

Artículo científico

Identificación de árboles de shiringa (*Hevea brasiliensis*) de alto rendimiento de látex en plantaciones de la estación experimental “María Cristina”. Tahuamanu - Perú



Versión en revisión



BIODAMAZ
PERÚ-FINLANDIA

Artículo Científico N° 2

2007

BIODAMAZ, Perú – Finlandia
Proyecto Diversidad Biológica de la Amazonía Peruana

Autores:

Telésforo Vásquez Zavaleta
Ronald Corvera Gomringer
Nimer Velarde Katayama

El presente documento ha sido realizado con financiamiento del Ministerio de Relaciones Exteriores de Finlandia y del Gobierno del Perú, a través del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP, en el marco del Convenio de Cooperación Técnica Internacional entre Perú y Finlandia: Proyecto Diversidad Biológica de la Amazonía Peruana – BIODAMAZ.

© 2007. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP
Proyecto Diversidad Biológica de la Amazonía Peruana- BIODAMAZ
Av. José Abelardo Quiñones km 2.5
Iquitos – Perú
Correo electrónico: dnbiodamaz@iiap.org.pe
<http://www.iiap.org.pe/biodamaz>

Los textos pueden ser utilizados total o parcialmente citando a la fuente.
Hecho en el Perú

IDENTIFICACIÓN DE ÁRBOLES DE SHIRINGA (*Hevea brasiliensis*) DE ALTO RENDIMIENTO DE LÁTEX EN PLANTACIONES DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL “MARÍA CRISTINA”. TAHUAMANU - PERÚ

Telésforo Vásquez Zavaleta¹, Ronald Corvera Gomringe², Nimer Velarde Katayama³.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue la identificación de árboles de shiringa con alta producción de látex, en la Estación Experimental “María Cristina”, ubicada en la provincia de Tahuamanu, región de Madre de Dios, donde existe plantaciones experimentales de “shiringa” injertada desde el año 1944. El estudio se llevó a cabo en dos fases. La primera consistió en un censo de los árboles establecidos en la estación, registrando variables como, edad, dap, longitud de corte, altura total del árbol y altura a la primera ramificación. La segunda fase consistió en la evaluación de rendimiento de látex, de octubre 2005 a octubre 2006, de 1645 árboles, de los cuales se ha identificado 156 árboles (9.5 % del total) con producciones superiores a 250 gramos de látex por corte; de éstos, 17 árboles (1 % del total) superan los 400 gramos y uno (0.06 % del total) ha presentado rendimientos de hasta 3 Kg. de látex por corte. Del análisis de correlación de Pearson de variables fenotípicas y componentes principales se concluye que los rendimientos de látex están influenciados en un 66 % por la altura total del árbol y por la edad en un 34 %.

Palabras clave: Shiringa, *Hevea brasiliensis*, evaluación de látex, Tahuamanu, Madre de Dios, rendimiento de látex.

Introducción

La shiringa (*Hevea brasiliensis* (Willd. ex A.D. Juss.) Muell. Arg.), se ha constituido como el elastómero más consumido en el mundo. El interés por esta especie resurge en los últimos años por sus propiedades insustituibles, tanto físicas como químicas: se caracteriza principalmente por la excelente resistencia a la abrasión y a la deformación, y por su elasticidad, que no se puede obtener de otras sustancias; estas características son particularmente útiles para la manufactura de preservativos y guantes quirúrgicos, así como para los neumáticos de mayor seguridad en vehículos y aviones (Frederico *et al.* 1995; Rojo *et al.* 2003). Actualmente se produce de manera importante en poco más de veinte países, aunque sólo en cinco se concentra el 84% de la producción mundial. En el año 2004 fueron comercializadas 6'602.470 t en el mercado mundial, de las cuales el 85% fue provista por solo tres países: Tailandia, Indonesia y Malasia (Agrocadenas Colombia 2005).

Fung (2005) sostiene que durante los años de 1900 al 1912 el Perú llegó a exportar en promedio unos 30 mil t año⁻¹, lo que significó casi el 25 % del total de exportaciones peruanas. El Perú, a pesar de poseer el recurso genético original, ha pasado a ser importador del total de

¹ Ing. For. Investigador; Proyecto de investigación y generación de tecnología para el manejo de la shiringa en sistemas agroforestales. IIAP/BIODAMAZ.

² Ing. Agr. MSc. Investigador; Proyecto castaña, IIAP. Proyecto de Ecosistemas Terrestres.

³ Ing. Agr. Investigador Asistente; Proyecto de investigación y generación de tecnología para el manejo de la shiringa en sistemas agroforestales. IIAP/BIODAMAZ.

las necesidades de caucho del país, llegando a importar anualmente en promedio 7460 t año⁻¹ (entre los años 1999 a 2004), cantidad que representa casi el 100% del consumo interno. Así mismo, para el año 2001 se registró un total de 8366 t año⁻¹ de jebe o caucho natural importado (Fung 2005).

En la región de Madre de Dios, especialmente la provincia del Tahuamanu, conocida desde antaño como la zona productora por excelencia del jebe fino de shiringa, se desarrollaron desde hace tiempo varios proyectos de investigación y de fomento del cultivo. En 1944 intervino la Corporación Peruana del Amazonas, en convenio con la Rubber Reserve Company, Agencia de los Estados Unidos, y se establecieron plantaciones experimentales de “shiringa”, creándose así la estación experimental “María Cristina”, en el distrito de Iberia de la provincia de Tahuamanu.

El objetivo del presente trabajo de investigación fue la identificación de individuos altamente productivos de látex de shiringa en la estación experimental “María Cristina”, para disponer en el mediano plazo de material genético selecto para el manejo de la shiringa en plantaciones agroforestales en la región de Madre de Dios, en áreas intervenidas y deforestadas o en proceso de degradación.

