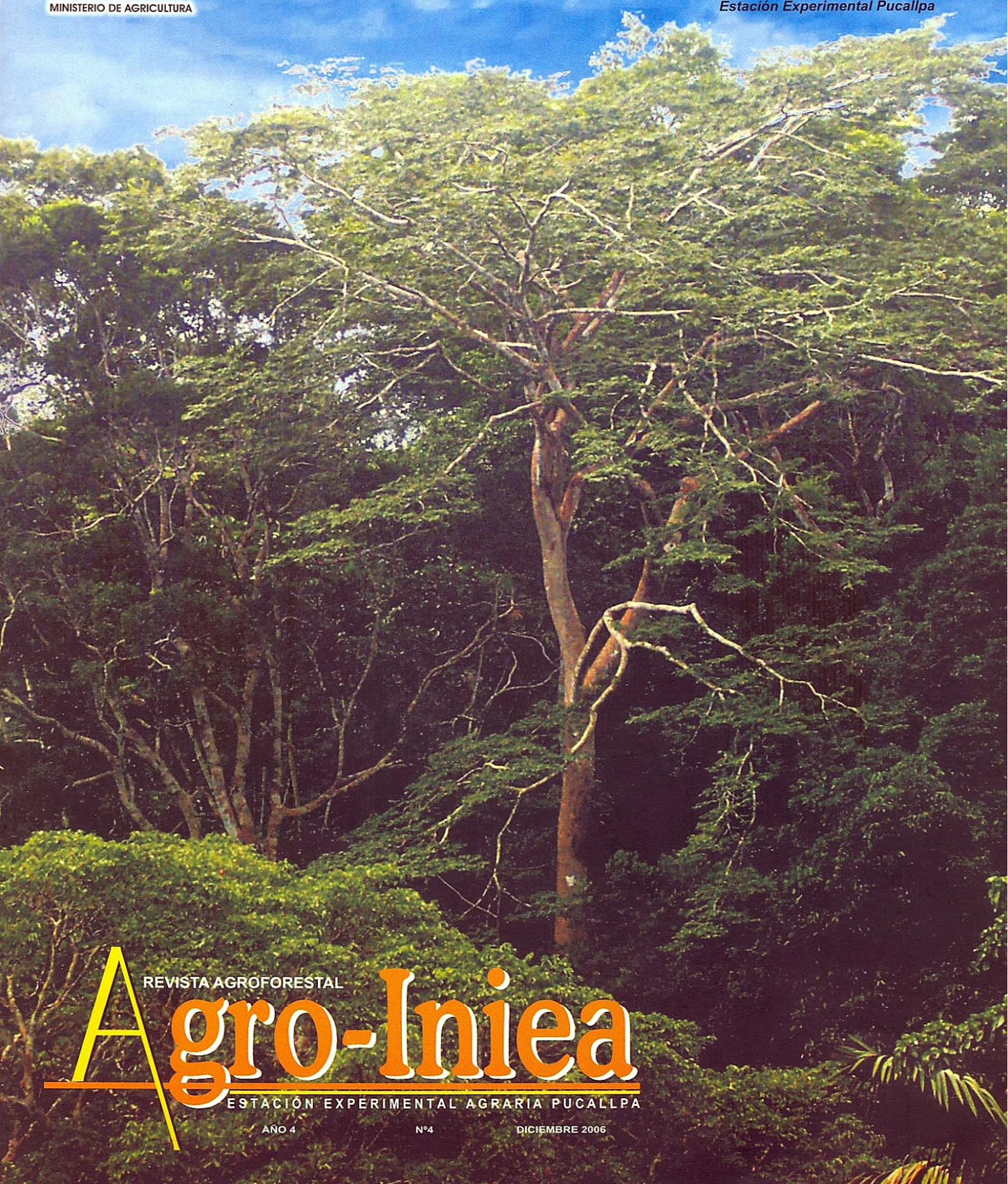




MINISTERIO DE AGRICULTURA



Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria  
Estación Experimental Pucallpa



REVISTA AGROFORESTAL

# Agro-Iniea

ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA PUCALLPA

AÑO 4

Nº4

DICIEMBRE 2006

# Contenido

3 Presentación

4



Efectos de tres fitoreguladores en el enraizamiento de estaca de Camu camu *Myrciaria dubia* H.B.K.

