, abarcando dentro de ella el área de tecnología de la madera, tendientes a determinar los usos de nuevas especies forestales tropicales de la Amazonía. El estudio abarca la investigación básica sobre descripción de la estructura celular, propiedades físicas y mecánicas, comportamiento durante el secado, aserrío, trabajabilidad, preservado, resistencia mecánica, fabricación de pulpa y papel etc. Todo ello dirigido a determinar su uso definitivo y así satisfacer la gran demanda de materia prima que requiere la Industria Forestal en nuestra región.

* Trabajo sustentado en el Seminario "Utilización industrial de Nuevas Especies Forestales". Convenio Proyecto ITTO-UNAP. Noviembre 1992 - Iquitos.

** Profesor Principal de la Facultad de Ingeniería Forestal-UNAP. Apartado Posta 120 telefax 23-4141. Iquitos-Perú.

En esta oportunidad, la Facultad de Ingeniería Forestal en convenio con el proyecto forestal ITTO y por intermedio de la Cámara Forestal Nacional, presenta los resultados concernientes a los datos tecnológicos y usos preliminares de la madera de 31 especies forestales desconocidas en el mercado nacional e internacional, esperando tener una respuesta positiva de los usuarios de la madera.

REVISION DE LITERATURA

Según informaciones del Proyecto ITTO 37/88 "Utilización Industrial de nuevas especies forestales en la región-Fase I" (1991), ejecutado desde abril de 1990 hasta octubre de 1991, con la participación de empresas e instituciones de las ciudades de Iquitos, Pucallpa y Lima, éste ha tenido los siguientes objetivos: incorporar a la utilización industrial nuevas especies forestales de uso potencial y de significativa presencia en los bosques tropicales del país. Desarrollar investigación aplicada en empresas calificadas de la industria maderera en aserrio, secado, preservación, fabricación de parquet, durmientes y postes. Mejorar el nivel de conocimiento tecnológico en las empresas madereras de Iquitos, Pucallpa y Lima, ello mediante cursos de capacitación industrial. Desarrollar la introducción a mercados de nuevos productos forestales mediante la comercialización de lotes en depósitos de madera.

Para el cumplimiento de estos objetivos, se seleccionó varias especies forestales, basándose en su volumen disponible en los bosques peruanos, características del tronco y las propiedades de la madera, considerándose dentro de ellas algunas especies promisorias para el manejo sostenido de los bosques secundarios. Entre los productos considerados figuran: madera aserrada (incluyendo partes y piezas para muebles y envases), madera para estructuras (vigas, viguetas, columnas, correas, entablados, marcos para puertas y ventanas; etc.), pisos, durmientes y molduras. Las especies procesadas provinieron del área cercana a la carretera Tournavista (Ucayali y Huánuco) y de los kms. 60, 68 y 75: carretera Federico Basadre (Ucayali) y de la cuenca del río Nanay (Iquitos-Loreto). El proyecto reportó algunos resultados relevantes como por ejemplo: la capirona fue una de las especies que destacó, entre otras características favorables, por su coloración uniforme y facilidad de aserrio; a pesar de su elevada densidad, no tuvo problemas en el secado para piezas de pequeño espesor y longitud, alta resistencia al clavado. La yacushapana, como el shihuahuaco, son de difícil aserrio, buena durabilidad natural, buen comportamiento al secado y pueden servir, para la producción de durmientes, pisos, construcción, entre otros usos. Por otro lado, el agua masha es fácil de aserrar en trozas frescas, fácil de secar. El estoraque es una especie difícil de aserrar

debido a su dureza, el secado al horno no es difícil, y es resistente al ataque de hongos.

En IQUITOS, en el Centro de investigación de Puerto Almendras de la Facultad de Ingeniería Forestal-UNAP, durante la investigación tecnológica aplicada; se encontró que el cedrillo es fácil de aserrar y muy estable; durante el secado al aire sólo se detectaron pequeñas rajaduras en los extremos de las tablas. La quillosa, igualmente fue de fácil aserrío, pero presenta algunos problemas de secado; el mari mari, a pesar de ser una madera dura, no tiene problemas de aserrío, tiene buena trabajabilidad y no presenta defectos durante el secado al aire. La andiroha fue fácil de aserrar, el color de su madera es similar a la coba, y es resistente al ataque biológico. La huamansamana es una madera muy liviana y sensible a la mancha azul. El azúcar huayo fue la especie de más difícil aserrío, desafilaba rápidamente los elementos cortantes y calienta fuertemente la cinta.

Con respecto a estudios tecnológicos de la madera de especies tropicales, se encontró datos que sirvieron para reforzar los resultados del presente trabajo, *Begazo y Aróstegui* (1985) efectuaron la descripción anatómica a nivel general macroscópico y microscópico de la madera y elaboraron claves de identificación en las siguientes especies: tahuarí, andiroha, azúcar huayo, capirona de altura. Valderrama y otros (1989), al mismo nivel de estudio anatómico, presentan información de las especies: shingarana, punga, huamansamana. *La Junta del Acuerdo de Cartagena* (1981), describe anatómicamente a nivel macro y microscópico y, además, presenta los valores de las propiedades físicas y mecánicas de las siguientes especies: ojé rosado, capirona, mashonaste, estoraque, punga, panguana, andiroba, yacushapana.

Aróstegui (1976), a nivel preliminar, realizó el estudio de la distribución ecológica, descripción del árbol, descripción de la madera, propiedades físicas y mecánicas, usos probables y, en algunos casos, determinó la aptitud papelera y propiedades de durabilidad y preservación de las siguientes especies: huamansamana, carahuasca, andiroha, azúcar huayo, pashaco blanco, ubos, ojé rosado, cachimbo, requia, huayruro, manchinga, pumaquiro, yacushapana, capirona, estoraque, shihuahuaco, tahuarí y mashonaste.

Loureiro y Freitas (1968), presentan datos a nivel dendrológico, distribución geográfica, hábitat, características generales de la madera, descripción macroscópica y usos comunes de las siguientes especies: andiroha, mashonaste, cedrillo, pashaco colorado, huamansamana, punga. *Aróstegui* (1982), haciendo una recopilación de información de estudios tecnológicos de maderas peruanas, informa sobre las características anatómicas de la madera, propiedades físicas y mecánicas, trabajabilidad y usos de la madera de las siguientes especies: azúcar huayo, punga, pashaco blanco, ubos, hualaja,

panguana, huayruro, machinga, pumaquiro, yacushapana, estoraque, tahuari, mashonaste.

Valderrama (1991), presenta los valores de las propiedades físicas (peso específico, contenido de humedad, contracción), determinados en el laboratorio de Anatomía y Tecnología de la Madera de la Facultad de Ingeniería Forestal de la UNAP, de las siguientes especies: pashaco colorado, pashaco blanco, cedrillo, quillosa, azúcar huayo, mari mari, shiringarana, carahuasca negra, maria buena.

El comportamiento tecnológico de la madera, se determinó mediante relación de la estructura celular y propiedades. *Aróstegui y Valderrama* (1986), emplearon un sistema de investigación y procedimiento menos costoso, más sencillo y práctico que, sin remplazar al tradicional, posibilita estimar simultáneamente los usos probables de la madera de un gran número de especies forestales, basándose en los caracteres anatómicos importantes (color, grano, textura, veteado, inclusiones; etc.), propiedades físicas (peso específico, contenido de humedad, contracción), relacionados con el comportamiento de la madera durante el secado, preservado resistencia mecánica, trabajabilidad; entre otros y evaluadas a partir de muestras pequeñas del árbol. *Valderrama* (1992), analiza la relación que existe entre la estructura anatómica con el comportamiento tecnológico de la madera de treinta especies forestales de la Amazonía Peruviana, relaciona caracteres anatómicos como: fibras, vasos, dirección del grano, contenido; etc. con el comportamiento tecnológico de la madera: secado, preservado, resistencia mecánica, trabajabilidad, fabricación de pulpa y papel; etc. El *mismo autor* (1984), realizó el estudio de correlación entre el peso específico y las propiedades mecánicas, estas formulaciones poseen cierto grado de aceptabilidad a raíz del alto coeficiente de correlación entre las variables, lo que facilita la estimación de las propiedades mecánicas en función a la densidad básica de la madera.

MATERIALES Y MÉTODO

El trabajo se desarrolló en el laboratorio de Anatomía y Tecnología de la Madera de la Facultad de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Los materiales utilizados, corresponden a muestras de madera para los diferentes ensayos, se las realizó en coordinación con las actividades del proyecto ITTO PD 37/3 8 (cuadro 1).

Los datos obtenidos en campo y en laboratorio se traducen en características de la troza (calidad, diámetro, flotación, ataques biológicos),

características organolépticas de la madera (diferenciación entre albura, porcentaje de albura, color, brillo, grano, veteado, textura, olor y sabor), propiedades físicas (contenido de humedad, peso específico, contracción), valores estimados de las propiedades mecánicas (flexión estática, compresión paralela y perpendicular, dureza, cizallamiento, tenacidad). Existen grupos de especies estudiadas por autores como: *Aróstegui* (1976, 1986, 1982, 1980-81). *Aróstegui* y *Sato* (1970). *Aróstegui* y *Valderrama* (1986). *Acevedo* y *Santillana* (1991). *Begazo* y *Aróstegui* (1985). *Chichignoud* (1990). Informes de la *ITTO* (1991), *JUNAC* (1991), *Valderrama* (1989, 1984, 1986, 1991, 1992), *Vander Sloten* (1981), que pertenecen al grupo de especies seleccionadas en el presente estudio. La recopilación bibliográfica sobre las propiedades tecnológicas ha servido como base para complementar el resultado obtenido y mediante su análisis se definió el comportamiento tecnológico de la madera durante la trabajabilidad con máquinas de carpintería, resistencia mecánica, aserrío, secado, durabilidad natural, tratamiento preservador y USOS probables de la madera por cada especie.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

En el cuadro 2, observamos que la mayoría de trozas son regulares en cuanto a calidad, existen trozas irregulares por los múltiples defectos que presentan en relación a su forma, entre estas especies se considera al ubos, maría buena, requia. Respecto al diámetro, la mayoría de trozas evaluadas se categoriza como medianas, que es muy importante para el aprovechamiento de la especie por su madera. Las especies como el mari mari, oje rosado; probablemente tengan limitaciones para el aserrío, en aserraderos que no tienen la capacidad para aserrar trozos con 3diámetros pronunciados. Por lo general las maderas duras no flotan, lo que limita el transporte por flotación; es conveniente al momento de emboyarlos, asociarlos con especies blandas que sirven como flotadores. Algunas especies como cedrillo, quillosis flotan poco tiempo o los primeros días después del emboyado, luego se sumergen; originando grandes pérdidas económicas al usuario, es recomendable asociarlos con maderas blandas durante el emboyado.

Existen grupos de especies que son fácilmente atacados por agentes biológicos (hongos, insectos), generalmente entre el almacenamiento y el aserrío, de ellos se puede citar: pashacco colorado, huamansamana, maría buena, punga, pashaco blanco, ubos, hualaja, panguaja; etc., se debe buscar el método de tratamiento apropiado para evitar estos ataques de descalifican la madera procesada; o, en todo caso, aserrarlas inmediatamente después del talado. Otras especies poseen ataques sólo en albura, tales como mari mari y mashonaste,

mientras que las especies de cedrillo, quillosisa, tahuarí tienen médula hueca, y en aquellas con mucho tiempo de almacenamiento se noto ataques como en ana caspi. Las características negativas en la troza, originaron un decremento del rendimiento de aserrío y, en consecuencia, pérdida económica para el usuario. Existen trozas con características muy buenas que generan aumento del rendimiento de aserrío, (cuadro 2).

En el cuadro 3, se observa las características organolépticas de la madera; notándose que la mayoría de especies posee albura y duramen diferenciado, el porcentaje de albura varía notablemente de una especie a otra; desde aproximadamente 10% como en el estoraque, pumaquiroy; hasta 80% como en yacushapana, esta diferenciación del xilema origina diferentes tonalidades de color y veteados en las secciones longitudinales de la madera. La andiroba posee albura de color pardo y duramen pardo rojizo; con diferentes tonalidades y veteados llamativos, a diferencia de la punga que no posee albura y duramen diferenciado. La coloración se limita al amarillo crema, veteados no definidos, descalificando la madera por su color y figura no llamativa. Existen maderas que poseen brillo bajo, entre ellas: shiringanara, punga, requia, shihuahuaco, tahuarí, originando el acabado deficiente de la madera; sin embargo especies como el ubos, mari mari, ojé rosado, ojé blanco, hualaja; entre otros, tienen brillo elevado con mejor acabado de las caras longitudinales. El brillo es una característica que con aplicación de barnices, lacas y otros productos químicos, se mejoraría la calidad de la madera. Con respecto a la textura, las especies fueron calificadas desde gruesa (pashaco colorado, punga, huayro) hasta maderas con textura fina (requia, machinga, capirona, estoraque, shihuahuaco, tahuarí, esta característica actúa como indicador de la densidad y otras propiedades importantes de uso de la madera.

El cuadro 4, consigna las propiedades físicas de la madera. Respecto a la densidad básica, la mayoría de especies (45.16%), está comprendida dentro del rango 0.41-0.60 gr/cm³ clasificada con densidad media; asimismo, el 48.39% de especies está clasificado de contracción volumétrica total media (10.1 % - 13%), estable en mayoría (58.06%). Este grupo de especies se caracteriza por su buen comportamiento al trabajo con máquinas de carpintería, regular en cuanto a sus propiedades de contracción, resistencia mecánica y durabilidad, también fácilmente se puede elevar la durabilidad, por su buen comportamiento a la retención de productos químicos, en este grupo de especies tenemos: pashaco colorado, cedrillo, quillosisa, andiroba, mari mari, pashaco blanco, cachimbo requia, mashonaste. Las maderas con densidad alta, por lo general poseen textura fina, propiedades de contracción de regular a mala, resistencia mecánica alta; especialmente en flexión estática, comprensión, cizallamiento y dureza,

durabilidad natural de regular a buena, en este grupo se consideran las siguientes especies: azúcar huayo, huayruro, manchinga, pumaqui, yacushapana, ana caspi. Las maderas con densidad muy alta como: capirona, estoraque, shihuahuaco y tahuari, poseen buena resistencia mecánica y alta durabilidad.

En el cuadro 5, se observa las propiedades mecánicas. Estos valores en especies como maría buena, carahuasca, cedrillo, quillosa, mari mari, punga, oje renaco, fueron estimados en relación a los valores de la densidad básica, aplicando las formulaciones de regresión y correlación encontrados por Valderrama (1984), estas estimaciones fueron correlacionadas con otras características de la madera, lo que permitió definir el comportamiento tecnológico y usos de la madera. Las propiedades mecánicas de las demás especies, responden a informaciones recopiladas de material bibliográfico existente. En flexión estática (EFLP), las especies capirona, estoraque, andiroba, pumaqui, mashonaste, soportan cargas por encima de los 600 kg/cm², con módulo de elasticidad mayor de los 120,000 kg/ccm² y cargas totales en módulo de ruptura superiores a los 900 kg/cm.² calificadas de resistencia alta, estas especies probablemente tienen aplicaciones en vigas de las construcciones de viviendas y en otros usos donde el material esta sujeto a cargas similares. Asimismo, las especies azúcar huayo, tahuari, mashonaste, shihuahuaco, estoraque, capirona, yacushapana, pumaqui, ana caspi, soportan cargas en compresión paralela por encima de los 400 kg/cm², calificados de resistencia alta, la madera de estas especies puede ser utilizada en columnas, pilotes, puntales; entre otros miembros estructurales de la construcción pesada y de viviendas. La madera de capirona, estoraque, shihuahuaco, tahuari, mashonaste supera los 100 kg/cm² en compresión perpendicular, calificándola de alta a muy alta en cuanto a su resistencia, característica muy importante de la madera; juntamente es la durabilidad elevada, que la hace apta para ser utilizada como durmientes. Respecto a la dureza, son las especies de mayor densidad las que soportan cargas superiores a los 1000 kg/cm², dentro de este grupo de especies están: capirona, estoraque, shihuahuaco, tahuari. Las especies que soportan cargas elevadas en cizallamiento, tienen buena resistencia en uniones estructurales, piezas ensambladas; etc., entre estas especies podemos recomendar: azúcar huayo, huayruro, manchinga, pumaqui, yacushapana, capirona, estoraque, shihuahuaco, tahuari, mashonaste. Especies como: shihuahuaco, tahuari, pumaqui, yacushapana, capirona; poseen resistencia muy alta al impacto o golpe, se recomienda utilizar estas maderas, en piezas estructurales sujetas a este tipo de esfuerzo.

En los cuadros del 6 al 11, se observa los resultados del comportamiento tecnológico y usos de la madera por especie: aserrio, secado, durabilidad natural,

tratamiento preservador, trabajabilidad, resistencia mecánica. El comportamiento de las maderas durante el aserrijo, se clasificaron como: malo, regular y bueno. En general aquellas maderas con densidad media a muy baja, no tiene problemas durante el aserrijo, con excepción del pashaco colorado, que presenta reventamientos durante su aserrijo, originado en gran parte por las tensiones internas en la troza. Las especies con densidad alta a muy alta poseen comportamiento de regular a malo con excepción del huayruro y pumaquiro, que aparentemente no tienen problemas de aserrijo. Las especies con problemas de aserrijo, probablemente poseen sílice en la estructura celular, que desafilan rápidamente las sierras y cuchillos de las maquinarias, originando mayores costos de producción; en consecuencia, se recomienda usar sierras apropiadas con un sistema de afilado eficiente para el corte.

Las variables utilizadas para calificar el comportamiento de la madera durante el secado fueron: contracción, estabilidad y defectos físicos. Encontrándose grupos de especies como: pashaco blanco, quillosisa, azúcar huayo, punga; que probablemente tiene mal comportamiento al secado. Sin embargo, se prevé buen comportamiento de secado en: huamansamana, carahuasca, andiroha, mari mari, hualaja, panguana, cachimbo blanco, cachimbo, requia, huayruro, ppumaquiro, yacushapana, estoraque, shihuahuaco.

Respecto a la durabilidad natural, las maderas blandas, susceptibles al ataque de hongos e insectos como : pashaco colorado, ojé renaco, hualaja, manchinga, requieren tratamiento preservador; dentro de este grupo de especies también están aquellas que moderadamente son resistentes en condición seca, y aquellas que en condición verde presentan ataques en las capas superficiales (insectos). Sin embargo, las maderas muy densas, probablemente por su elevada durabilidad natural, no requieren tratamiento preservador; entre estas especies podemos citar: azúcar huayo, pumaquiro, yacushapana, ana caspi, capirona, estoraque, shihuahuaco, tahuarí. Las especies, huayryro y manchinga, a pesar de ser maderas duras, tienen problemas por ataques biológicos; en consecuencia, es recomendable preservarlos antes de utilizarlos.

El comportamiento durante la trabajabilidad de la madera, especialmente con máquinas de carpintería, se lo analizó mediante la relación existente entre la densidad, grano, contenido, dureza, textura entre otras características. Las especies: maría buena, huamansamana, cedrillo, andiroha, hualaja, cachimbo blanco, requia, tienen buen comportamiento; generalmente se debe a que la madera tiene densidad media pocas células parenquimatosas, grano recto ligeramente inclinado, sin sílice en las células, dureza de media a baja, compuestos orgánicos (aceites); que dan brillo a la madera; entre otras

características. Las maderas que tiene mal comportamiento al ser trabajadas con máquinas de carpintería, poseen características diferentes al grupo de especies anteriormente mencionadas y que descalifican la calidad del acabado; entre estas especies tenemos: punga y huayruro.

Existen grupos de especies calificadas con comportamiento regular que, por lo general, son aquellas maderas de densidad alta a muy alta como: tahuari, shihuahuaco, estoraque, capirona, ana caspi, yacushapana, pumaqui, manchinga; éstas originan problemas de desafilado de sierras y cuchillos. Respecto a la resistencia mecánica, las maderas con mayor densidad, se clasifican de alta a muy alta, y las que tienen densidad baja presentan resistencia mecánica de baja a muy baja.

En análisis presentado para definir el comportamiento tecnológico y usos de la madera, responde a ciertas aproximaciones, basadas en las características anatómicas y propiedades evaluadas en el laboratorio. Sin embargo, con la finalidad de brindar al usuario valores con mayor confiabilidad, es conveniente reforzar la información. Con resultados encontrados mediante la investigación aplicada, que permita recomendar con mayor exactitud los usos y el comportamiento tecnológico definitivo de la madera, para las especies que se presentan en esta oportunidad.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- a. Los resultados encontrados, responden al análisis de datos, basados en características anatómicas, propiedades físicas y mecánicas de la madera, transporte de trozas, aserrío, secado y ataques biológicos en troza y madera aserrada.
- b. Se recomienda utilizar las especies en base a los resultados obtenidos; sin embargo, el comportamiento tecnológico y usos de la madera que presentamos pueden ser considerados como resultados preliminares; y su aplicación responde a ciertos criterios técnicos del usuario.
- e. Reforzar los resultados obtenidos, con mayores estudios tecnológicos propiciar el uso definitivo de estas especies.

BIBLIOGRAFIA

- AROSTEGUI, A. 1976. *Características tecnológicas y usos de la madera de 145 especies del país*. Vol. 1. Ministerio de Agricultura. Dirección General de Investigación-Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú 472 p.
- 1980-1981. "Propiedades tecnológicas y uso de la madera de 40 especies del Bosque Nacional Alexander Von Humboldt", en *Revista Forestal del Perú*. Vol. X N° 1-2. Lima-Perú 3-82 p.
- 1982. "Recopilación y análisis de estudios tecnológicos de maderas peruanas". Documento de trabajo N° 2, Proyecto PNUD/-FAO/PER/81/002. Lima-Perú 57 p.
- y A. SATO. 1970. "Propiedades físico-mecánicas de la madera de 16 especies forestales del Perú", en *Revista Forestal del Perú*. Vol. 4 N° 1-2. Lima-Perú. 13-24 p.
- y M. SOBRAL. 1986. "Avance técnico del Proyecto Usos de la Madera del Bosque Húmedo Tropical Colonia Angamos, Río Yavarí y Jenaro Herrera". Convenio INAP-IIAP-UNAP. Iquitos- Perú, 14 p.
- y H. VALDERRAMA 1986. "Usos probables de la madera de diez especies forestales del Bosque Húmedo Tropical Allahuayo". Iquitos. Convenio IIAP-UNAP. 31 P.
- ACEVEDO, M. y J. SANTILLANA. 1991. "Descripción anatómica y clave de identificación de 19 especies forestales de Madre de Dios", en *Revista Forestal del Perú* 18 (2). Lima-Perú. 5-16 p.
- BGAZO, N. y A. AROSTEGUI. 1985. "Estructura anatómica y clave de identificación de 20 especies forestales de Iquitos", en *Revista Forestal del Perú*. Vol. XIII, N° 1. Lima-Perú. 3-22 p.
- CHICHIGNOUD, M. et al. 1990. *Atlas de maderas tropicales de América Latina*. Association Technique Internationale des Bois Tropicaux. Francis, 218 p.

- I.T.T.O. 1991. "Utilización industrial de nuevas especies forestales en el Perú. Fase I. Cámara Nacional Forestal. Dirección General Forestal y Fauna. Proyecto ITTO PD/37/88. Lima-Perú. 46,58,8- 3,93.
- JUNAC. 1982. "Tablas de propiedades físicas y mecánicas de la madera de 20 especies del Perú". PADT-REFORT. Grupo Andino. Lima-Perú. 53 p.
- 1991. "Descripción general y anatómica de 105 maderas del Grupo Andino". PADTT-REFORT. Grupo Andino. Cali Colombia. 442 p.
- VALDERRAMA, H. 1984. "Estudio de las propiedades físicas y su variación en el tronco de la *Tachigalia liongiflora* D. y *Sclerolobium melinonii* H., en Puerto Almendra Iquitos". Tesis para optar el título de ingeniero Forestal. UNAP. Iquitos. Perú 92 p.
- 1986. "Estructura anatómica de la madera de 10 especies forestales de Selva Baja". Proyecto Convenio IIAP-UNAP. Documento de trabajo N° 044-87/DIT. Iquitos-Perú. 50 pp.
- , et al 1989. "Estructura anatómica y clave de identificación de veinte especies forestales de la zona de Colonia Angamos", Río Yavarí y Jenaro Herrera. UNAP-Facultad de Ingeniería Forestal. IIAPP, INPA-Manaos. Iquitos-Perú. 130 p.
- H. 1991. "Tabla de valores de las propiedades físicas de especies estudiadas en el Proyecto Forestal ITTO". Laboratorio de Anatomía y Tecnología de la madera. FIF-UNAP. Iquitos-Perú. 3 pp.
- H. 1992. "Influencia de la estructura anatómica en el comportamiento tecnológico de treinta especies forestales de la Amazonía Peruana". Facultad de Ingeniería Forestal. UNAP. Iquitos-Perú. 16 p.
- VAN DER SLOOTEN, H. et al 1981. Madeiras da Amazonia. Vol. I. Floresta nacional do Tapajos. IBDF-CNPq. Brasil. 113 p.

Cuadro 1

ESPECIES CONSIDERADAS

Nº	Nombre vulgar	Nombre científico	Familia
1.	Pashaco colorado	<i>Macrobrachiumaceceineifolium Benth</i>	Leguminosae
2.	María buena	<i>Pterocarpus amazoniens Mart</i>	Leguminosae
3.	Huamanzamana	<i>Jacaranda copaia</i>	Bignonaceae
4.	Carahuarca	<i>Guatteria hyposericeae</i>	Annonaceae
5.	Shiringarana	<i>Micranda spruceana</i>	Euphorbiaceae
6.	Cedrillo	<i>Vochisia vismifolia spruceana</i>	Vochysiaceae
7.	Quillosa	<i>Erisma bicolor Ducke</i>	Vochysiaceae
8.	Andiroba	<i>Carapa guianensis</i>	Meliaceae
9.	Mari mari	<i>Hymenolobium sp.</i>	Leguminosae
10.	Azúcar huayo	<i>Hymeneae oblongifolia</i>	Leguminosae
11.	Punga	<i>Pseudobombax munguuba M.</i>	Bombacaceae
12.	Pashaco blanco	<i>albizzia sp.</i>	Leguminosae
13.	Ubos	<i>Spondias mombin l.</i>	Anacardiaceae
14.	Ojé blanco	<i>Ficus insipida</i>	Moraceae
15.	Ojé rosado	<i>Ficus glabrata</i>	Moraceae
16.	Ojé renaco	<i>Ficus sp.</i>	Moraceae
17.	Hualaja	<i>Zanthoxylum sp.</i>	Rutaceae
18.	Panguana	<i>Brosium utile (N .B. K) Pitt</i>	Moraceae
19.	Cachimbo blanco	<i>Cariniana decandra</i>	Lecythidaceae
20.	Cachimbo	<i>Cariniana sp.</i>	Lecythidaceae
21.	Requia	<i>Guarea gomma</i>	Maliaceae
22.	Huayruro	<i>Ormosia sp</i>	Leguminosae
23.	Machinga	<i>Brosium uleanum s .w</i>	Moraceae
24.	Pumaquiro	<i>Aspidosperma macrocarpon</i>	Apocynaceae
25.	Yacushapana	<i>Terminalia amazónica</i>	Combretaceae
26.	Capirona	<i>Calvcophillum spruceanum</i>	Rubiaceae
27.	Estoraque	<i>Myroxylon balsamum</i>	Leguminosa
28.	Shihuahuaco	<i>Coumarouma odorata</i>	Leguminosa
29.	Tahuari	<i>Tabebuia serratifolia</i>	Bignonaceae
30.	Mashonaste	<i>Clarisia racemosa</i>	Moraceae
31.	Ana caspi	<i>Apuleia molaris</i>	Legumonosae

Cuadro 2

CARACTERISTICAS DE LAS TROZAS

Nº	ESPECIE	CALIDAD TROZA	DIAMETRO	FLOTAN	ATAQUES BIOLÓGICOS
1.	Pashaco colorado	Irreg/defect	Mediano	sí	sí
2.	María buena	Mala	Mediano	sí	sí
3.	Huamanzamana	Regular	Pequeño	sí	sí
4.	Carahuarca	Irreg/defect	Pequeño	sí	Termites
5.	Shiringarana	Regular	Peque-media	sí	no
6.	Cedrillo	Regular	Pequeño	no (*)	Med.hueca(*)
7.	Quillosa	Regular	Mediano	no (*)	Med.ataca(**)
8.	Andiroba	Regular	Media-grand.	---	no
9.	Mari mari	Regular	Pequeños	no	ataques (alb)
10.	Azúcar huayo	Regular	Media-grand.	No	no
11.	Punga	Regular	Mediano	sí	sí
12.	Pashaco blanco	Regular	Mediano	sí	sí
13.	Ubos	Mala	Mediano	sí	sí
14.	Ojé blanco	Regular	Mediano	sí	Hongos
15.	Ojé rosado	Regular	Med-grand	sí	Hongos
16.	Ojé renaco	Regular	Med-grand	sí	Hongos
17.	Hualaja	Regular	Mediano	sí	sí
18.	Panguana	Regular	Med-grand.	---	sí
19.	Cachimbo blanco	Regular	Peque-media	sí	Ataques leves
20.	Cachimbo	Regular	Media-grande	sí	Ataques leves
21.	Requia	Mala	Mediano	---	no
22.	Huayruro	Regular	Media-grande	no	Resistente
23.	Machinga	Regul-irreg	Mediano	no	sí
24.	Pumaquiuro	Regular	Mediano	no	Orif.médula
25.	Yacushapana	Regul-irreg	Mediano	no	no
26.	Capirona	Regular	Mediano	no	no
27.	Estoraque	Regular	Pequeño	no	no
28.	Shihuahuaco	Regular	Media-grande	no	Hongos (alb)
29.	Tahuarí	Regular	Peque-media	no	Ataq-méd.(**)
30.	Mashonaste	Regular	Mediano	no	Ataq. (avl.)
31.	Ana caspi	Regular	Mediano	no	Ataques (***)

* = Flotan poco tiempo o los primeros días después del emboyoado y se precipitan

** = En algunas trozas

*** = Ataques con mucho tiempo de almacenamiento.

Cuadro 3
 CARACTERISTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LA MADERA

Nº	ESPECIE	Diferenciación alb. y duram.	(%) de albura	Color (*) Albura	Duramen	Brillo	Grano	Veteado	textura	Olor y sabor
1	Pashaco colorado	Diferenciado	40	Pardo	Rojizo dif. tonalidades	Medio a bajo	Entrecruzado a recto	Levemente jaspeado	Gruesa a media	Ausente
2	María buena	-----	---	Amarillo	crema (xilema)	Medio	Recto	No diferen.	Media	Ausente
3	Huamansamana	No diferencia	---	Blanco-rosado	(xilema)	Medio	Recto	Jaspeado	Media	Ausente
4	Carahuasca	Diferenciado	---	Pardo	Rojo	Medio	Recto	Bandas paralelas	Gruesa a media	Ausente
5	Shiringanara	Diferenciado	27.4	Pardo claro	Pardo claro (xilema)	Bajo	Recto a entrecruzado	No diferenciado	Media	Ausente
6	Cedrillo	Levem. diferen.	---	Pardo rojizo	(xilema)	Medio	Oblicuo a entrecruzado	Levem. jaspeado bandas paral.	Media	Ausente
7	Quillosa	Diferenciado	26	Amarillo	Pardo rojizo	Medio a bajo	Oblicuo a entrecruzado	Levemente jaspeado	Media	Ausente
8	Andiroba	Diferenciado	---	Pardo grisáceo	Pardo rojizo	Medio	Recto a entrecruzado	Arcos super. caracterís.	Media	Ausente
9	Mari mari	Diferenciado	28	Amarillo pardo	Amarillo pardo	Elevado	Entrecruzado	Lineas irreg. jaspeado	Media a fina	Ausente
10	Azúcar huayo	Diferenciado	---	Blanco rosado	Pardo rojo	Medio	Recto a entrecruzado	Arcos super. satinado. b. p	Media	Ausente
11	Punga	No diferenc.	---	Amarillo	(xilema)	Bajo	Recto	No definido	Gruesa	Ausente
12	Pashaco blanco	Diferenciado	---	Crema	Rojizo	Medio	Entrecruzado	Arcos super. bandas paral.	Media a gruesa	Ausente
13	Ubos	Diferenciado	---	Blanco	Blanco	Elevado	Recto	Arcos super. bandas paral.	Media	Ausente
14	Ojé blanco	No diferenciado	---	Amarillo	(xilema)	Elevado	Recto a oblic.	Arcos super.	Media	Ausente
15	Ojé rosado	Lig. diferenc.	---	Amarillo pálido	Rojizo	Elevado	Oblicuo a entrecruzado	Arcos super. satinado b. p.	Media	Ausente
16	Ojé renaco	Diferenciado	---	Crema	Amarillo (xilema)	Elevado	Entrecruzado	Arcos super.	Media	Ausente
17	Hualaja	Lev. jaspeado	---	Amarillo	(xilema)	Elevado	Recto	Arcos super. Bandas paral.	Media	Ausente

Continuación cuadro 3

N°	ESPECIE	Diferenciación alb. y duram.	(%) de albura	Color (*) Albura	Duramen	Brillo	Grano	Veteado	textura	Olor y sabor
18.	Panguana	Diferenciado	---	Blanco	Rojizo	Elevado	Recto a entrecruzado	Bandas paral.	Media	Ausente
19.	Cashimbo blanco	Diferenciado	37	Pardo claro	Pardo	Medio	Recto	Característico reflej. plate	Media	Ausente
20	Cashimbo	Lev. diferenciado	---	Pardo claro	Pardo rojizo	Medio	Recto	Suave	Fina a media	Ausente
21	Requia	No diferenciado	---	Rojizo	(xilema)	Bajo	Recto	Jaspeado, arcos superp. bandas paral.	Fina	Poco percept.
22	Huayruro	Diferenciado	---	Beige anaranjado	Pardo rojizo	Elevado	Entrecruzado	Lineas vertc. satinado, bandas paralelas	Gruesa	Ligerame. aromático
23	Manchinga	Poco diferenciado	---	Crema	Rojizo	Elevado	Entrecruzado	Arcos superp. Bandas paral.	Fina	Ausente
24	Pumaquiro	No diferenciado	10	Crema pardo	Pardo amarillento	Medio	Entrecruzado	rejlejos dorado	Media a fina	Ausente
25	Yacushapana	Diferenciado	80	Amarillo	Pardo oscuro	Medio a elevado	Entrecruzado	Arcos superp. bandas paral.	Media	Ausente
26	Capirona	Diferenciado	---	Crema	Amarillo crema	Medio	Oblicuo a entrecruzado	No definido	Fina	Ausente
27	Estoraque	Diferenciado	10	Pardo amarillento	Pardo rojizo (xilema)	Elevado	Recto a entrecruzado	Arcos superp. bandas paral.	Fina	Ligerame. aromático
28	Shihuahuaco	Levem. diferenciado	---	Rojizo	(xilema)	Bajo	Entrecruzado	Arcos superp.	Fina	Ausente
29	Tahuari	Diferenciado	---	Blanco grisáceo	Olivo claro	Bajo	Entrecruzado	Bandas paral. arcos superp.	Fina	Ausente
30	Mashonaste	Diferenciado	20	Blanco pardo	Amarillo pardo	Elevado	Recto a entrecruzado	Jaspeado, arcos super., bandas	Media	Ausente
31	Ana caspi	-----	30	Amarillo	Amarillo pardo	Medio	Entrecruzado	Bandas paral.	Fina a caracteris.	Levemente mediano

(*) = Condición seco al aire.