Shiringa o caucho natural

La shiringa (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) pertenece a la familia Euphorbiaceae; es un árbol de fuste recto, casi cilíndrico, de raíz pivotante y ramificado, con copa redonda, globosa y amplia, que llega a alcanzar hasta 40 m de altura; la corteza externa es de color rosado o marrón oscuro, las fisuras que presenta el fuste son longitudinales y paralelas. La corteza interna es de textura suave y fibrosa, de color crema rosado, el sabor es ligeramente dulce. Exuda un látex abundante, lechoso y de color blanco. Las hojas son trifoliadas, con pecíolos que miden de 15 a 25 cm de longitud y peciolulos de 10 a 16 mm de largo; posee un par de glándulas o nectarios en la inserción de los peciolulos. Las láminas son oblanceoladas u obovadas, agudas en el ápice y la base, de 10 a 15 cm de longitud por cinco a nueve centímetros de ancho. El lado superior es verde-oscuro y brillante, y el inferior más claro y opaco (León 1987). El fruto es una cápsula de tres celdas, lignificado, dehiscente, con una semilla en cada una. Los tejidos que forman la pared del fruto son tres capas fibrosas con las fibras dirigidas en sentido opuesto (León 1987). La semilla eclosiona abruptamente del fruto al llegar a su maduración fisiológica. Las semillas tienen la epidermis compacta, en la que hay grupos de células con pigmentos oscuros que se destacan sobre los tejidos inferiores más claros (León 1987). El látex se deriva de procesos de secreción de células vivas. Los tejidos laticíferos más importantes se presentan en bandas concéntricas en la corteza del tronco y ramas principales (León 1987).

Área de estudio

El estudio tuvo lugar en la “Estación Experimental María Cristina”, ubicada políticamente en la jurisdicción del distrito de Iberia, provincia de Tahuamanu, región de Madre de Dios – Perú. Se localiza en las coordenadas geográficas siguientes: 11° 24' 42" de Latitud Sur y 69° 28' 43" de Longitud Oeste, a una altitud de 180 m.s.n.m. Hidrográficamente se encuentra en la cuenca y subcuenca Tahuamanu. La superficie efectiva de la estación es de 51.87 ha, y está conducida por el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, filial Madre de Dios (IIAP-MDD).

Las características bioclimáticas del área de estudio presentan los siguientes valores promedios anuales: 1647.1 mm de precipitación; 24.6 °C de temperatura y 68.3% de humedad relativa. De acuerdo a Thorntwaite, el clima es ligeramente húmedo y calido (INADE 2006), aunque presenta eventuales “frijes” durante los meses de junio a septiembre que pueden hacer bajar la temperatura hasta a 7 °C por periodos cortos (según SENAMHI). También se produce sequía temporal, entre los meses de abril a agosto (IIAP 2001). De acuerdo con el sistema de

clasificación de Holdridge, el área corresponde a la zona de vida Bosque Húmedo Subtropical transicional a Bosque Húmedo Tropical (bh-S/bh-T) (IIAP 2001).

La topografía comprende relieves ligeramente ondulados a ondulados, con pendientes entre (4 - 30 %). Presenta suelos Cambisoles y pertenece al Sub-Grupo: Typic Dystrudepts según el Sistema FAO (1998) y el Sistema de Clasificación Natural del Soil Taxonomy (USDA, 2003), respectivamente. El suelo está constituido por miembros edáficos originados a partir de materiales residuales de areniscas y arcillitas del Neógeno-cuaternario. Son suelos con desarrollo genético incipiente, de perfil tipo A(B)C, con subhorizonte de diagnóstico cámbico y epipedón ócrico; moderadamente profundos; de textura media a moderadamente fina; de colores pardo amarillentos sobre rojo amarillento a amarillo rojizos; con drenaje natural bueno (INADE 2006).

Sus características químicas están expresadas por una reacción extremada a moderadamente ácida (pH 4,4 - 6); con alta saturación de bases, mayor al 50%; con contenidos de aluminio cambiante por debajo del nivel crítico de toxicidad, en los horizontes superficiales; con contenidos bajos a medios de materia orgánica y potasio disponibles, y bajos de fósforo. Todas estas características determinan que este suelo tenga una fertilidad natural baja (INADE 2006).

De acuerdo con el uso actual, se trata de un terreno con vegetación propia de pacales mixtos, bosque descremado y áreas reforestadas con plantaciones de shiringa en monocultivo, sistemas agroforestales y vivero (representando estas áreas reforestadas el 24.5 % del área total). No se practica ninguna otra actividad en el área excepto la recolección del látex y el mantenimiento del vivero de shiringa (Vásquez & Velarde 2005).

El establecimiento de las plantaciones de shiringa en la estación experimental “María Cristina” se inició aproximadamente en el año 1944 con plantas francas e injertadas, que constituyen actualmente el 76 % del total de árboles implantados en dicha estación. Posteriormente se amplió la plantación en los años 1987 y 1993. El 92.6 % de los árboles se encuentran entre los diámetros 14.32 - 42.97 cm. de dap., el resto se encuentra por encima de estas dimensiones. Las condiciones de los mismos son las siguientes: 48.8 % tricompuestos (doble injerto), 29.2 % injerto simple y 14.3 % pie franco (Vásquez & Velarde 2005). Se debe considerar que el injerto de copa con clones resistentes al mal de las hojas (*Microcyclus ulei*) es la única alternativa disponible para el cultivo de la shiringa en la Amazonía baja (Pinheiro *et al.*, 1989; Vieira 1989; Moraes & Moraes 2004). Así mismo, se ha observado incompatibilidad en los injertos tanto de panel como de copa. La principal influencia causada por el porta injerto en relación al injerto, evidencia la existencia de una gran variabilidad intraclonal en vigor y producción (Combe & Gener 1977; eNg *et al.* 1982; Martins *et al.* 2000). Del mismo modo, el injerto de copa reduce la producción de látex, en sangría sin estimulación, como se demostró en algunas combinaciones copa/panel evaluadas en Indonesia y Brasil (Radjino 1969; Moraes & Moraes 2004).