10

Micorrizas Arbusculares: Componente clave para la recuperación de suelos degradados en la Amazonía Peruana

15



Cultivo de Copaiba *Copaifera reticulata*

20



Crecimiento, productividad y análisis financiero de plantaciones de tornillo

26

Servicios de análisis que brinda el laboratorio del Iniea-Pucallpa

27



Relación edafo-fisiografica para el establecimiento de plantaciones forestales

33

Evaluación participativa de técnicas de rehabilitación de tierras degradadas en tres sectores de la Región Ucayali

37

Investigación participativa en rehabilitación de ecosistemas degradados por efectos de corte y quema

39

Metodologías para evaluar la competencia por agua en cultivos en callejones

44

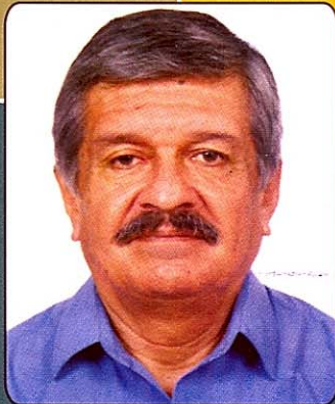


Manejo, Conservación y Uso de Recursos Genéticos de Frutales amazónicos a través de la Coordinación y Cooperación Institucionales en el Marco de la Iniciativa Amazónica

46

Relación de Profesionales y Técnicos  
Estación Experimental Agraria Pucallpa

# Presentación



*Ph. D. Pedro Orlando Ruiz Cubillas*  
DIRECTOR DE LA ESTACION  
EXPERIMENTAL AGRARIA PUCALLPA

## COMITE EDITORIAL

*Pedro O. Ruiz Cubillas*  
DIRECTOR DE LA ESTACION  
EXPERIMENTAL AGRARIA PUCALLPA

*Pedro P. Reyes Inca*  
COORDINADOR (e) UNIDAD EXTENSION  
AGRARIA

*Zully P. Seijas Cárdenas*  
ESPECIALISTA EN TRANSFERENCIA  
DE TECNOLOGÍA

## AUTORES

*Víctor J. Vargas Clemente*  
*Pedro O. Ruiz Cubillas*  
*Ymber Flores Bendezú*  
*Walter Angulo Ruiz*  
*Zully P. Seijas Cárdenas*  
*Sandra Roncal Ramírez*  
*Pedro P. Reyes Inca*

## COMITE DE PUBLICACIONES

*Pedro O. Ruiz Cubillas*  
*Miguel Vásquez Macedo*  
*Tito R. Ochoa Torres*  
*Juan C. Rojas Llanque*

Revista Agroforestal "Agro-Iniea"  
Cuarta edición  
Tiraje : 500 ejemplares

Hecho el depósito legal en la  
Biblioteca Nacional del Perú N° 2007-00972

Impreso en el Perú

La Estación Experimental Agraria Pucallpa del INIEA, cumpliendo con el rol de generar tecnología y transferirla, pone al alcance de las instituciones públicas, privadas y productores el cuarto número de la revista agroforestal "AGRO-INIA", donde nos proponemos difundir los avances y resultados de investigación y transferencia de tecnología; con el propósito de contribuir a mejorar el bienestar de las familias del campo. Asimismo, esperamos que la revista agroforestal AGRO-INIA, nos permita reforzar la relación que tenemos con los extensionistas, productores individuales y organizados y empresas que demanden tecnología para cumplir con sus objetivos.

En la presente revista publicamos resultados de investigación realizados por esta Estación sobre estudios en: "Efectos de tres fitoreguladores en el enraizamiento de estaca de Camu camu *Myrciaria dubia* H.B.K., Micorrizas arbusculares: componente clave para la recuperación de suelos degradados en la amazonía peruana", "Cultivo de copaiba *Copaifera reticulata*", "Crecimiento, productividad y análisis financiero de plantaciones de tornillo", "Relación edafo - fisiográfica para el establecimiento de plantaciones forestales", "Evaluación participativa de técnicas de rehabilitación de tierras degradadas en tres sectores de la región Ucayali". "Investigación participativa en rehabilitación de ecosistemas degradados por efectos de corte y quema". "Metodologías para evaluar la competencia por agua en cultivos en callejones".