Cuadro 4

PROPIEDADES FÍSICAS

N°	Especie	Contenido		Peso específico (gr/cm ³)			Contracción (%)	
		humedad (%)	Saturada	Básica	Tang	Radi.	Volumen	
1	Pashaco colorado	100.68	1.078	0.53	5.57	2.98	8.65	1.86
2	María buena	167.26	0.96	0.36	6.51	2.66	9.30	2.44
3	Huamansamana	---	0.53	0.35	10.30	6.80	18.00	1.51
4	Carahuasca	142.33	0.69	0.29	7.29	2.98	10.37	2.44
5	Shiringanara	102.20	0.79	0.39	6.51	3.51	10.30	1.85
6	Cedrillo	106.90	1.27	0.51	10.48	4.44	15.50	2.36
7	Quillosisa	113.24	1.08	0.49	7.62	4.13	11.80	1.84
8	Andiroba	65.00	----	0.54	8.00	3.90	12.11	2.00
9	Mari mari	82.00	0.81	0.57	7.14	3.57	10.80	2.00
10	Azúcar bisayo	56.00	1.02	0.74	6.33	3.65	10.20	1.73
11	Punga	94.00	----	0.28	10.06	3.63	12.93	2.90
12	Pashaco blanco	98.00	0.65	0.58	7.40	3.30	11.00	2.20
13	Ubos	210.00	0.57	0.35	5.50	2.50	9.00	2.20
14	Ojé blanco	----	----	0.36	6.40	2.20	8.60	2.90
15	Ojé rosado	----	----	0.42	8.69	4.17	12.49	2.08
16	Ojé renaco	----	----	0.43	5.56	2.11	7.55	2.6.4
17	Hualaja	76.00	0.54	0.47	7.98	4.29	11.40	1.90
18	Panguana	61.00	----	0.49	6.88	3.71	9.69	1.85
19	Cachimbo blanco	77.20	1.32	0.51	5.13	4.80	10.00	10.06
20	Cachimbo	50.00	----	0.59	7.58	4.96	12.10	1.50
21	Requia	79.00	----	0.60	10.14	5.59	14.90	1.81
22	Huayruro	70.70	----	0.61	6.30	3.19	9.40	1.98
23	Manchinga	52.00	----	0.68	8.13	4.96	12.40	1.60
24	Pumaquiuro	67.00	----	0.67	8.08	4.10	12.38	1.97
25	Yacushapana	40.00	----	0.73	8.70	5.10	12.40	1.76
26	Capirona	----	----	0.76	9.00	5.00	15.00	1.80
27	Estoraque	29.00	----	0.78	6.52	4.16	9.97	1.56
28	Shihuahuaco	51.00	1.14	0.87	9.10	5.50	15.00	1.60
29	Tahuari	34.00	----	0.92	8.00	6.60	13.20	1.20
30	Mashonaste	94.00	----	0.59	6.34	2.80	9.38	2.26
31	Ana caspi	32.30	0.93	0.70	0.40	4.20	10.50	152

Cuadro 5

PROPIEDADES MECÁNICAS

N°	Especie	Flex. estática (kg/cm ²)		Compresión (kg/cm ²)			Dureza (kg/cm ²)		
		EFLP	MOE	MOR	RM	Paralela	Perpend.	Lados	EFPL
		x 100							
1	Pashaco colorado	---	111	691	326	62	461	81	2.8
2	María buena (*)	---	75	396	179	25	133	47	1.1
3	Huamansamana	189.3	100.1	386.8	24.18	20.52	147.34	46.51	0.92
4	Carahuasca (*)	---	61	275	118	11	---	33	0.40
5	Shiringarana	---	94	403	209	31	136	47	3.50
6	Cedrillo (*)	---	107	656	309	58	423	77	2.60
7	Quillosa (*)	---	103	621	292	53	384	73	2.40
8	Andrirroba	663	127	1045	511	75	437	94	2.07
9	Mari mari (*)	---	120	760	361	71	538	89	3.2
10	Azúcar huayo	550	150	1300	700	---	---	180	3.5
II	Punga (*)	---	58.6	258	109	08	---	31	0.3
12	Pashaco blanco	309	91.6	508	273	55	334	82	2.8
13	Ubos	246	80	400	204	25	199	54	1.7
14	Ojé blanco	344	63	456	307	35	167	43	0.5
15	Ojé rosado	305	72	475	393	76	480	79	1.21
16	Ojé renaco(*)	---	90	517	240	41	268	61	1.8
17	Hualaja	345	97.7	551	299	57	361	73	2.2
18	Panguana	289	100	511	264	41	380	74	2.7
19	Cachimbo blanco	332.8	98.3	592.3	260.9	32.62	284.2	49.09	---
20	Cachimbo	429	131	735	342	66	468	84	3.9
21	Requia	461	153.9	750	384	67	579	93	3.6
22	Huayuro	543	136	838	443	71	650	105	3.7
23	Manchinga	460	117	785	365	75	720	109	3.6
24	Pumaquiro	626	146	950	522	95	738	117	4.0
25	Yacushapana	530	127	807	472	96	768	111	5.3
26	Capirona	813	162	1312	660	183	1486	195	4.42
27	Estoraque	667	153	1116	593	110	1039	134	5.3
28	Shihuahua	---	---	1286	672	150	1353	145	6.2
29	Tahuarí	---	198	1436	786	128	1043	152	6.5
30	Mashonaste	614	123	985	784	137	893	127	2.77
31	Ana caspi	567.3	150.6	976.6	501.8	84.78	734.6	76.39	---

(*) = Valores estimados según procedimientos utilizado por Valderrama

EFLP = Esfuerzo de las fibras al límite proporcional

MOE = Módulo de elasticidad

MOR = Módulo de ruptura

RM = Resistencia máxima

Cuadro 6
COMPORTAMIENTO TECNOLÓGICO

Nº	Especie	Comportamiento	Aserrío	Calificación
1	Pashaco colorado	Aserrarla inmediatamente, tensiones internas, sierras con traba ancha.		Regular
2	María buena	Aserrarlas inmediatamente		Bueno
3	Huamansamana	Aserrarlas inmediatamente	Bueno	
4	Carahuasca	Aserrarlas inmediatamente		Bueno
5	Shiringarana	Aserrarlas inmediatamente		Bueno
6	Cedrilla	Aserrarlas inmediatamente		Bueno
		Utilizar sierras bien afiladas, traba intermedia en cuanto al ancho		
7	Quillosisa	Utilizar sierras bien afiladas, traba intermedia en cuanto al ancho		Bueno
8	Andiroba	Madera de buena calidad		Bueno
9	Mari mari	Madera de buena calidad, aserrarla inmediatamente		Bueno
10	Azúcar huayo	Madera muy dura, utilizar sierras estiladas		Malo
11	Punga	Madera muy suave, aserrarla inmediatamente		Bueno
12	Pashaco blanco	Aserrarlas inmediatamente	Bueno	
13	Ubos	Aserrarlas inmediatamente, madera muy traposa		Bueno
14	Ojé blanco	Aserrarlas inmediatamente, madera muy traposa		Bueno
15	Ojé rosado	Aserrarlas inmediatamente		Bueno
16	Ojé renaco	Aserrarlas inmediatamente, desafila rápido las sierras	Regular	
17	Hualaja	Aserrarlas inmediatamente		Bueno
18	Panguana	Aserrarlas inmediatamente		Bueno
19	Cachimbo blanco	Aserrarlas inmediatamente		Regular
20	Cachimbo	----		----
21	Requia	----		Regular
22	Huayruro	Trozos de diámetro muy grande	Bueno	
23	Manchinga	Tensiones internas, dar orientación radial a las tablas		Malo
24	Pumaquiro	La madera despide astillas		Bueno
25	Yacushapana	Madera muy dura, utilizar sierras estiladas		Malo
26	Capirona	Tratamiento térmico, presencia rajaduras, dar orientación radial a las tablas	Regular	
27	Estoraque	Trozos con diámetro muy pequeño		Regular
28	Shihuahuaco	Madera muy dura, utilizar sierras estiladas		Malo
29	Tahuarí	Trozos con diámetro pequeño, utilizar sierras Estiladas		Malo
30	Mashonaste	Madera abrasiva, presencia de sílice, tratamiento térmico utilizar sierras estiladas		Malo
31	Ana caspi	Madera abrasiva, presencia de sílice, utilizar sierras estiladas		Malo

Cuadro 7

COMPORTAMIENTO TECNOLÓGICO

Nº	Especie	Comportamiento	Aserrió	Calificación
1	Pashaco colorado	Contracción baja, estable, alabeos y grietas	Malo	
2	María buena	Contracción baja, moderadamente estable, secado al aire	Regular	
3	Huamansamana	Contracción muy alta, estable	Bueno	
4	Carahuasca	Contracción media, estable, secado al aire	Bueno	
5	Shiringarana	Contracción media, mediano, estable, secado al aire		Regular
6	Cedrillo	Contracción muy alta, estable, secado al aire		Regular
7	Quillosisa	Contracción media, medianamente estable	Malo	
8	Andiroba	Contracción media, estable, secado al aire, leves grietas y rajaduras	Bueno	
9	Mari mari	Contracción media, estable, secado al aire	Bueno	
10	Azúcar huayo	Contracción media, estable		Malo
11	Punga	Contracción media, inestable		Malo
12	Pashaco blanco	Contracción media, estable, alabeos y rajaduras leves	Regular	
13	Ubos	Contracción baja, medianamente estable, alabeos leves	Regular	
14	Ojé blanco	Contracción baja, inestable, secado artificial programa de 10 días		Regular
15	Ojé rosado	Contracción regular, medianamente inestable, secado artificial programa de 10 días		Regular
16	Ojé renaco	Contracción baja, inestable, secado artificial programa de 10 días		Regular
17	Hualaja	Contracción media, estable		Bueno
18	Panguana	Contracción baja, estable, secado artificial programa de 10 días	Bueno	
19	Cachimbo blanco	Contracción baja, estable, secado artificial programas de 10 días	Bueno	
20	Cachimbo	Contracción media, estable		Bueno
21	Requia	Contracción alta, estable		Bueno
22	Huayruro	Contracción baja, estable, secado artificial	Bueno	
23	Manchinga	Contracción media, estable, riesgo de alabeo		Bueno a reg.
24	Pumaquiro	Contracción media, estable		Bueno
25	Yacushapana	Contracción media, estable		Bueno
26	Capirona	Contracción muy alta, estable, riesgo de alabeo		Regular
27	Estoraque	Contracción media, estable		Bueno
28	Shihuahuaco	Contracción media, estable		Bueno
29	Tahuarí	Contracción media, estable		Bueno a reg.
30	Mashonaste	Contracción baja, medianamente estable	Regular	
31	Ana caspi	Contracción media, estable		Regular

Cuadro 8

COMPORTAMIENTO TECNOLÓGICO

Nº	Especie	Durabilidad	Tto. preservador
1	Pashaco colorado	Presencia de hongos, cromógenos y xilófagos (en verde)	Requiere
2	María buena	Susceptibles a ataques de hongos e insectos	Requiere
3	Huamansamana	Moderadamente resistente en seco	Requiere
4	Carahuasca	Moderadamente resistente en seco	Requiere
5	Shiringarana	Susceptibles a ataques de hongos e insectos	Requiere
6	Cedrillo	Capas superficiales atacadas por insectos (verde)	Requiere (verde)
7	Quillosisa	Moderadamente resistente al ataque de hongos	Requiere (verde)
8	Andiroba	Resistente	No
9	Mari mari	En verde atacado por insectos (albura)	Requiere (albura)
10	Azúcar huayo	Resistente	No
11	Punga	Susceptible a ataque de agentes biológicos	Requiere
12	Pashaco blanco	Susceptible a ataque de agentes biológicos	Requiere
13	Ubos	Muy susceptible al ataque de hongos e insectos	Requiere
14	Ojé blanco	Susceptible al ataque de hongos e insectos	Requiere
15	Ojé rosado	Susceptible a ataque de agentes biológicos	Requiere
16	Ojé renaco	Susceptible a ataque de agentes biológicos	Requiere
17	Hualaja	Susceptible a ataque de agentes biológicos	Requiere
18	Panguana	Moderadamente susceptible al ataque biológico	Requiere
19	Cachimbo blanco	Moderadamente susceptible al ataque biológico	Requiere
20	Cachimbo	Moderadamente resistente	Requiere
21	Requia	Resistente	No
22	Huayruro	Moderadamente resistente al ataque biológico	Requiere
23	Manchinga	Fácilmente atacados por agentes biológicos	Requiere
24	Pumaquiro	Resistente	No
25	Yacushapana	Resistente	No
26	Capirona	Moderadamente resistente	No
27	Estoraque	Resistente	No
28	Shihuahuaco	Resistente	No
29	Tahuari	Resistente	No
30	Mashonaste	Resistente	No
31	Ana caspi	Resistente	No

Cuadro 9
COMPORTAMIENTO TECNOLÓGICO

ESPECIE	TRABAJABILIDAD				RESISTENCIA			MECANICA			
	Densidad Básica	Grano Contenido	Dureza	Textura	Comportamiento	Flexión (MOR)	C// (RM)	C⊥ (EFLP)	Cizallamiento	Tenacidad	Comportamiento
1 Pashaco colorado	Media	E y R	Media	C y M	Regular	Media	Media	Media	Media	Media	Media
2 María buena	Baja	R	Baja	M	Buena	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
3 Huamansumana	Baja	R	Baja	M	Buena	Baja	Media	Baja	Baja	M. baja	Baja
4 Carhuasca	M. baja	R	---	G y M	Regular	M. baja	M. baja	Baja	Baja	M. baja	Baja
5 Shiringarana	Baja	R y E	Baja	M	Regular	Baja	Baja	Baja	Baja	Alta	Baja
6 Cedrillo	Media	O y R	Media	M	Buena	Media	Media	Media	Media	Media	Media
7 Quillosisa	Media	O y E	Media	M	Regular	Media	Media	Media	Media	Media	Media
8 Andiroba	Media	R y E	Media	M	Buena	M. alta	M. alta	Alta	Alta	Media	Alta
9 Mari mari	Media	E	Media	M y F	Regular	Media	Alta	Alta	Media	Alta	Alta
10 Azúcar huayo	Alta	R y E	---	M	Regular	M. alta	M. alta	---	M. alta	Alta	M. alta
11 Punga	M. baja	R	---	G	Malo	M. baja	M. baja	M. baja	Baja	M. baja	M. baja
12 Pashaco blanco	Media	E	Media	M y G	Regular	Media	Media	Media	Media	Media	Media
13 Úbos	Baja	R y S	Baja	M	Regular	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
14 Ojé blanco	Baja	R y O	Baja	M	Regular	Baja	Media	Media	Baja	M. baja	Baja
15 Ojé rosado	Media	C y E	Media	M	Regular	Baja	Alta	Alta	Media	Baja	Media
16 Ojé renaco	Media	E	Baja	M	Regular	M. baja	Baja	Media	Media	Baja	Baja
17 Hunlaja	Media	R	Media	M	Buena	M. baja	Media	Media	Media	Media	Media
18 Panguana	Media	R y E	Media	M	Regular	M. baja	Media	Media	Media	Media	Media
19 Cachimbo blanco	Media	R	Baja	M	Buena	M. baja	Media	Media	Media	---	Media
20 Cachimbo	Media	R y S	Media	F y M	Buena(*)	Baja	Media	Media	Media	Alta	Media
21 Requira	Media	R	Media	F	Buena	Baja	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
22 Hunyuro	Alta	E	Alta	G	Malo	Baja	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
23 Monchinga	Alta	E y S	Alta	F	Regul(*)	Baja	Baja	Alta	Alta	Alta	Alta
24 Pumaquiro	Alta	E y S	Alta	M y F	Regul(*)	Media	M. alta	Alta	Alta	Alta	Alta
25 Yacushapana	Alta	E y S	Alta	M	Regul(*)	Alta	Alta	Alta	Alta	M. alta	Alta
26 Capirona	M. alta	O y E	M. alta	F	Regul(*)	M. alta	M. alta	M. alta	M. alta	M. alta	M. alta
27 Estoraque	M. alta	R y E	M. alta	F	Regul(*)	M. alta	M. alta	M. alta	M. alta	M. alta	M. alta
28 Shihualuaco	M. alta	E	M. alta	F	Regul(*)	M. alta	M. alta	M. alta	M. alta	M. alta	M. alta
29 Tahuari	M. alta	E	M. alta	F	Regul(*)	M. alta	M. alta	M. alta	M. alta	M. alta	M. alta
30 Mashonate	M. alta	R, E, S.	Alta	M	Regul(*)	Alta	M. alta	M. alta	M. alta	M. alta	M. alta
31 Ana caspi	Alta	E	Alta	F y M	Regul(*)	Alta	M. alta	Alta	Media	---	Alta

R = Grano recto
 O = Grano oblicuo
 E = Grano entrecruzado

S = Presencia de sílice
 G = Textura gruesa
 M = Textura media

MOR = Módulo de ruptura
 C// = Comprensión paralela
 C⊥ = Comprensión perpendicular

EFLP = Esfuerzo de las fibras al límite proporcional
 (*) = Requieren sierras estilitadas.

Cuadro 10

**RELACIÓN : DENSIDAD BÁSICA Y COMPORTAMIENTO
TECNOLOGICO DE LA MADERA**

Especie	Densidad Basica	Trabaja- bilidad	Resist. Mecánic.	Secado	Aserrio	Pr
Carahuasca	muy baja	R	b	B	B	sí
Punga	< 0.30 gr/cm ²	M	bb	M	B	sí
María buena	Baja	B	b	R	B	sí
Huamansamana		B	b	B	B	sí
Shiringarana	0.30-0.40	R	b	R	B	sí
Ubos	gr/cm ³	R	b	R	B	sí
Ojé blanco		R	b	R	B	sí
Pashaco colorado		R	m	M	R	sí
Cedrillo		B	m	R	B	sí
Quillosisa		R	m	M	B	sí
Andiroba		B	a	B	B	no
Mari mari		R	a	B	B	albura
Pashaco blanco		R	m	R	B	sí
Ojé rosado		R	m	R	B	sí
Ojé renaco	0.41-0.60	R	b	R	B	sí
Hualaja	gr/cm ³	B	m	B	B	sí
Panguana		B	m	B	B	sí
Cachimbo blanco		B	m	B	R	sí
Cachimbo		B (*)	m	B	--	sí
Requia		B	a	R	R	sí
Mashonaste		R (*)	a	R	M	no
Azúcar huayo		R	aa	B	M	no
Huayruro		M	a	B	B	sí
Manchinga	Alta	R (*)	a	B-R	M	sí
Pumaquiro	0.61 - 0.75	R (*)	a	B	B	no
Yacushapana	ghr/cm ³	R (*)	a	B	M	no
Ana caspi		R (*)	a	B	M	no
Capirona	Muy alta	R (*)	aa	R	R	no
Estoraque	> 0.75	R (*)	aa	B	R	no
Shihuahuaco	gr/cm ³	R (*)	aa	B	M	no
Tahuari		R (*)	aa	B-R	M	no

M = Malo
R = Regular
B = Bueno
a = Alta

bb = Muy baja
b = Baja
m = Media
aa = Muy alta

(*) = Problemas de desafilado de sierras
y cuchillos

Cuadro 11

USOS PROBABLES DE LA MADERA POR ESPECIES

N° ESPECIES	CONSTRUCCION DE VIVIENDAS			E n c o f r a d e	C p e s a s a t d r a e	M r u i e s a l e	E r b i s a n i e t a	L a m i n a d o	C d a s c p e a s t v	M a c a r g r o a m d i e s	C r a i r a r e o e	D e e r e m l i e s	C a t i l o i a v e i r a i e	C a s j p o e s a s a r d i a	A r t o s a s a	P p u s l p e a l y	
	E v e s i e g l y a s a m	C d a r p e t b	P p i a a r o q a t														
01 PASHACO COLORADO		X(1)		X		X(1)								X	X		X
02 MARIA BUENA		X(1)				X(1)							X	X	X		X
03 HUAMANSAMANA		X(1)				X(1)							X				X
04 CARAHUASCA		X(1)		X		X(1)							X	X			X
05 SEBINGARANA		X(1)											X	X			X
06 CEDRELLLO	X(2)	X				X	X								X		
07 QUELLOSESA	X(2)	X		X											X		
08 ANDEROBA	X	X				X	X		X			X					
09 MARI MARI	X	X	X		X					X							
10 AZUCAR HUAYO	X	X	X		X				X	X			X			X	
11 PUNGA								X(2)						X			X
12 PASHACO BLANCO		X(1)		X										X	X		
13 USOS		X(1)		X		X								X	X		
14 OJE BLANCO		X(1)		X		X								X	X		
15 OJE ROSADO	X(2)	X(1)		X		X	X		X								
16 OJE RENACO		X(1)		X		X			X								
17 HUAJALA	X(2)	X(1)				X	X							X	X		X
18 PANGUANA	X(2)	X(1)				X	X	X						X	X		
19 CACHEMBO BLANCO	X	X	X			X	X			X						X	
20 CACHEMBO	X	X	X			X	X			X						X	
21 RIQUILA	X	X	X			X	X		X	X							
22 HUAYRUBO	X	X	X		X	X	X				X	X			X		
23 MANCHENGA	X	X	X			X				X			X		X	X	
24 PUMAQUITO	X	X	X		X	X	X		X	X							
25 YACUSHIAPANA	X	X	X			X	X		X	X			X			X	
26 CAPIRONA	X	X	X							X							
27 ESTORAQUE	X	X	X		X					X		X					
28 SHIHUHUACO	X	X	X		X					X		X					
29 TAHUARI	X		X		X					X		X				X	
30 MASHONASTE	X	X	X		X						X	X					
31 ANA CASPI	X		X		X						X	X					

(1) = Su utilización se limita previo preservado a piezas cortas, carpentería de muebles interiores de viviendas, ciclo ruzoo; etc.

(2) = Con ciertas limitaciones.

ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES TERMÓDINAMICAS DE CONGELACION DE MUSCULO DE CAMARON GIGANTE (*Macrobrachium rosebergii*): punto inicial de congelación y entalpia

F. Coronado *

J. O. Mendieta T.*

F. Kleeberg H. **

RESUMEN

El presente trabajo trata sobre la determinación del punto de congelación y entalpia de congelación del músculo de camarón gigante de Malasia (*Macrobrachium rosebergii*) cultivado en la Región San Martín.

El punto de congelación encontrado para un contenido de humedad de 78.6% del músculo, fue -1.1°C , mientras que la entalpia de congelación alcanzó valores comprendidos entre -47.04 y -70.44 kcal/Kg.

Los valores obtenidos para el punto de congelación en función del contenido de humedad del músculo presentan buen grado de ajuste con los predichos por la ecuación de Schwartzberg. En cuanto a la entalpia de congelación, los valores obtenidos correlacionan bien con los predichos por las ecuaciones de Schwartzberg y Chen con Errores m los relativos de 1.36 y 5.84% respectivamente.

Palabras claves: Camarón gigante, punto de congelación, entalpia de congelación.

INTRODUCCION

El camarón gigante *Macrobrachium rosebergii* es un crustáceo natural de la región Indopacífica; es decir, del sur y sudeste asiático, partes de Oceanía y de algunas islas del Pacífico, New y Shingolka (New B. M. y Shingolka 1984).

Presenta una marcada diferencia, siendo los machos de mayor tamaño que las hembras.

Actualmente se cultiva con fines comerciales en muchos países como Honduras, Taiwán, Tailandia, Costa Rica, Israel, México y Filipinas.

Este recurso, de alto valor alimenticio y económico, ha sido introducido recientemente en la Región San Martín y se proyecta que, en un futuro cercano, alcanzará altos niveles de producción. En consecuencia, será necesario procesados

* Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto. Fac. de Ingeniería Agroindustrial. Apartado 239 Tarapoto.

** Universidad Nacional Agraria La Molina. Fac. de Ingeniería Pesquera. Lima

con métodos apropiados que permitan mantener su calidad. Siendo la congelación el método de conservación más utilizado para el camarón, es de importancia conocer las propiedades termofísicas de congelación de éste.

Extensas investigaciones calorimétricas sobre la congelación de carne, pescado, frutas y vegetales se encuentran en la literatura especializada (Hsieh et al 1977), pero no se encuentra datos referidos al camarón gigante. Por esta razón, los objetivos del presente trabajo fueron:

- Determinar experimentalmente los parámetros termofísicos de congelación (punto inicial de congelación y entalpia del músculo de camarón gigante.
- Comparar los resultados experimentales de estos parámetros con los predichos por ecuaciones teóricas,

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Transformación del Departamento de Tecnología Pesquera de la Universidad Nacional Agraria La Molina, el Laboratorio de Análisis y Composición de Alimentos de la Universidad Nacional de San Martín, y en el laboratorios de la Empresa Agroindustrial DURHAN MAYO S.A.

La materia prima utilizada fue el camarón gigante de Malasia (*Macrobrachium rosenbergii*).

EQUIPOS Y MATERIALES

- Balanza analítica Sauter, Tipo 414, aproximación, 0.1 mg., Alemania.
- Balanza eléctrica Sauter, Tipo S 1000T/0. 1, aproximación 0.1 g., Alemania.
- Congeladora Phillips, Modelo CCA-200, temperatura mínima - 15° C, Lima - Perú.
- Equipo de destilación parnas Wagner
- Equipo digestor de proteínas
- Equipo extractor de grasa
- Estufa Memmert, Modelo TV 25V. rango de temperatura 30°C a 200°C, Alemania Federal
- Garrafa térmica
- Mufla eléctrica Temco, Modelo 16303, rango de temperatura 0°C a 120 °C, Iowa - USA

- Termómetro digital Lope, Modelo SP-625A, rango de temperatura -199.9°C a 199.9°C, aproximación de 0.1 C, USA
- Termómetro Fisher Scientific, rango de temperatura -10°C a 220°C, aproximación 0.1°C, USA
- Termopares cobre constantán N° 24 acoplables.

Los materiales utilizados fueron diversos: balones, buretas, crisoles, embudos, erlenmeyers, fiolas, matraces, morteros, pipetas, placas petri y probetas.

Otros: poliuretano expandido (tecnopor), cuchillos, papel aluminio, hielo seco, regla graduada, ollas y sal.

MÉTODOS

Análisis organoléptico

Las características organolépticas de la materia prima fueron determinadas en base a las recomendaciones dadas por Barral et al (1986), Santos (1981) y New Singholka (1984).

Análisis físico

Los camarones enteros crudos fueron medidos y pesados. El rendimiento de la parte comestible, cabeza y residuos fueron calculados como un porcentaje del peso total.

Análisis químico

El análisis proximal de la parte comestible (humedad, proteína, grasa cruda y ceniza), fue realizado según los métodos de la A.O.A.C (1970).

Preparación de muestras

La preparación de las muestras, previa a la determinación del punto inicial de congelación y entalpía del músculo de camarón, se efectuó según el Diagrama de Flujo mostrado en el gráfico 1.

Comprobada la frescura de la materia prima, fueron separadas las colas, eliminándose el caparazón, siendo seccionadas en trozos de aproximadamente 3 a 4 cm. Con el objeto de contar con muestras de distintos grados de humedad, éstas fueron presecadas por medio de un ventilador, en intervalos de tiempo de 1 hora.

Cada una de las muestras presecadas fueron envueltas en papel aluminio y mantenidas en refrigeración por 24 horas a fin de permitir la uniformización de la humedad de ellas.

Determinación experimental del punto inicial de congelación

Una muestra representativa de músculo de camarón conteniendo un termopar en su centro fue colocado en una garrafa térmica (gráfico 2) con aproximadamente 400 ml de salmuera saturada a -15°C . La temperatura fue registrada cada 10 segundos hasta sobrepasar el punto inicial de congelación, el cual finalmente fue anotado. Luego se determinó la humedad de la muestra. Esta fue descongelada y congelada por 3 veces para verificar la reproductibilidad de la prueba.

Los valores experimentales fueron comparados con los obtenidos mediante una fórmula de correlación dada por Schwartzber (1976).

$$t_1 = \frac{-En_2 RT_0^2}{18 H_0 [1-N_s (1+b)]} \dots [1]$$

Donde t_1 es numéricamente igual a la temperatura inicial de congelación expresada en $^{\circ}\text{C}$

Determinación experimental de la entalpia de congelación

Para la determinación experimental de la entalpia de congelación se usó el método de mezcla descrito por Kleeberg (1986).

A partir de los datos experimentales de masa y temperaturas y el correspondiente balance término del sistema, los valores de entalpia, fueron calculados, Alva (1990). La ecuación utilizada es:

$$H_T = \frac{[-W_w C_w (T_{wo} - T_e) - W_m C_m (T_e - T_i) + q_c]}{W_m} \dots [2]$$

Donde H_T es entalpia de congelación (Kcal/kg). El significado de las demás variables se presenta en el Anexo 1.

El calor específico de la muestra (C_m) por encima del punto de congelación fue calculado de la siguiente ecuación:

$$C_m = C_{sn_s} + C_{sn_{wo}} \dots [3]$$

Donde C_s es el calor específico de (kcal/kg ° 2C) los sólidos totales. Este valor se obtuvo a partir de los calores específicos y fracciones de masa de los componentes de la fracción sólida de la muestra.

El valor del calor parasitario q_c , calor asociado con la capacidad térmica del calorímetro entre las temperaturas inicial y final (Kcal), se determinó mediante un balance término sobre la garrafa térmica utilizada.

Con los valores de q_c obtenidos y las correspondientes diferencias de temperaturas se trazó la curva mostrada en el gráfico 3. De esta forma, las posibles pérdidas de calor quedan incorporadas en q_c y explican la curvatura ascendente.

Los valores experimentales se los comparó con los obtenidos mediante fórmulas de correlación de Schwartzberg (1976) y Chen (1985b)

$$H = (T - T_1) \left[C_f + (n_{wo} - b n_s) \frac{H_o}{(T_o - T)} \right] \dots [4]$$

$$H = (t - t_i) \left(0.37 + 0.3 n_s + \frac{n_s R T_o^2}{M_s t t_i} \right) \dots [5]$$

Evaluación de los parámetros del punto de congelación

Fracción de masa de agua ligada "b"

Se la calculó mediante la ecuación [6], Schwartzberg H.G. (1976). Los valores de actividad de agua requeridos para la aplicación de la ecuación 161 se los determiné reemplazando en la ecuación [7] del descenso crioscópico, las temperaturas iniciales de congelación, obtenidas experimentalmente.

$$b = \frac{N_1 A_{w2} - N_2 A_{w1} + A_{w1} A_{w2} (N_2 - N_1)}{A_{w2} - A_{w1}} \dots [6]$$

$$\ln A_w = \frac{M_{w4}}{R} \left(\frac{H_o}{T_o} - \frac{1}{T} \right) \dots\dots\dots [7]$$

Relación de pesos moleculares “E”

Se lo obtuvo a partir del punto inicial de congelación de la muestra y la aplicación de la ecuación [8]. Schwartzberg, H.G. (1976)

$$E = (N - b) \frac{(1 - A_w)}{A_w} \dots\dots\dots [8]$$

Determinación del peso molecular efectivo “Ms”

El peso molecular efectivo “Ms” fue calculado mediante la ecuación 191 de Schwartzberg, H.G. (1976) y también con la ecuación [10] de Chen, C.S. 1985b, a partir de valores experimentales de entalpia dentro del rango de 10° C por debajo del punto inicial de congelación de las muestras.

$$M_s = 18/E \dots\dots\dots [9]$$

$$M_s = \frac{n_s R T_o^2}{H_f} \dots\dots\dots [10]$$

$$t - t_r = \frac{0.37 - 0.3n_s}{t - t_r}$$

Evaluación de la exactitud

Según Bizot (1983), citado por Alva J, M. 1990, el error medio relativo se define como la raíz cuadrada del error promedio, y fue calculado para expresar la exactitud o ajuste de los valores calculados con los obtenidos experimentalmente. La ecuación usada fue la siguiente:

$$\% R = \frac{\sum_{i=1}^n [(V_{\text{exp}} - V_c) / V_{\text{exp}}] \times 100}{n} \dots [19]$$

Donde n es el número de puntos experimentales, V_{exp} es el valor obtenido experimentalmente, V_c el valor calculado mediante la ecuación respectiva.