Material y métodos

El estudio se llevó a cabo en dos fases; la primera consistió en un censo de todos los árboles establecidos desde los años 1944, 1987 y 1993, obteniéndose información de interés de acuerdo a las siguientes variables: altura a la ramificación, altura total, circunferencia a la altura de pecho = CAP (aproximadamente a 1.30 m de la base del árbol), número de ramas, forma de fuste, tipo de corteza externa del injerto de fuste, tipo de corteza externa del injerto de copa, tipo de ritidomas de ambos injertos, número de paneles o paños, estado fenológico, estado sanitario, y observaciones relevantes. A cada árbol de shiringa se le enumeró con pintura esmalte (Vásquez & Velarde, 2005).

En la segunda fase se evaluó el rendimiento de látex, durante el periodo de colecta, desde octubre de 2005 a octubre de 2006, empleando prácticas convencionales para el cultivo de la shiringa (Gonçalves *et al.* 1992; Moreno *et al.* 2003).

La compartición de paños o paneles en los árboles de shiringa es una actividad previa a las sangrías, y comprende los siguientes pasos:

- Con una cuerda delgada se midió toda la circunferencia, la cual se dobló en dos; con esto se midió la media circunferencia y se señaló los extremos con la faca, haciendo una raya vertical en cada extremo de la soga. Esta operación se realizó sólo en árboles con circunferencia mayor a 45 cm, de dap.
- Cuando la compartición superaba a los 40 cm y ameritaba un paño más, se procedió a formar más paños de sangría, doblando más de una vez la cuerda.
- Con la ayuda de una regla con nivel de 1.25 m se procedió a marcar el ángulo de corte, que fue de 32°.

Se estableció 6 estradas de trabajo, cada una conformada por 270 árboles en promedio. La sangría de los árboles se efectuó a las 6:30 horas y el látex fue colectado a partir de las 10 horas. El sistema de sangría empleado, según el sistema internacional de sangría SAA (1999), fue de S/2 d/3 6d/7. 9m/y; algunos árboles tuvieron más de un paño, por poseer una mayor circunferencia; para ellos se empleó 2S/4 o 3S/6 d/3 6d/7 y 9m/y: sangría en medio espiral-corte mitad de circunferencia, un paño, (S/2), dos paños (2S/4) o tres paños (3S/6). El sangrado fue realizado en intervalos de tres días (d/3), con trabajo de seis días a la semana (6d/7), durante 9 meses del año (9m/y). En ningún árbol se empleó estimulante. Todas las sangrías fueron realizadas por el sistema de corte amazónico, corte intercalado (sistema tradicional del lugar).

Previamente a la colecta se pesó la tishela (recipientes que recibe el látex) de cada árbol; por razones prácticas la medición de producción de látex se hizo por peso, en gramos (g). La frecuencia de evaluaciones fue cada cinco cortes o sangrías de cada árbol. Los datos registrados fueron: Peso Inicial (P_i): Peso de la tishela registrado con anterioridad; Peso Final (P_f): Peso de tishela más látex, al momento de la colecta del látex; Peso del Látex ($P_{\text{látex}}$): Peso neto de látex ($P_f - P_i$).

Considerando las variables fenotípicas del censo, se aplicó la correlación de Pearson a los árboles que presentaron un rendimiento superior a los 250 g de peso de látex. La información obtenida de rendimiento de látex en el campo fue ordenada en una base de datos, utilizando un procesador de textos. Posteriormente se realizaron análisis estadísticos mediante el paquete InfoStat, obteniéndose para cada una de las variables evaluadas valores de estadística básica, como media, desviación estándar, varianza, coeficientes de variación, máxima y mínima producción por árbol, y un análisis general de todos los árboles de acuerdo a la condición de los árboles.

Resultados y discusión

De los 1645 árboles de shiringa sometidos a evaluación en las plantaciones de la estación, se ha identificado 156 árboles (9.5 % del total) con producciones superiores a 250 gramos de látex por corte; de éstos, 17 árboles (1 % del total) superan los 400 gramos, y uno (0.06 % del total) ha presentado rendimientos de hasta 3 Kg. de látex por corte. (tabla 1). Sin embargo, los promedios zafra de los dos primeros árboles que sobresalieron en rendimiento de látex (código N° 37 y 1496, edades 62 y 20 años respectivamente) presentan rendimiento promedio de 1310 g/sangría/día y 554 g/sangría/día, respectivamente; son de condición pie franco (árboles procedentes de semilla) como se observa en la tabla 11 del anexo, en comparación con los árboles más cercanos en rendimiento, que presentan condición tricompuesta (injerto de panel/copa). Esto es debido al efecto depresivo en la producción que ejerce el injerto de copa sobre el injerto de panel de alta productividad (Moraes & Moraes 2004). Este problema se debe, según Moraes, (1989), a que los clones de copa presentan un número reducido de vasos

laticíferos en la corteza del tallo, reduciendo los vasos laticíferos de los clones de panel sobre los cuales fueron injertados.

Tabla 1: Distribución de árboles según clase de producción promedio de látex de shiringa, en gramos, por árbol y corte

	Clase de producción	Estrada N° 1	Estrada N° 2	Estrada N° 3	Estrada N° 4	Estrada N° 5	Estrada N° 6	Total
<u>Clase 1</u>	< 100	183	233	138	100	141	84	879
<u>Clase 2</u>	100 – 250	51	33	165	124	111	126	610
<u>Clase 3</u>	251 – 400	10	4	16	41	18	50	139
<u>Clase 4</u>	401 – 550	0	0	0	4	0	7	11
<u>Clase 5</u>	551 – 700	1	0	0	1	0	3	5
<u>Clase 6</u>	> 700	1	0	0	0	0	0	1
Total		246	270	319	270	270	270	1645

Las correlaciones fenotípicas obtenidas entre las seis características vegetativas de árboles de shiringa de las plantaciones de la Estación Experimental “María Cristina” se aprecian en la tabla 2.