# Efectos de tres fitoreguladores en el enraizamiento de estaca de Camu camu *Myrciaria dubia* H.B.K.

Victor J. Vargas Clemente\*

## RESUMEN

*El presente experimento se condujo en los terrenos de la Estación Experimental Agraria Pucallpa, ubicado en la carretera Federico Basadre Km. 4.200. El objetivo fue probar el efecto de tres fitoreguladores (ácido indol butírico (IBA), ácido naftaleno acético (ANA) y rothone) en el enraizamiento y brotamiento de estacas de camu camu. En el ambiente de propagación, se utilizó como medio de propagación arena de río con un sistema de riego nebulizado intermitente controlado automáticamente que riega cada 10 minutos 5 segundos.*

*Los tratamientos fueron: T1 = IBA a 1000 ppm, T2 = IBA a 2,000ppm, T3 = IBA a 3,000 ppm, T4 = IBA a 4,000 ppm, T5 = ANA a 1,000 ppm, T6 = ANA a 2,000 ppm, T7 = ANA a 3,000 ppm, T8 = ANA a 4,000 ppm, T9 = Roothone (producto comercial), T10 = Testigo. Se empleó el Diseño Completamente al Azar con 3 repeticiones. Los parámetros evaluados durante el periodo de ejecución fueron: la temperatura y humedad relativa en el interior del ambiente, brotamiento de las estacas, formación de callo y enraizamiento de las estacas. Bajo las condiciones experimentales de 31°C de temperatura y 61% de humedad relativa se determinó que con el uso del ácido indol butírico (IBA) a una dosis de 4,000 ppm un enraizamiento del 36%.*

## INTRODUCCION

La región de Ucayali cuenta con condiciones edafoclimáticas propicias para el cultivo intensivo del camu camu y por las características presentes, tiende a transformarse a mediano plazo en uno de los principales frutales agroindustriales de exportación.

Las plantaciones de camu camu existentes en la actualidad presentan bajos rendimientos de frutos, debido al uso de material genético de baja productividad natural y propagada por semilla botánica.

En tal sentido para evitar esta alta variabilidad genética que existe en este frutal la Estación Experimental Agraria Pucallpa a través del Programa Nacional de Fruticultura ha ejecutado el presente trabajo de mejoramiento genético, el cual tiene el siguiente objetivo:

Probar el efecto de tres fitoreguladores en el enraizamiento y brotamiento de estacas de camu camu

## ANTECEDENTES

El camu camu es un fruta nativa originaria de la Selva Amazónica, crece al estado silvestre a orillas de los lagos, lagunas y de los ríos Ucayali, Nanay, Samiria y el Pacaya. Autor

Se caracteriza por su alto contenido de vitamina C (ácido ascórbico, conteniendo 2,800 mg en 100 g de pulpa), lo cual hace que sea muy importante para la industria. El Cultivo de Camu camu presenta gran

variabilidad genética cuando la propagación es por semilla dando origen a plantas con altos rendimientos de fruto, buena arquitectura como también plantas de mala formación y con bajos rendimientos. Autor

En las plantas, ciertas concentraciones de diversas sustancias de procedencia natural en ellas y que tienen propiedades semejantes a las hormonas, son más favorables que otras para la emisión de raíces adventicias, de acuerdo a muchos estudios se puede decir que todas las hormonas regulan el crecimiento pero no todos los reguladores del crecimiento son hormonas. Varias clases de reguladores del crecimiento, como las auxinas, citokininas y giberelinas, inhibidores (como el ácido abscísico) y el etileno, influyen sobre la iniciación de las raíces. De ellas, la auxina es la que tiene el mayor efecto sobre la formación de raíz en las estacas. Autor

Varios investigadores demostraron que el ácido indolbutírico (IBA) y naftalenoacético (ANA), aunque no ocurrían de manera natural, eran aún más efectivos para el propósito que el ácido indolacético que se presenta en forma natural. En la actualidad está bien aceptado y subsecuentemente se ha confirmado muchas veces que la auxina, natural o en forma aplicada artificialmente, es un requerimiento para la emisión de raíces adventicias en los tallos y en efecto, se ha demostrado que la división de las primeras células iniciadoras de las raíces depende de la auxina, ya sea aplicada o endógena. Autor

\*Victor J. Vargas Clemente Agrónomo. Investigador del Programa Nacional de Investigación en Fruticultura