RESULTADOS Y DISCUSION

ANALISIS ORGANOLÉPTICO

La materia prima utilizada presentó las siguientes características:

- Color azul verdoso y brillante con quelípedos (pinzas) azules, propio del camarón en buenas condiciones de calidad.
- Olor característico, muy suave, a agua dulce.
- Textura flexible y muy firme.

La percepción de las características anteriormente mencionadas indicaron que la materia prima utilizada fue de muy buena calidad.

Las características físicas del camarón gigante utilizado fueron:

- Longitud promedio : 16.76 cm.
- Peso entero : 49.16 g.
- Fracción de peso limpio : 0.3542
- Fracción de peso residuos : 0.6458

ANALISIS QUÍMICO

La composición química del camarón gigante se presenta en el cuadro 1. Puede apreciarse que se trata de una especie con alto contenido de humedad y proteína. El porcentaje de estos componentes, y los obtenidos para ceniza y carbohidratos, son comparables a los valores que para camarones de agua dulce informan Wheaton y Lawson (1985). El contenido graso hallado resulta bajo si se lo compara con el valor encontrado por Sidwell (1977), citado por Reddy et al (1981), pero está dentro del rango de valores determinados por Wheaton y Lawson (1985).

Cuadro 1
COMPOSICIÓN QUÍMICO PROXIMAL DE MÚSCULO DE CAMARÓN
DE AGUA DULCE
(*M. rosenbergii*)

Componente	Porcentaje (%)
Humedad	78.6
Proteína	19.4
Grasa	0.5
Ceniza	1.2
Carbohidratos	0.3

PUNTO INICIAL DE CONGELACIÓN Y PARÁMETROS EMPÍRICOS

Los valores del punto inicial de congelación para músculo de camarón gigante, en función al contenido de humedad, son presentados en el cuadro 2. Puede apreciarse que el punto inicial de congelación aumenta al disminuir el contenido de humedad. Este comportamiento se informa para otros productos similares (4, 5, 8, 11, 12).

Los valores obtenidos para los parámetros empíricos de congelación de músculo de camarón de agua dulce fueron los siguientes:

Constante empírica, $b = 0.29$

Peso molecular efectivo, $M_s = 492.07$

Constante empírica, $E = 0.03658$

El valor de b calculado para el camarón de agua dulce (*Macrobrachium rosenbergii*) representa la fracción de agua no congelable/Kg. de materia seca, el que es cercano al valor que informa Kleeberg, H.G. (1986) para pescado crudo y cocido, sin embargo resulta superior al rango de valores indicados por Duckworth (1971), mencionado por Gruda y Postolski (1986), que es de 0.24 a 0.27.

El peso molecular efectivo, M , encontrado para el material en estudio es inferior al que para productos similares, como caracol fresco, informa Alva (1990), y pescado crudo, Kleeberg (1986). Esto se debe al contenido de humedad de camarón fresco que es más elevado que el de los productos mencionados, puesto que el peso molecular efectivo varía en forma inversa con el contenido de humedad.

De otro lado, el valor de E encontrado para el camarón de agua dulce presentará una tendencia creciente similar a los valores de E que, informa

Kleeborg (1986), para pescado crudo y cocido, dado que E está en relación inversa al peso molecular (M.).

Los valores de punto inicial de congelación fueron calculados también mediante la ecuación [1] propuesta por Schwartzberg (1981), la cual utiliza los parámetros empíricos mencionados anteriormente y presentados en el cuadro 2. El error medio relativo (EMR) estimado es de 6.38% lo que indica una buena concordancia de los valores experimentales con los predichos mediante la ecuación propuesta por Schwartzberg (1976). En el gráfico 4 se presenta los valores experimentales y calculados para el punto inicial de congelación del músculo de camarón gigante.

Cuadro 2

PUNTO DE CONGELACIÓN EXPERIMENTAL Y CALCULADO DE CARNE DE CAMARÓN GIGANTE

Humedad 100n _{wo}	Sólidos totales n _s (kg/kg)	Punto inicial de congelación T _i (°C)	
		Exp.	Calc.
78.6	0.214	- 1.1	- 1.11
76.0	0.240	- 1.3	- 1.60
72.5	0.275	- 1.6	- 1.60
70.4	0.296	- 1.8	- 1.80
65.9	0.341	- 2.3	- 2.29
54.0	0.360	- 2.5	- 2.53
ERROR (EMR)			6,38

ENTALPIA DE CONGELACION

Los resultados experimentales de entalpia de congelación obtenidos para músculo de camarón, se los presenta en el cuadro 3. Estos valores muestran buena concordancia con los calculados mediante las ecuaciones de Schwartzberg (1976) y Chen (1985h), siendo los valores del Error Medio Relativo de 1.36 y 5.84%, respectivamente. Estas desviaciones son aceptables considerando las condiciones de trabajo y la sencillez de los equipos utilizados. El gráfico 5, ilustra la

concordancia de los resultados experimentales con los teóricos, especialmente con la ecuación de Schwartzberg (1981).

Al comparar estos resultados con los obtenidos para caracol crudo, Alva (1991), puede notarse que son más elevados para la misma temperatura. Esto es debido a que a mayor contenido de humedad, mayores son los valores de entalpia. Efecto similar observó Riedel (1956), citado por Alva (1990), trabajando con muestras de pescado de diferente contenido de humedad.

Cuadro 3

ENTALPIA DE CONGELACIÓN EXPERIMENTAL Y CALCULADO PARA CAMARÓN GIGANTE

T°C	Entalpia (Kcal/Kg)		
	Experimental	Calculado	
		SCHW. ¹	CHEN ²
8.0	---	7.86	7.86
5.0	---	5.27	5.27
3.0	---	3.54	3.54
1.0	---	1.81	1.81
-1.1	0.00	0.00	0.00
-5.0	- 47.04	- 47.01	- 47.41
-9.8	- 55.67	- 55.65	- 55.81
-11.0	- 57.08	- 55.65	- 55.81
-15.6	- 60.87	- 60.97	- 60.77
-17.5	- 62.38	- 62.37	- 62.04
-22.8	- 65.85	- 65.87	- 65.20
-30.5	- 70.44	- 70.44	- 69.26
ERROR (EMR)		1.36 %	5.84 %

CONCLUSIONES

Las principales conclusiones de este trabajo son las siguientes:

- El punto de congelación del músculo de camarón gigante es -1.1°C para un contenido de humedad de 78.6%.
- El valor de la entalpia de congelación varía de -47.04 Kcal/Kg a -70.44 Kcal/Kg .
- El peso molecular efectivo tiene un valor de $492.07\text{ Kg/Kg} - \text{mol}$.
- Los valores del punto de congelación de camarón gigante correlacionan bien con el contenido de sólidos y se ajustan a la ecuación propuesta por Schwartzber (1976).

Los parámetros que definen la cualidad de ajuste son:

$$b = 0.29 \qquad E = 0.03658$$

- La ecuación [4] de Schwartzberg (1976), y la ecuación [5] de Chen (1985b), correlacionan bien los datos experimentales de entalpia de congelación, con EMR inferiores a 1.36% y 5.84% respectivamente.

BIBLIOGRAFIA

- ALVA JORGE, M. 1990. Estudio de los parámetros termodinámicos de congelamiento del caracol (*Thais chocolata*) precocido”. Tesis UNALM. Lima-Perú.
- A,I.C. 1970. Official Methods of Analysis Association of Official Agriculture Chemist., 11^{ava} Edición.
- BARRAL A.O., BERGAMASHI, H.J. y C.A. CASTANON 1986. “Planillas de puntaje organoléptico para langostino (*Pleoticus muelleri*) fresco y congelado”. FAO Informe de pesca N° 421. Suplemento. Santiago de Chile.
- CHEN, C.S. 1985a. “Thermodynamic analysis of the freezing and thawing of foods: Entahalpy and Aarent Specific Heat. J. Food Sci”, 50: 1158 1162,
- CHEN, C.S. 1985B. “Thermodynamic analysis of the freezing and thawing of foods: Ice content and Mollier Diagram. J. Food Sci”. 50: 1163- 1166.
- GRUDA, Z. y 1. POSTOLSKI 1986. *Tecnología de la congelación de los alimentos*. Edit. Acribia S.A. 631.
- HSIEH., L.E. LEREW, D.R. HELDMAN 1977. *Prediction of freezing times for foods as influeced by product properties. J. Food Process Engineering*. Vol. I 183.

- KLEEGERG, H.F. 1986. Estudio comparativo dos parámetros termodinámicos e da cinetica de congelamiento de file de pescado (*Cynoscion petranas*) cru e cozido”. Tesis. Universidade de Gradual de Campinas. Sao Paulo.
- NEW, G.M. y S. SINGHOLKA 1984. *Cultivo de camarón de agua dulce. Manual para el cultivo de Macrobrachium rosenbergii Documento técnico de pesca* (225): 118 pag.
- REDDY, KW. NIP, and S. TANG 1981. *Changes in fatty acids and sensory quality of fresh water prawn (Macrobrachium rosenbergii) sotred under frozen conditions*. J. Food Sci. 46: 353-356.
- SANTOS, M.R. 1986. “Manual de procesamiento y control de calidad del langostino congelado. Planta Piloto Dpto. de Congelado”. N° 2 Año II Comisión Editorial Publicaciones. Callao - Perú.
- SCHWARTZBERG, H.G. 1976. “Effective heat capacities for the freezing and thawing of food. J. Food Sci”. 41: 152-156.
- SCHWARTZBERG, HG. 1981. “Mathematocal Analysis of the Freezing and Thawing of Foods”. AICHE. Summer Meeting, August Detroit. USA.
- WHEATON, F. and T. LAWSON 1985. “Processing Aquatic Food Products” Ed. Jhohn Wiley & Sons. USA

ANEXO 1

NOMENCLATURA UTILIZADA

- A_w = Actividad de agua
 a = Porcentaje de contenido de agua
 b = Fracción de "agua ligada" (kg/kg sólidos)
 C_p, C_c = Calor específico
 C_{pa} = Capacidad calorífica de la muestra totalmente congelada (kcal/Kg °K)
 $C_{s ns}$ = Calor específico de los sólidos totales expresados en Kcal/kg alimento °C.
 $C_s, C_w, C_{w(t)}$
 $C_{h(t)}$ = Calor específico de la porción sólida, del agua, del agua no congelada a del agua congelada del alimento, que puede no ser dependiente de la temperatura si el calor específico del hielo es constante en el rango de temperatura del producto, respectivamente (kcal/Kg °C)
 C_m = Calor asociado de la muestra (Kcal/Kg alimento °C)
 E = Constante empírica
 H = Entalpia de congelación (Kcal/Kg)
 H_o = Calor latente de fusión del agua (79.8 Kcal/Kg)
 H_f = Entalpia por debajo de la congelación (Kcal/Kg)
 h = Contenido de hielo (%)
 M_w = Peso molecular del agua pura (18 Kg/Kg-mol)
 n_w = Fracción de agua no congelada a la temperatura de congelación (Kg/Kg de alimento).
 n_s = Fracción de sólidos totales (solubles e insolubles, Kg/Kg de alimento)
 n_{w_o} = Fracción inicial de agua al alimento (Kg/Kg alimento)
 n_h = Fracción de hielo (Kg/Kg de alimento)
 q_c = Calor asociado con la capacidad térmica del calorímetro entre las temperaturas inicial y final (Kcal)
 R = Error medio relativo
 S = Velocidad de formación de hielo (Kg/Kg de al. °C) ó Kg de masa de hielo formado por grados de descenso en la temperatura por Kg de alimento.
 T, t = Temperatura a temperatura de congelación.
 T_o = Temperatura del punto de congelación del agua (273.15 °K)
 T_i, t_i = Temperatura inicial de congelación (°C, °K)
 t_r = Temperatura de referencia
 t_{w_o} = Temperatura inicial al agua (°C)
 T_e = Temperatura de equilibrio
 W_w = Peso del agua
 W_m = Peso de la muestra del camarón gigante (Kg.)
0.20 = Base arbitraria del calor específico de los constituyentes sólidos.

Grafico 1

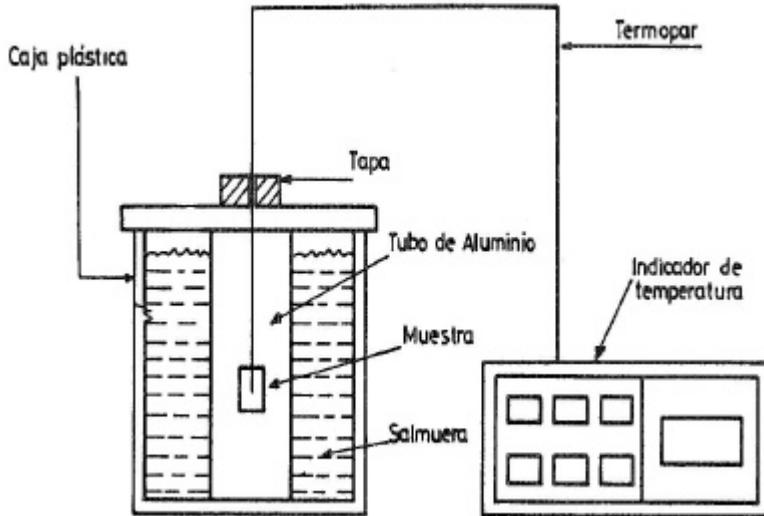
GARRAFA TERMICA UTILIZADA EN LA DETERMINACION DE PUNTO DE CONGELACION DE MUSCULO DE CAMARON

Grafico 2

CURVA DE CALIBRACION DE LA GARRAFA TERMICA

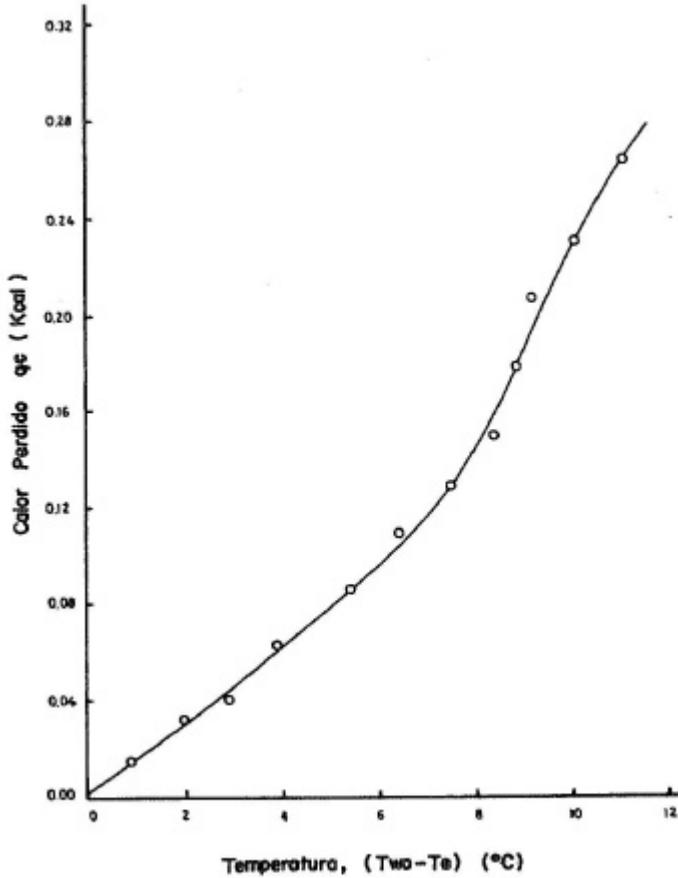


Grafico 3

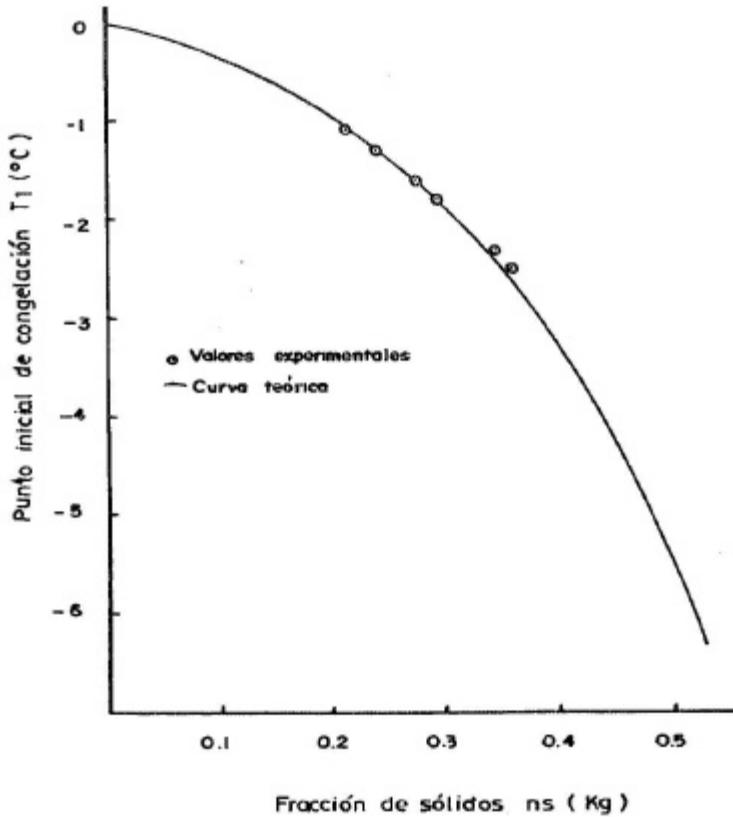
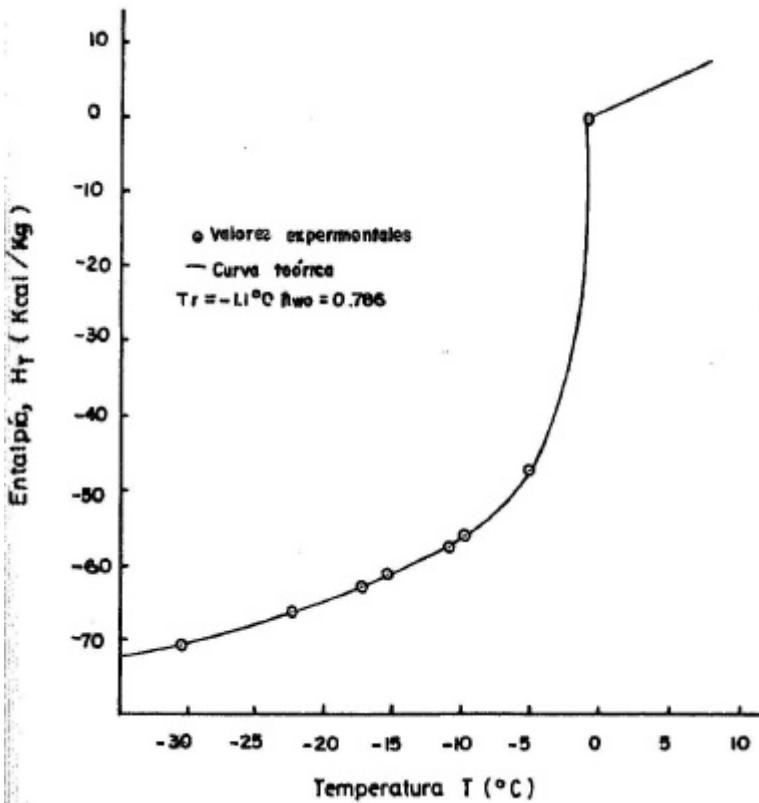
CURVA TEORICA DEL PUNTO DE CONGELACION DE MUSCULO DE CAMARON GIGANTE EN COMPARACION CON LOS RESULTADOS EXPERIMENTADOS

Grafico 4

COMPARACION DE VALORES EXPERIMENTALES DE ENTALPIA CON TEORICOS OBTENIDOS MEDIANTE LA ECUACION DE SHWARTZBERG



SALADO Y SECADO SOLAR DE TILAPIA (*Oreochromis sp*) EN LA REGION DE SAN MARTIN

O. W. Mendieta T*
M. L. Medina V.*

RESUMEN

El presente trabajo trata sobre el salado y secado solar de filetes de tilapia (*Oreochromis sp.*). El pescado, en óptimas condiciones de frescura, fue descamado y fileteado. Luego se colocó los filetes en salmuera saturada preparada con un peso de sal equivalente al 40% del peso de los filetes.

Durante el salado, los contenidos de humedad y de cloruro de sodio fueron determinados con intervalo de 1 hora. Luego de 16 horas, el cloruro de sodio alcanzó una concentración de 17.6% en el músculo de tilapia, permaneciendo casi constante hasta las 24 horas de inmersión. El contenido de humedad fue inversamente proporcional al contenido de cloruro de sodio.

El secado de la tilapia salada fue realizado en un secador solar modelo cabina con circulación del aire por convección natural. Las variaciones en el contenido de humedad fueron controladas por medio de pesadas con intervalos de 1 hora. La temperatura del aire de secado se la determinó mediante psicrómetros instalados en la cabina del secador. El producto final fue colocado en bolsas de polietileno y almacenado en condiciones ambientales.

La tilapia seco salada, evaluada organolépticamente, fue de óptima calidad y comparada favorablemente con el pescado seco salado elaborado en la zona empleando métodos tradicionales. El recuento de bacterias halófilas y coliformes arrojó resultados negativos. Los contenidos de humedad, ceniza, cloruro de sodio, proteínas, grasa y la capacidad de rehidratación tuvieron los siguientes valores: 25.0, 33.7, 32.2, 37.0, 4.3 y 45.0 por ciento respectivamente.

Palabras claves: Tilapia, salado, salmuera, secado solar, Selva alta. Perú.

* Universidad Nacional de San Martín. Facultad de Ingeniería Agroindustrial. Casilla Postal .239. Tarapoto.

INTRODUCCIÓN

El proceso de conservación por salado es una técnica antigua que tiene grandes posibilidades de éxito en nuestro país, especialmente en las regiones donde la comunicación es difícil y un sistema de refrigeración se hace imposible por razón de costos. Actualmente este proceso se efectúa en la Región San Martín empleando métodos tradicionales, en escala artesanal. El método tradicional utilizado corrientemente, corresponde al conocido como salado en pila seca, MIPE, IMARPE señalan 3 tipos de salado: 1. Salado en pila seca; 2. salado en pila húmeda; y 3. salado en salmuera. Esta operación toma generalmente de uno o dos días, tiempo durante el cual se genera una considerable alteración enzimática y bacteriana en el tejido muscular. Esto se debe, en parte, al método de salado empleado, en el cual es lenta la difusión de sal en el tejido, dando tiempo suficiente para que progresen las alteraciones mencionadas (Moncada, 1978; Moncada y Sarmiento, 1982). Sánchez y Lam (1965) y Lupin (1978) recomiendan el método de salado seco, para especies magras o de bajo contenido graso, siendo preferible el método de salado en salmuera para las especies grasas o semigrasas como en el caso de especies de aguas continentales (Moncada, 1982).

El pescado, terminado el salado, tiene un contenido de humedad entre 50 y 60%, debiendo someterse a la operación de secado como requisito para una buena conservación (Moncada y Sarmiento 1989; Hitzchky y Nunes, 1986). Dentro del método tradicional empleado en la región, el secado es realizado a la intemperie acentuándose las alteraciones producidas durante el salado debido a la acción directa de la luz solar y en general por las desventajosas condiciones ambientales haciéndose necesario recoger el pescado cuando la humedad relativa es alta o cuando se presenta tiempo lluvioso. Un método alternativo es la utilización de secadores solares.

No se han reportado experiencias para secado de pescado salado mediante el empleo de secadores solares, siendo en cambio abundantes para productos agrícolas (Espeleta et al, 1983; Marconde, 1980; Dorfman et al., 1981; Granados, 1982; Carbonell et al., 1985).

El presente trabajo se desarrolló con la finalidad de mejorar la metodología artesanal seguida para el salado y secado, demostrar la factibilidad del empleo de secadores solares para el secado de pescado así como difundir esta tecnología en la zona de selva alta.

MATERIALES Y METODOS

La materia prima utilizada en el presente trabajo Consistió en especímenes de tilapia (*Oreochromis* sp) obtenidos en la piscigranja del Ministerio de Pesquería (Ahuashiyacu, Tarapoto), en 3 ensayos con 10 Kg. de tilapia cada uno.

En el laboratorio, la materia prima fue inspeccionada organolépticamente empleándose la Tabla de Wittfogel; luego fue sometida a pesado, lavado con agua potable, descamado y fileteado. Los filetes fueron lavados con salmuera salmuera débil, eliminándose previamente el peritoneo de color negro.

Para el salado se empleo sal marítima comercial, tratada a temperatura de 100°C durante 30 minutos, con la finalidad de eliminar posibles microorganismos halófilos contaminantes.

Los filetes, de 1 cm. de espesor aproximadamente fueron colocados en recipientes plásticos añadiéndose sal muera saturada preparada con una cantidad de sal equivalente al 40% en peso de la materia prima. Los recipientes fueron mantenidos a temperatura ambiental, que fluctuó entre 25 y 32°C, a la sombra, durante el proceso.

Luego del salado, las muestras fueron prensadas durante 12 horas a fin de disminuir la cantidad de agua y posibilitar mejor distribución de sal en los tejidos, Finalizado este tiempo, los filetes fueron extendidos en bandejas con tondo de malla plástica y colocados en un secador solar de cabina, con capacidad para 20 Kg. de muestra, con la finalidad de retirar agua hasta un nivel favorable para su conservación. Cuando el nivel requerido de humedad, 25 - 30% en peso, no era alcanzado en una sola jornada de secado por motivos climatológicos, las muestras eran prensadas para evitar la absorción excesiva de humedad, continuándose con el secado al siguiente día. Las condiciones del aire de secado fueron controladas mediante psicrómetros.

Después del secado los productos fueron colocados en bolsas de polietileno, cada envase con 250 g. y almacenados a temperatura ambiente.

La composición de la materia prima fue determinada de la manera siguiente: proteína, por el método microkjeldahl (6.25 como factor de conversión); grasa, por extracción Soxhlet utilizando éter de petróleo como solvente; humedad, por desecación en estufa a 105°C y ceniza por incineración en mufla a 600°C. Todos los análisis fueron realizados según los métodos de la A.O.A.C. (1980).

Durante el período de salado se realizó análisis de humedad y cloruro de Sodio) (A.O.A.C., 1980) en intervalos de 1 hora, con la finalidad de determinar el tiempo de salado.

En el producto elaborado se determiné nuevamente la composición química, empleando los mismos métodos utilizados para la materia prima.

Los efectos del salado y secado en las propiedades funcionales de las proteínas fueron verificados por la capacidad de rehidratación del producto seco. La capacidad de rehidratación se determinó por inmersión en agua destilada; y las muestras fueron pesadas en intervalos de 0.5 horas, hasta peso constante.

El examen microbiológico consistió en el recuento de colonias halófilas y de coliformes, siguiendo las recomendaciones de Mossel y Quevedo (1967).

Para evaluar la calidad del producto final se observó las características organolépticas teniendo en consideración el sabor, color, aroma y apariencia general.

Se calculó rendimientos por la razón de peso entre la materia prima y el producto elaborado y expresado en porcentaje.

RESULTADOS Y DISCUSION

La tilapia utilizada registré longitud total promedio de 22 cm. y peso promedio de 250 g. En la evaluación de frescura se obtuvo un puntaje de 18; es decir, se trabajó con materia prima de muy buena calidad,

Los resultados de la composición química proximal de la materia prima se los presenta en el cuadro 1.

Cuadro 1

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA TILAPIA FRESCA Y PROCESADA

Componente	Porcentaje (%)	
	Fresca	Procesada
Humedad	80.0	25.0
Proteína (N x 6.25)	17.3	37.0
Grasa	2.0	4.3
Ceniza	0.7	33.7
Cloruro de sodio	---	32.2

En el producto final, el rendimiento promedio en relación a la materia prima es del 14.1% (cuadro 2). Este rendimiento está por debajo de los informados para especies marina y de agua dulce saladas y secadas (Sánchez y Lam, 1965; Moncada y Sarmiento, 1982; Lupin, 1978; Hitzchky y Nunes, 1986). Esto se debe al tipo de producto en filetes y no entero o descabezado y al contenido de humedad alcanzado en los filetes de tilapia salada seca (25%)

Cuadro 2

RENDIMIENTO DEL PROCESAMIENTO DE SALADO Y SECADO DE TILAPIA (*Oreochromis* sp.)

	Peso (Kg.)	R'	R
Entero	10.00		
Fileteado	3.50	100.0	35.0
Salado	2.97	84.9	29.7
Secado (25% de humedad)	1.41	47.5	14.1

La tilapia procesada por el método de salado en salmuera muestra óptimas características de preservación no observándose coloración amarilla, que es índice de enrriamiento.

Durante la etapa de salado el contenido de humedad fue inversamente proporcional al contenido de cloruro de sodio. El contenido de humedad entre el inicio y el final del salado decrece de 80% a 62%. El cloruro de sodio, después de 16 horas de salado, alcanza una concentración de 17.6% en el músculo de tilapia, permaneciendo prácticamente constante hasta el final del salado (gráfico 1). Esto concuerda con lo informado por diferentes investigadores (Sánchez y Lam, 1965; Sánchez, 1975; Moncada y Sarmiento, 1982; Hitzchky y Nunes, 1986).

Costa (1960), citado por Hitzchky y Nunes (1986), analizando varias especies de pescado de Angola observó que luego de ser retirado de los estanques de salado, la humedad variaba de 54 a 62% y el cloruro de sodio desde 10.1 hasta 21.2%.

En el gráfico 2 se muestra el proceso de secado de la tilapia salada en el secador solar de cabina. En el mismo gráfico se representa la radiación solar incidente sobre el plano del colector y la temperatura del aire en el interior de la

cámara de secado en función de la hora solar. La circulación del aire en el interior del secador se debió a la convección natural. Las curvas obtenidas tienen similitud con aquellas determinadas por Carbonell et al (1985) y Espeleta et al (1983) para el secado de zanahorias y hongos comestibles, respectivamente, deshidratados en secadores solares. El bajo contenido de humedad alcanzando en el producto deshidratado al cabo de 7 horas de proceso continuo, en un día despejado, es un índice de eficiencia del secador solar utilizado. En esas condiciones el tiempo de secado debe de ser menor, hasta alcanzar un porcentaje de humedad de 35 a 40 % considerando óptimo (ITP) en 1988.

La composición química del producto elaborado (cuadro 1) es semejante a la encontrada por Moncada y Sarmiento (1982) para el boquichico y bagre salado secos.

Los contenidos promedio de ceniza y humedad, en los productos elaborados, son de 33.7% y 25% respectivamente. Gurgel y Freitas (1971), citados por Hitzchky y Nunes (1986), indican como límite máximo de humedad para pescado seco salado, 45%, a fin de lograr una buena conservación.

Uno de los métodos utilizados para verificar la calidad del pescado salado seco es aquel que se basa en la relación sal/humedad; ésta no debe ser inferior a 0.30 (Fuegel y Freitas, 1971; citados por Hitzchky y Nunes, 1986). Moncada y Sarmiento (1982) encontraron valores de 0.91 y 0.80 para la relación sal/humedad, en boquichico y bagre respectivamente. Esta relación para la tilapia seco salada fue de 1.3 aproximadamente, ello indica que el proceso ha sido satisfactorio.

Considerando los resultados obtenidos para la proteína total, cuyo valor promedio fue de 37% (cuadro 2), se observa que está entre aquellos encontrados en diversas especies de pescado salado, cuyos valores varían entre 24 y 45% (Sánchez y Lam, 1965); Moncada y Sarmiento, 1982).

La capacidad de rehidratación, indicativa del poder de reabsorción de agua por el producto, alcanza el máximo de 45% después de 5 horas (gráfico 3).

El recuento de halófilas y de coliformes en el producto elaborado arrojó resultados negativos, lo cual indica la bondad del procesamiento realizado.

El producto seco, evaluado organolépticamente en sus características de aroma, color, sabor y apariencia general obtuvo una calificación de muy bueno y fue comparado favorablemente con el pescado seco salado procesado artesanalmente en la zona.

CONCLUSIONES

1. El producto salado y seco presentó óptimas características de preservación, no observándose coloraciones y olores provenientes de bacterias halófilas, ni rancidez.

2. El contenido de cloruro de sodio en el músculo de tilapia alcanzó un máximo de 17.6% luego de 16 horas de inmersión en salmuera.
3. El contenido de humedad fue inversamente proporcional al contenido de cloruro de sodio durante el periodo de salado.
4. Los contenidos de humedad, proteína y ceniza determinados en el producto final, son semejantes a aquellos observados en otras especies sometidas a similar procesamiento.
5. La pérdida de peso de la tilapia salada, durante el período de secado, fue en función del nivel de radiación (hora solar) incidente.
6. Es factible la utilización de secadores solares para el secado de pescado salado, en las condiciones ambientales de la zona.
7. La capacidad de rehidratación del producto salado seco alcanzó el máximo de 45 % luego de un tiempo de inmersión en agua de 5 horas.