Se observa que gran parte de los caracteres vegetativos muestran una relación positiva entre sí, destacando tres de ellas, que presentan mayor valor de correlación, diámetro a altura de pecho, altura total y edad con respecto a los demás caracteres (tabla 3). Cabe resaltar que las asociaciones más relevantes ocurren entre los siguientes pares de caracteres: diámetro a altura de pecho x longitud de corte ($r=0.90$), altura total x rendimiento ($r=0.86$), edad x rendimiento ($r=0.75$), altura total x diámetro a altura de pecho ($r=0.51$), por presentar medias altas. Se verifica que la asociación *diámetro a la altura del pecho/longitud de corte* presenta alta relación, debido a que se consideró como criterio para este trabajo sólo a los árboles con dap por encima de 45 cm, lo que favorece esta asociación, puesto que estos caracteres están íntimamente relacionados: a mayor dap, mayor longitud de corte.

Entre las correlaciones negativas significativas se encuentra la asociación longitud de panel/altura de rama ($r=-0.23$).

Tabla 2. Correlaciones fenotípicas entre seis caracteres vegetativos obtenidos en árboles de shiringa de la Estación Experimental “María Cristina”, IAP – MDD y SS. Tahuamanu, 2006.

Características	RDTO	DAP	LP	AT	AR	Edad
Rendimiento	1.00	5.5E-11	0.00	0.86	0.22	0.75
Diámetro Altura de Pecho	0.22	1.00	0.00	0.51	3.4E-03	6.8E-08
Longitud de panel	0.24	0.90	1.00	0.08	5.4E-12	0.05
Altura total	0.01	-0.02	-0.06	1.00	0.34	0.00
Altura de Rama	-0.04	-0.10	-0.23	0.03	1.00	0.08
Edad	0.01	0.18	0.07	0.37	0.06	1.00

RDTO: Rendimiento de látex; DAP: Diámetro altura de pecho a 1,30 m de altura del suelo; LP: Longitud de panel; AT: Altura total del árbol; AR: Altura a la primera rama empezando de abajo; n = 127 árboles.

En virtud a los resultados se hizo un análisis separando las dos características principales relacionadas con el rendimiento de látex, que fue el criterio principal de este trabajo (tabla3). En este análisis se aprecia que el 66 % del rendimiento látex de los árboles de shiringa es una consecuencia probable de la altura total del árbol; es decir, a mayor altura, mayor producción. Así mismo, la edad tiene influencia en un 34 % sobre el rendimiento: a mayor edad, más rendimiento. En la figura 18 del anexo, se aprecia el análisis de estos dos componentes.

Tabla 3. Análisis de componentes principales, obtenidas en árboles de shiringa de la Estación Experimental “María Cristina”, IAP – MDD y SS. Tahuamanu, 2006.

Características	Valor	Proporción	Prop Acumulativa
Altura total	1.32	0.66	0.66
Edad	0.68	0.34	1.00

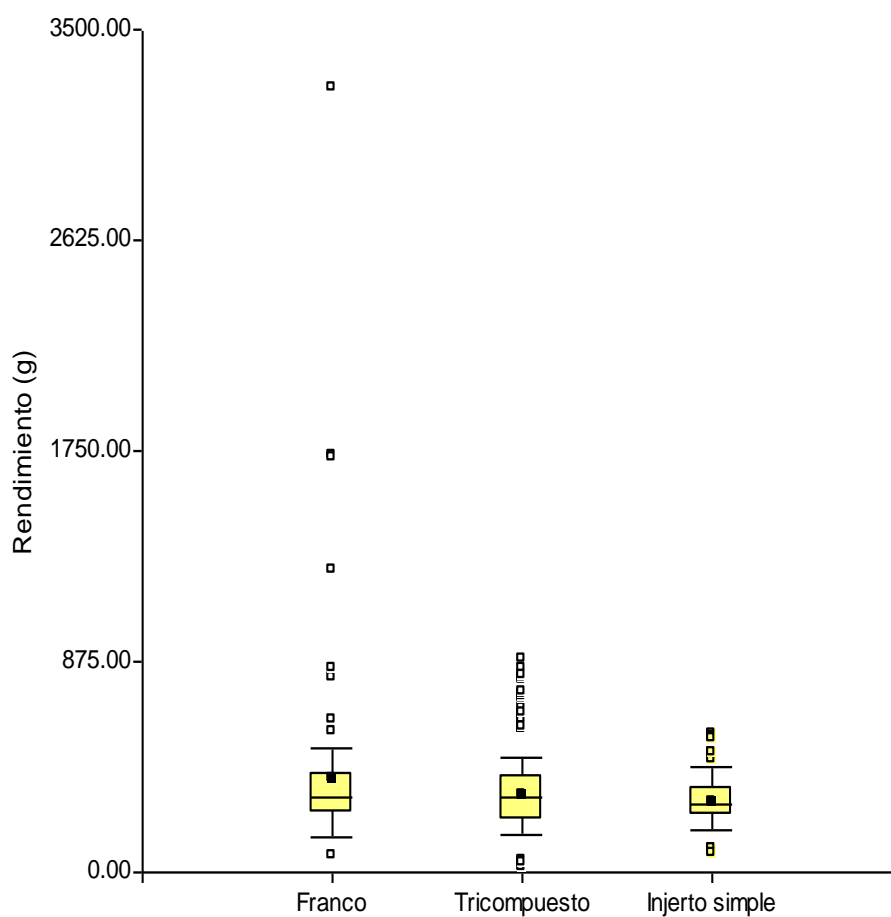
Sobre datos estandarizados

En referencia de la tabla 4, se puede afirmar que el mayor promedio de rendimiento lo presentan los árboles francos (386.00 g), con producción máxima de 3255 g/sangría/día, seguidos por los árboles tricompuestos (injertos de panel/copa), con media (318.37 g), con producción máxima de 881 g/sangría/día; en último lugar se encuentran los árboles con injertos simples, que presentan un promedio de (103.97 g), con producción máxima de 574 g/sangría/día. Así mismo, el alto valor del coeficiente de variabilidad que presentan los árboles francos se explica por la diversidad genética que presentan, ya que provienen de semillas de polinización cruzada, colectadas de rodales naturales de la provincia de Tahuamanu, como se observa en la figura 13.