Muchos factores internos, como los niveles de auxina, los cofactores de enraizamiento y las reservas de carbohidratos pueden, desde luego, influir en la emisión de las raíces en las estacas. En un estudio en el que se determinó todos los factores en estacas de crisantemo, la única correlación que se pudo lograr fue con el almacenamiento de carbohidratos en los tallos, los cultivares que enraízan con facilidad son los que tienen elevadas reservas de carbohidratos. . Autor

El Programa de Investigación en Cultivos Tropicales de la Estación Experimental Pucallpa en 1990 determinó que el método de propagación asexual por injerto tipo astilla es el adecuado que permitirá conservar las características fenotípicas y genotípicas de las plantas de camu camu. Así mismo el Programa desde 1991 identificó plantas de camu camu con buenas características fenotípicas los cuales fueron evaluados por espacio de 8 años consecutivos seleccionando a la fecha 30 plantas madres productivas. . Autor

Por tal motivo el Programa a fines de 1994 creyó conveniente efectuar la propagación de este material selecto, por medio de injerto tipo astilla, y en el año de 1998 mediante la propagación vegetativa

por estaca empleando reguladores de crecimiento.  
Autor

## MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo de Investigación se condujo en los terrenos de la Estación Experimental Agraria Pucallpa, ubicado en la Carretera Federico Basadre km 4.200 (Pucallpa-Lima).

Geográficamente está comprendido en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo. Región Ucayali. A 8° 22' 00" de latitud Sur, 74° 53' 00" Longitud Oeste y altitud de 154 m.s.n.m.

El clima de la región se caracteriza por ser netamente tropical. Estudios realizados en la zona durante 25 años se tienen datos promedios de temperatura anual de 25°C, humedad relativa de 77.1%, precipitación anual de 1,752.80 mm, evapotranspiración de 1,261.4mm y 112.8 horas de sol por mes, que varían considerablemente, siendo los meses de julio, agosto y septiembre los de mayor radiación solar.

Dentro del ambiente de propagación de plantas, las medidas registradas fueron de temperatura y humedad, las cuales se indican en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Datos climatológicos en el ambiente de propagación de plantas del INIA.

Mes	Temperatura °C			Humedad Relativa (%)		
	07 h	12 h	17 h	07 h	12 h	17 h
Julio	20.88	29.58	27.42	99.08	71.00	62.81
Agosto	20.20	31.62	28.45	99.28	61.36	52.08
Septiembre	22.00	31.78	27.22	97.60	72.89	63.57
Octubre	22.37	32.72	27.45	96.33	65.45	55.95
Noviembre	22.85	31.26	26.33	95.67	79.67	64.79
<b>Total</b>	<b>108.30</b>	<b>156.96</b>	<b>136.87</b>	<b>487.96</b>	<b>350.37</b>	<b>299.20</b>
<b>Promedio</b>	<b>21.66</b>	<b>31.39</b>	<b>27.37</b>	<b>97.59</b>	<b>70.07</b>	<b>59.84</b>

## Características del ambiente de propagación

Local de madera de 15 m de largo por 3.5 m de ancho, con techo de calamina transparente y cerco de mallas protectoras de todo el perímetro. Cuenta con 4 camas de material noble a alto relieve cuyas dimensiones son de 6 m de largo por 1.10 m de ancho y 1 m de alto. En el interior de cada cama se colocó una capa de 10 cm de ripio (piedras pequeñas) y en la parte externa como medio de propagación arena de río (15 cm).

Para facilitar el drenaje del agua de riego se hizo 4 orificios de 3 pulgadas por cama, en la base. La separación entre camas es de 1 m.

El riego de las camas es por nebulización intermitente, controlado por un reloj que activa, una bomba eléctrica cada 10 minutos durante 5 segundos y se realiza por medio de boquillas que están ubicados en un tubo PVC de ½ pulgada, a una distancia de 1 m entre boquillas, y una altura de 75 cm por encima de la cama. Para la conducción del experimento se eligieron 2 camas.

## Obtención de material vegetativo

Las características del camu camu arbustivo, comprende a la especie dubia, el material vegetativo fue obtenido de la parcela ubicada en el Anexo de Pacacocha - Estación Experimental Agraria Pucallpa, en el cual el Programa Nacional de Investigación en Frutales, viene evaluando plantaciones de camu camu de 15 años, encontrándose plantas con buenas características agronómicas, que producen más de 30 kg de fruto/año y resistentes a enfermedades fungosas, por lo que se consideró conveniente efectuar la recolección del material.