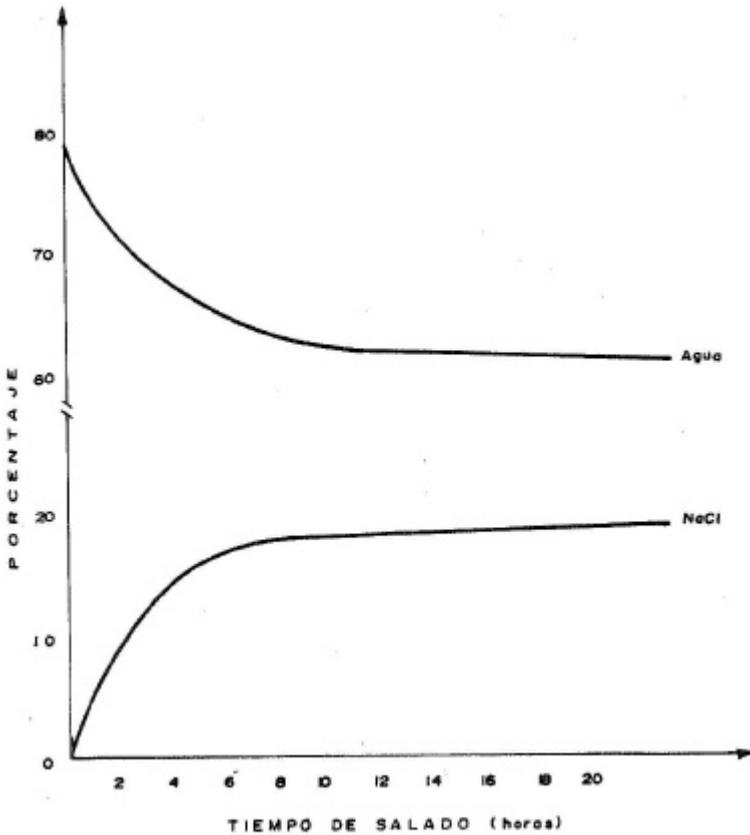
BIBLIOGRAFIA

- A.O.A.C. (1980). *Methods of Analysis*. W. Horowitz, 12 th. ed., 957p
- CARBONELL, J.; F. PIÑAGA, y J. PEÑA. (1985). “Deshidratación de Alimentos por energía solar. IV. Ensayos con zanahorias”, en *Rev. Agróquim. Tecnol. Aliment.* 25 (1):87-94
- DORFMAN, E. (1981). “Pé-Secagem de café em Barçaça com Utilizaçao de Energia Solar”. en *Rev. bras. de Armaz.* 6 (1)” 25-35.
- ESPELETA, I. et al. (1983). “Secado solar de hongos comestibles”, en *Ing. y Ciencia Química.* 7(3):35-41.
- GRANADOS, I. (1982). “Análisis del comportamiento de un secador solar usado en el Proceso de Curado-secado de Cebolla”, en *Ing. y Ciencia Química,* 6(3/4):215.
- HITZSCHKY, G. y M. NUNES. (1986). “Salado y Secado del Cangulo. Balistes vetula Linnaeus, en el Estado de Ceará, Brasil”, en *Boletim de Ciencias do Mar*, N 43, Univ. Fed. de Ceará.
- LUPIN, H. (1978). *Fundamentos para la elaboración de Merluza salada y seca*. La Plata, Centro de Investigaciones de Tecnología Pesquera.

- MARCONDES, J. et al. (1981). "Nova técnica de Secagem solar industrial de Cacau", en *Rey. Ceres* 28 (155): 19-35.
- MONCADA, F. et al. (1978). "Técnicas de bajo costo para la conservación de pescado", en *Tecnología* N° 111, enero/febrero, p. 27-44.
- y G. SARMIENTO (1982). "Tecnología apropiada en Salazón de pescado, Tecnología apropiada en Salazón de pescado", en *Tecnología* N° 135, enero/febrero, p. 7-22.
- MOSEL, D. y F. QUEVEDO (1967). *Control Microbiológico de los Alimentos*, Lima, CLEIBA, Ed. UNMSM, p. 96.
- SANCHEZ, J. R. LAM (1965). "Principios técnicos de salado y secado del pescado. Estudio químico de la sal en el litoral". *Inf. Inst. Mar Peruano*, Callao, (9):3-37.
- (1975). "Tecnología del Salado y Secado artificial de la Merluza". *Inf. Inst. Mar Perú*, Callao, (43):3-30.

Grafico 1

VARIACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD Y CLORURO DE SODIO EN MUSCULO DE TILAPIA. DURANTE EL SALADO EN SALMUERA SATURADA

**Grafico 2**

VARIACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE FILETES DE TELAPIA
DE LA TEMPERATURA DEL AIRE DE LA CAMARA DE SECADO Y DE LA
RADIACION SOLAR

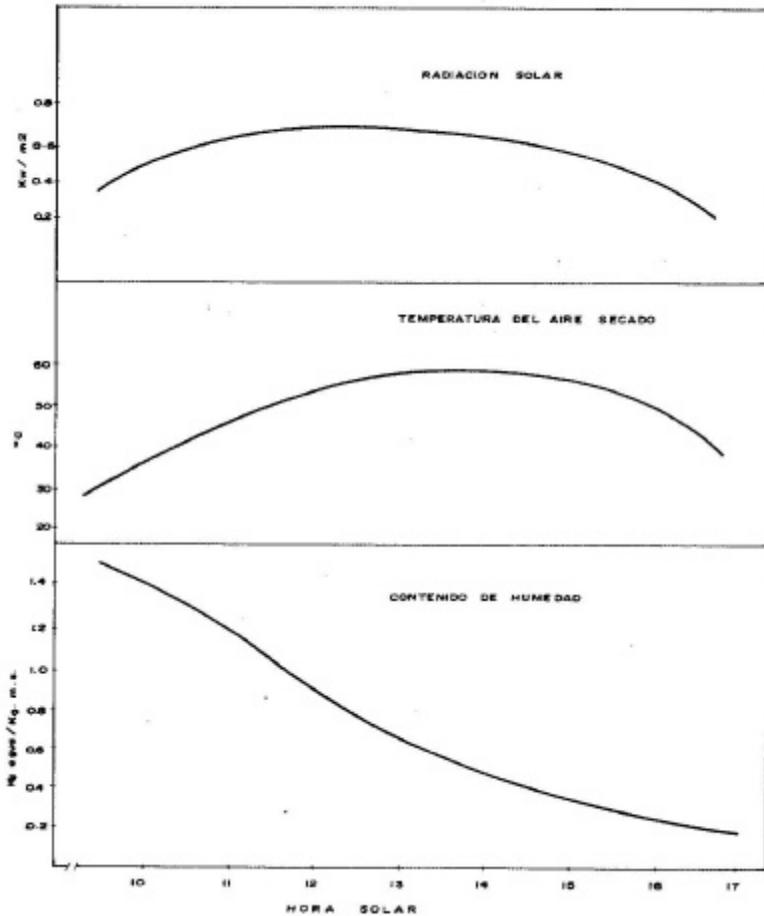
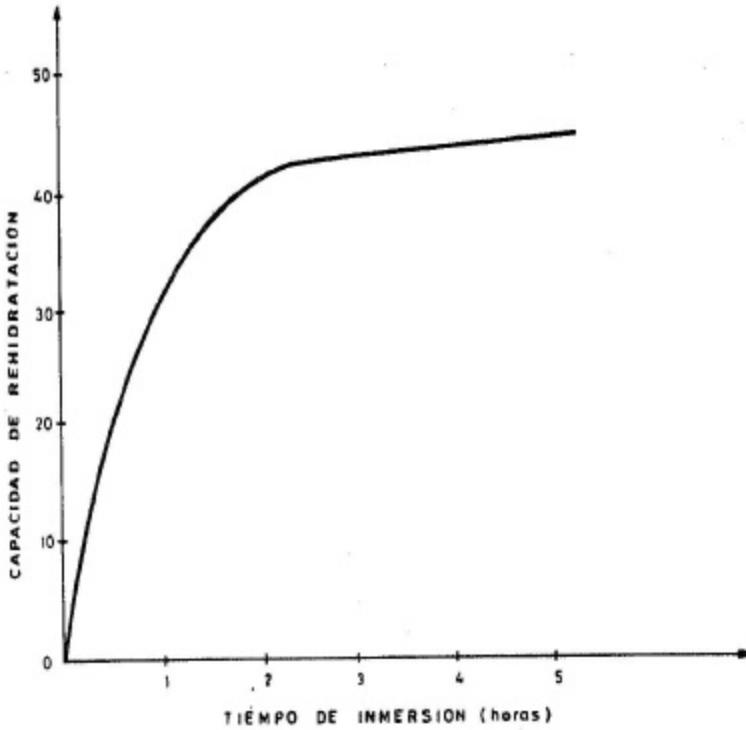


Grafico 3

CAPACIDAD DE HIDRATACION DE FILETES SECO SALADOS DE TILAPIA



ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES DE AISLADO PROTEINICO DE TORTA DE COCO

L.A. Viena V., *

O. M. Mendieta T.*

L. Briceño B. **

RESUMEN

Se estudió algunas propiedades funcionales del aislado proteínico de torta de coco, obtenido mediante extracción alcalina y precipitación ácida, para conocer el comportamiento de la proteína en un sistema alimentario.

El aislado proteínico presentó buena capacidad de absorber agua (284%) y aceite (160%) comparado con sus similares; la capacidad de batido fue baja (50%), pero la espuma resultó ser más estable comparado con la espuma de clara de huevo (86.32%). No resultó ser buen estabilizador de emulsiones aceite/agua. La proteína del aislado proteínico de coco presenta buena solubilidad en el rango pH entre 7 a 10.

Palabras claves Aislado, proteína, coco, propiedades funcionales.

INTRODUCCION

Actualmente se están produciendo y extrayendo proteínas de fuentes no convencionales para suplementar o sustituir a las proteínas existentes.

Algunas presentan propiedades intrínsecas satisfactorias como valor nutritivo, sabor, color, y textura aceptable; pero poseen propiedades funcionales inadecuadas.

Las propiedades funcionales, no sólo se determinan por su origen; además existen otros factores que influyen en éstas, como las condiciones de procesamiento a que son sometidos, la presencia de otros componentes, etc.

Como las propiedades funcionales son determinantes para predecir el comportamiento de los ingredientes proteicos, se necesita el conocimiento exacto de métodos y condiciones experimentales.

Con el presente trabajo se pretende conocer las propiedades funcionales más importantes del aislado proteico de coco, como absorción de agua y aceite, capacidad

* Universidad Nacional San Martín. Facultad de Ingeniería Agroindustrial. Casilla Postal 239 - Tarapoto.

** Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Industrias Alimentarias.

de emulsificación y espumación y solubilidad de la proteína para indicar su uso apropiado.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizó aislado proteínico liofilizado, obtenido por extracción alcalina y precipitación ácida, a partir de torta de coco. El aislado presentó color castaño, inodoro e insípido. La composición química del aislado proteínico de torta de coco es como sigue: proteína 91.21% (b.s), grasa 0.62%, fibra 2.79%, ceniza 1.58% humedad 4.5% y pH de dispersión (1:10) 3.9.

ABSORCIÓN DE AGUA

Método de centrifugación de Janicki y Walczac (1954) citado por Fleming et al (1974). El método consiste en preparar una dispersión al 10% (en base seca) en agua y centrifugando a 2 500 rpm por 15 min. Se lee o se mide el volumen de agua suelta, entonces la retención de agua fue computada como agua absorbida (ml de agua absorbida/gr. de proteína).

ABSORCIÓN DE GRASA

Método descrito por Lin y Humbert (1974). Se adicionó 0.5 gr. de muestra a 3.0 ml de aceite maíz, en un tubo de centrifuga graduada. El contenido fue removido por 1 min. con un alambre delgado para dispersar la muestra en el aceite, después de un período de reposo de 30 min., el tubo se lo centrifugó a 3,200 rpm por 25 min. y el volumen de aceite libre leído. La absorción de aceite se lo expreso en porcentaje como la cantidad de aceite absorbido/100 gr. de muestra a un 14% de humedad en base seca.

ESTABILIDAD DE LA EMULSIÓN

Método por Inklaar y Fortuin (1969) con algunas modificaciones. Se pesó aproximadamente 2.5 gr. de muestra y se dispersó agitando con 90 ml de agua destilada a 15°C en un vaso de 300 ml por 15 min. Se paró la agitación y se adicionó 1.5 gr. de Cloruro de Sodio y se mantuvo agitando por 1 min. Se adicionó desde una bureta, en 5 min. 25 gr. de aceite de maíz a 15°C para dispersar la proteína agitando con un agitador magnético. Cuando todo el aceite fue adicionado se continuó agitando por 1 min. La emulsión se vertió en 6 tubos de centrifuga de 15 ml de capacidad y se colocó en baño de agua a 85°C por 15 min. Se agitó el contenido de los tubos lentamente. Después del calentamiento de 15 min. se centrifugó por 15 min. a 3000 rpm.

La cantidad de aceite separada se midió cuidadosamente con una pipeta graduada de 10 ml. se volvió a centrifugar y se midió nuevamente el aceite separado.

ACTIVIDAD Y ESTABILIDAD DE LA ESPUMA

Método descrito por Lin y Humbert (1974), con algunas modificaciones. Se pesó 2.0 gr. de muestra (14% de humedad) en un vaso de 25 ml se agregó 66.6 ml de agua destilada. El material sólido se lo dispersó en el agua y llevado a pH neutro. Se batió la suspensión por 6 min. usando un mezclador eléctrico. Antes y después del batido se registré el volumen en una probeta de 200 ml y el porcentaje de volumen incrementado, debido al batido, fue calculado acorde al método de Lawhon y Cater (1971) y Lawhon et al (1972). Después se midió el volumen total de batido, y el volumen de espuma estancada en la probeta también se la registro para el estudio de la estabilidad de la espuma a 0, 5, 10, 20, 30, 60, 90 y 120 min. después de batido.

$$\% \text{ Incremento en Vol.} = \frac{\text{Volumen después de batido} - \text{Volumen antes de batido}}{\text{Volumen antes batido}}$$

PERFILES DE SOLUBILIDAD DE NITROGENO

Se los determiné usando el método descrito por Lawhon y Caler (1971) citado por Capulso et al (1981), con algunas modificaciones.

El 0.5 gr de aislado de coco se pesó y dispersó con una espátula en 40 ml de agua destilada. Se ajusté el pH a valores comprendidos entre 2 y 12, con NaOH o HCl 1.0N. Las muestras con una varilla de vidrio por una hora, a temperatura ambiente (28° C). Se revisé el pH cada 15 min. y se lo reajusté. Después de una hora, el volumen total fue llevado a 50 ml con agua destilada para llegar a 1 % (w/v) de concentración de proteína y ajustado el pH. Entonces se centrifugó muestras, se decantó el sobrenadante y se lo pasó a través de un papel filtro; el nitrógeno se lo determiné en una alícuota de 10 ml.

RESULTADOS Y DISCUSION

ABSORCIÓN DE AGUA

La capacidad de retener agua del aislado proteínico se muestra en el cuadro 1. Se observa que tiene buena capacidad de absorber agua (284%) comparado con aislados de palma africana y lupina. Ello se debe a los enlaces de hidrógeno entre las moléculas de agua los grupos polares de las cadenas proteínicas. Por ello se justificaría su empleo en la elaboración de embutidos como aditivo que evite la perdida de agua durante el escaldado y que contribuya a formar y mantener la consistencia y la textura del producto.

ABSORCION DE GRASA

El cuadro 1 muestra el porcentaje de aceite absorbido (160%) por el aislado proteínico de coco, considerándolo como bueno, pues al compararlo con los aislados de lupino y palma africana (175% para ambos) no existe diferencia apreciable. Esta buena propiedad posibilitaría su uso en la elaboración de embutidos, lo que permitiría disminuir las perdidas por cocción y ayudaría a mantener la estabilidad del producto cocido.

Además, por su buena capacidad de absorber agua y aceite, el aislado proteínico de coco puede tener usos diversos, como por ejemplo, incorporarlo en mezclas de harinas comestibles.

Cuadro 1

ABSORCIÓN DE AGUA Y ACEITE DEL AISLADO PROTEÍNICO DE TORTA DE COCO COMPARADO CON PRODUCTOS SIMILARES

	Absorción de agua (%)	Absorción de aceite (%)
Aislado proteínico coco	284	160
Aislado proteínico Lupino ¹	100	175
Concentrado proteínico Palma ²	250	175

1 Rodríguez (1981)

2 Pacheco (1984)

ESTABILIDAD DE LA EMULSIÓN

Es otra de las propiedades importantes de estos productos. El cuadro 2 presenta el porcentaje de aceite separado del aislado proteínico de coco y de un aislado proteínico de soya (PRIMINE D). Como se podrá observar, el aislado de coco no es buen estabilizador de emulsiones aceite/agua, en los procesos de calentamiento, pues apenas el 21.55% de aceite es retenido por las proteínas. Tal como señala Inklaar y Fourtuin (1969) el NSI, juega un papel importante en la estabilidad de estos tipos de emulsiones, pero hay que indicar también que el NSI es correlativo con el valor del pH; es decir, el NSI es alto a valores de pH alto. Esto es nuevamente confirmado por Capulso, Gonzales y Celestino (1981) que encontraron en un aislado de leche de coco descremada un porcentaje de aceite separado de 90.14% con un valor de WSP (solubilidad de la proteína en agua) de 14.46%.

Cuadro 2

ESTABILIDAD DE LA EMULSIÓN CON AISLADOS PROTEÍNICOS DE TORTA DE COCO Y SOYA

Producto	pH	NSI	% Aceite separado
Aislado prot. coco	3.9	6.02	78.45
Aislado prot. soya (PROMINE D) *	7.6	82.70	42.70

* Inklaar y Fourtuin (1969)

BATIDO Y ESTABILIDAD DE LA ESPUMA

Los incrementos de volúmenes logrados bajo las condiciones del experimento de esta prueba, fueron para el aislado proteínico de coco de 50%, para la clara de huevo 163% y para la harina de coco de 1.5%. Se observa claramente que las materias no proteicas contenidas en la harina interfieren en la capacidad de espumación.

Hay que aclarar que la dispersión de la proteína de coco se efectuó a pH neutro, pues a pH 3.9, cercano al punto isoelectrico de la proteína no se logró espumación. Aun así, la capacidad de espumación obtenida fue baja (50%) comparada con la capacidad de espumación de la clara de huevo (163%). Esto debido a la baja solubilidad de la proteína de coco, lo cual es confirmado por Peltonen Shalaby y Mangino (1986).

El gráfico 1, muestra la estabilidad de la espuma en el período de dos horas. En la curva de estabilidad de espuma de la clara de huevo, se puede apreciar que es muy inestable en los primeros 30 min., mientras que el aislado proteínico de coco es mucho más estable hasta las dos horas. Se observa que la espuma de la clara de huevo disminuye de volumen desde 76 ml a 54 ml; es decir en, 28.94%, mientras que el aislado proteínico de coco disminuye de 38 ml a 32.8 ml es decir en 13.65%, concluyendo que la espuma del aislado proteínico de coco es más estable (86.32%) que la clara de huevo (71.06%).

PERFILES DE SOLUBILIDAD DE NITRÓGENO

El efecto del pH en la solubilidad de nitrógeno se presenta en el gráfico 2. El aislado proteínico de coco, posee buena solubilidad en el rango pH= 8.0 y por el lado ácido a pH= 2.0. El máximo de proteína solubilizada en el lado ácido fue de 72%, mientras que a pH= 10.0 fue de 83.09% descendiendo a medida que se incrementa el pH, indicándonos una posible hidrólisis de la proteína. La baja solubilidad es observada en el rango de pH= 3.5-6.0, similares observaciones han sido informados por Samson, Cater y Mattil (1971).

BIBLIOGRAFIA

- CAPSUO, S.A., A.L. GONZALES y V.G. CELESTINO (1981). "Studies Qn the Isolation and Functional Characteristics of Protein from Coconutt Skim Milk". The Philippine J. Sc. 2 (1- 2):25-32.
- FEMING, S.E. et al (1974). "Viccosity and Water Absortion Characteristics of Slurries on Sunflower and Soybean Flours Concentrates and Isolates". J. Food Sc. 39: 188-191.

- INKLAAR, P.A. y J. FOURTIUN (1969). "Determining the Emulsifying and Emulsion Stabilizing Capacity of Protein meat additives". Food Tech. 23:103-107.
- LAWHON, J.T. et al (1972). "Utilization of Cottonseed whey Protein Concentrates Produced by Ultrafiltration". J. Food. Sc. 39:186-187.
- UN, M.J.Y. and E.S. HUMBERT (1974). "Certain Functional Properties of Sunflower meal Products". J. Food Sc. 39:368- 370.
- PACHECO, E. (1984). "Concentrados proteínicos de palma africana (*Elaeis guineensis* J.), Proceso de extracción y propiedades funcionales". Arch. Lat. Nutri. 35(3):509-519.
- PELTONEN - SHAABY and M.E. MANGINO (1986). "Compositional Factors that affect the emulsifying and foaming properties of whey protein concentrates". J. Food Sc. 51(1):91-95.
- RODRIGUEZ, P. (1981). "Obtención de aislado proteico a partir de Lupino (*Lupinus mutabilis*)". Tesis para optar título de Ing. Ind. álim. UNA-La Molina.
- SAMSON, A.S. J.C.M. CATER, and K. MATTIL (1971). "Preparation and Characterization of Coconut Protein Isolates". Cereal Chemist marzo: 182-189.

Gráfico 1

PERFILES DE SOLUBILIDAD DE NITROGENO DEL AISLADO PRETEINICO DE COCO

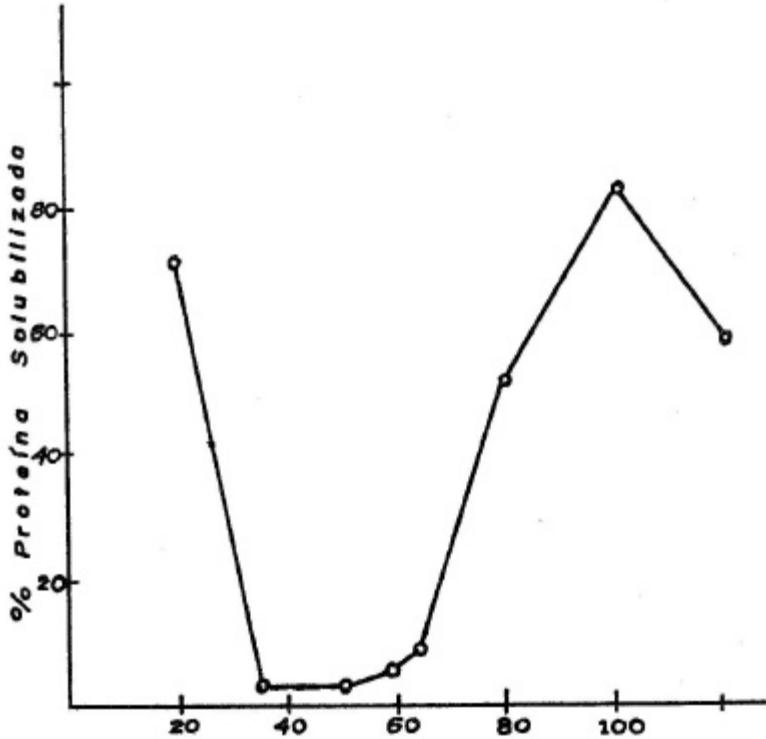
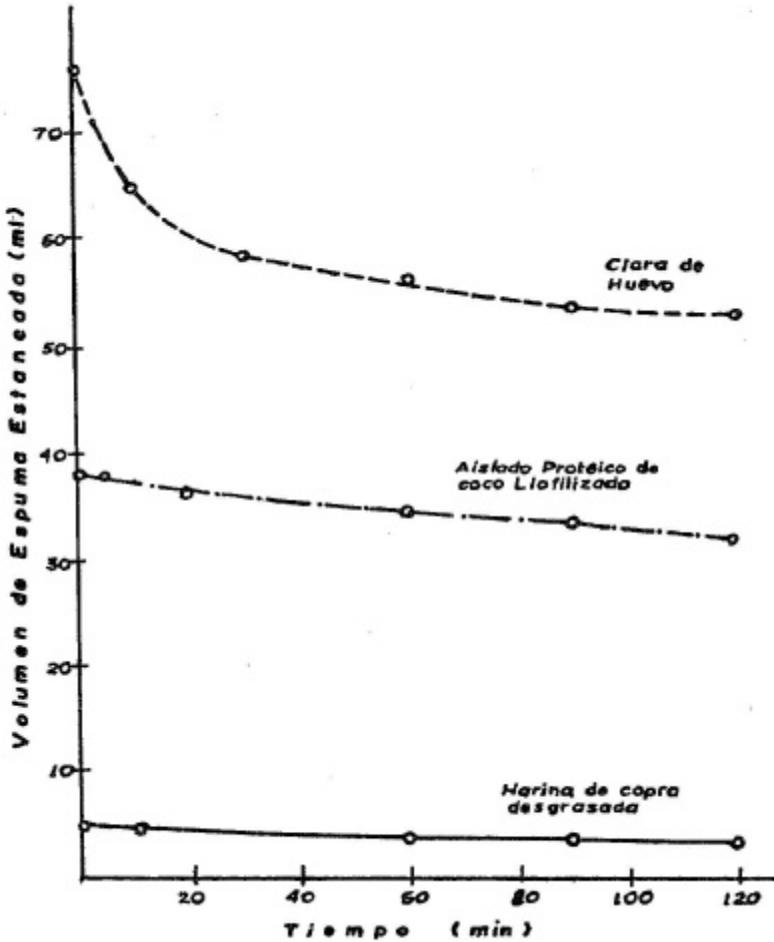


Gráfico 2

ESTABILIDAD DE LA ESPUMA DE AISLADO PROTEINICO DE COCO,
CLARA DE HUEVO Y HARINA DE COPRA



UN ESTUDIO DE LA DINAMICA POBLACIONAL DEL RONSOCO O CAPIBARA (*Hydrochoerus hydrochaeris*) EN EL RIO PACAYA, PERU

Pekka Soini N. *

RESUMEN

Se realizó un estudio a largo plazo de la dinámica poblacional del ronsoco (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en bosque aluvial amazónico, en la Reserva Nacional Pacaya-Samiria. La población estudiada estaba compuesta por familias, parejas y animales solitarios. El tamaño de los grupos variaba de 2 a 15, con un promedio de 4.8 integrantes. El tamaño promedio de los grupos reproductivos fue de 5.5 (\pm 2.2 DE) animales. El tamaño y Composición de estos sufría cambios estacionales debido al influjo estacional de crías a la población. Los grupos se componían de una pareja adulta y su prole de hasta 2 camadas sucesivas. Algunos grupos contenían una segunda hembra adulta. Los animales adultos y subadultos comprendían el 57% de la población total, los juveniles el 19% y los infantes el 24%. El ronsoco se reproduce durante todo el año, pero se observó un pico anual de nacimientos en agosto-setiembre, en el que el 81 % de los grupos tenía cría. Las camadas consistían en 1 a 6 ($x = 3.8$) crías y los intervalos registrados entre sucesivas camadas variaban de 5 1/2 a 11 meses. Aproximadamente el 40% de las crías sobrevivió hasta el segundo año de vida. Generalmente sólo 1 ó 2 (o ninguna) crías por carnada sobrevivieron hasta la etapa subadulto y se estima que no más del 20% de los animales nacidos en la población llega a reproducir. Las crecientes grandes del río, enfermedades, predación y agresión intraespecífica fueron las principales causas de mortalidad en la población.

SUMMARY

Population dynamics of the capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) was studied in Amazonian floodplain forest, in the Pacaya - Samiria National Reserve, over several years. The study population was composed of family groups, pairs, and solitary animals. Group size varied from 2-15 ($x = 4.8$); the mean size for reproductive groups was 5.5 + 2.2 S.D. animals. The groups size and composition showed seasonal changes, due to seasonal requirement of infants into the population.

* Investigador IIAP. Av. Abelardo Quiñones Km. 2.5. Apartado 784. Iquitos-Perú.

The groups were composed of one adult pair and their offspring of up to 2 successive litters. Some groups contained an additional adult female. Adult and subadult animals made up 57% of the total population, juveniles 19%, and infants 24%. Reproduction took place year-round, but a birth peak was evident in August-September during which 81% of the groups had young. The litters consisted of 1-6 ($x = 3.8$) young, and recorded interbirth intervals ranged from 5 ½ - 11 months. About 40% of the young survived to beyond the first year of life. Generally only 1 or 2 (or none) young per litter reached subadult age class, and it is estimated that no more than 20% of the offspring survive to reproduce.

Exceptionally high floods, disease, predation, and intraspecific aggression were the principal causes of mortality in the study population.

Palabras claves: *Hydrochoerus hydrochaeris*, dinámica poblacional, estructura poblacional, reproducción, mortalidad, organización social, Reserva Nacional Pacaya-Samiria.

INTRODUCCIÓN

El ronsoco, *Hydrochoerus hydrochaeris*, es el roedor conocido de mayor tamaño. De costumbres semiacuáticas, habita los humedales tropicales, incluyendo las sabanas inundables, bosques de ribera y pantanales, desde Venezuela hasta Argentina septentrional (Ojasti, 1973; Mones y Ojasti, 1986).

Es un animal corpulento, alcanza una longitud mayor de un metro y altura de medio metro, con un peso máximo registrado de 91 Kg. (Mones y Ojasti, 1986). Una hembra adulta cazada en Puerto Perú, Río Ucayali el 15 de abril de 1978, y que examinamos tenía una longitud total de 125 cm. y peso de 60 Kg. Tres machos adultos cazados en el Río Tahuayo en julio de 1986 pesaron 34, 55 y 45 Kg. respectivamente (R. Bodmer, comunicación personal). El tamaño de los adultos varía considerablemente y no parece existir dimorfismo sexual en cuanto al tamaño (Ojasti, 1973; Schaller y Crawshaw, 1981). En ambos sexos los genitales permanecen ocultos en un saco cutáneo anal, lo que dificulta la identificación del sexo en el campo. No obstante, los machos adultos son reconocibles por la presencia de una conspicua glándula cebácea sobre el hocico.

Debido a su gran potencialidad para manejo con fines de aprovechamiento de su carne y cueros, la dinámica poblacional del ronsoco ha sido objeto de algunos estudios intensivos en los llanos de Venezuela (Ojasti, 1973; Macdonald, 1981) y Colombia (Jorgenson, 1986) y en el Pantanal de Matto Grosso, Brasil (Schaller y Crawshaw 1981). Sin embargo, no existe información adecuada sobre la dinámica poblacional de la especie en el bosque lluvioso de la Amazonía.

En cumplimiento del programa de investigación y manejo de la fauna de la Reserva Nacional Pacaya-Samiria, Perú, se ha estado realizando, a partir del año 1979, un estudio de largo plazo de la ecología, dinámica poblacional y comportamiento del ronsoco en la cuenca del río Pacaya. En este artículo presentamos los resultados en cuanto a la dinámica poblacional de la especie se refiere; los aspectos de la ecología y densidades poblaciones ya fueron tratados en trabajos anteriores (Soini, 1992; Soini y Soini, 1993).

Para los fines del presente estudio, los animales fueron clasificados en 3 categorías o niveles de edad, definidos como sigue:

- INFANTES** : Desde nacimiento hasta 4 meses de edad (según Ojasti (1973) y Zara (1973) son amamantados hasta aproximadamente 4 meses). Tamaño pequeño (menos de la mitad del tamaño adulto); longitud de la pisada del pie trasero menor de 9 cm.
- JUVENILES** : Desde 4 meses hasta cumplir 1 año. Tamaño conspicuamente menor que el de los adultos; longitud de la pisada del pie trasero 9-11 cm.
- ADULTOS Y SUBADULTOS** : Edad 1 año o más. Longitud de la pisada del pie, trasero mayor de 10 cm.

En este estudio no siempre fue posible discriminar entre los adultos y subadultos, por lo que las dos categorías fueron combinadas. El tamaño Corporal de los subadultos grandes se traslapa ampliamente Con el de los adultos pequeños, lo que muchas veces dificultó la discriminación entre un animal subadulto y una hembra adulta, ya que ambos carecen de la conspicua glándula nasal. Según Zara (1973) y Ojasti (1973) respectivamente, ambos sexos alcanzan la madurez sexual a los 15 meses o 1 1/2 años de edad.

Al observar un grupo (o individuo) de ronsocos anotamos datos sobre la ubicación, actividad, comportamiento, tamaño y composición del grupo. Además de la observación visual directa, el tamaño de las huellas de las pisadas se utilizó como indicador auxiliar al asignar los integrantes de un grupo a las categorías de edad.

MÉTODOS

El estudio se realizó primariamente en el área de la Estación Biológica de Cahuana, abarcando los terrenos colindantes con un tramo de 3 kms. del río y con la

tipishca Cahuana; y secundariamente con un tramo de 12 kms del río, desde Cahuana de surcada hasta 2 kms más arriba de la cocha Mauca Tapaje (gráfico 1). Una descripción del área de estudio y la del hábitat del ronsoco las dio Soini y Soini (1993).

En el área de Cahuana se realizaron censos de los grupos de ronsocos y observaciones ecológicas intermitentemente durante todos los años desde 1979 hasta 1988. En el tramo Cahuana-Mauca esto se hizo principalmente en el periodo de 1982-1984. Aunque las observaciones abarcan todos los meses del año, el contacto con los grupos fue siempre más frecuente durante la segunda mitad del año, particularmente en el período setiembre-noviembre, cuando las orillas del río no se encuentran inundadas; durante la temporada anual de inundación fue siempre más difícil ubicar y observar los ronsocos.

Las observaciones se realizaron de día y de noche. En nuestra área de estudio los ronsocos fueron más activos y/o observables de noche que de día, particularmente durante las horas anteriores a la medianoche y en las de la madrugada, hasta el amanecer, por lo que la mayoría de las observaciones fueron llevadas a cabo en aquellas horas. Durante el día tendían a permanecer dentro de la espesura de la vegetación, mientras que de noche (y hasta las horas del amanecer), salían a menudo a las playas y otras orillas abiertas, donde las condiciones de observación eran mejores. Las observaciones nocturnas se realizaron a la luz de la luna y/o con ayuda de linternas.

De noche los ronsocos fueron generalmente ubicados y observados desde una canoa; de día fueron observados desde canoa o escondidos en la vegetación de la orilla opuesta. El grupo principal de estudio, que vivía en el entorno de la estación biológica y estaba más habituado a nuestra presencia, muchas veces pudo ser observado de muy cerca y de noche inclusive desde el interior de la casa.