Tabla 4. Análisis de acuerdo a la condición de los árboles de shiringa de la Estación Experimental “María Cristina”, IIAP – MDD y SS. Tahuamanu, 2006.

Condición del árbol	N	Media	D.E.	Varianza	E.E.	CV	Mín	Máy
Tricompuesto	733	318.37	132.73	17616	4.90	41.69	24	881
Franco	98	386.00	389.21	151486	39.32	100.83	68	3255
Injerto simple	63	295.41	103.97	10810.6	13.10	35.20	73	574

Figura 1. Representación gráfica de la dispersión de rendimiento de látex, de acuerdo a la condición de los árboles de shiringa, de la Estación Experimental “María Cristina”.



Conclusiones

- Las características correlacionadas altura total y edad están asociadas positivamente con el rendimiento de látex de los árboles de shiringa, y pueden ser empleadas como parámetros para la selección de árboles de shiringa con mayor rendimiento de látex.
- Del análisis de componentes principales de las dos características se concluye que la altura total del árbol es responsable del 66 % del rendimiento látex, mientras que la edad influye en el 34 % del rendimiento.
- Solo diecisiete árboles de la muestra superan en promedio 400 g de rendimiento diario de látex, y están ubicados en las clases de rendimiento IV , V y VI, con 11, 5 y 1 árboles respectivamente. Sólo un árbol de 20 años de edad sobresalió en producción en comparación con los demás de más de 60 años de edad.
- Los dos árboles que sobresalieron en rendimiento de látex son de condición pie franco, de 62 y 20 años respectivamente, con rendimientos promedio de 1310 g/sangría/día y 554 g/sangría/día (ambos registraron producciones máximas de hasta 3 y 0.8 kg, de látex/corte). Se evidencia el efecto depresivo en la producción que ejerce el injerto de copa sobre el injerto de panel, considerado de alta productividad.
- Los árboles de condición pie franco presentan las medias más altas de rendimiento de látex (386.00), seguidos por los árboles tricompuestos. Así mismo, los árboles francos presentan un coeficiente de variabilidad alto, lo que está ligado a la diversidad genética de los individuos, que provienen de semillas de polinización cruzada obtenidas de rodales naturales.

Literatura citada

- Agrocadenas Colombia. (2005)** La Cadena del Caucho en Colombia: Una Mirada Global de su Estructura y Dinámica 1991-2005. Documento de Trabajo No. 63. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Observatorio Agrocadenas Colombia, Bogota-Colombia, p.40.
- Combe, J.C.; Gener, P. (1977)** Effect of the stock family on the growth and production of grafted Hevea. Rubber Research Institute of Sri Lanka Journal, Agalawatta, v.54, p.83-92.
- Frederico, J. C.; P. C. Aparecida; A. Atamar. (1995)** Rubber growig soils in Sao Paulo, Brazil. Indian J. Nat. Rubber Res. 8(2):75-84.
- Fung, L. C. (2005)** Introducción a la ciencia y tecnología del caucho. En: Pre – Jornadas VIII Latinoamericanas y VI Iberoamericanas de Tecnología del Caucho. Lima-Perú.
- Gonçalves, P. de S.; Bortoletto, N.; Martins, A. L, M.; Gottardi, M. V. C.; Ortolani, A. A. (1998)** Variação genética da produção de látex e incremento do caule em progênies de seringueira. Embrapa/IAC. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, v.33, n.3, p.321-330.
- Gonçalves, P. de S.; Bataglia, O. C.; Ortolani, A. A.; Fonseca, F. da S. (1992)** Manual de heveicultura para o Estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agrônômico, 78 p. (Boletim Técnico, 189).
- Holdridge, L. R. (1978)** Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José, Costa Rica.

- IIAP, (2001)** Propuesta de Zonificación Ecológica Económica como base para el Ordenamiento Territorial. Instituto de investigaciones de la Amazonia Peruana, Programa de Ordenamiento Ambiental. Centro de Regional de Investigación de Madre de Dios. Puerto Maldonado – Perú. p. 135.
- INADE, (2006)** Mesozonificación Ecológica - Económica del Corredor Interoceánico Sur, tramo Iñapari – Inambari. Instituto Nacional de Desarrollo (INADE), Proyecto Especial Madre de Dios y el Proyecto Estudios, Automatizados Especializados - PEA, Puerto Maldonado-Perú. p. 367.
- León, J. (1987)** Botánica de los cultivos tropicales. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José, Costa Rica, c1968. 445 p. – (Colección Libros y Materiales Educativos/IICA; n°. 84).
- Moraes, V. H. de F.; Moraes, L. A. (2004)** Características fisiológicas do látex do clone de *Hevea brasiliensis* Fx 4098, sob diferentes copas enxertadas de *H. pauciflora*. Rer. ciênc. agrár., Belem, n. 42, p. 97-107, jul./dez.
- Martins, A. L. M.; Ramos, N. P.; Gonçalves, P. de S.; Scott, K. do V. (2000)** Influência de porta-enxertos no crescimento de clones de seringueira no estado de São Paulo. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.35, n.9, p.1743-1750, set.
- Moreno, R. M.; Ferreira, M.; Gonçalves, P. de S.; Mattoso, L. H. (2003)** Avaliação do látex e da borracha natural de clones de seringueira no Estado de São Paulo. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.38, n.5, p.583-590, maio.
- Ng, A.P.; Ho, C.Y.; Sultan, M.O.; Ooi, C.B.; Lew, H.L.; Yoon, P.K. (1982)** Influence of six rootstocks on growth and yield of six clones of *Hevea brasiliensis*. In: Rubber Research Institute of Malaysia Planters Conference, 1981, Kuala Lumpur. Proceedings. Kuala Lumpur: Rubber Research Institute of Malaysia, p. 134-149.
- Pinheiro, E.; Libonati, V.; Castro, C. de; Pinheiro, F., S. V. (1989)** A enxertia de copa na formação de seringais de cultura nos trópicos úmidos da Amazônia. In: **Enxertia de copa em seringueira, 1987**, Manaus. *Anais...* Manaus: EMBRAPA/CNPSD. p. 63-81.
- Rojo, G. E.; Jasso, J.; Vargas, J.; Velásquez, A.; Y Palma, D. J. (2002)** Predicción de la producción de látex em plantaciones comerciales de hule (*Hevea brasiliensis* MÜLL. ARG.) en Oxaca, México. Rer. Fitotec. Mex. Vol. 26 (3): 183-190.
- Vasquez, T.; Velarde, N. G. (2005)** Informe anual de actividades sobre la Estación Experimental “María Cristina”-Ibérica. (Informe interno). Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana/BIODAMAZ – Sede Madre de Dios y Selva Sur.
- Vieira, A. (1989)** Informações preliminares sobre enxertia de copa. In: **Enxertia de copa em seringueira, 1987**, Manaus. *Anais...* Manaus: EMBRAPA/CNPSD. p. 9-15.