La recolección se realizó en horas de la mañana, trasladándose inmediatamente el material debidamente protegido con papel humedecido y en costales de yute a las instalaciones del ambiente de propagación.

El material recolectado fueron ramas que tenían una edad mayor de un año de crecimiento, del cual se preparó estacas de 0.20 m de longitud con diámetros que oscilaban entre 0.80 mm a 1.5 cm y con 4 a 6 yemas. Los cortes de las estacas se realizaron en bisel en la parte basal, a 1 cm por debajo de la yema; en la parte distal fue en forma horizontal

Luego de efectuado los cortes de las estacas se aplicaron los tratamientos con ácido indol 3 butírico (IBA) y ácido alfa naftaleno acético (ANA) a una dosis de 4,000 ppm: respectivamente, por un tiempo de 30 minutos.

El Roothone es un producto comercial que se aplica en forma directa poniendo la parte basal de la estaca en contacto.

Inmediatamente después de la aplicación de las fitohormonas se aplicó parafina al extremo superior de las estacas para evitar la deshidratación.

## Siembra de Estacas

Antes de efectuarse la siembra de las estacas se desinfectaron las camas de propagación con una solución de Benlate al 3%. La siembra de las estacas se realizó el mismo día de la recolección, luego de realizado los tratamientos respectivos.

La profundidad de siembra de la estaca fue de 5 cm, la densidad de siembra es de 7 cm., entre estacas y 10 cm, entre hileras.

Una vez terminada la siembra de las estacas se puso en funcionamiento el sistema de riego nebulizado intermitente hasta el término del experimento, durante el día y suspendiéndose el riego en las tardes hasta el día siguiente.

## Componentes en estudio

- Cultivo perenne:  
Camu camu (estacas)
- Fitoreguladores:  
IBA 1000, 2000, 3000 y 4,000 ppm  
ANA 1000, 2000, 3000 y 4,000 ppm  
Roothone (producto comercial)

## Tratamiento en Estudios

- T1 = IBA a 1000 ppm
- T2 = IBA a 2,000 ppm
- T3 = IBA a 3,000 ppm
- T4 = IBA a 4,000 ppm.
- T5 = ANA a 1,000 ppm.
- T6 = ANA a 2,000 ppm.
- T7 = ANA a 3,000 ppm.
- T8 = ANA a 4,000 ppm.
- T9 = Roothone (producto comercial)
- T10 = Testigo

## Diseño Experimental

Para el presente experimento se empleó el Diseño Completo al Azar, con 3 repeticiones por tratamiento, totalizando 30 unidades experimentales, con 90 estacas por cada unidad.

El esquema de Análisis de Variancia para el diseño experimental se presenta a continuación:

Tratamiento	09
Error Experimental	20
<b>Total</b>	<b>29</b>

## Disposición Experimental

Características del diseño:

### Parcela

Número de parcelas por repeticiones : 10  
Largo de la parcela : 1.00 m  
Ancho de la parcela : 1.10 m  
Número total de parcelas : 30  
Area total de una parcela : 1.10m<sup>2</sup>

### Estacas

Número de estacas por unidad experimental : 90  
Número de estacas netas por evaluar/tratamiento : 30  
Número total de estacas del experimento : 2,700

## Parámetros Evaluados

### - Número de estacas con brotes

A los 30 días de la siembra, se registró el número de brotes por estaca y por tratamiento, donde se determinó el porcentaje de brotamiento de las estacas.

### - Número de estacas con callo

Se evaluó cada 30 días, extrayendo las estacas y observando la presencia ó ausencia de callo en la parte basal de la estaca, donde se determinó el porcentaje de estacas con callo por tratamiento. La última evaluación fue a los 120 días de la siembra de estacas.

### - Número de Estacas con Raíz

La presencia de raíces se determinó extrayendo las estacas periódicamente con rangos de 30 días entre evaluaciones, luego se determinó el porcentaje de enraizamiento.

### - Número de raíces por estaca

El número de raíces se registró contando la cantidad de raíces que presentan las estacas al momento de la evaluación para luego ser transplantado a bolsas con sustrato.

### - Longitud de raíces

Se obtuvo midiendo en cada una de las estacas enraizadas las raíces de longitud mayor.