RESULTADOS Y DISCUSION

TAMAÑO Y COMPOSICIÓN DE LAS UNIDADES SOCIALES

Las unidades sociales observadas en la población de estudio comprendían animales solitarios, parejas y grupos familiares. El tamaño de los grupos variaba de 2 a 15 animales, con un promedio de 4.8 ± 2.4 DE.. (n = 120 grupos). La muestra está basada en censos mensuales de los grupos presentes en el área de estudio dentro del período 1979-1988 (cuadro 1). Para cada mes de censo, sólo se incluyó los grupos observados bajo buenas condiciones de observación, que permitían un conteo aparentemente completo de los integrantes del grupo. Para cada grupo, observado repetidamente dentro del mismo mes, se consideró para el censo el máximo número de integrantes alcanzado en el grupo durante ese mes.

El gráfico 2 muestra la distribución de frecuencias de tamaño de los grupos. El tamaño modal fue de 2 animales. Estos últimos grupos consistían mayormente en parejas reproductivas; es decir, los que estaban criando o habían criado; el tamaño modal fue de 5 animales y el tamaño promedio 5.5 ± 2.2 DE ($n = 94$ grupos).

La composición promedio por niveles de edad de los grupos de la muestra total ($n = 20$ grupos) fue la siguiente:

	X	D.E.	(rango)
Adultos + subadultos	$2.4 \pm$	1.2	(1-8)
Juveniles	$1.8 \pm$	0.7	(0-3)
Infantes	$2.7 \pm$	1.5	(0-6)

Una examen más detallado de la composición de los grupos reproductivos indicó que éstos sufrían cambios estacionales causados principalmente por el influjo marcadamente estacional de infantes a la población (ver “Reproducción”) y de la maduración y (mortalidad) subsiguiente de éstos. La composición promedio bimensual de los grupos censados (cuadro 2) refleja bien estos cambios.

Cuadro 1

RESULTADOS DE LOS CENSOS MENSUALES DE LA COMPOSICIÓN DE
LOS GRUPOS DE RONSOCOS EN EL AREA DE ESTUDIO
EN EL PERIODO 1979-1988.

A + SAJ			I			A + SAJ			I			A + SAJ			I		
ENERO						AGOSTO						NOVIEMBRE					
2	-	-	4	3	-	2	3	1									
2	-	-	2	-	-	2	1	4									
2	2	1	2	-	-	2	-	-									
2	3	-	2	-	-	2	2	1									
3	2	-	2	-	-	2	-	-									
2	2	5	2	-	-	2	-	3									
1	2	2	2	-	-	2	-	3									
			2	2	2	2	1	2									
			2	-	1	2	1	-									
FEBRERO						SETIEMBRE						DICIEMBRE					
3	2	-	3	3	1	2	2	3									
2	2	-	2	2	6	2	1	2									
2	-	-	2	-	-	2	-	3									
2	-	-	2	-	-	2	1	2									
2	3	-	2	2	1	2	1	-									
5	1	2	2	-	5												
2	2	-	2	-	5												
			2	2	-												
			2	2	3												
MARZO						ABRIL											
2	-	-	2	2	-	2	3	-									
2	2	-	2	-	4	2	-	5									
2	1	-	2	-	-	2	2	-									
2	1	-	2	-	2	2	2	2									
2	1	4	2	-	1	2	1	-									
5	1	2	2	-	3												
			2	-	1												
			6	2	6												
2	3	-	8	1	6												
2	-	5	3	3	-												
2	2	-	2	2	2												
2	1	-	3	3	-												

2	1	-	2	-	-
4	1	2	3	2	5
			2	-	-

Continúa Cuadro 1.

MAYO			2	-	3
2	1	4	2	-	2
2	2	4	4	1	1
2	-	-	2	-	4
4	3	-	2	2	-
4	1	2	2	-	1
			4	2	-
JUNIO			4	1	2
			2	2	1
2	-	-	2	-	-
2	-	1			
2	2	-	OCTUBRE		
4	3	-			
3	1	2	2	3	1
			3	2	5
JULIO			2	-	-
2	1	-	2	2	1
2	-	-	2	-	3
3	-	-	2	2	3
2	2	-	2	2	-
4	3	-	2	-	3
2	1	2	2	-	-
			2	-	-
			2	2	-

A + AS = Adultos + subadultos; J = Juveniles; I = Infante

Cuadro 2

COMPOSICIÓN PROMEDIO BIMENSUAL DE LOS GRUPOS
REPRODUCTIVOS DE RONSOCOS EN EL AREA DE ESTUDIOS

Set. oct.	Nov.dic.	Ene-feb.	Mar-abr.	May-jun.	Jul.ago.
Inf. 2.2	1.7	1.4	1.2	1.1	0.6
Juv. 1.12	1.1	1.9	1.3	1.6	1.5
A + Sa 2.6	2.0	2.4	2.4	2.9	2.6

En setiembre-octubre, cuando la gran mayoría de los grupos esta con nuevas camadas de crías, el número de infantes presentes en la población alcanza su máximo nivel; de allí disminuye paulatinamente, por mortalidad y maduración, hasta el inicio de esa temporada. La reducción del número de adultos + subadultos en noviembre-diciembre parece deberse a una mayor incidencia de dispersión de los subadultos en esa temporada.

Se observó animales solitarios en todas las temporadas. Es probable que la frecuencia de éstos sufriera alguna fluctuación estacional, pero esto no se pudo verificar con datos cuantitativos, ya que muchas veces los solitarios no eran individualmente reconocibles. Lo mismo podría decirse de las parejas incipientes.

PROPORCIÓN MACHOS/HEMBRAS

Por regla general cada grupo tenía sólo un macho adulto y una hembra adulta, pero algunos grupos parecían tener temporalmente hasta 2 hembras adultas. En algunos casos, y posiblemente en todos, se trataba de una hembra reproductiva acompañada por su hija ya madura. Exceptuando los dos grupos más grandes observado, en cada grupo sólo había una hembra reproductiva activa. Los dos grupos vistos cada uno en sólo una oportunidad; tenían, respectivamente, 6 y 5 adultos/subadultos más juveniles o infantes, pero no fue posible identificarlos por sexo, y posiblemente hubo dos hembras reproductivas en estos grupos. En conclusión, aunque moralmente los grupos contenían sólo un adultos de ambos sexos, en termino medio los grupos contenían un número ligeramente mayor de hembras que machos. Entre los solitarios observamos animales de ambos sexos, pero no fue posible determinar la proporción entre ellos.

ESTRUCTURA POBLACIONAL

La composición porcentual por niveles de edad de la población contenida en los grupos censados fue la siguiente:

Adultos + subadultos	50.1 %
Juveniles	22.2 %
Infantes	27.7 %

Para estimar la estructura de la población total debemos considerar también los animales solitarios presentes en la población (todos ellos eran subadultos o adultos). En base a los censos poblacionales realizados en el tramo Cahuana-Mauca en 1982-1984 (tratado más detalladamente en Soini, 1992 y en prep.), estimamos que los solitarios comprenden, en término medio, el 23 % de la población adulta/subadulta.

Los censos fueron realizados en agosto-setiembre; es posible que la proporción de solitarios sufra alguna fluctuación estacional, pero para el presente cómputo consideramos este porcentaje como representativo de todo el año.

Agregando este componente a la categoría de adultos + subadultos, la población del área de estudio tendría la siguiente estructura:

Adultos + subadultos	57 %
Juveniles	19 %
Infantes	24 %

REPRODUCCIÓN

El ciclo de del ronsoco es espontáneo y tiene una duración promedio de 7.5 días (López-Barbella, 1982). La gestación dura aproximadamente 5 meses (Donaldson et al; 1975) Mones y Qjasti, 1986; Zara 1973). A partir de 15-21 días después del parto la hembra puede entrar nuevamente en estro (Azcárate, 1976).

DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LOS NACIMIENTOS

Para 29 camadas de crías nacidas en el transcurso del estudio pudimos constatar la fecha aproximada o el mes de nacimiento. La distribución temporal de éstos (gráfico 3) indica que en el Río Pacaya los ronsocos se reproducen durante todo el año. Sin embargo, un pico de nacimientos bien definido es evidente en el período agosto- setiembre; definido es evidente en el período agosto-setiembre;

nuestros registros de los años de más intensivo seguimiento (el período 1979-1981 en el área de Cahuana y 1982-1984 en el de Cahuana-Mauca) indican que, anualmente, en término medio, el 81% de los grupos de la población (excluyendo las parejas incipientes) cría en esa temporada.

No hemos observado nacimientos en los dos meses subsiguientes (octubre-noviembre), mientras que a lo largo de todo el período diciembre-junio se observa algunos nacimientos dispersos.

La temporada principal de nacimientos y cría coincide con el período anual de merma del río (estación seca y estación inicial de lluvia), que es la temporada de máxima abundancia de gramalote nuevo (*Echinocloa polyatachya* y *Paspalum* sp.) y de otras plantas herbáceas (particularmente *Ludwigia* spp) preferidas por los ronsocos para la alimentación. Como es sabido para los mamíferos en general, la lactancia es, en términos de energía, el período más exigente dentro del ciclo reproductivo de la hembra (Millars, 1976), por lo que ésta tiende a estar sincronizada con la temporada anual de máxima abundancia de los recursos alimentarios. Además, a parte de la leche materna, las crías de ronsoco ya empiezan a alimentarse de la vegetación en la primera semana de vida; la sincronización de la cría con el período anual de máxima disponibilidad de hierbas tiernas indudablemente contribuye, a mayor supervivencia de las crías nacidas en esta temporada.

Las crías que nacen en la temporada de inundación, o sea las camadas de diciembre-junio, se encuentran evidentemente en desventaja en este sentido. La relativamente baja incidencia de camadas observadas en este último período es probablemente el resultado combinado de dos factores, la disminución de nacimiento y el aumento de mortalidad infantil.

TAMAÑO DE LAS CAMADAS

En las 21 camadas en que el número exacto de crías presentes puedo ser constatado dentro de los primeros días o semanas de nacidos, el número de crías variaba de 1 a 6, con un valor promedio de 3.8 (\pm 1.8 D.E.). El tamaño modal fue de 5 crías, y es probable que el tamaño promedio de las camadas recién nacidas sea en realidad un poco mayor a 3.8., ya que algunas de las camadas incluidas pueden haber sufrido alguna mortalidad perinatal antes de ser observadas por nosotros. En las poblaciones de los llanos de Venezuela se ha observado camadas de hasta 7 crías (Ojasti, 1973), pero en el Pacaya nunca vimos camadas mayores de 6.

INTERVALOS ENTRE NACIMIENTOS

La hembra de un grupo, seguido desde marzo de 1982 hasta abril de 1983, tuvo 2 camadas en ese período, con un intervalo de 11 meses. Otro grupo, seguido desde noviembre de 1985 hasta enero de 1988 tuvo 4 camadas en ese período, con intervalos de 8 ½, 5 ½ y 9 ½ meses. Por lo tanto, los intervalos observados en este estudio indican que en el Pacaya las hembras pueden tener hasta 2 camadas por año, pero por regla general los intervalos tienden a ser mayores de 6 meses, aunque menores de 12 meses.

MORTALIDAD

Nuestras observaciones sobre los tamaños inicial y subsiguiente de las camadas de crías indican que la mortalidad infantil es alta. Esto es evidente cuando comparamos el tamaño promedio inicial de las camadas con el promedio general de las camadas infantiles y con el promedio de las camadas juveniles, a saber:

Tamaño inicial (edad menor de 1 mes)	3.8 (rango: 1-6)	(n = 21)
Tamaño de infantes en general (edad 0-4 meses)	2.7 (rango: 1-6)	(n = 60)
Tamaño de juveniles (edad 5-12 meses)	1.8 (rango: 1-3)	(n = 71)

Para la etapa juvenil el tamaño modal de las camadas se había reducido de 5 a 2 crías y el tamaño máximo de 6 a 3.

Tomando en cuenta que el tamaño promedio inicial es en realidad probablemente un poco mayor de 3.8 (ver sección tamaño de las camadas) y el hecho de que algunas camadas perecen totalmente en la etapa infantil, podemos estimar que la mortalidad de crías en el primer año de vida es aproximadamente el 60%. Los resultados de un seguimiento más sostenido de desarrollo de 8 camadas (cuadro 3) sugieren que la mortalidad es más elevada durante los 2 primeros meses de vida que durante los meses subsiguientes de la etapa infantil/juvenil.

Nuestras observaciones indican que, por regla general, sólo 1 ó 2, ó a veces ninguna, de las crías originales de una carnada sobreviven hasta la etapa subadulta.

Corno subadultos ya desligados de sus grupos natales, viven un período más o menos prolongado de existencia solitaria; y probablemente la mortalidad es relativamente elevada también en ese período, por lo que estimamos que no más del 20% de los animales nacidos en la población llega a reproducirse.

Según hemos podido observar, los grupos tienen una existencia relativamente breve, generalmente sólo 1-3 años. La muerte de uno de los adultos del grupo parece ser la causa más frecuente de la dispersión de un grupo. Por consiguiente, nuestras observaciones concuerdan con la conclusión de Schaller y Crawshaw (1981) en el sentido que también entre los adultos la tasa de mortalidad es alta, siendo pocos los individuos que sobreviven hasta los 4 años de edad.

CAUSAS DE MORTALIDAD

Enfermedades, predación y agresión intraespecie son evidentemente causas importantes de mortalidad en la población de estudio. También la excesiva inundación de los terrenos por crecientes excepcionalmente grandes del río, también es un causante importante, e indirecta de mortalidad.

La predación, evidentemente, es la causa principal de mortalidad entre los infantes y juveniles. Los principales predadores de éstos son el "tigre" o jaguar (*Panthera onca*), la "boa" o anaconda (*Eunectes murinus*), y los "lagartos" o caimanes (*Caiman crocodilus* y *Melanochus niger*). En una oportunidad vimos un jaguar cazar uno de los infantes de nuestro grupo principal de estudio y en otra una anaconda llevarse un subadulto del mismo grupo. Otro predador potencial es el puma (*Felis concolor*); pero, en contraste con el jaguar, éste parece ser poco abundante en el Pacaya y casi nunca se lo ve en los terrenos de ribera habitada por el ronsoco.

La agresión que a veces culmina en pelea es relativamente frecuente entre los machos de esta especie (Macdonald, 1981; Schaller y Crawshaw, 1981). En todos los años del estudio vimos machos adultos y subadultos (solitarios) con heridas aparentemente resultantes de agresión intraespecie; y un macho adulto encontrado muerto en nuestra área de estudio evidentemente murió como consecuencia de tales heridas recibidas.

Según hemos podido observar en el transcurso de los años de nuestra estadía en el Pacaya, las crecientes excepcionalmente grandes del río son un factor importante de mortalidad para los mamíferos terrestres del área, dando origen a fluctuaciones periódicas de la abundancia de éstos. El ronsoco, por sus hábitos semiacuáticos, es menos afectado que algunos otros mamíferos terrestres, pero tampoco está de todo intocado por tales crecientes. En abril de 1986 la creciente del

río Pacaya (y de Ucayali) alcanzó el máximo nivel conocido hasta ahora en la región. Como consecuencia de ello, hasta los terrenos mas elevados quedaron inundados. En nuestra área de estudio hubo una drástica disminución de la población de ronsocos a partir del año 1986. Así por ejemplo la población de Cahuana, que oscilaba alrededor de 30 animales en el período 1979-1984, se redujo en agosto-setiembre de 1988, a sólo 8 ± 2 animales. Esta declinación fue evidentemente en parte una consecuencia directa de la creciente, por escasez de recursos alimentarios y de lugares secos donde descansar.

Las observaciones de Ojasti (1971, 1973) en Venezuela y de Schaller y sus asociados (1978, 1981) en Brasil indican que las epidemias de tripanosomiasis equina causado por el protozooario *Trypanosoma* sp., es importante causante de mortalidad en las poblaciones naturales de ronsocos. Los síntomas más notables son la apatía, emaciación, debilitamiento y pérdida de coordinación de las extremidades posteriores (Ojasti, 1973; Schaller y Vasconcelos, 1978; Schaller y Crawshaw, 1981; Mones y Ojasti 1986).

En diciembre de 1987 la hembra reproductiva de nuestro grupo principal de estudio mostraba los característicos síntomas de tripanosomiasis, incluyendo un progresivo debilitamiento y pérdida de funcionamiento de las extremidades posteriores; pasaba las noches arrastrándose por la hierba y comiéndola echada. Continuó en estas condiciones físicas por un período de 5 semanas y murió el 29/30 de enero de 1988. El macho adulto del grupo había desaparecido ya algo antes, posiblemente a causa de la misma enfermedad. De un total de 7 animales, que contenía el grupo en diciembre, aparentemente sobrevivió sólo un macho juvenil, que sigue viviendo solo en el entorno de la estación biológica.

Los datos de Ojasti (1971, 1973) y Schaller & Vasconcellos (1978) indican que el ataque de una epidemia de tripanosomiasis en una población de ronsocos tiende asociarse con un periodo ecológicamente crítico o adverso (período de "stress"), cuando los animales se encuentran extenuados y así menos resistentes a enfermedades. Por consiguiente, los datos disponibles parecen indicar que, a parte del efecto inmediato de la creciente, la drástica reducción de la población de ronsocos en el área de estudio, y aparentemente en toda la cuenca del Pacaya, se debería a una epidemia de tripanosomiasis que sobrevino como una consecuencia de la creciente del 1986.

ORGANIZACIÓN SOCIAL

Los datos presentados en las secciones anteriores y nuestras observaciones adicionales sobre el comportamiento social de la especie, nos permite hacer algunas conclusiones sobre la organización social del ronsoco en el río Pacaya. La población está constituida por animales solitarios, parejas y grupos familiares formados por una pareja reproductiva y su prole de 1 a 3 camadas consecutivas. Normalmente el tamaño de estos grupos no pasa de 11 animales. En contraste con las poblaciones observadas en hábitat abiertos (Ojasti, 1971, 1973; Macdonald, 1981; Schaller y Crawshaw 1981; Jorgenson, 1986), no se observa grandes manadas con varios adultos de ambos sexos, y sólo raras veces hay hasta 2 hembras: adultas en un grupo.

El hecho de que nunca hemos observado más de un macho adulto por grupo podría indicar que los machos tienden a emigrar o ser expulsados de sus grupos natales en una edad algo más temprana que las hembras. Con la posible excepción de algunas hembras, los animales subadultos emigran de sus grupos natales en el segundo año de vida; luego llevan una vida solitaria hasta formar pareja (o hasta su muerte) con un subadulto/adulto del sexo opuesto, originándose así los nuevos grupos familiares.

BIBLIOGRAFIA

- AZCARATE, 1. 1976. "Algunos datos sobre el comportamiento social en una manada de chigüires (*Hydrochoerus hydrochaeris*)". II Seminario sobre Chigüires y Babas. Programa y Resúmenes. CONICIT. Venezuela.
- DONALSON, S.L., Wirtz, T.B., Hito, A.E. 1975. "The social behavior of capybaras. *Hydrochoerus Hydrochaeris*, at Evansville Zoo". *Int. Zoo Yb.* 15: 201-206.
- JORGENSON, J.P., 1986. "Notes on et ecology and behavior of capybaras in northeastern Colombia". en *Vida Silv. Neotrop.*, 1: 31-40.
- LÓPEZ-BARBELLA 5., 1982. "Una contribución al estudio de la fisiología reproductiva del chigüire (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en cautiverio. 1 Ciclo estral". en *Acta Cient. Venezol.*, 33: 487-50 1.
- MACDONALD, D.W. 1981. "Dwindling resources and the social behavior of capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) *J. Zool.*", 194: 371-392.

- MILLARS, J.S. 1976. "Adaptive features of mammalian reproduction. Evolution", 31: 370-386.
- MONES, A. y Qjasti. J. 1986. *Hydrochoerus hydrochaeris*. Mammalian Species, N° 264 : 1-7.
- OJASTI, 3., 1971. "El chigüire", en *Defensa de la naturaleza*, 1 : 1- 10.
- OJASTI, J., 1973. *Estudio biológico del chigüire o capibara*. Fondo Nac. Investi. Agropec., Caracas, 275 pp.
- SCHALLER, G.B. y Crawshaw, P.G. 1981. "Social organization of a capybara population", en *Saugetierkund. Mitt.*, 29 3-16.
- SCHALLER, G.B. y Vasconcellos, J.M.C., 1978. "Jaguar predation on capybara", en *Z. Saugeuterkund.*, 43:296-301.
- SOINI P. 1992. "Densidades poblacionales del ronsoco o capibara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) y el desarrollo de un método de censo". Informe de Pacaya N° 34, IIAP/COREPASA, Iquitos. 14 pp.
- SOINI, P. Y SOINI M. 1993. "Ecología del ronsoco o capibara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en el río Pacaya-Perú", en *Folia Amazónica*.
- ZARA, J.L., 1973. "Breeding and husbandry of the capybara, *Hydrochoerus hydrochaeris*, at Evansille Zoo". *Int. Zoo. Yb.*, 13:137-139.

Gráfico 1

EL AREA DE ESTUDIO EN EL RIO PACAYA

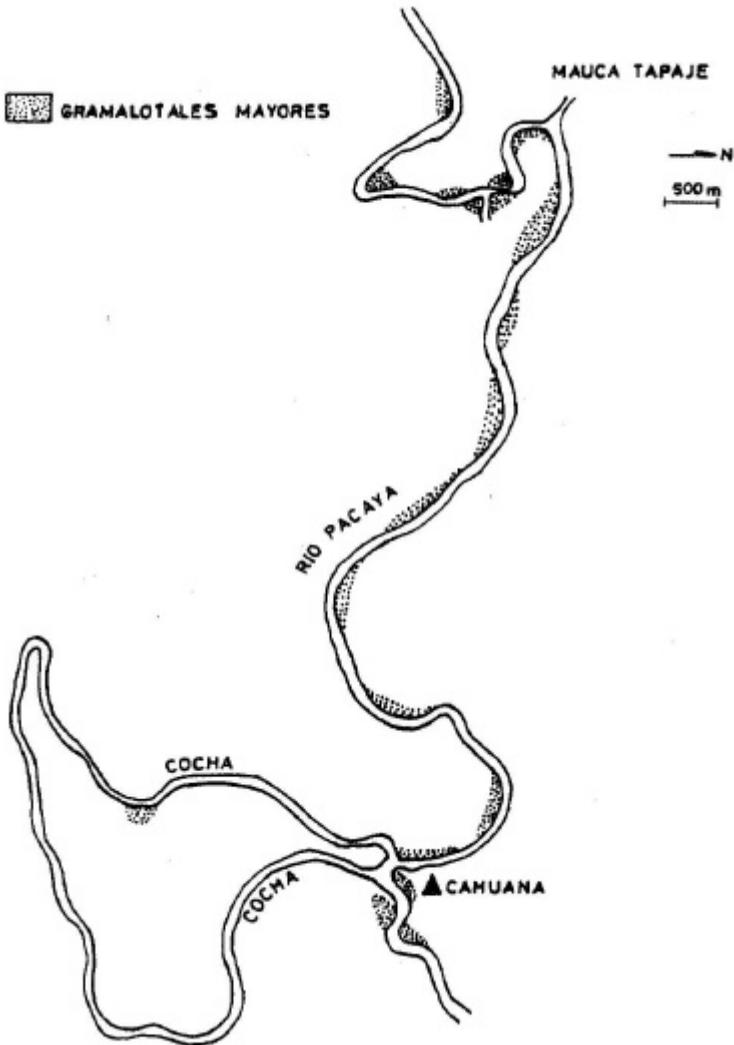


Gráfico 2

DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE TAMAÑO DE LOS GRUPOS DE
RONSOCOS

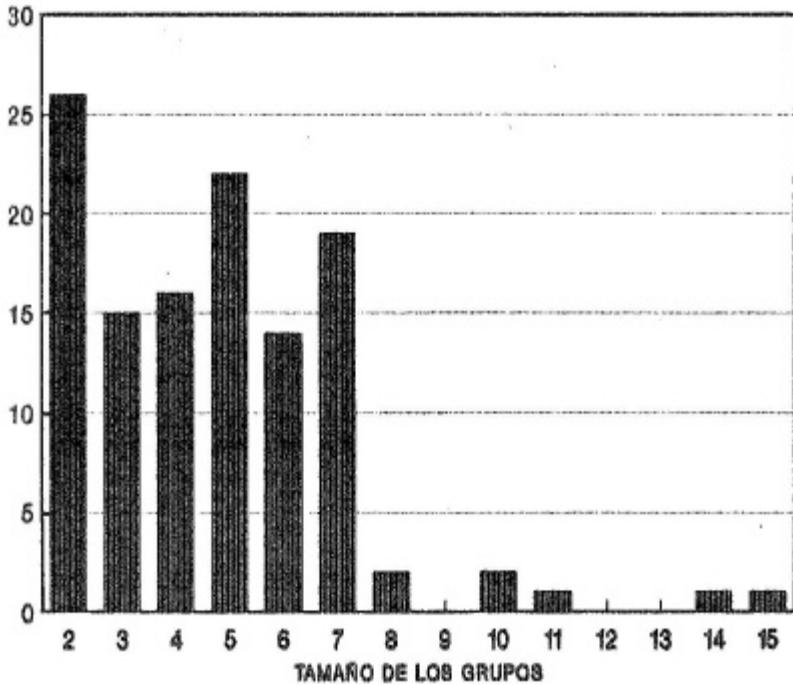
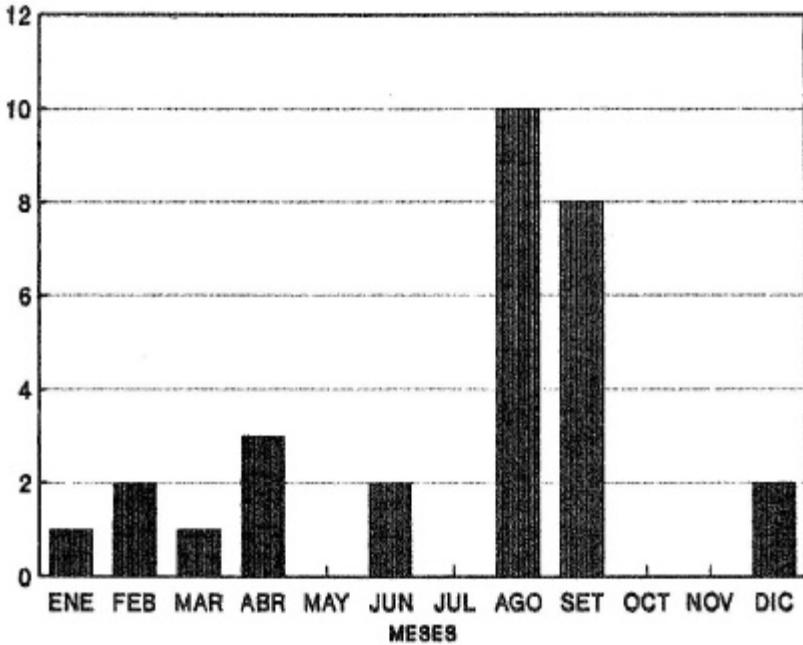


Gráfico 3

DISTRIBUCION MENSUAL DE LOS NACIMIENTOS EN LA POBLACION DE ESTUDIO



COMPARATIVO DE NIVELES DE AFRECHO DE YUCA EN RACIONES PARA CERDOS EN CRECIMIENTO Y ENGORDE, EN LA ZONA DE PUCALLPA

J. Rosa1es*

H. Urbietta **

RESUMEN

La alimentación representa el 70% de los costos de crianza de cerdos. Una de las alternativas para disminuir este porcentaje es la utilización de insumos regionales de menos costo, como el afrecho de yuca. El presente estudio se realizó en el Centro Regional de Investigación del IIAP, Pucallpa. El objetivo fue determinar el efecto biológico y económico de niveles crecientes de afrecho de yuca en la ración de cerdos durante las fases de crecimiento y engorde. Se trabajó con tres tratamientos: T1 (10% de afrecho de yuca), T2 (35% de afrecho de yuca) y T3 (60% de afrecho de yuca), durante 98 días. Se evaluó la ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, y beneficio económico. Los resultados de ganancia de peso (g/animal/día) fueron: T1=684; T2= 621 y T3 =630 en la fase de crecimiento y T= 787; T2= 698 y T3 = 721 en la fase de engorde. Estas diferencias no fueron significativas. Igualmente no hubo diferencias entre tratamiento en consumo de alimento diario, siendo en promedio: T1= 2,09; T2= 2,06 y T3 = 2,03 kg/animal en la fase de crecimiento, y T1= 3,11; T2= 2,94 y T3= 2,83 kg/animal en la fase de engorde. Con referencia a la conversión alimenticia el comportamiento fue similar siendo ligeramente mejor en T1 (3.54), seguido por T3 (3.59) y T2 (3.79). Económicamente el mayor beneficio neto fue en T3, seguido por T2 y T1. Se concluye que la utilización de afrecho de yuca hasta niveles de 60% , no afectaron la ganancia de peso, el consumo de alimento, y la conversión alimenticia; mientras que el 60% sí trajo consigo mayor beneficio económico.

* Investigador del área Pecuaria del Centro Regional de Investigación del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) filial Ucayali.

** Tesista de la Universidad Nacional de Ucayali

INTRODUCCION

La explotación de cerdos en la zona de Pucallpa es una actividad de baja rentabilidad, debido principalmente a los altos costos de los insumos alimenticios tradicionales para preparar los alimentos balanceados. La alimentación representa 70% de los costos directos de producción. Una de las alternativas para disminuir estos costos es buscar insumos no tradicionales de bajo costo. Así, durante el proceso de industrialización de la yuca para la producción de harina se obtiene un subproducto llamado "afrecho" que es un insumo energético que podría reemplazar parcial o totalmente al maíz en la dieta; por Consiguiente, disminuir los costos de alimentación y hacer más rentable la explotación porcina.

El objetivo de este estudio es determinar el efecto biológico y económico de las proporciones crecientes de afrecho de yuca en las raciones de cerdos durante las fases de crecimiento y engorde.

REVISION DE LITERATURA

Ríos (1973) afirma que el afrecho de yuca, debido a su bajo costo y buen sabor, se puede usar como fuente energética para la alimentación de vacunos de leche, cerdos, y aves; como suplemento proteico, graso y mineral.

El afrecho y la harina de yuca, en términos de contenido de nutrientes, son similares. Diferenciándose ligeramente el afrecho de yuca por su mayor contenido de proteína y fibra cruda, y por su menor proporción de extracto no nitrogenado (Rosales, 1993).

El afrecho de yuca se usa reemplazando parcialmente a otros insumos energéticos tales como sorgo, maíz, y afrecho de trigo. Así, Méndez y Zaragoza (1980) encontraron que la harina de yuca podía reemplazar parcialmente, hasta el 72.1%, al sorgo, en raciones de cerdos de cruces comerciales en crecimiento y engorde. Este reemplazo no afectó el rendimiento, la eficiencia de conversión alimenticia, ni las características de la carcasa.

En Tingo María, Bravo (1978) empleando el afrecho de yuca como sustituto del maíz en proporciones de 0, 15, 30, 45 y 60% en cerdos en crecimiento, la ganancia de peso diario fue: 610, 650, 670, 650, y 620 g. y la conversión alimenticia de 2.54; 2.43, 2.17, 2.47 y 2.37; en el análisis no se encontró diferencias ($P < 0.05$).

En otro estudio en Tingo María en engorde de cerdos, Baldeón (1976) usó 0, 9, 18, 27 y 36% de afrecho de yuca en reemplazo parcial del maíz, encontrando que la mejor ganancia de peso y consumo de alimento fue con el 18% de afrecho de yuca en reemplazo del maíz.

Sin embargo, la conversión alimenticia fue similar en todos los tratamientos. En la evaluación económica, el remplazo del 36% de afrecho de yuca fue el que produjo mayor rendimiento económico.

Por otro lado, Chicco et al (1972) y Sonaiya et al (1982) afirman que la harina de yuca reemplaza parcialmente al maíz amarillo hasta el 45 %, en raciones de cerdos en crecimiento y engorde, sin afectar el rendimiento de peso, eficiencia alimenticia, y calidad de la canal. Sin embargo, Shimada, mencionado por Maner y Pond (1974), determinó, usando el 0, 22, 44, y 66% de harina de yuca en remplazo del maíz, que el nivel máximo de utilización de la harina de yuca fue 44% y que la ración con 66% ocasionó una reducción tanto de la ganancia de peso como de la conversión alimenticia.

Barbaosa et al (1979) afirman que al sustituir parcialmente el afrecho de trigo por el afrecho de yuca en raciones de cerdos en crecimiento, no se encontró diferencias en ganancia de peso, consumo de alimento, y eficiencia alimenticia.

MATERIALES Y MÉTODOS

UBICACIÓN

El estudio se realizó en la Estación Experimental “Villa Rica” del Centro Regional de Investigación del IIAP, filial Ucayali; ubicada en el Km. 12.4 de la carretera Federico Basadre (Pucallpa-Lima). La estación geográficamente se ubica a 8 22'13" S, 74 34'23" O, y a una altitud de 154 msnm.

CONDICIONES CLIMÁTICAS

La zona pertenece al ecosistema mayor de bosque tropical semi-siempreverde estacional (Cochrane, 1982). La precipitación media anual es de 1852 mm, la temperatura media de 25,5 C y la humedad relativa de 82%.

INS TALACIONES Y EQUIPOS

Se usó una porqueriza de 24 m² construida sobre un estanque piscícola, con techo de hojas de palmera, piso y cerco enrejillado de madera, dividida en tres corrales de 6 m² cada uno (2 x 3 m). Cada corral fue equipado con comedero de madera y un bebedero de neumático usado, partido por la mitad.

ANIMALES

Se utilizó nueve gorrinos cruzados de las razas Landrace por Yorkshire ($\frac{1}{2}$ x $\frac{1}{2}$ aproximadamente), cinco machos castrados y cuatro hembras, con una edad de 11 semanas y con un peso promedio de 22 kg. Los nueve gorrinos fueron distribuidos indistintamente hembras y machos en grupos de tres animales. Cada grupo fue alojado en un corral.

TRATAMIENTOS

Cada grupo de animales fue alimentado con una de tres raciones isoproteicas e isoenergéticas, pero con diferentes proporciones de afrecho de yuca, los que dieron lugar a tres tratamientos:

T1 = Ración con 10% de afrecho de yuca en la ración.