ANEXOS

Tabla 5. Coeficientes de correlación

Correlación de Pearson: coeficientes \ probabilidades

	Rendimiento	DAP	Long-panel	altura-total	altura-rama	Edad
Rendimiento	1.00	5.5E-11	0.00	0.86	0.22	0.75
DAP	0.22	1.00	0.00	0.51	3.4E-03	6.8E-08
Long-panel	0.24	0.90	1.00	0.08	5.4E-12	0.05
altura-total	0.01	-0.02	-0.06	1.00	0.34	0.00
altura-rama	-0.04	-0.10	-0.23	0.03	1.00	0.08
Edad	0.01	0.18	0.07	0.37	0.06	1.00

Análisis de componentes principales

Sobre datos estandarizados

Tabla 6. Matriz de correlación

	altura-total	edad
altura-total	1.00	
edad	0.32	1.00

Tabla 7. Autovalores

Lambda	Valor	Proporción	Prop Acum
1	1.32	0.66	0.66
2	0.68	0.34	1.00

Tabla 8. Autovectores

Variables	e1	e2
altura-total	-0.71	0.71
edad	-0.71	-0.71

Tabla 9. Correlaciones con las variables originales

Variable	CP 1	CP 2
altura-total	-0.81	0.58
edad	-0.81	-0.58

Figura 2. Representación gráfica bidimensional de altura total y edad de árboles de shiringa determinado mediante análisis de componentes principales.

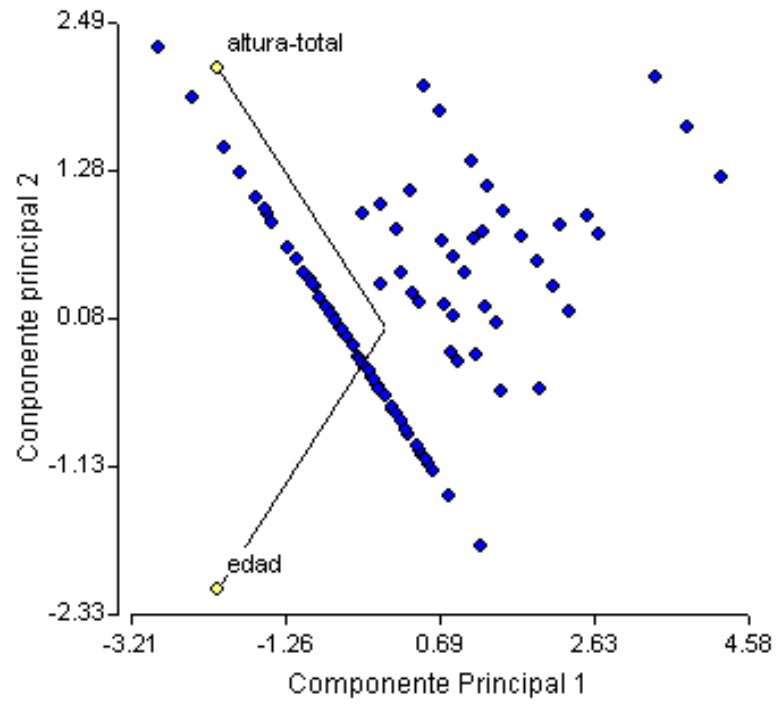


Tabla 10. Rendimiento de látex, de árboles de shiringa que presentaron rendimiento superior a 400 g/sangría/día. (InfoStad)