T2 = Ración con 35% de afrecho de yuca en la ración.

T3 = Ración con 60% de afrecho de yuca en la ración.

ALIMENTACION

Se estableció dos etapas de crianza: la de crecimiento de 11 a 18 semanas y la de engorde de 10 a 25 semanas de edad. Las fórmulas de las tres dietas y las especificaciones nutricionales tanto de las raciones de crecimiento como la de engorde se presenta en los cuadros 1 y 2. El análisis proximal de los alimentos se muestra en el cuadro 3.

Los cerdos se alimentan dos veces al día: la primera a 08:00 y la segunda a 13:00. El suministro de agua fue *ad libitum* con agua de la propia piscigranja.

Cuadro 1

FÓRMULA DE LAS TRES RACIONES EXPERIMENTALES PARA
CERDOS EN LA FASE DE CRECIMIENTO Y ENGORDE

Insumos	Tratamiento					
	Crecimiento			Engorde		
	TI	T2	T3	T1	T2	T3
Afrecho de yuca	10,0	35,0	60,0	10,0	35,0	60,0
Maíz amarillo	37,0	8,0	4,5	45,0	16,0	12,5
Polvillo de arroz	29,0	29,0	5,0	29,0	29,0	5,0
Hna. de pescado II	23,0	27,0	29,0	15,0	19,0	21,5
Sal mineral	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Sal común	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Cuadro 2

ESPECIFICACIONES NUTRICIONALES EN LA FORMULACIÓN DE
LAS RACIONES PARA CERDOS EN LA FASE DE CRECIMIENTO Y
ENGORDE (CALCULADOS).

Nutrientes	Tratamiento					
	Crecimiento			Engorde		
	TI	T2	T3	T1	T2	T3
ED ¹ (Mcal/kg)	3,15	3,00	3,01	3,16	3,03	3,00
EE ² (%)	6,23	5,16	4,45	5,69	4,61	3,76
Proteína (%)	16,08	16,07	16,04	13,06	13,05	13,03
Fibra (%)	6,99	7,86	5,19	7,11	8,00	6,65
Grasa (%)	6,23	5,16	4,45	5,69	4,61	3,76
Ca (%)	1,93	2,26	2,46	1,33	1,66	1,87
P (%)	1,00	1,15	1,22	0,71	0,85	0,92

1 = Energía Digestible

2 = Extracto Etereo

Cuadro 3

ANÁLISIS PROXIMA¹ DE LAS RACIONES PARA CERDOS EN LA FASE DE CRECIMIENTO Y ENGORDE (TAL COMO OFRECIDO)

Nutrientes	Tratamientos					
	Crecimiento			Engorde		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
Humedad	9,00	11,55	11,60	11,57	11,25	11,95
Proteína	16,88	16,04	14,78	13,98	13,14	12,75
Grasa	6,00	5,10	2,50	5,59	4,70	3,85
Fibra	4,20	5,73	5,43	6,55	7,35	5,98
Ceniza	9,00	11,55	11,60	9,25	10,68	10,46
Nifex	54,92	50,03	54,09	53,06	52,88	55,01
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,0

1/ Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Nacional Agraria, La Molina.

SANIDAD

Antes del inicio del experimento los animales fueron vacunados contra el cólera porcino, cepa china, virus vivo modificado. Además, tanto al inicio del período de crecimiento como al del período de engorde fueron dosificados contra parásitos gastrointestinales con clorhidrato de Levamisol (Prolevan inyectable) y bañados contra parásitos externos con Hexaclorociclohexano (Sarnavet).

VARIABLES MEDIDAS

Consumo de alimento

El control del consumo de alimento se realizó diariamente, calculando la diferencia entre el alimento ofrecido y el residual y el desperdicio; de esta manera se obtuvo el consumo diario.

Ganancia de peso

El control de peso se realizó semanalmente durante todo el experimento. Los pesos fueron tomados en una balanza tipo plataforma de 500 kg. de capacidad con una aproximación de 250 g.

Conversión alimenticia

La cantidad de alimento consumido por el animal para ganar un kilo de peso vivo.

Análisis económico

Para el análisis económico se tuvo en cuenta los costos fijos y variables. La ecuación usada para el cálculo del beneficio neto fue la siguiente:

$$B_i = PY_i - (CV_i + CF)$$

Donde:

B_i	=	Beneficio neto, en nuevos soles, por cerdo
i	=	Tratamientos
P	=	Precio por kilogramo de cerdo, en nuevos soles
Y_i	=	Peso promedio por cerdo, por tratamiento
CV_i	=	Costo variable por cerdo, por tratamiento
CF	=	Costo fijo por cerdo, por tratamiento

DISEÑO ESTADÍSTICO

Se usó el diseño Completamente al Azar, con tres repeticiones (Calzada, 1982), siendo el Modelo Aditivo Lineal:

$$Y_{ij} = u + t_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij}	=	Valor observado para la j -ésima repetición del tratamiento i -ésimo.
u	=	Media poblacional
t_i	=	Efecto del i -ésimo tratamiento
E_{ij}	=	Error experimental

RESULTADOS Y DISCUSION

CONSUMO DE ALIMENTO

El consumo de alimento diario, tal como el ofrecido, durante la fase de crecimiento y engorde se presenta en el cuadro 4. Se observa que no existen mayores diferencias entre tratamientos. Se puede atribuir que estos resultados obedecen a lo siguiente: raciones isoenergéticas, alimento con volumen similar, buen sabor de las raciones y la utilización de buena fuente proteica.

Resultados ligeramente menores de consumo de alimento, pero que no difieren ($P < 0.05$), fueron reportados por Méndez y Zaragoza (1980) en cerdos en crecimiento de 19 a 50 kg, donde el consumo diario fue 1,92; 1,93; y 1,93 kg para los tratamientos con 0; 35,8; y 67 % de harina de yuca en la ración, respectivamente. Sin embargo, en engorde el consumo diario fue mayor: 3,17; 3,44; y 3,24 kg para los tratamientos de 0; 39; y 72,1 % de harina de yuca en la ración, respectivamente. Estas diferencias podrían deberse: a la raza de animal, insumos alimenticios usados, manejo animal, y factores climáticos.

Cuadro 4

CONSUMO DE ALIMENTO DIARIO, TAL COMO EL OFRECIDO, DE
CERDOS YORKSHIRE X LANDRACE¹ EN CRECIMIENTO Y
ENGORDE, EN UN PERÍODO DE 98 DÍAS.

Fase	Tratamiento		
	T1	T2	T3
	g/animal/día		
Crecimiento	2,09	2,06	2,03
Engorde	3,11	2,94	2,83

1/ Cerdos de 11 semanas de edad al inicio del experimento

2/ Afrecho de yuca en la ración

GANANCIA DE PESO

Los pesos iniciales y finales, así como la ganancia de peso durante la fase de crecimiento y la de engorde se los muestra en el cuadro 5. No se encontró diferencias ($P < 0,05$) en la ganancia de peso tanto en la fase de crecimiento como en la de engorde.

En el presente estudio se usó harina de pescado para compensar las diferencias proteicas, vitamínicas, y de minerales entre el afrecho y el maíz; haciendo las raciones isoproteicas e isoenergéticas. Esto posiblemente influyó a que no se presenten diferencias estadísticas.

Ganancias menores a las encontradas, pero con igual tendencia; vale decir, que no difieren entre tratamientos fueron informados por Sonaiya et al. (1982) quienes usando 0, 15, 30 y 45% de harina de yuca en la ración de cerdos Large White en crecimiento y engorde encontraron aumentos de peso diarios de 390; 420; 460; y 430 g/animal, respectivamente. También, Méndez y Zaragoza (1980), trabajando con cerdos de cruces comerciales encontraron ganancias de peso (g/animal/día) de 560; 540; 570; y 550 para raciones que contenían 0; 18,6; 35,8; 52,0; y 67,0% de harina de yuca, respectivamente, durante la fase de crecimiento. Las ganancias de peso encontradas (g/animal/día) durante la fase de engorde fueron 740; 720~ 790; 730; y 710 para dietas con 0; 20; 39; 56,5; y 72,1 % de harina de yuca en la ración, respectivamente.

Cuadro 5

PESO INICIAL, FINAL Y GANANCIA DIARIA DE PESO DE CERDOS YORKSHIRE LANDRACE¹ EN CRECIMIENTO Y ENGORDE, EN UN PERÍODO DE 98 DÍAS. PROMEDIO DE TRES REPETICIONES

Tratamiento	Peso inicial	Peso Final		Ganancia diaria	
		Crecimiento	Engorde	Crecimiento	Engorde
T1	2960	56,13	94,70	684	787
T2	20,70	51,13	85,33	621	698
T3	22,80	53,67	89,00	630	721
Promedio	22,03	53,64	89,68	645	735

1/ Cerdos de II semanas de edad al inicio del experimento.

CONVERSION ALIMENTICIA

La conversión alimenticia durante el período de crecimiento y engorde se muestra en el cuadro 6. Se observa que la ración con 10% de afrecho de yuca fue la mejor conversión alimenticia, pero esta superioridad no fue significativa.

Cuadro 6

Conversión alimenticia de cerdos Yorkshire x Landrace¹ en un período de 98 días.

Fase	Tratamientos		
	T1	T2	T3
Crecimiento	3,06	3,32	3,22
Engorde	3,95	4,21	3,92
Promedio	3,54	3,79	3,59

1/ Cerdos de 11 semanas de edad al inicio del experimento.

2/ Afrecho de yuca en la ración.

Méndez y Zaragoza (1980) en un estudio similar, con cerdos de cruces comerciales en crecimiento y engorde, encontraron resultados con menor eficiencia alimenticia, pero con igual tendencia a lo encontrado. Los resultados fueron 3,46; 3,61, y 3,55 para las raciones con 0; 35,8; y 67% de harina de yuca, durante la fase de crecimiento; y 4,29; 4,56 y 4,6 para las raciones con 0; 39 y 72,1 % de harina de yuca, durante la fase de engorde, respectivamente.

ANALISIS ECONÓMICO

Para el análisis económico se usó los costos fijos y los costos variables, tal Como se indica en los cuadro 7 y 8, respectivamente. El costo se realizó al cambio de S/. 0.96 por dólar.

Cuadro 7

COSTO VARIABLES POR CERDO Y POR TRATAMIENTO

Variables	Tratamientos		
	T1	T2	T3
<i>Consumo de alimento:</i>			
Crecimiento (kg/animal)	102,56	101,01	99,28
Engorde (kg/animal)	152,38	144,03	138,43
<i>Costo del alimento:</i>			
Crecimiento (S/. / Kg)	0,26	0,22	0,22
Engorde (S/. / Kg)	0,24	0,20	0,18
<i>Costo de alimentación :</i>			
Crecimiento (S/.)	26,67	29,99	21,84
Engorde (S/.)	36,57	28,81	24,92
COSTO TOTAL DE ALIMENTACION (S/.)	63,24	51,03	46,76

Cuadro 8

COSTO FIJO POR CERDO Y POR TRATAMIENTO

Parámetros	Tratamientos		
	T1	T2	T3
Gorrino	29,64	26,91	29,64
Sanidad	1,89	1,89	1,89
Mano de obra	3,00	3,00	3,00
TOTAL	34,53	3180	34,53

El análisis económico que se obtuvo al final del estudio se muestra en el cuadro 9, donde se observa una utilidad neta, por kilo de carne, de soles 0,268;

0,329 y 0,387 para los tratamientos T1, T2 y T3, respectivamente. Lo que demuestra que con la ración con 60% de afrecho de yuca se obtuvo ventajas económicas mayores, entre 15 y 30%, respecto a los tratamientos T2 y T1, respectivamente. Esta ventaja económica, se debería a que el costo del alimento de las raciones del T3 y T2 son más económicas, por tener dentro de su composición mayores proporciones de afrecho de yuca, que es un insumo más económico que el maíz.

Cuadro 9

BENEFICIO PROMEDIO NETO POR ANIMAL POR TRATAMIENTO EN NUEVOS SOLES.

Trat.	P	Y(kg)	PxY	CV	CF	B/ Animal	B/kg Carne
T1	1,80	94,70	123,11	63,24	34,53	25,34	0.368
T2	1,80	85,33	110,93	51,03	31,80	28,10	0.329
T3	1,80	89,00	115,70	46,76	34.53	34,41	0387

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en el presente estudio, se derivan las siguientes conclusiones:

- La utilización del afrecho de yuca hasta el 60% de la ración, no afectó significativamente la ganancia de peso, el consumo de alimento, y la eficiencia alimenticia.
- El mayor beneficio económico se obtuvo con 60% de afrecho de yuca, seguido por los tratamientos con 35 y 10% de afrecho de yuca.

BIBLIOGRAFIA

- BALDEOS, R. 1976. "Utilización de varios niveles de afrecho de yuca en el engorde de cerdos". Tesis. Ing. Zootecnista, Universidad Nacional Agraria de la Selva Tingo María. 62 p.
- BARBOSA, S. et al 1979. "A raspa de mandioca como sustituto dos subproductos de trigo no crecimiento de suinos". Arq. Ese. Supr. Vet (Brasil) 10:15-24.
- BUITRAGO, J.A. 1990. *La yuca en la alimentación animal*. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia, 446 p.
- CALZADA, J. 1982. Métodos estadísticos para la investigación. 5 ed., Editorial Milagros S.A., Lima, Perú. 644 p.
- CHICCO, C.F.; GARBATTI, S.T.; MULLER-MAYE, E.; VECCHIONACCE, H. 1972. "La harina de yuca en el engorde de cerdos", en *Agronomía Tropical*, Venezuela, 22(6) : 599-603.
- COCHRANE, T.T. 1982. "Caracterización agroecológica para el desarrollo de pasturas en suelos ácidos de América Tropical", en Toledo, J.M. (ed); *Manual para la Evaluación Agronómica*. Red Internacional de Pastos Tropicales, Cali, Colombia, CIAT. pp. 23- 44.
- MANER, H.; POND, O. 1974. *Producción de cerdos en climas templados y tropicales*. Editorial Acribia. Zaragoza. España.
- MENDEZ, A.; ZARAGOZA, L. 1980. "Sustitución del sorgo por harina de yuca en la alimentación de cerdos", en *Agrie. Tec. Mex.* 6(2): 83-9 1.
- RIOS, B. 1973. "Digestibilidad del afrecho de yuca en ovinos". Tesis Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María. 41 p.
- ROSALES, J.M. 1993. "Valor nutritivo de insumos regionales en alimentación animal". Informe Técnico Interno. Centro Regional de Investigación del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Pucallpa. 10 p.
- SONAIYA, E.B.; OMOLE, T.A.; ADEGBOLA, A.A. 1982. "Effects of methionine suplemented cassava meal diets on performance and carcass characteristics and some organ weights of growing finishing pigs", en *Nutrition Reports International* 26(1):25—34.

ANÁLISIS DE CRECIMIENTO EN *Zea mays* L. y *Arachis hypogaea* L.

Julio A, Soplin *
Ana Rengifo *
Jhony Chumbe **

RESUMEN

Se realizó análisis de crecimiento en maíz (*Zea mays* L.) y maní (*Arachis hypogaea* L.) en suelo aluvial de Selva Baja de Iquitos, Perú. La máxima altura de plantas fue en maíz 282 cm. y maní 94 cm. El mayor número de hojas fue de 15 y 94 respectivamente. El peso Seco por planta en maíz estuvo comprendido de 0, 11 a 217,90 g.; en maní de 0,32 a 53,50 g.

Los valores superiores encontrados de ciertos índices en maíz y maní, se expone a continuación: área foliar 169,67 y 32,11 dm² de hoja; índice de área foliar óptima 5,59 y 3,71; índice de crecimiento absoluto 79,08 y 7,68 g.sem⁻¹; índice de crecimiento del cultivo 439,33 y 96,00 g.m² de suelo. sem⁻¹; índice de crecimiento relativo para ambas especies fue de 1,12 g.g.⁻¹.sem⁻¹; índice de asimilación neta 234 y 76 g.m² hoja. sem⁻²; cociente de área foliar 310 y 198 cm² de hoja. g⁻¹ y duración del área foliar 1,93 y 0,44 m² de hoja. sem⁻¹; correspondientemente.

Se obtuvo índices de cosecha de 36% y 25% en maíz y maní respectivamente; eficiencias fotosintéticas medias de 1,27% y 0,75%; además eficiencias foliares medias de 0,59 y 0,67 g.dm² de hoja, en las especies estudiadas.

INTRODUCCION

La producción de los cultivos constituye un sistema dirigido a cosechar energía proveniente del sol, convirtiéndose en fruto, grano, forraje, fibra, aceite, madera, etc; por lo que su eficiencia debería expresarse en términos de la conversión de la radiación solar en productos finales de utilidad. Los mayores rendimientos por unidad de superficie de suelo y por año significan una conversión más eficiente de la radiación solar.

El éxito de la empresa agrícola depende del crecimiento de los cultivo. Si las plantas crecen y, los rendimientos de las cosechas son buenos, el agricultor obtendrá éxito con una cantidad alta en la cosecha. El crecimiento puede referirse al

* Ing. Agrónomo M. Sc. Docente Facultad Agronomía UNAP. Samanez Ocampo 185. Iquitos. Telf. 238951

** Ing. Agrónomo Jefe de Campo del Proyecto Enseñanza e Investigación GRANOS de la Fac. Agronomía UNAP

aumento de algún órgano u órganos específicos de las plantas o a las plantas consideradas en su conjunto y pueden estar relacionadas al peso seco, longitud, altura o diámetro; pero todos ellos en función del tiempo. El modelo general es de pequeños crecimientos iniciales en tamaño, seguidos de un rápido crecimiento, después otro período durante el cual la planta crece lentamente o deja de hacerlo (curva "sigmoide"). Las curvas de crecimiento son útiles para una comprensión generalizada del proceso de desarrollo de las plantas y, mediante de esa curva determinar algunas labores culturales importantes como riego, fertilización en los cultivos, para finalmente obtener buenas cosechas.

REVISION DE LITERATURA

YOSHIDA (1972) señala que el crecimiento de biomasa en un área cultivada depende del desarrollo de su área foliar. Las hojas van cubriendo poco a poco un área disponible, aumentando gradualmente la capacidad del vegetal para aprovechar la energía solar. Además señala que un aumento en el índice de área foliar (IAF) proporciona aumento de producción de biomasa; mas, debido al autosombreamiento de las hojas, la tasa fotosintética media por unidad de área foliar decrece. Indica también el IAF ideal para determinados cultivos, Como) 3.2 para soya; 5 para maíz; de 6 a 8.8 para trigo y de 4 a 7 para arroz.

LUCCHESI (1987) menciona que la forma cónica de las plantas inducen a un mayor potencial productivo que la forma globosa; pues reduce el autosombreamiento.

MEDINA (1977) señala que para determinar el índice de crecimiento absoluto (ICA) e índice de crecimiento del cultivo (ICC), se debe realizar mediciones con intervalos de tiempo y, cuanto menores sean los intervalos, más precisas serán las mediciones del ICA e ICR. Además, como la parte productiva de la planta es la superficie foliar, es conveniente y fundamental determinar el índice de asimilación neta (IAN).

MACHADO (1985) señala que la eficiencia fotosintética (EF) de los cultivos es bajo, no alcanzando el 1 % para la mayoría de las especies. La EF de un cultivo de grass produjo 51 g. de materia seca. $m^2 \cdot día^{-1}$, siendo su potencial de producción de 104 g. de mat.seca. $m^2 \cdot día^{-1}$; pero en forma general los cultivos tienen una EF real entre 71 a 78 g. materia seca. $m^2 \cdot día^{-1}$.

EVANS (1983) encontró en soya que los índices de crecimiento del cultivo (ICC) durante la fase inicial oscilaban entre 8,8 y 14,9 $g \cdot m^{-2} \cdot día^{-1}$ según variedad. El ICC mas alto en soya fue de 17,2 $g \cdot m^{-2} \cdot día^{-1}$ SANCHEZ (1973) encontró que los índices de cosecha (IC) en híbridos dobles de maíz amarillo duro, son bajos, así tenemos que en verano es de 23% y en invierno es de 36% en la costa peruana y de 29% para maíces de altura.

SOPLIN (1991) encontró algunas tasas de crecimiento en dos densidades de plantación de caupí (83000 y 125000 plantas/hectáreas), así del IAF informa óptimas de 3,85 y 4,58; los valores más altos de ICC fueron de 17,17 y 20,13 $\text{g.m}^2\text{sem}^{-1}$; IAN de 19,70 a 125,67 y de 1,41 a 77,00 $\text{g.m}^2.\text{sem}^{-1}$; índices de cosechas (IC) de 45 y 42%.

MEDINA (1977) señala algunos índices en caña de azúcar V. 'PR- 980'; como IAN valores de 10 a 70 g.m^2 de hoja. sem^{-1} . Cociente de área foliar (CAF) valores de 20 a 60 m^2 de hoja. g^{-1} ; además ICR de 0,1 a 0,4 $\text{g.g}^{-1}.\text{sem}^{-1}$; ICA de 5 a 47 g.m^2 hoja. día^{-1} .

BENITES (1988) estimó la radiación solar en Iquitos, encontrando que la radiación global que llega a la superficie del suelo es de 16,14 $\text{MJ.m}^2.\text{día}^{-1}$ o sea 3857 Kcal.m^2 ; es decir que la radiación que llega al suelo representa el 45,02% del total de la radiación (8568 $\text{Kcal.m}^2.\text{día}^{-1}$ - 100%) que llega a la parte superior de la atmósfera terrestre.

MATERIALES Y METODOS

Se usó semillas de maíz (*Zea mays* L.) V.'marginal 28 tropical' y maní (*Arachis hypogaea* L.) V.'blanco parlamento'. Los ensayos se condujeron en suelos aluviales de la "Isla Parlamento" propiedad de la Facultad de Agronomía - UNAP.

Las siembras, del maíz fue el 29.01.92 y el maní 07.02.92; usando el "puyado" con tacarpo. El maíz se distanció a 0,90 m x 0,60 m, el maní, a 0,60 m x 0,40 m; en ambos casos se depositó 5 semillas por hoyo, para luego del entresaque dejar 3 plantas. Además señalamos que el área total de ambos ensayos fue de 900 m^2 (30m x 30m) colocándose en ella los tratamientos y luego analizándolos en un diseño bloque al azar con 4 repeticiones.

El control de las malezas y de otras fitopestes fue normal, no presentándose problemas de interés durante la conducción del ensayo. En cinco plantas competitivas de ambas especies, previamente marcadas en las parcelas netas, se realizó observaciones cada diez (10) días de altura de planta, número de hojas, área foliar, peso seco total por planta y por órgano; estos datos nos permitieron encontrar diversos índices para representar gráficamente el crecimiento tal como lo propone MEDINA (1977) mediante formulas; así tenemos: índice de área foliar (IAF); índice de crecimiento absoluto (ICA); índice de asimilación neta (IAN); cociente del área foliar (CAF); duración del área foliar (DAF); eficiencia fotosintética (EF); índice de cosecha (IC); y eficiencia foliar (EF).

La cosecha de ambas, especies fue el 08.05.91, o sea a los 100 días de sembrado el maíz y, a los 90 días de sembrado el maní.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los cuadros 1 y 2, consignan los datos de altura de planta y número de hojas para maíz y maní. Para el componente altura de planta, el maíz registra un rango de 16 hasta 282 cm.; en cambio para el maní es de 11 a 94 cm. Las curvas de crecimiento para ambas especies se presenta en los gráficos 1 y 2, observándose la típica "sigmoide" en el crecimiento del maíz, mas no para el maní, que presenta una curva ascendente. Para el caso del maíz la depresión al final de la curva nos indica la fase final del ciclo vegetativo; en cambio para el maní la curva ascendente indica que las condiciones agroecológicas le fueron favorables para continuar con su crecimiento. El número de hojas en maíz estuvo comprendido entre 4 y 15 hojas, las que, a partir de los 60 días presentan una pequeña disminución cuantitativa de 1 y 2 unidades. Para el maní los valores estuvieron comprendidos entre 4 y 94, no observándose en ningún momento depresión en la curva, más bien constante ascenso, inclusive al momento de la cosecha. En el maíz las hojas no se incrementaron a partir de los 60 días de sembrado, mas bien disminuyeron, registrándose un envejecimiento) progresivo de las hojas, con el consecuente flujo de productos de la fotosíntesis hacia los granos. En cambio en maní, este flujo, se dio pero no hubo descenso en el numero de hojas.

Los promedios de peso seco por planta y otros órganos de maíz y maní se los presenta en los cuadros 3 y 4, respectivamente; una mejor visión de ellos se nota en los gráficos 3 y 4. En maíz el incremento en peso seco por planta a los 20 y a los 40 días de sembrado, el ascenso es casi linear y, a partir de allí, hasta los 80 días, se registran los mayores incrementos de peso seco, para luego descender bruscamente. Para el maní se observa una típica curva "sigmoide", creciente a partir de los 20 hasta los 80 días, sufriendo ligero descenso a los 90 días, o sea a la cosecha. Respecto al incremento en peso seco del tallo, hojas, flores y frutos en ambas especies, estos tienen similitud en las curvas de peso seco total por planta. En maní se observa relación inversa entre el número de flores con el número de frutos; mientras el número de frutos es máximo a los 30 días, desciende hasta alcanzar el mínimo a los 90 días; el número de frutos es mínimo a los 40 días, alcanza el máximo al momento de la cosecha, o sea a los 90 días.

Los índices de crecimiento para ambas especies se ofrece en los cuadros 5 y 6; mejor panorama de ellos se expone en los gráficos 5, 6, 7 y 8. En maíz la curva del área foliar (AF) es ascendente hasta los 50 días donde alcanza la mayor tasa de 169,67 dm², para iniciar un descenso progresivo; se considera que a los 50 días la planta cubrió el suelo aprovechando al máximo la radiación solar, confirmandose ello por los valores altos del índice del área foliar (IAF) encontrado de 9,43; o sea, que en un (1) metro cuadrado de suelo ocupado por el cultivo se tuvo 9,43 m² de hojas; además que los índices de crecimiento absoluto (ICA) e índices de crecimiento del cultivo (ICC) también tuvieron los valores más altos de 79,08 g.sem1 y 439,33

$\text{g.m}^{-2}.\text{sem}^{-1}$ respectivamente; para estos dos últimos índices se denota a los 90 días un rápido incremento. En maní la curva del IAF es ascendente hasta los 80 días, para luego descender a los 90 días, observándose un constante incremento del área de las hojas, suponiéndose la formación de nuevos tejidos; idéntica curva se denota para el IAF, teniendo la mayor tasa a los 80 días, siendo ella de 4,01 ó sea que en 1 m^2 de suelo el cultivo tuvo 4,01 m^2 de hoja; pero en estos casos los mayores valores del ICA e ICC se presentaron a los 70 días, siendo de 7,68 g.sem^{-1} y 96,00 g.m^{-2} y 96,00 g.m^{-2} de hoja. sem^{-1} respectivamente.

El aumento del tamaño de las hojas, hasta cierto límite, en las diferentes especies produce un incremento del rendimiento; pero aclaremos que es poco ventajoso tener hojas excesivamente grandes; las hojas pequeñas son más ventajosas; además la penetración de la luz en la plantación es tanto menor cuanto más horizontal es la posición de las hojas. En casi todos los cultivos a medida que aumenta el IAF aumenta también la acumulación de materia seca, hasta cierto nivel del IAF, por encima del cual la tasa de crecimiento puede ser constante o decrecer, mientras el IAF sigue aumentando. En esta forma los mayores rendimientos son obtenidos de cultivos que tienen óptima formación de hoja.

La energía que la planta utiliza en el proceso fotosintético es interceptada por las hojas, componentes de la planta que poseen cloroplastos en sus células. En los cloroplastos se lleva a cabo la transformación de la energía solar a energía química mediante de la fotosíntesis. Los productos primarios de la fotosíntesis se transforman y se almacenan en distintos órganos de la planta en forma de carbohidratos, proteínas, etc, los cuales luego son aprovechados por el hombre.

En maíz el índice de crecimiento relativo (ICR), índice de asimilación neta (IAN), cociente de área foliar (CAF) y duración del área foliar (DAF) se presenta las observaciones en el cuadro 5 y, se muestra las curvas en el gráfico 7, los valores para el ICR van de 0,04 a 1,12 $\text{g.g}^{-1}.\text{sem}^{-1}$; para IAN de 234,00 a 8,70 $\text{g.m}^{-2}.\text{sem}^{-1}$; para CAF de 310 a 30 $\text{cm}^2.\text{g}^{-1}$ y para DAF de 0,002 a 1,93 $\text{m}^2.\text{sem}^{-1}$. Mientras que en el IAN se nota una curva descendente, con ligero incremento a los 90 días, siendo ello similar al ICR; en cambio para el CAF es decreciente; para DAF se nota un crecimiento ascendente con los mayores valores a los 50 y 60 días, y concuerdan con los mayores valores del IAF, en cuya etapa de crecimiento se observo la emergencia de las floraciones masculinas y femeninas. En el cultivo del maní los mismos índices se consigna en el cuadros 6 y las curvas se expone en el gráfico 8; para ICR los valores van desde 0,01 a 1,12 $\text{g.g}^{-1}.\text{sem}^{-1}$, para el IAN de 76,00 a 1,59 $\text{g.m}^{-2}.\text{sem}^{-1}$, para el CAF de 198 a 55 $\text{cm}^2.\text{g}^{-1}$ y para DAF de 0,003 a 0,44 $\text{m}^2.\text{g}^{-1}$; las curvas son similares a los presendos en el maíz para los tres primeros índices; en cambio para la DAF se presenta de forma ascendente casi lineal a partir de los 20 días hasta el momento de la cosecha, indicándonos la constante actividad de formación de estructuras foliares y su conservación adheridas en la planta, teniendo baja abscisión

de las mismas lo que hace posible el constante incremento del valor de DAF en maní.

El progreso en el crecimiento del área de la hoja es determinada por el balance de formación y expansión de hojas individuales, por su longevidad y muerte y, por el efecto de las condiciones ambientales. Al aumentar la densidad de siembra de los cultivos se logra incrementar IAF pero disminuir IAN de modo que el rendimiento llega al máximo cuando IAF logra el máximo de hojas, tan rápido como sea posible. El sombreado mutuo de las hojas no debe ser tan severo porque algunas hojas pueden volverse “parásitas” sobre la planta. El CAF expresa en cada momento la proporción del área foliar cuya fotosíntesis mantiene a toda la planta, pero relacionado con el peso seco total en un determinado tiempo. El índice DAF se refiere a la duración del funcionamiento de la superficie asimilatoria, y es importante para interpretar el costo energético de la formación de la unidad de superficie foliar de la planta y su rendimiento en la producción de asimilados.

En condiciones de campo el curso diario de la fotosíntesis muestra un periodo de máxima actividad en la mañana seguida de una caída al mediodía y un segundo máximo en la tarde. La caída al mediodía es más marcada cuando el abastecimiento de agua es inadecuado y puede estar ausente en condiciones de adecuada humedad del suelo, bajas temperaturas y presencia de nubes. La fotosíntesis neta o efectiva es variable con la especie y las condiciones ambientales; las cuales influyen sobre la pérdida diaria por respiración; para determinar exceso en la ganancia por fotosíntesis. En el cultivo del maíz la eficiencia fotosintética (EF) media fue de 1,27% o sea $5,93 \text{ g.m}^{-2}.\text{día}^{-1}$, en cambio los valores de EF mínima fue de 0,02% ($0,005 \text{ g.m}^{-2}.\text{día}^{-1}$ al os diez días), la EF máxima de 2,61% ($12,11 \text{ g.m}^{-2}.\text{día}^{-1}$ a los 80 días). Para el maní la EF inedia fue de 0,75% lo que representa valor de $3,46 \text{ g.m}^{-2}.\text{día}^{-1}$, en cambio la EF mínima de 0,01 % ($0,05 \text{ g.m}^{-2}.\text{día}^{-1}$ a los 90 días). Es necesario indicar que a estos valores debemos adicionarles en promedio el 33% del peso de los productos fotosintéticos que constituyen el desgaste realizado por la respiración, por consiguiente la fotosíntesis total o bruta son tasas mayores a las señaladas. Los valore porcentuales son bajos porque la mayoría de los cultivos cubre el suelo lentamente e intercepta una proporción considerable de radiación incidente durante el crecimiento del cultivo, siendo menor la captación de la radiación en las primeras etapas; pero señalamos que en pasturas bien desarrolladas, la captación es más eficiente que en comunidades de otras plantas. Los valores medios de EF en ambas especies estudiadas están dentro de rangos normales; porque el maíz es una planta con ruta metabólica del CO_2 . altamente eficiente (C-4) y, el maní con vía metabólica del CO_2 de C-3 (SOPPLIN, 1991).

El índice de cosecha (IC) en maíz fue de 36% y en maní para fruto completo (grano + vaina) fue de 44%, para grano fue de 25 %. Estas tasas de

cosechas son aceptables porque los rendimientos de producto cosechable para maíz fue de 2,05 tm/ha y para maní de 1,36 tm/ha.

En relación a la eficiencia foliar (Et) en maíz, la media fue de 0,59 g.dm⁻²; la Ef mínima 0,09 g.dm⁻² a los 70 días; para maní la Ef media fue de 0,67 g.dm⁻², Ef mínima 0,005 g.dm⁻² a los 30 días y Ef media fue de 0,67 g.dm⁻² a los 80 días. Es interesante mencionar que la longevidad de las hojas tiene un efecto bien marcado en el rendimiento, por lo que señalamos que cuando las plantas tienen hojas longevas en actividad por varias semanas los rendimientos en las cosechas se incrementan.

Cuadro 1

ALTURA DE PLANTA (AP) Y NÚMERO DE HOJAS (NH) EN MAÍZ

CARACT.	DIAS DES PUES DE LA SIEMBRA									
EVALUAD.	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
A.P.	16	65	139	153	260	282	270	236	240	240
N.H.	4	6	9	12	1415	(65)	14(6)	14(6)	14(6)	13(6)

0 Número de hojas senescentes

Cuadro 2

ALTURA DE PLANTA (AP) Y NÚMERO DE HOJAS (NH) EN MANÍ

CARACT.	DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA									
EVALUAD.	10	20	30	40	50	60	70	80	90	
AP.	11	20	28	40	55	62	60	88	94	
N.H.	4	12	25	39	53	66	75	85	94	

Cuadro 3

Promedio de Peso Seco por Planta y Otros Órganos en

Gramos (g) de Maíz

Peso seco (g)	DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
P1.To (PT)	0, 11 78,19	4,58	22,68	100,57	213,66	177,94	206,81	217,90	45,05	
Hojas (H)		1,59	9,57	24,79	56,78	39,20	42,71	48,30	7,85	28,44
Tallos (T)	0, 11	2,99	13,11	75,78	141,51	99,67	91,99	123,80	13,40	210,3
Fl y Frt (FF)				15,37	39,07	72,11	45,80	23,80	28,35	

Cuadro 4

PROMEDIO DE PESO SECO POR PLANTA Y OTROS ORGANOS
EN GRAMOS (G) DE MANI

PS. SECO (g)	DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
PI.To (PT)	0,32 53,50	1,31	6,52	12,76	21,86	32,07	43,05		52,80
Hojas (H)	0,17	0,80	3,72	7,00	9,02	10,07	13,55	12,20	13,64
Tallos (1)		0,15	0,51	2,75	5,48	7,05	9,35	13,75	12,20
Fly Frt (FF)			0,05	0,28	5,79	12,65	15,75	26,10	23,71
Nº Flor (NF)			13	11	7	4	4	2	1
Nº FRt (NºFr)				3	16	22	22	23	27

* Promedio peso seco de una semilla 0.41 g.

Cuadro 5

Índices de crecimiento en maíz

IND. CRC.	DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
AF	0.34	5.90	36.92	71.14	169.67	100.60	99.86	94.60	19.50	23.10
IAF	0.02	0.33	2.05	4.40	9.43	5.59	5.55	5.26	1.08	1.28
ICA	0.14	3.13	12.66	54.47	79.08	24.98	20.18	7.76	70.00	23.17
ICC	0.78	17.39	70.33	302.61	439.33	138.78	112.21	43.11	388.89	128.72
ICR	0.73	0.48	1.12	1.04	0.52	0.12	0.10	0.04	1.10	0.38
IAN	234.00	160.00	74.80	98.00	18.74	18.74	13.52	8.70	147.00	109.40
CAF	310.00	129.00	163.0	79.00	57.00	57.00	48.00	43.00	43.00	30.00

DAF	0.002	0.04	0.31	0.83	1.93	1.93	1.43	1.39	0.82	0.30
-----	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Cuadro 6

INDICES DE CRECIMIENTO EN MANÍ

IND.	DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
A	0,43	2,59	9,81	15,15	19,59	24,50	26,92	31,11	26,67
IAF	0,05	0,32	1,23	1,90	2,45	3,06	3,37	4,01	3,71
ICA	0,06	0,69	3,64	4,36	6,36	7,14	7,68	6,82	0,49
ICC	0,75	8,63	45,50	54,50	79,50	89,25	96,00	85,25	6,13
ICR	0,17	0,99	1,12	0,48	0,37	0,27	0,20	0,15	0,01
IAN	76,00	57,34	30,13	2,28	37,14	32,63	29,83	23,05	1,59
CAF	134,00	198,00	150,00	119,00	90,00	76,00	63,00	61,00	55,00
DAF	0,003	0,02	0,09	0,18	0,25	0,32	0,37	0,42	0,44

AF	=	Area foliar (dm ²)
IAF	=	Índice de área foliar
ICA	=	Índice de crecimiento absoluto (g. sem ⁻¹)
ICC	=	Índice de crecimiento del cultivo (g.m ² de suelo. sem ⁻¹)
ICR	=	Índice de crecimiento relativo (g.g ⁻¹ .sem ⁻¹)
IAN	=	Índice de asimilación neta (g.m ² de hoja.sem ⁻¹)
CAF	=	Cociente de área foliar (cm ² de hoja g ⁻¹)
DAF	=	Duración del área foliar (m ² de hoja.g ⁻¹)

CONCLUSIONES

- La curva típica de crecimiento “sigmoide” para altura de planta, se observó en el cultivo del maíz, mas no en el maní. El máximo número de hojas en maíz llegó a quince (15) a los 60 días, para descender hasta la cosecha; en maní el incremento del número de hojas fue continuo desde la siembra hasta la cosecha.
- En maíz los mayores valores del peso seco por planta encontrados se dieron a los 50 y 80 días; en cambio para maní la curva fue ascendente, teniendo valores más altos a los 80 y 90 días. En maní el número de flores es inversamente proporcional al número de frutos.
- Los mayores valores del AF en maíz fueron a los 50 y 60 días, siendo ellos de 169,67 y 100,60 dm²; para maní, a los 80 y 90 días, fueron de 32,11 y 29,67 dm².
- Los valores óptimos del IAF estuvieron comprendidos en maíz desde 4,40 hasta 9,43 y, para maní desde 3,06 hasta 4,01.
- Las tasas más altas del ICA, ICC, ICR e IAN de maíz fueron 79,08 g.sem⁻¹; 439,33 g.m⁻².sem⁻¹; 1,12 g.g⁻¹.sem⁻¹ y 234,00 g.m⁻² de hoja.sem⁻¹, respectivamente; para maní se encontraron 7,68 g.sem⁻¹, 96,00 g.m⁻².sem⁻¹; 1,12 g.g⁻¹.sem⁻¹ y 76,00 g.m⁻² de hoja.sem⁻¹.
- En maíz los índices estimados de CAF y DAF estuvieron comprendidos entre 310 a 30 cm² de hoja.g⁻¹ y de 0,002 a 1,93 m² de hoja.sem⁻¹. Pero en maní estas tasas fueron de 198 a 55 cm² de hoja.g⁻¹ y de 0,003 a 0,44 m² de hoja.g⁻¹, respectivamente.
- En los cultivos de maíz y maní las eficiencias fotosintéticas medias fue de 1,27% y 0,75%; los índices de cosechas (IC) de 36% y 25% y, las eficiencias foliares (Ef) medias de 0,59 y 0,67 g.dm⁻² de hoja, respectivamente.

BIBLIOGRAFIA

- BENITES, J. (1988). “Estimación de la radiación solar en Iquitos”. en *Folia Amazónica*. IIAP-Iquitos, Perú. Vol. 1(1)1 13-128. 149p.
- EVANS, L. (1983). *Fisiología de los cultivos*. Trad. H. Gonzales. Primera Edic. Español - Argentina Editorial Hemisferio Sur. 400 p.
- LUCCHESI, A. (1987). “Factores de la producción vegetal”, en *Ecofisiología de la Producción Agrícola*. Asociación Brasileira para Investigación del Fósforo y Potasio. Paracicaba-SP-Brasil. 1-1-. 250

- MACHADO, E. (1985). "Eficiencia fotosintética". Seminario de Biotecnología Agrícola. Paracicaba-Brasil. FEALQ. 175-200 p.
- MEDINA, E. (1977). *Introducción a la Ecofisiología vegetal*. Instituto Venezolano de Invest. Cientif. OEA. Caracas-Venezuela. 102 p.
- SANCHEZ, H. (1973). "V. Reunión de Maiceros de la Zona Andina. Cochabamba-Bolivia". del 26 al 30 marzo. 30p.
- SOPLIN, J. (1991). "Efecto del follage en el crecimiento y producción del Caupí (*Vigna sinensis* L.) V.'San Roque' Bajo dos Densidades de Plantas", en Revista Conocimiento-UNAP, Iquitos, Perú. Vol. 2 (1):73-87. 161 p.
- YOSHIDA, 5. (1972). "Physiological Aspect of Grain Yield", en *Annual Review of Plant Physiology*. Palo Alto. 3 (23):67-437 p.

Grafico 1

MAIZ: CURVAS DE CRECIMIENTO PARA:
ALTURA DE PLANTA (AP) _____
NUMERO DE HOJAS POR PLANTA (NH)

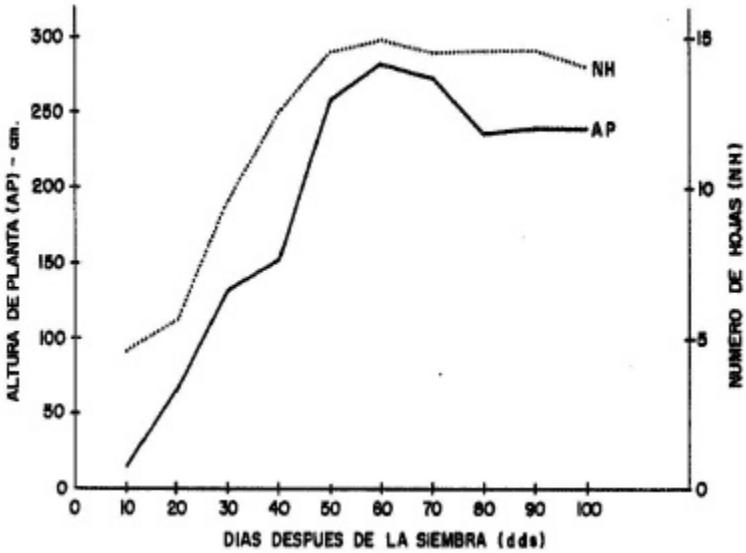


Grafico 2

MANI: CURVAS DE CRECIMIENTO PARA:

ALTURA DE PLANTAS (AP) _____

NUMERO DE HOJAS POR PLANTA (NH)

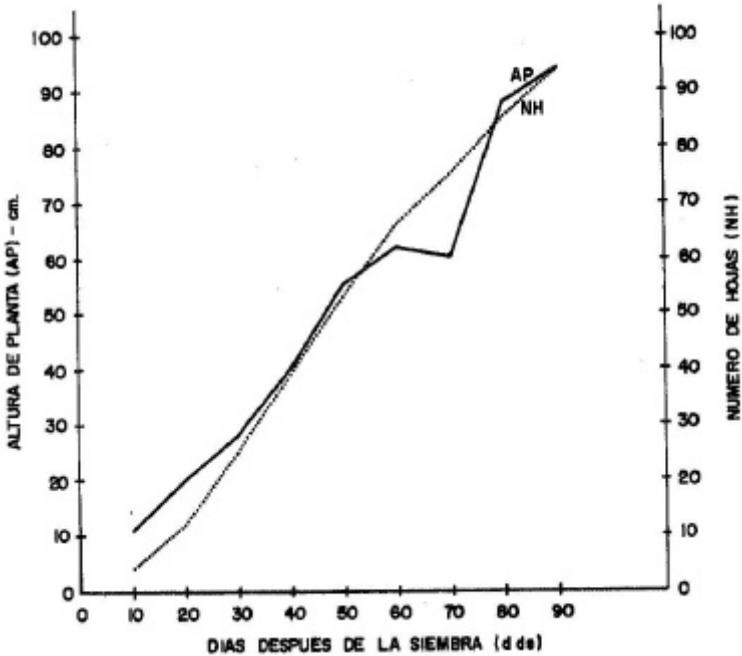


Grafico 3

MAIZ: CURVAS DE INCREMENTO DE PESO POR PLANTA Y OTROS ORGANOS EN GRAMOS (g)

PESO TOTAL (TP) _____
HOJAS (H)
TALLOS (T) -----
FLOR-FRUTO (FF) .-----.

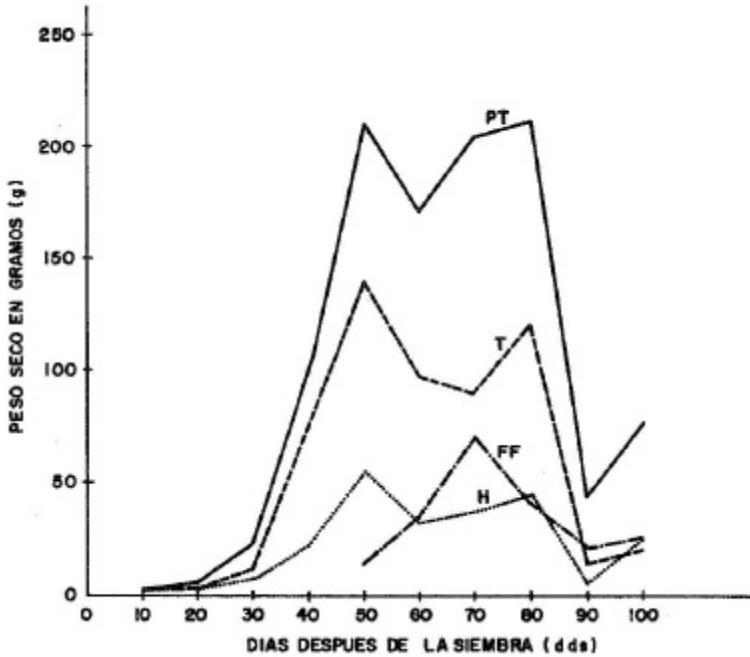


Grafico 4

MANI: CURVAS DE INCREMENTO DE PESO POR PLANTA Y OTROS ORGANOS EN GRAMOS (g)

PESO TOTAL (TP) _____
 HOJAS (H)
 TALLOS (T) - - - - -
 FLOR-FRUTO (FF)
 NUMERO DE FLOR (NF) x-x-x-x-x-
 NUMERO DE FRUTO (NFr) - - - - -

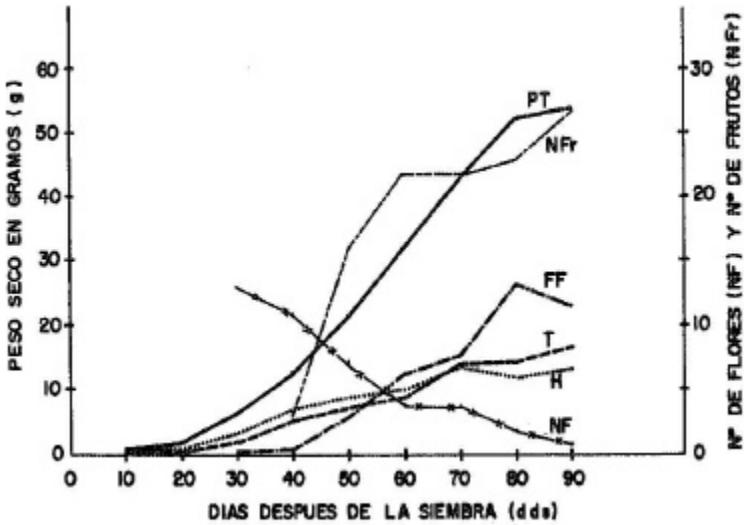


Grafico 5

MAIZ: CURVA DE:

- AREA FOLIAR (AF) -dm² _____
- INDICE AREA FOLIAR (IAF) -----
- INDICE CRECIMIENTO ABSOLUTO (ICA)-g.gem⁻¹-
- INDICE CRECIMIENTO ABSOLUTO (ICA)-g.m².sem⁻¹

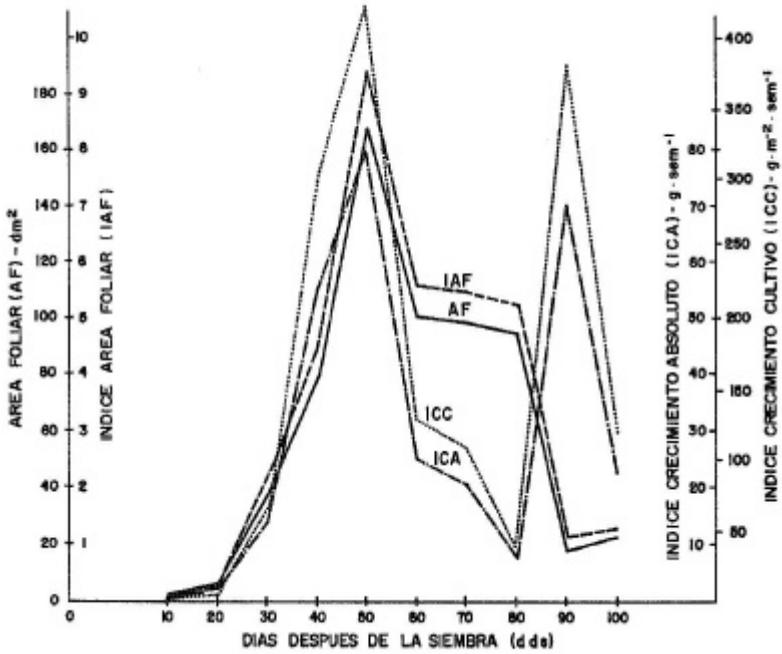


Grafico 6

MANI: CURVA DE:

AREA FOLIAR (AF) -dm² _____
 INDICE AREA FOLIAR (IAF) -----
 INDICE CRECIMIENTO ABSOLUTO (ICA)-g.gem⁻¹
 INDICE CRECIMIENTO ABSOLUTO (ICA)-g.m².sem⁻¹

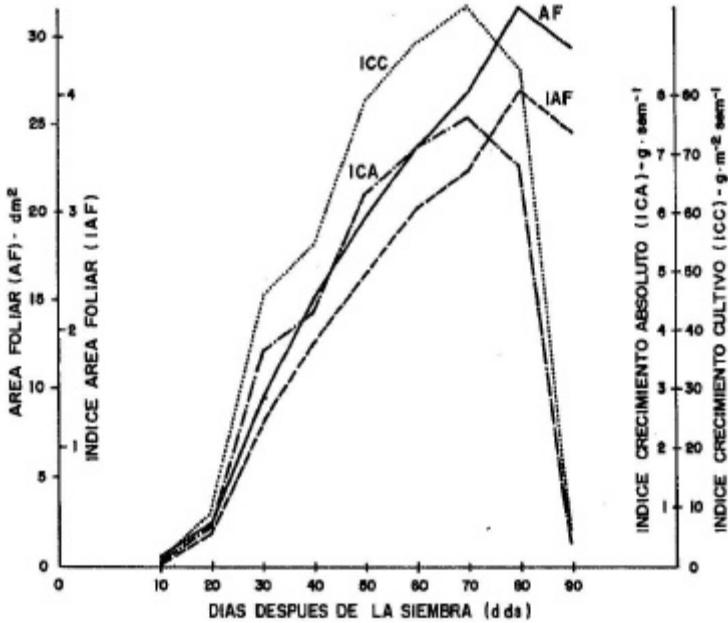


Grafico 7

MAIZ: CURVA DE:

INDICE CRECIMIENTO RELATIVO (ICR)-g.g⁻¹.Sem⁻¹ _____

INDICE ASIMILACION NETA (IAN) -g.m².sem⁻¹ - - - - -

COCIENTE AREA FOLIAR (CAF)-cm².g⁻¹

DURACION AREA FOLIAR (DAF)-m².g⁻¹

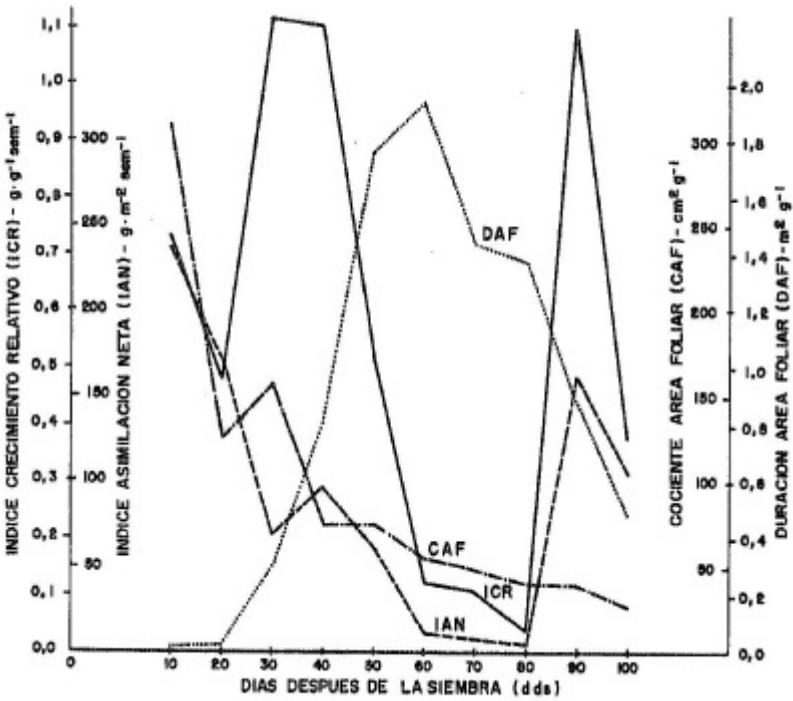
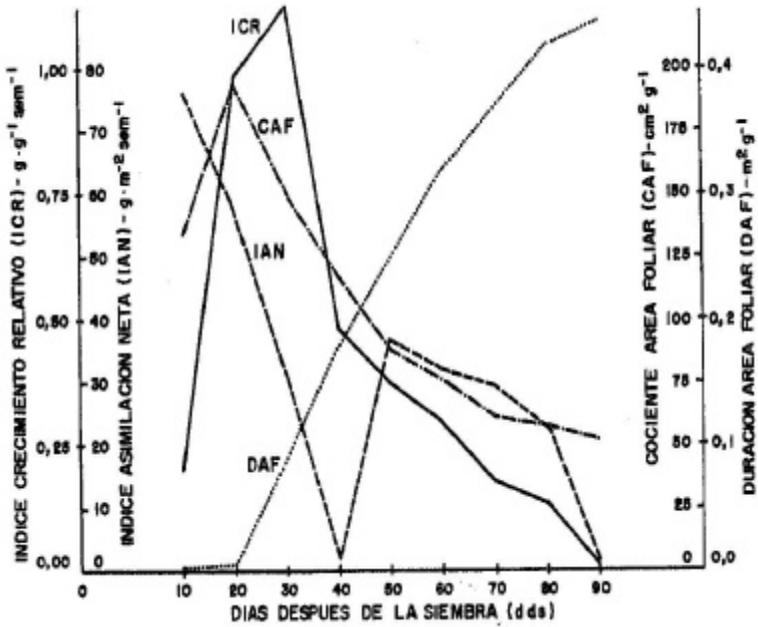


Grafico 8

MANI: CURVA DE:

INDICE CRECIMIENTO RELATIVO (ICR)- $g \cdot g^{-1} \cdot Sem^{-1}$ _____
 INDICE ASIMILACION NETA (IAN)- $g \cdot m^2 \cdot sem^{-1}$ - - - - -
 COCIENTE AREA FOLIAR (CAF)- $cm^2 \cdot g^{-1}$
 DURACION AREA FOLIAR (DAF)- $m^2 \cdot g^{-1}$



EVALUACION DE RESIDUOS DE ASERRIO

Leticia Guevara Salnicov *
Pedro Reyes Inca **
Luis Bocanegra Dávila ***

RESUMEN

Dentro del Subproyecto "Adecuación de Tecnología para la Utilización de Residuos" y para proponer usos a los residuos de aserrío se hizo una evaluación cuantitativa y cualitativa. Se efectuó una caracterización de las industrias de Pucallpa, mediante una encuesta realizada en 21 aserraderos.

Luego se evaluó residuos de aserrío de ocho maderas: catahua, cedro, caoba, copaiba, cumala, ishpingo, moena y tornillo. El volumen de aserrín se determinó en función del espesor de la sierra y área de corte. Para residuos sólidos se identificó previamente formas frecuentes y características de cada tipo de residuos (cantoneras, cantos y puntas); luego en laboratorio, con réplicas a escala y mediante el método de determinación del volumen aparente por desplazamiento en agua se estableció factores de forma que se los aplicó al cálculo del volumen de residuos, a partir del máximo valor medido del espesor, ancho y longitud. Los principales residuos de aserrío de ocho maderas tienen los siguientes valores promedio: cantos 10,7; puntas 10,2; cantoneras 6,7; y aserrín 8,2%. El rendimiento calculado como la diferencia entre el volumen de madera rolliza ingresada y el volumen de residuos de aserrín, expresado en porcentaje es en promedio de 54,9% con un valor mínimo de 42,8 para cumala y un máximo de 61,5% para catahua.

De acuerdo a las dimensiones y factores de forma frecuentes, se propone el uso de puntas para producción de "tejas" y "ladrillos" de madera y aserrín para tableros aglomerados o mineralizados y briquetas.

INTRODUCCION

Dentro de la transformación mecánica de la madera, la industria del aserrío alcanza alrededor del 90 % del volumen procesado. Esta industria es la más importante y la que más atención ha tenido en estudios de problemática y alternativas de desarrollo. En todos los estudios se concluye que uno de los principales problemas, el costo de la madera aserrada, es causado principalmente por el deficiente abastecimiento de materia prima, por la inefectiva utilización de la capacidad instalada y por la ausencia de tecnología adecuada, especialmente en el reciclado de productos secundarios.

Se estima un valor de 52 % como rendimiento promedio de aserrío en Pucallpa. Es probable que en un estudio exhaustivo se determine rendimientos

* Ing° Forestal. Investigador IIAP

** M.Sc. Forestal. Investigador IIAP

*** Ing° Forestal. Investigador IIAP

individuales para cada tipo de madera, en función de la calidad de troza y defectos que in e en el rendimiento y que varían entre maderas.

En 1991 se procesó alrededor de 225 000 m³ de madera rolliza, que generan aproximadamente 106 000 m³ de residuos, entre cantoneras? cantos, puntas y aserrín. Generalmente las cantoneras se las dimensiona y comercializa para uso como linderos; con los cantos se fabrica palos de escobas, listones, parquet y carbón. Las puntas se las vende como leña o junto con el aserrín son quemados o arrojados a los ríos, provocando costos adicionales de limpieza, transporte y contaminación ambiental.

El uso racional del recurso forestal en plantas de transformación primaria debe traer consigo una reducción del volumen de residuos. Para esto se requiere una evaluación cualitativa y cuantitativa de residuos a fin de proponer alternativas de uso y el desarrollo de tecnologías de uso de residuos que no requieran mayor inversión.

Este estudio tiene como objetivo propiciar el uso integral y sostenido de la madera y proponer tecnologías para el máximo aprovechamiento produciendo utilidades adicionales, puestos de trabajos y reduciendo la contaminación ambiental. Se plantea las siguientes metas:

1. Evaluación cuantitativa de los residuos de aserrío.
2. Producción de “tejas” y “ladrillos” de madera a partir de residuos de aserrio.

REVISION DE LITERATURA

Aun cuando la industria de transformación mecánica de la madera es relativamente antigua en nuestro país, todavía no ha podido superar deficiencias. Según Cornejo (1991), los problemas de la actividad maderera pueden aL”ruparse en cuatro categorías: a) accesibilidad, disponibilidad y calidad de los recursos usados en la producción (básicamente madera rolliza); b) baja eficiencia de uso de los recursos actualmente disponibles; c) marco socio-político legal en el que se desenvuelve la producción; y d) los referentes al mercado y normalización de productos terminados (principalmente ausencia de canales formales y constantes de comercialización y carencia de normas técnicas). En la categoría b) se encuentran los problemas referentes a las tecnologías usadas y su adecuación a la realidad económica, social y cultural de la Región, por ejemplo, eficiencia en el uso de la materia prima, impacto ecológico de las operaciones técnicas de reducción de costos y costo de creación de puestos de trabajo. Según FAO (1980), los problemas de la industria de aserrío en orden de importancia son: abastecimiento de materia prima, ubicación de plantas industriales, maquinaria y equipo de recuperación, organización, distribución y control, normalización, iniciativa empresarial y capacitación.

La Memoria Anual de la Dirección Regional Forestal y de Fauna (1991) indica que ocho especies maderables cubren el 92,6 % de la producción de Pucallpa: tornillo (37.1 %); catahua (17.2 %); cedro (10.8 %); caoba (7.3 %); cumala (6.8%); copaiba (6.5 %); moena (3.9 %) e ishpingo (2.6 %> . Con respecto a los diámetros mínimos de corte para aserrío, Tenazoa (1992) indica los siguientes valores: caoba, 0,64 m; catahua, 0,60 m; cedro de altura, 0,56 m; ishpingo, 0,56 m; moena 0,46 m; y tomillo, 0,61 m. En un estudio de 38 aserraderos de Pucallpa, Gauthier (1986) encuentra un rendimiento promedio de 53, 1 % referido al diámetro promedio de las trozas. En un estudio sobre ubicación industrial, Fullop y Vásquez (1989) indican que puede asumirse 54 % como rendimiento promedio de aserrío, quedando 46 % de residuos, de los que, de acuerdo a la clase de madera, puede reciclarse en volumen variable, quedando un residuo no aprovechable constituido en su mayor parte por aserrín. Otero (1985) indica que la industria de transformación mecánica produce importantes volúmenes de residuos, con dimensiones y formas inferiores a las mínimas toleradas como productos comerciales. Otros residuos tienen características físico-mecánicas diferentes a la madera. Las porciones de madera sólida provienen de secciones de las trozas con forma redondeada (cantoneeras, largueros y costaneras); de las secciones con defectos y formaciones no toleradas en los productos terminados; y de los extremos irregulares de la troza. Esta proporción es muy variable y puede ser calculada a partir de muestreos, los cuales dependen del nivel tecnológico e a industria, de las dimensiones de los productos comerciales terminados y sus tolerancias, y de las dimensiones y características de las trozas. Quinteros (1981) opina que la calidad de la troza influye en la generación de residuos. Con respecto al aserrín, Otero (1985) indica que se genera en las tres fases principales del aserrío: aserrado, canteado y despuntado, y el volumen puede ser calculado matemáticamente con gran precisión. La *Consulta Técnica* de Tecnoforest (1982) afirma que el uso y manipuleo de residuos constituye una problemática que afecta sustancialmente los costos de producción. Ésta Consulta propone la producción de objetos pequeños para usar residuos de dimensiones reducidas. El Valor ornamental cubre el costo adicional de procesamiento y genera alguna utilidad. También propone el uso del aserrín para producción de tableros aglomerados de aserrín con mezclas de diferentes maderas. Este autor afirma que para cada densidad de tablero debe ensayarse una mezcla de aserrín adecuada.

METODOLOGIA

INFORMACION PRELIMINAR Y ORGANIZACIÓN

Se preparó un formato para la encuesta destinada a caracterizar las industrias de aserrío de Pucallpa. Se consideró aspectos generales, abastecimiento de materia prima, infraestructura, maquinaria y equipos, producción, productos

elaborados y de recuperación, personal, capacitación, detección de problemas frecuentes y financiamiento.

Adicionalmente se recopiló información de la Dirección Regional Forestal y de Medio Ambiente sobre el número de aserraderos y producción en los años 1991 y 1992.

TOMA DE DATOS

La encuesta se llevó a cabo en 21 aserraderos, seleccionados de acuerdo a su ubicación: de la carretera Manantay de la carretera Federico Basadre y de la zona del río Ucayali (cuadro 1).

TÉCNICAS DE MUESTREO

Para determinar el tamaño de las muestras y el volumen por madera, se aplicó el muestreo estratificado al azar con distribución óptima y fijación proporcional.

Cuadro 1

ASERRADEROS ENCUESTADOS

ZONAS	ASERRADEROS	TOTAL
Zona río Ucayali	El Bosque, Tigrillo. Pacacocha, Viena, Monteblanco	05
Zona carretera Manantay	Maderera Manantay, Arbe, Unidos, Comapsa, Escurra, San Antonio, Nueva Esperanza. Rocha, Vásquez, Atalaya, Imecsa, Inforsa, Maria Auxiliadora.	12
Zona carretera Federico Basadre	El Tambo. Torvisa, Inforesta, Mapesa	04

EVALUACION DE LAS ENCUESTAS

La información recocida fue procesada, elaborándose cuadros de registros sobre la selección de opciones de los encuestados.

ELABORACIÓN DE FORMATOS PARA LA EVALUACIÓN DE RESIDUOS

Se consideró los siguientes criterios:

- a) Calificación de troza, en base a las especificaciones de la Guía de Cubicación Industrial propuesta por Fullop y Vásquez (1989).
- b) Cuantificación de residuos generados en el proceso de aserrío discriminados como se especifica a continuación: aserrín, determinado por el producto del área de corte y espesor de la sierra; cantoneras, cantos y puntas, ara lo que se identificó en los aserraderos formas frecuentes y características de cada tipo de residuo; luego en laboratorio con réplicas a escala y mediante el método de determinación del volumen aparente por desplazamiento de agua, se establecieron factores de forma, que se aplicaban al cálculo del volumen de residuos a partir del máximo valor medido del espesor, ancho y longitud.

El cuadro 2 presente los aserraderos en donde se llevó a cabo la evaluación de residuos.

Cuadro 2**ASERRADEROS DONDE SE EFECTUÓ LA EVALUACIÓN DE RESIDUOS**

MADERA	ASERRADEROS
Catahua	Arbe, Manantay
Caoba	Vásquez, Unidos
Cedro	Manantay, Unidos
Copaiba	Nueva Esperanza
Cumala	Tigrillo, Rocha
Ishpingo	Manantay
Moena	Monte Blanco
Tornillo	COMAPSA

RESULTADOS Y DISCUSION

CARACTERIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE ASERRÍO EN PUCALLPA

Abastecimiento de materia prima

El volumen mensual promedio por aserradero es de 140 000 pies tablares (330 m³). Cinco (24 %) aserraderos declaran abastecerse exclusivamente por río, tres (14 %) lo hacen exclusivamente por la carretera Federico Basadre, y trece (26 %) se abastecen por ambos.

Con relación a la forma de abastecimiento, doce (57 %) aserraderos se abastecen mediante de extracción forestal propia, ocho (38 %) compra madera rolliza a terceros y ocho (38 %) se abastecen por contratistas (habilitados). La frecuencia en el abastecimiento es como sigue: once (52 %) aserraderos declaran tener materia prima durante todo el año, y ocho (38 %) manifiesta que el abastecimiento es temporal: para madera de río, durante la época lluviosa, para madera de carretera, durante la época seca.