Codigo de arbol	Variable	n	Media	D.E.	Var(n-1)	E.E.	CV	Mín	Máx
12	Rendimiento	7	276.14	136.31	18579.81	51.52	49.36	68.00	423.00
37	Rendimiento	7	1309.57	1057.41	1118117.62	399.66	80.74	171.00	3255.00
43	Rendimiento	7	272.57	119.75	14339.95	45.26	43.93	85.00	445.00
49	Rendimiento	7	272.14	119.95	14387.81	45.34	44.08	96.00	437.00
50	Rendimiento	7	368.86	149.52	22357.48	56.51	40.54	114.00	534.00
55	Rendimiento	7	426.71	212.01	44948.90	80.13	49.68	77.00	607.00
59	Rendimiento	7	302.71	114.90	13202.57	43.43	37.96	74.00	441.00
62	Rendimiento	7	260.43	56.18	3156.29	21.23	21.57	163.00	343.00
64	Rendimiento	7	322.86	77.51	6007.14	29.29	24.01	173.00	397.00
67	Rendimiento	7	258.00	70.77	5009.00	26.75	27.43	155.00	355.00
69	Rendimiento	7	257.00	55.94	3129.00	21.14	21.77	178.00	311.00
85	Rendimiento	6	297.50	82.32	6777.10	33.61	27.67	155.00	386.00
88	rendimiento	7	371.57	146.45	21448.95	55.35	39.41	135.00	590.00
127	rendimiento	8	273.75	88.45	7823.36	31.27	32.31	125.00	404.00
142	rendimiento	8	253.88	94.03	8842.41	33.25	37.04	110.00	378.00
203	rendimiento	8	272.38	190.04	36116.27	67.19	69.77	68.00	552.00
227	rendimiento	8	337.25	156.02	24340.79	55.16	46.26	37.00	530.00
233	rendimiento	8	263.00	125.12	15655.71	44.24	47.58	62.00	437.00
235	rendimiento	6	260.83	76.26	5814.97	31.13	29.24	166.00	350.00
239	rendimiento	6	398.50	149.46	22339.10	61.02	37.51	180.00	597.00
274	rendimiento	6	372.50	93.88	8814.30	38.33	25.20	211.00	505.00
355	rendimiento	6	286.33	93.34	8712.27	38.11	32.60	171.00	387.00
358	rendimiento	6	371.67	83.88	7036.67	34.25	22.57	230.00	460.00
365	rendimiento	6	319.33	143.72	20655.07	58.67	45.01	112.00	500.00
367	rendimiento	6	277.67	119.47	14272.27	48.77	43.03	146.00	454.00
368	rendimiento	6	327.50	101.98	10400.30	41.63	31.14	200.00	439.00
369	rendimiento	6	395.83	292.14	85346.57	119.27	73.80	67.00	881.00
370	rendimiento	4	266.25	140.59	19766.92	70.30	52.81	105.00	410.00
371	rendimiento	6	318.83	121.27	14707.37	49.51	38.04	140.00	430.00
372	rendimiento	6	354.00	198.24	39298.80	80.93	56.00	114.00	676.00

374	rendimiento	6	308.83	79.20	6272.97	32.33	25.65	185.00	395.00
391	rendimiento	6	265.83	139.68	19509.37	57.02	52.54	60.00	443.00
392	rendimiento	6	299.17	136.28	18571.77	55.64	45.55	116.00	457.00
397	rendimiento	6	491.67	227.64	51820.67	92.93	46.30	155.00	734.00
398	rendimiento	6	408.67	199.00	39600.67	81.24	48.69	148.00	651.00
399	rendimiento	6	281.67	140.52	19745.47	57.37	49.89	91.00	451.00
404	rendimiento	6	393.00	182.31	33236.00	74.43	46.39	101.00	640.00
419	rendimiento	6	259.83	104.88	10998.97	42.82	40.36	154.00	413.00
454	rendimiento	8	331.00	89.94	8089.71	31.80	27.17	210.00	466.00
455	rendimiento	8	297.75	40.09	1607.07	14.17	13.46	241.00	357.00
513	rendimiento	8	258.75	67.05	4495.36	23.70	25.91	129.00	342.00
540	rendimiento	7	277.29	97.48	9502.24	36.84	35.15	94.00	384.00
541	rendimiento	8	341.00	211.75	44837.43	74.86	62.10	73.00	574.00
542	rendimiento	8	260.38	72.38	5238.27	25.59	27.80	150.00	352.00
565	rendimiento	8	285.00	115.53	13346.57	40.85	40.54	164.00	554.00
579	rendimiento	8	309.88	50.32	2532.41	17.79	16.24	226.00	371.00
616	rendimiento	6	299.83	86.85	7542.97	35.46	28.97	184.00	411.00
619	rendimiento	6	264.83	56.98	3246.97	23.26	21.52	205.00	336.00
628	rendimiento	6	257.17	93.54	8750.17	38.19	36.37	152.00	394.00
639	rendimiento	6	269.50	50.09	2509.10	20.45	18.59	212.00	334.00
647	rendimiento	6	296.50	94.63	8955.10	38.63	31.92	196.00	422.00
667	rendimiento	6	250.50	94.61	8950.70	38.62	37.77	143.00	348.00
669	rendimiento	6	265.83	63.22	3997.37	25.81	23.78	184.00	358.00
670	rendimiento	6	264.17	122.11	14910.57	49.85	46.22	138.00	404.00
715	rendimiento	6	266.50	71.77	5150.70	29.30	26.93	201.00	360.00
719	rendimiento	6	300.83	139.86	19560.57	57.10	46.49	103.00	460.00
721	rendimiento	6	266.17	89.12	7942.97	36.38	33.48	169.00	389.00
725	rendimiento	6	259.17	118.27	13988.57	48.28	45.64	119.00	414.00
727	rendimiento	6	272.00	92.70	8592.40	37.84	34.08	160.00	371.00
810	rendimiento	6	407.33	139.65	19502.67	57.01	34.28	155.00	561.00
811	rendimiento	6	379.50	163.09	26598.70	66.58	42.98	113.00	512.00
812	rendimiento	6	262.50	123.58	15271.90	50.45	47.08	52.00	380.00
813	rendimiento	6	290.83	194.66	37891.37	79.47	66.93	121.00	541.00