Maderas procesadas

Diecisiete (81 51) aserraderos encuestados procesan cedro, copaiba, caoba, tornillo, cumala, moena, catahua e Ishpingo. Cuatro (19 %) aserraderos procesan otras maderas como huayruro, shihuahuaco, cachimbo y pumaquiro.

Fuente de energía

Diecisiete (81 %) aserraderos cuentan con grupo electrógeno que genera energía eléctrica a partir del petróleo diesel N° 2; tres (14 %) cuentan con grupo electrógeno y pueden abastecerse de la red pública; un (5 %) aserradero depende de la red pública.

Capacidad instalada

Dos (10 %) aserraderos tienen capacidad instalada menor a 10000 pt/turno; seis (29 %) tienen una capacidad instalada de 12 000 pt/turno; y tres (15 %) declaran procesar más de 15 000 pt/turno. Con excepción de un aserradero, todos los restantes observan el mismo horario de trabajo pudiendo establecerse comparaciones sobre producción.

Volumen de producción

Como la producción de madera aserrada es discontinua, encuestando a ocho aserraderos que trabajan permanentemente, el volumen de producción promedio es de 180 000 pt/mes y el consumo de madera rolliza promedio es de 242 000 pt/mes. De acuerdo a lo declarado por doce aserraderos (los nueve restantes no tenían información precisa), el rendimiento promedio de la materia prima procesada es de 73 %.

Productos elaborados

El principal producto de la actividad es la madera aserrada. Seis (29 %) aserraderos se dedican exclusivamente a la producción de madera aserrada; trece (60 %) producen listones como producto de recuperación; seis (29 %) producen palos de escoba; y seis (29 %) parquet. Ningún aserradero usa el aserrín y residuos de despuntado.

Servicios ofrecidos

Diecisiete (81 %) aserraderos prestan servicio de aserrío, tres (14 %) brindan servicio de reaserrío; cuatro (19 %) dan servicio de moldurado; tres (14 %) dan servicio de secado; tres (14 %) da servicio de afilado; y uno (5 %) no prestan servicio alguno.

Comercialización

La comercialización de madera aserrada y productos elaborados a partir de residuos se efectúa en forma directa. Catorce (66 %) aserraderos venden sus productos sin la intervención de intermediarios o “corredores”; siete (33 %) declaran usar comisionistas. La producción se lotiza en función al peso y volumen, o a ambos, de una camionada, eventualmente, la madera se vende al por menor. Dieciocho (86 %) aserraderos destinan la producción al mercado de Lima y demanda local; cinco (24 %) exportan lotes variables de madera “rojas”; tres (14 %) envían la totalidad de la producción a sus propios depósitos en Lima.

Dificultades en la industria

Sobre las dificultades de las industrias de aserrío, se obtiene las siguientes opiniones: quince (71 %) coinciden al afirmar que el abastecimiento de madera rolliza es el principal problema que afrontan actualmente; cinco (24 %) precisan que deben superar técnicas obsoletas; tres (14 %) sugieren la necesidad de planificar una

organización más eficiente; siete (33 %) plantean la necesidad de contar permanentemente con mano de obra especializada; siete (33 %) opinan que la escasez de repuestos es un factor limitante para la producción; y tres (14 %) afirman que existen otras dificultades prioritarias con financiamiento para operaciones y normas legales vigentes. Evidentemente, la práctica de técnicas obsoletas y la ausencia de mano de obra calificada influyen determinantemente en la calidad de la madera aserrada.

Características del personal

De los aserraderos encuestados se ha determinado un promedio de 27 trabajadores por planta; de los cuales siete son capacitados. Siete (33 %) aserraderos declaran usar ingenieros forestales en la extracción y peritos para apoyo técnico en planta. Diez (48 %) declaran no requerir de asistencia técnica profesional. Cuatro (19 %) se abstuvieron de opinar.

Capacitación

Catorce (67 %) aserraderos opinaron que requieren de cursos de capacitación para mantenimiento) de sierras de cinta; doce (57 %) necesitan capacitación en mantenimiento de sierras circulares; seis (29%) solicitan cursos sobre operaciones unitarias para el uso óptimo de materia prima; y siete (33 %) desean cursos sobre cubicación; doce (57 %) en clasificación y control de calidad de madera aserrada; nueve (44 %) en gestión empresarial, siete (33 %) en operación y mantenimiento de maquinas de carpintería; dos (10 %) en mantenimiento de cuchillas para cortes periféricos; y tres (14 %) en otros aspectos.

EVALUACION DE RESIDUOS

El cuadro 3 presenta diámetros y longitud en promedio de las trozas, así como los valores promedio de volumen bruto, volumen de defectos y volumen total real.

Cuadro 3

DIMENSIONES DE LAS TROZAS

Madera	Nº de troza	Diámetro promedio (m)	Longitud promedio (m)	Volumen de defectos (m ³)	Volumen total real (m ³)	
Catahua	3	1,01	5,72	0,0156	0,53	15253
Caoba	5	0,90	4,25	0,0043	0,26	13,578
Cedro	7	0,70	3,92	0,0574	3,81	10,578
Copaiba	6	0,61	4,24	0,0367	2,81	7,040
Cumala	6	0,39	4,10	0,0002	0,03	3,1159
Ishpingo	7	0,58	3,68	0,0038	0,33	6,837
Moena	4	0,86	8,04	0,00	0,00	19,880
Tornillo	8	0,66	3,81	0,0461	2,56	10,191

El diámetro real promedio de las trozas varía entre 0,39 para cumala y 1,01 m para catahua, el promedio general es de 0,71 m. Comparando con los valores especificados por Tenazoa (1992) se advierte que el diámetro promedio de cumala está por debajo del mínimo establecido, otras están cerca del diámetro mínimo (copaiba, ishpingo y tornillo), circunstancia que influye en el rendimiento del aserrío. La longitud de trozas varían entre 3,92 para cedro y 8,04 m para moena, el promedio es de 4,72 m. El volumen promedio de trozas varía entre 0,51 para cumala y 5,10 m para catahua, el promedio general es de 2,30 m³. El volumen de defectos evaluados según la metodología establecida por Fullop y Vásquez (1989) es cero para moena y 3,81 % para cedro; el promedio general es de 1,29 %. El volumen de defectos alcanza valores mínimos, por lo que en la evaluación de residuos no se considera esta variable. El volumen total real varía entre 3,059 para cumala y 19,880 m³ para moena; el promedio general es de 10,803 m³. El cuadro 4 presenta los valores porcentuales de aserrín y residuos sólidos. En la sierra principal, los valores promedio de aserrín, referidos al volumen total rollizo ingresado, varían entre 4,10 para caoba y 8,70 % para cumala, el promedio general es de 6,04 %. Este valor relativamente alto en relación con el aserrín producido en la canteadora que es de 1.80 % en promedio y en la despuntadora donde alcanza un valor promedio de 0.34, se debe al espesor del elemento cortante, al área de corte y al pequeño diámetro de trozas, que al cuadrarlas producen mayor proporción de cantoneras, y aserradas producen tablas de 2 y 1 “generando mayor volumen de aserrín que si fueran de 3 o 4”. En residuos sólidos, en la sierra principal se tiene promedio que oscilan entre 4,43 para copaiba y 12,30 % para cumala, el promedio general es de 6,68 %. En la canteadora se observa los mayores valores, el mínimo es de 15,67 para cedro y el máximo de 28,22 % para moena, el promedio general es de 20,66 %. En la

despuntadora se tiene valores que fluctúan entre 4,45 para moena y 15,67 % para ishpingo, el Promedio general es de 10,23%

Cuadro 4

RESIDUOS DE ASERRÍO EN PORCENTAJE

Madera	Aserrín			Residuos Sólidos			Total Aserrín	Total Sólidos	Total General
	Sierra	Cantea- dora	Despun- teadora	Sierra	Cantea- dora	Despun- teadora			
Catahua	5,47	0.90	0.18	6,91	16.17	8.85	6.55	31.93	38.48
Caoba	4.10	0,90	0.24	5,25	22,24	12.89	5.24	40.38	45,62
Cedro	4.69	1,04	0,34	5,70	15.77	11.67	6.07	33,11	39.21
Copaiba	6.57	3.65	0,31	4.43	20.29	8.51	10,53	33,23	44.06
Cumala	8.70	4.00	0.13	12,20	23.05	9,15	12.83	44.40	57.23
Ishpingo	6.20	1.66	0,64	5,34	18.74	15.67	8.50	39,75	48.25
Moena	4.30	0,86	0,17	6,19	28.22	4,45	5.33	38,36	44.19
Tornillo	8,32	1.69	0.67	7.41	20.80	10.67	10.68	38.88	49.56

CONCLUSIONES

- Los principales residuos de aserrío de ocho maderas son: cantos (20,7 %), despuntes (10,2 %), cantoneras (6,7 %), y aserrín (8,2
- Hay una relación entre diámetro de troza y rendimiento, que se observa en catahua y cumala.
- Los principales residuos factibles de ser industrializados son las puntas y el aserrín, ya que cantoneras y cantos tienen utilización.

BIBLIOGRAFIA

- ACEVEDO, M. 1986. "Utilización de residuos y viruta de cepillado para fabricación de ladrillos de partículas". Laboratorio Nacional de Productos Forestales, Mérida Venezuela. 26 p.
- CORNEJO, A. 1991. "Fomento de la producción, comercialización y asistencia técnica de la actividad forestal". Asociación de Extractores de Madera. Pucallpa.

- DIRECCION REGIONAL FORESTAL, FAUNA Y MEDIO AMBIENTE. 1991. *Memoria Anual*. Secretaría Regional de Asuntos Productivos Extractivos. Pucallpa.
- FAO. 1980. "La industria de aserrío de maderas". Proyecto PNUD/FAO/PER/80/03. Lima. 16 p.
- FULLOP y VASQUEZ, W. 1989. "Guía de cubicación industrial de maderas en trozas". Proyecto de Desarrollo Industrial Forestal. Perú Canadá. Lima. 16 p.
- GAUTHIER, D. 1986. "Diagnóstico de la industria de aserrío en Pucallpa". Programa de Desarrollo Industrial Forestal. Perú Canadá. Lima. 16 p.
- OTERO, 1985. "Estudio sobre disponibilidad de sobrantes de madera para uso en la generación de energía eléctrica". Electro Centro S.A. Pucallpa. 517 p.
- TENAZOA, J. 1992. "Identificación de especies maderables". Primer Curso de Administración Forestal en la Región Ucayali. D.R.F.F. y M.A. Pucallpa. 95p.
- QUINTEROS, G. 1981. "Cuantificación de residuos en la industria del contrachapado a partir del capinurí".
- TECNOFOREST. 1982. *Consulta Técnica*. El libro de problemas. Feria Internacional del Pacífico. Lima. 56 p.

DURABILIDAD NATURAL Y ADQUIRIDA DE 27 MADERAS TROPICALES EN CONDICION DE CAMPO

Leticia Guevara Salnicov *

David LLuncor Mendoza **

RESUMEN

En el Proyecto “Estudios Básicos y Tecnológicos de Maderas” que ejecuta el Convenio INIA-IIAPP se ha determinado la durabilidad natural y adquirida por tratamiento preservador de dieciséis y trece maderas de Loreto, respectivamente, y la durabilidad natural de once de Ucayali. Las probetas de madera destinadas a ser ensayadas con preservador se las sometió a inmersión prolongada de temperatura ambiente en una solución acuosa al 4 % de sales cupro-cromo-bóricas, luego se las instaló en dos parcelas “cementerio” ubicadas en el bosque de shiringa de la Estación Experimental Forestal Pucallpa - INIA, según procedimiento propuesto por JUNAC (1981). Las evaluaciones y calificación del estado sanitario de las probetas se efectuó de acuerdo a normas de la American Wood Preservers Association (1985). Se efectuó tres evaluaciones. En la última, trece maderas de Loreto están completamente destruidas y las tres restantes presentan pudrición incipiente. De las maderas de Ucayali, nueve están completamente destruidas y con pudrición avanzada. En las preservadas se observa mayor resistencia al deterioro biológico, que se evidencia en menor velocidad de deterioro. Por ello, es recomendable que, en usos en contacto con el suelo, se utilice madera preservada. Se debe efectuar ensayos para determinar la eficacia de productos y procesos.

INTRODUCCION

La durabilidad natural de la madera puede definirse como la resistencia que opone a todo tipo de deterioro. Para fines prácticos y considerando la preponderancia del deterioro biológico, la durabilidad natural se refiere a la resistencia que opone la madera al ataque de hongos e insectos xilófagos.

Los factores responsables de la durabilidad natural son numerosos. Algunos dependen de las características intrínsecas de la madera, otros se relacionan con las circunstancias de uso. La invasión de agentes de deterioro muestra una sucesión natural en función del contenido de humedad de la madera.

* Ing^o Forestal. Investigador IIAP

** M.Sc. Forestal. Investigador IIAP

Para la determinación de la durabilidad natural de la madera se propone dos métodos. En laboratorio, bajo condiciones reguladas de temperatura, humedad relativa y disponibilidad de aire, se expone la madera al ataque de cultivos puros de hongos xilófagos y colonias de insectos. Los resultados son referenciales de un posible comportamiento de la madera en servicio. Las pruebas definitivas se llevan a cabo en parcelas "cementerio", donde se expone la madera a las condiciones del medio y ataque múltiple de organismos xilófagos.

Considerando que la durabilidad natural es una característica tecnológica indispensable para definir usos de la madera especialmente aquellos en que las condiciones de destrucción biológica son máximas, se plantea en el presente estudio determinar el grado de durabilidad natural de 27 maderas y durabilidad adquirida por tratamiento preservador de 13 maderas.

REVISION DE LITERATURA

DURABILIDAD NATURAL DE LA MADERA

Así se denomina, según Cartwright (1960) y Gonzales (1974) a la resistencia que opone al ataque de agentes biológicos de deterioro, tales como hongos e insectos xilófagos, perforadores marinos, y agentes no biológicos de deterioro, tales como desgaste mecánico, intemperismo atmosférico y al peligro del fuego. Para fines prácticos, la durabilidad puede considerarse como la resistencia que opone la madera a la pudrición.

La durabilidad es una propiedad de la madera en extremo variable. Varía entre las diferentes especies leñosas, entre los diferentes árboles de una misma especie, y aun dentro de un mismo árbol. Los factores responsables de la durabilidad de la madera son numerosos y variables; algunos dependen de las características y condiciones de la madera misma, otros están relacionados con las circunstancias que concurren en su uso. La gran durabilidad del duramen con respecto a la albura se atribuye a la presencia de algunas condiciones físicas y químicas que suceden en la formación del duramen. En efecto, Kollman (1959) sostiene que el duramen se protege de hongos e insectos lignícolas mediante obstrucción mecánica de los vasos, taponamiento de las punteaduras e impregnación de las paredes celulares. Además se depositan en las células del duramen sustancias polifenólicas, básicamente derivados del ácido shiquímico, cinámico y cafeico, cuyas combinaciones con compuestos orgánicos determinan la gran variedad de preservadores de la madera, capaces de ejercer efectos tóxicos y/o repelentes contra organismos lignícolas.

AGENTES BIOLÓGICOS DE DETERIORO

A causa de su naturaleza orgánica, la madera, está expuesta a numerosos agentes de deterioro biológico. La frecuencia e intensidad de estos dependen de las condiciones en que se encuentre la madera. En todo caso, se establece una sucesión de agentes biológicos de deterioro en función del contenido de humedad. Esto es válido desde el árbol en pie hasta la madera en servicio.

HONGOS LIGNÍCOLAS

Los hongos lignícolas son los principales enemigos de la madera. Cartwright (1960) distingue particularmente a los hongos propiamente xilófagos, capaces de disolver enzimáticamente la pared de las células leñosas. Aunque la mayoría pertenecen a la clase Basidiomycetes, también pueden causar especies de la clase Ascomycetes, especialmente en maderas con alto contenido de humedad y/o escasa disponibilidad de oxígeno.

INSECTOS LIGNÍCOLAS

Existe una serie de insectos lignícolas que invaden la madera en busca de alimento o lugar de incubación. Económicamente importantes, tanto como por la frecuencia como por el grado de deterioro que ocasionan, son los termes. Son insectos sociales que constituyen colonias organizadas funcionalmente. Una vez invadida la madera, practican galerías internas, reduciendo la resistencia, hasta la total destrucción. Son frecuentes en zonas de clima cálido-húmedo. Se distinguen los termes subterráneos (*Rhinotermitidae*), no subterráneos o de madera húmeda (*Kalotermitidae*) y de madera seca (*Termitidae*).

EVALUACIÓN EXPERIMENTAL DE LA DURABILIDAD NATURAL DE LA MADERA

Con la finalidad de estudiar la resistencia de las maderas al ataque de organismos se efectúa ensayos de laboratorio y de campo con metodología normalizada.

En laboratorio se regula las condiciones a fin de favorecer al máximo el ataque (humedad, temperatura, sustrato y aire). Se mide el deterioro causado por agentes particularmente agresivos. Los procedimientos establecidos por la Asociación Americana de Preservadores de Madera-AWPA (1985) permiten llevar a cabo ensayos en periodos relativamente cortos. Se usan hongos xilófagos y especies

de termes que se desarrollan bien en condiciones de laboratorio y son importantes destructores de madera en servicio. Los resultados permiten discriminar maderas de acuerdo al grado de durabilidad natural. Aquellas que muestran resistencia al deterioro son ensayadas en campo.

Las pruebas de campo se las realiza en áreas seleccionadas por las características climáticas (temperatura y humedad relativa), presencia de hongos xilófagos y termes subterráneos, vegetación y tipo de suelo. El período de exposición es variable. Se exige, como mínimo, dos años. El máximo es indefinido, dependiendo del comportamiento de las maderas.

Los procedimientos normalizados recomiendan usar probetas de sección transversal pequeña, enterradas hasta la mitad de la longitud, y efectuar revisiones del estado sanitario con una periodicidad no mayor de un año. Los resultados permiten concluir sobre la durabilidad natural de la madera y, eventualmente, la toxicidad, resistencia a la lixiviación y permanencia de los preservadores en las maderas que han sido tratadas.

Las evaluaciones se analizan de acuerdo al sistema de clasificación propuesto por AWP (1985) como se indica en el cuadro 1.

MATERIALES Y MÉTODOS

LUGAR

Los ensayos se efectuaron en la Estación Experimental Forestal Pucallpa-IN IA.

MADERAS

Los cuadros 2 y 3 muestran la relación de maderas ensayadas procedentes de la zona del río Yavarí-Colonia Angamos, Loreto y del Bosque Nacional Alexander von Humholdt, Ucayali.

METODOLOGIA

Preparación de probetas

Se preparó probetas de 5 x 5 x 25 cm., secas al aire y cepilladas en caras y cantos. Las destinadas a ser ensayadas con preservador se las sumergió en una solución al 4 % de sales cupro-cromo-bóricas a temperatura ambiente durante 14 días.

Instalación en el “cementerio”

Las probetas se las distribuyó al azar en tres parcelas. Una de éstas, de 2,5 x 2,5 m, conformada por probetas de maderas preservadas de Loreto, otra, de 2,5 x 2,5 m, con probetas de maderas sin preservar de Loreto; ambas instaladas en marzo de 1989, la última, de 1,5 x 2,0 m, con maderas sin preservar de Ucayali en setiembre de 1989.

Evaluación

Se realizó tres inspecciones en las tres parcelas. La primera en diciembre de 1990, la segunda en noviembre de 1991 y la tercera en octubre de 1992, 21, 32 y 43 meses de instaladas las probetas de madera de Loreto y a 16, 27, y 38 meses de instaladas las probetas de maderas de Ucayali.

RESULTADOS Y DISCUSION

Bajo las condiciones de la prueba, las posibilidades de deterioro fueron máximas. Las condiciones ambientales: clima húmedo y cálido, alta precipitación y las evidencias de ataque múltiple de hongos e insectos lignícolas actuando simultáneamente favorecen el deterioro biológico y la lixiviación y/o detoxificación.

De igual forma, la pequeña sección transversal (aunque no es la más pequeña sección transversal recomendada por las normas técnicas) favorece la velocidad de pudrición y ataque de termites, hasta alcanzar el grado O (cero) en períodos relativamente cortos.

El ensayo con probetas cepilladas, requisito establecido por las especificaciones de la Junta de Acuerdo de Cartagena (1981), es inadecuado. En probetas cepilladas se reduce el área superficial real, la cual influye en la absorción de agua, en el contacto efectivo entre la madera y el suelo y en la infección por esporas fungosas. Por otra parte, si el procedimiento normalizado supone condiciones similares a las de servicio para piezas en contacto directo con el suelo, con o sin tratamiento preservador, tales como postes, durmientes, bases, fundación y estacas, no se requiere cepillado.

De las dieciséis maderas de Loreto ensayadas sin tratamiento preservador, cumala blanca (duramen/albura y albura) y huira caspi (albura y duramen) fueron destruidas en 21 meses, moena sin olor (duramen), caupuri colorado (albura y duramen), tangarana (duramen), manchan caspi (duramen), papelillo caspi (albura), shiringa (duramen), shiringa masha (duramen), ana caspi (albura/duramen), balata sapotina (duramen) y pucuna caspi (albura/duramen) fueron destruidas en 32 meses, machimango colorado (duramen), y machimango blanco (albura/duramen), están con

síntomas de pudrición y/o termes, moena amarilla (albura/duramen) y quinilla colorada (duramen) muestran ligeros síntomas de pudrición.

De las once maderas de Ucayali ensayadas, todas las probetas fueron de duramen. La manchanga es destruida por pudrición en 16 meses; chimicua, aguano masha, pumaquiuro, yutubanco, yacushapana, mashonaste, tamamuri, shihuahuaco, y estoraque son destruidas por pudrición (4), termes (1) o ambos (5) en 28 meses, quedando el tahuari en estado avanzado de pudrición y ataque moderado de termes.

En la mayor parte de los casos no se ha advertido una diferencia sustancial en la resistencia de albura y duramen. También se ha observado que la frecuencia de la pudrición es superior en el ataque de termes. En la primera evaluación, de 24 probetas ensayadas, 18 fueron atacadas por pudrición, siete por termes y cuatro permanecen indemnes. En la segunda evaluación, de las siete probetas, todas estaban atacadas por pudrición y tres por termes, en la mayoría de los casos aislados, no se detectó pudrición exclusivamente causada por hongos *Basidiomycetes*. En todo caso, podrían haber estado simultáneamente con especies de *Ascomycetes*, los que, por su agresividad y tolerancia, pueden desarrollar bien aun en sustratos deficientes de aire por consecuencia de altos contenidos de humedad en la madera.

De las probetas ensayadas con tratamiento preservador, el deterioro biológico fue más lento pero se presentó en forma definida en la tercera evaluación. De las trece maderas, nueve fueron destruidos o estaban en avanzado estado de deterioro: tangarana, manchanga caspi, machimango colorado, balata sapotina, cumala blanca, shiringa masha, caupuri colorado, shiringa; albura de machimango blanco, de quinilla colorada y de pucuna caspi. Quedaron indemnes las probetas de moena sin olor, albura/duramen de quinilla colorada, de machimango blanco y duramen de pucuna caspi.

Si es cierto que para fines prácticos el incremento de vida útil como consecuencia del tratamiento preservador no es realmente relevante, lo que merece resaltar es que aún a bajas retenciones (26 % de la retención mínima establecida por ITINTEC para usos en contacto directo con el suelo, 9,6 kg/m³) y con agresivas condiciones ambientales, la preservación es una opción para el uso de estas maderas, asegurando períodos de vida útil compatibles con los costos adicionales por concepto de tratamiento.

CONCLUSIONES

- De las dieciséis maderas de Loreto y once de Ucayali ensayadas en áreas “cementerio”, dos de Loreto - moena amarilla y quinilla colorada - demuestran tener mayor durabilidad natural.
- La principal causa de destrucción es por pudrición mixta, causado por *Basidiomycetes* y *Ascomycetes*.
- La resistencia al deterioro biológico en trece maderas de Loreto preservadas por inmersión prolongada en una solución al 4 % de sales cupro-cromo-bóricas a una retención promedio de 2,6 kg/m³ es mayor que en madera sin preservar.

Cuadro 1

CLASIFICACIÓN DE MADERAS DE ACUERDO AL ESTADO SANITARIO

Grado	Condición de las probetas	
	Pudrición	Termes
10	Libre	Libre
9	Incipiente	Indicios
7	Media	Ataque medio
4	Avanzada	Ataque fuerte
0	Falla	Fractura

Cuadro 2MADERAS DE LA ZONA DEL RÍO YAVARÍ - COLONIA ANGAMOS,
IQUITOS

Nombre común	Nombre científico	Familia
Ana caspi	<i>Apuleia molaris</i> Spruce ex Benth	CAESALPINACEA
Balata sapotina	<i>Chrisophvllum ucuquirana</i> -blanca (Aubreville & Ppennington)	SAPOTACEAE
Cumala blanca	<i>Osteophoeum platyspermum</i> A.DC.Warb	MYRISTICACEAE
Caupuri colorado	<i>Virola pavonis</i> (A.D.C.) A.C.Smith	MYRISTICACEAE
Huira caspi	<i>Tapirira quianensis</i> Auhlet. Smith	ANACARDIACEAE
Machimango blanco	<i>Lecythis peruviana</i> L.O.Williams	LECYTHIDACEAE
Machimango colorado	<i>Escheweileira timbuchensi</i> .s Knuth	LECYTHIDACEAE
Manchari caspi	<i>Vantanea parviflora</i> Larn.	HUMIRACEAE
Moena amarilla LAURACEAE	<i>Aniba puchury-minor</i> (Martius) Mez.	
Moena sin olor	<i>Ruizteranis Trichantera</i> (Spruce ex Warm)	VOCHISIACEAE
Papelillo caspi	<i>Cariniana decandra</i> Ducke	LECYTHIDACEAE
Pucuna caspi	<i>Iryanthera tricornis</i> Ducke	MYRISTICACEAE
Quinilla colorada	<i>Puteria caimito</i> Ruiz & Pavon	SAPOTACEAE
Shiringa	<i>Hevea guianensis</i> Aublec	EUPHORBIACEAE
Shiringa masha	<i>Micranda spruceana</i> (Bail)R.E. Smith	EUPHORBIACEAE
Tangarana	<i>Sclerolobium melinonei</i> Harás	CAESALPINACEAE

Cuadro 3

MADERAS DEL BOSQUE NACIONAL ALEXANDER VON HUMBOLDT,
UCAYALI

Nombre común	Nombre científico	Familia
Aguano masha	<i>Paramachaerium ormosiodes</i>	FABACEAE
Chimicua	<i>Perebea aff mollis</i> (P & F) Rusby	MORACEAE
Estoraque	<i>Miroxylum blasamun</i>	PAPILIONACEAE
Machinga	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw. Spp boliviarensi	MORACEAE
Machimango	<i>Schweilera ovalifolia</i> (APDC) Ndz.	LECYTHIDACEAE
Mashonaste	<i>Clarisia racemosa</i>	MORACEAE
Pumaquiro	<i>Aspidosperma macrocarpon</i>	APOCYNACEAE
Shihuahuaco	<i>Dipterix adorata</i> (Aubl.) Wild	PAPILONACEAE
Tahuarí	<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) Nich	BIGNONEACEAE
Yacushapana	<i>Terminalia amazónica</i> (JF Gemí) Excell	COMBRETACEAE
Yutubanco	<i>Drypetes amazonicus</i> Sterr. Spp. peruviana	

Cuadro 4

DURABILIDAD NATURAL DE 16 MADERAS DE LORETO

Especie Nombre	Tipo de probeta y descripción del estado inicial	Calificación					
		1ra eval	2da eval	3ra eval			
		P	T	P	T	T	T
Ana caspi	Albura/duramen; completamente sana	9	10	7	0	nd	nd
Balata sapotina	Duramen; presencia de nudos	9	10	nd	nd	nd	nd
Cumala blanca	Duramen/albura; completamente sana	0	0	nd	nd	nd	nd
Cumala blanca	Duramen; presencia de nudos y mancha azul	0	0	nd	nd	nd	nd
Caupuri colorado	Albura; presencia de mancha azul	0	0	nd	nd	nd	nd
Caupuri colorado	Duramen; completamente sana	7	10	nd	nd	nd	nd
Huira caspi	Albura; presencia de fisuras	0	0	nd	nd	nd	nd
Huira caspi	Duramen; presencia de nudos y fisuras	0	0	nd	nd	nd	nd
Machimango blanco	Duramen; completamente sana	10	10	9	10	7	10
Machimango colorado	Duramen; presencia de nudos	9	10	9	4	0	4
Manchari caspi	Duramen; completamente sana	9	10	nd	nd	nd	nd
Moena amarilla	Albura/duramen; presencia de rajaduras	10	10	10	10	9	10
Moena sin olor	Duramen; presencia de médula	7	10	0	10	nd	nd
Papelillo caspi	Albura; nudos, fisuras, perforaciones de lyctus	7	10	nd	nd	nd	nd
Pucuna caspi	Albura/duramen; presencia de nudos y	9	10	4	10	4	4
Pucuna caspi	Albura/duramen; completamente sana	10	10	nd	nd	nd	nd
Quinilla colorada	Duramen; presencia de rajaduras	10	10	9	10	9	10
Shiringa	Duramen; presencia de mancha azul y corteza	10	10	nd	nd	nd	nd
Shiringa masha	Duramen; completamente sana	10	10	nd	nd	nd	nd
Tangarana	Duramen; completamente sana	7	4	nd	nd	nd	nd
Tangarana	Duramen; completamente sana	4	10	nd	nd	nd	nd

Cuadro 5

DURABILIDAD NATURAL DE DIEZ MADERAS DE UCAYALI

Especie Nombre	Tipo de probeta y descripción del estado inicial	Calificación					
		1ra eval	2da eval	3ra eval	1ra eval	2da eval	3ra eval
		P	T	P	T	P	T
Aguano masha	Completamente sana	10	10	0	10	nd	nd
Chimicua	Perforación de lyctus	9	10	nd	nd	nd	nd
Estoraque	Presencia de nudos	10	10	nd	nd	nd	nd
Manchinga	Completamente sana	0	10	nd	nd	nd	nd
Mashonaste	Perforación de lyctus	10	7	0	7	nd	nd
Pumaquiro	Completamente sana	10	10	0	10	nd	nd
Shihuahuaco	Grietas leves, rajaduras	7	7	nd	nd	nd	nd
Tahuari	Perforación de lyctus	10	10	7	4(*)	7	4(**)
Yutubanco	Perforación de insectos	9	10	nd	nd	nd	nd
Yacushapana	Completamente sana	10	10	10	0	0	0

Cuadro 6**DURABILIDAD ADQUIRIDA POR TRATAMIENTO PRESERVADOR DE TRECE MADERAS DE LORETO**

Especie Nombre	Tipo de probeta y descripción del estado inicial	Calificación							
		1ra eval		2da eval		3ra eval			
		P	T	P	T	P	T	T	T
Balata sapotina	Albura; completamente sana	9	10	9	7	9	7		
Balata sapotina	Duramen; completamente sana	10	10	4	10	0	10		
Caupuri colorado	Albura; perforación de lyctus	10	10	4	10	0	10		
Caupuri colorado	Duramen; presencia de rajaduras	10	0	nd	nd	nd	nd		
Cumala blanca	Duramen; presencia de nudos	10	10	10	7	10	0		
Cumala blanca	Albura; perforación de lyctus	10	10	10	10	nd	nd		
Huira caspi	Albura; presencia de rajaduras	10	0	nd	nd	nd	nd		
Huira caspi	Duramen; presencia de nudos	10	4	0	0				
Machimango blanco	Albura; presencia de nudos	10	10	10	0	nd	nd		
Machimango blanco	Albura/duramen completamente sana	10	10	10	10	10	10		
Machimango colorado	Albura; inclusión de gomas	10	10	9	10	9	10		
Machimango colorado	Duramen inclusión de gomas	10	10	9	10	9	10		
Manchari caspi	Duramen; presencia de rajaduras	10	10	9	10	9	10		
Manchari caspi	Albura; completamente sana	10	10	9	10	9	10		
Moena sin olor	Duramen; rajaduras	10	10	10	10	10	10		
Moena sin olor	Albura; completamente sana	10	10	10	10	10	10		
Pucuna caspi	Duramen; arista faltante	10	10	10	10	10	10		
Pucuna caspi	Albura; presencia de grietas, ataque moderado de lyctus	10	10	7	10	7	10		
Quinilla colorada	Albura; duramen; completamente sana	10	10	10	10	10	10		
Quinilla colorada	Albura; presencia de grietas	10	10	10	10	7	10		
Shiringa	Albura; perforación de lyctus	10	10	9	4	nd	nd		
Shiringa	Duramen; perforación de lyctus	9	10	9	4	nd	nd		
Chiringa masha	Albura; presencia de grietas leves	10	4	0	0	0	0		
Chiringa masha	Duramen; completamente sana	10	10	4	10	0	10		
Tangarana	Duramen; completamente sana	10	10	10	4	10	4		
Tangarana	Albura; completamente sana	9	10	4	9	nd	nd		

* Pudrición

** Termes

BIBLIOGRAFIA

- AMERICAN WOOD PRESERVER'S ASSOCIATION. 1985. *Standard M-7. Standard method for evaluation wood preserver's with plakes.*
- CARTWRIGHT, D.R. 1960. "Decay of timber and its preventio. Chemical Publishing. Brookling, N.Y.
- GONZALES, V.R. 1974. *Preservación de la Madera.* Convenio UNALM-MEN. Lima. 72 pp.
- HUNT, G.M. y GARRAT, G.A. 1962. *Preservación de la madera* Salvat Editores. Barcelona.
- PADT-REFORT. 1981. *Estudio integral de la madera para construcción* (segunda fase). Normas y métodos para ensayos tecnológicos. Junta del Acuerdo de Cartagen. Lima.