815	rendimiento	5	261.60	147.62	21791.30	66.02	56.43	72.00	415.00
817	rendimiento	5	265.00	148.66	22100.00	66.48	56.10	80.00	428.00
818	rendimiento	5	253.80	123.54	15262.70	55.25	48.68	120.00	403.00
839	rendimiento	5	319.00	149.27	22281.50	66.76	46.79	152.00	481.00
862	rendimiento	5	306.20	136.93	18749.20	61.24	44.72	152.00	454.00
865	rendimiento	5	293.20	91.80	8426.70	41.05	31.31	184.00	399.00
984	rendimiento	5	251.00	116.42	13554.00	52.07	46.38	86.00	357.00
986	rendimiento	5	253.60	147.72	21821.80	66.06	58.25	24.00	365.00
992	rendimiento	5	351.60	169.46	28715.30	75.78	48.20	145.00	582.00
1057	rendimiento	8	482.75	262.52	68918.21	92.82	54.38	120.00	803.00
1060	rendimiento	8	251.50	127.81	16334.57	45.19	50.82	143.00	448.00
1087	rendimiento	8	267.88	112.85	12734.70	39.90	42.13	45.00	438.00
1090	rendimiento	8	422.88	72.96	5322.70	25.79	17.25	300.00	523.00
1091	rendimiento	8	255.63	99.47	9894.55	35.17	38.91	105.00	374.00
1092	rendimiento	8	354.50	133.35	17783.14	47.15	37.62	180.00	524.00
1107	rendimiento	8	303.00	132.58	17576.57	46.87	43.75	42.00	445.00
1145	rendimiento	8	412.00	107.61	11579.14	38.04	26.12	235.00	530.00
1146	rendimiento	8	457.63	234.73	55099.98	82.99	51.29	211.00	753.00
1173	rendimiento	8	260.38	82.68	6836.55	29.23	31.76	163.00	375.00
1180	rendimiento	8	282.88	88.70	7868.41	31.36	31.36	143.00	376.00
1190	rendimiento	8	399.75	156.37	24450.79	55.28	39.12	169.00	600.00
1195	rendimiento	8	293.25	97.90	9583.93	34.61	33.38	171.00	431.00
1197	rendimiento	8	321.13	122.54	15016.13	43.32	38.16	136.00	473.00
1198	rendimiento	8	293.88	86.75	7525.55	30.67	29.52	133.00	378.00
1201	rendimiento	8	337.13	85.49	7308.98	30.23	25.36	134.00	394.00
1215	rendimiento	8	265.13	105.34	11096.98	37.24	39.73	89.00	422.00
1217	rendimiento	8	525.00	126.68	16048.29	44.79	24.13	252.00	664.00
1218	rendimiento	8	278.38	116.03	13462.55	41.02	41.68	86.00	440.00
1221	rendimiento	8	252.38	70.67	4993.98	24.98	28.00	157.00	339.00
1223	rendimiento	8	354.88	147.18	21663.27	52.04	41.48	169.00	517.00
1241	rendimiento	8	359.75	293.43	86101.36	103.74	81.57	116.00	846.00
1251	rendimiento	8	290.75	91.47	8366.50	32.34	31.46	159.00	423.00
1253	rendimiento	8	322.00	93.74	8786.57	33.14	29.11	187.00	460.00

1254	rendimiento	8	289.63	93.69	8777.13	33.12	32.35	134.00	419.00
1256	rendimiento	8	371.38	181.42	32914.55	64.14	48.85	71.00	538.00
1260	rendimiento	8	285.13	95.92	9199.84	33.91	33.64	150.00	412.00
1262	rendimiento	8	286.00	76.36	5831.43	27.00	26.70	167.00	396.00
1265	rendimiento	8	335.25	89.39	7990.50	31.60	26.66	180.00	454.00
1266	rendimiento	8	254.75	51.82	2685.36	18.32	20.34	171.00	308.00
1268	rendimiento	8	369.50	84.00	7056.57	29.70	22.73	255.00	500.00
1271	rendimiento	8	301.88	83.88	7036.13	29.66	27.79	206.00	441.00
1287	rendimiento	8	358.50	106.45	11331.14	37.63	29.69	212.00	459.00
1288	rendimiento	8	344.13	119.17	14201.27	42.13	34.63	136.00	476.00
1289	rendimiento	8	257.38	84.65	7164.84	29.93	32.89	115.00	367.00
1292	rendimiento	8	392.00	85.96	7389.71	30.39	21.93	281.00	526.00
1293	rendimiento	8	319.50	82.16	6749.71	29.05	25.71	203.00	433.00
1294	rendimiento	8	347.38	80.15	6424.27	28.34	23.07	213.00	433.00
1295	rendimiento	8	308.63	113.97	12988.84	40.29	36.93	144.00	431.00
1296	rendimiento	8	444.50	105.71	11174.00	37.37	23.78	274.00	601.00
1298	rendimiento	8	316.38	85.56	7319.70	30.25	27.04	194.00	469.00
1299	rendimiento	8	352.25	90.03	8105.64	31.83	25.56	203.00	492.00
1302	rendimiento	8	369.75	102.18	10439.93	36.12	27.63	190.00	523.00
1303	rendimiento	8	297.00	88.65	7858.29	31.34	29.85	128.00	449.00
1377	rendimiento	8	325.00	82.23	6761.14	29.07	25.30	149.00	410.00
1388	rendimiento	8	335.50	113.70	12926.57	40.20	33.89	122.00	488.00
1389	rendimiento	8	256.63	137.12	18800.84	48.48	53.43	95.00	469.00
1396	rendimiento	8	325.63	30.36	921.70	10.73	9.32	285.00	366.00
1417	rendimiento	8	306.13	118.62	14070.41	41.94	38.75	153.00	515.00
1425	rendimiento	8	287.25	112.65	12689.64	39.83	39.22	107.00	440.00
1431	rendimiento	8	256.50	65.56	4298.00	23.18	25.56	180.00	367.00
1450	rendimiento	8	262.00	49.81	2481.14	17.61	19.01	155.00	327.00
1496	rendimiento	7	554.29	221.43	49030.90	83.69	39.95	204.00	846.00
1504	rendimiento	7	345.43	124.32	15456.29	46.99	35.99	148.00	509.00
1505	rendimiento	6	265.50	70.24	4934.30	28.68	26.46	137.00	347.00