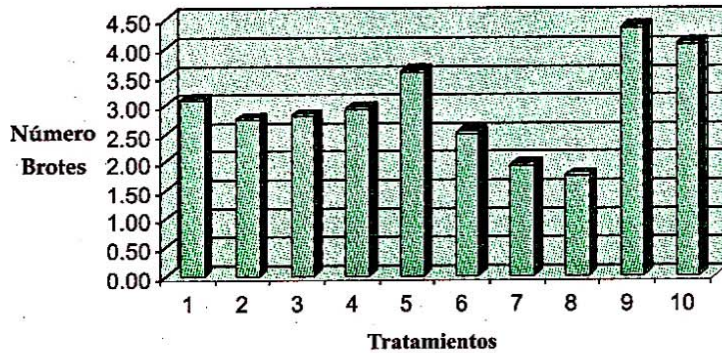
### - Número de estacas muertas

Este parámetro se determinó mediante la observación a la última evaluación del experimento, considerándose como estaca muerta, aquellos sin brotes, secas o podridas. Luego se determinó el porcentaje de mortandad.

## RESULTADOS

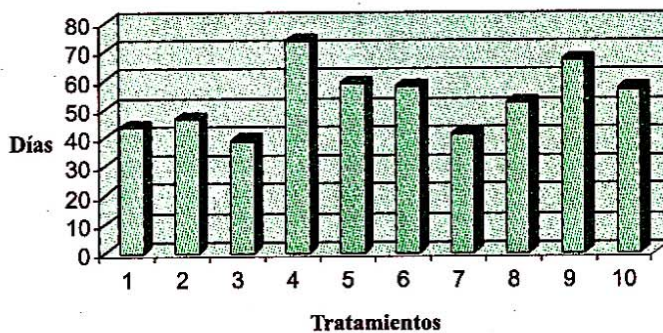
### 1. Número de brotes por estaca a los 30 días después de la siembra. Figura 1.

Figura 1. Promedio de número de brotes por estaca a los 30 días después de la siembra



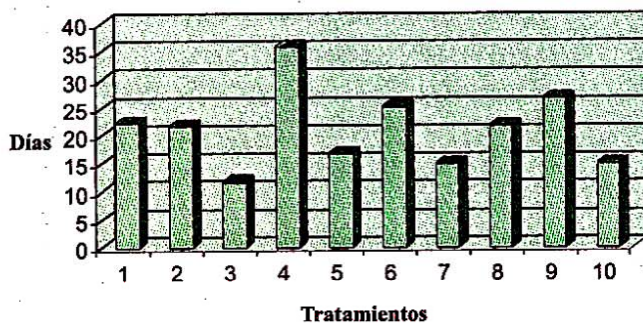
### 2. Número de estacas con tallo. Figura 2.

Figura 2. Número de estacas con callo



### 3. Número de estacas con raíz. Figura 3.

Figura 3. Número de estacas con raíz



## DISCUSION

En el Cuadro 1 se observa que entre los meses de julio a noviembre la temperatura al medio día llegó hasta 31.39°C en promedio que son muy altas y la humedad relativa fue baja de 59.84%. Estos datos obtenidos posiblemente sea por la infraestructura del ambiente, especialmente del techado que fue muy bajo, por lo tanto no existía una buena circulación del aire de la parte externa e interna, a pesar que se tenía el riego nebulizado constante.

En el Cuadro 2 se puede observar el número de brotes en las estacas de camu camu a los 30 días de la siembra, donde no existe una respuesta significativa entre los tratamientos en estudio, debido a que las estacas tienen sus propias reservas nutricionales y la emisión de brotes es homogéneo, también se asume al efecto de la elevada temperatura que presentó el invernadero de 31.39°C y la humedad relativa baja de 59.84% al medio día (Cuadro 1), estos factores posiblemente han estimulado el desarrollo de las yemas con anticipación al de las raíces y aumentar la pérdida de agua por las hojas. La pérdida de agua a través de ellas ha reducido el contenido de reserva de las estacas a un nivel tan bajo que ocasionó su muerte antes que se formen las raíces.

Los resultados que se muestran en el Cuadro 3, correspondiente a las evaluaciones periódicas de 0, 60, 90 y 120 días de realizado la siembra de las estacas de camu camu, se observa que en el tratamiento con el IBA 4000ppm (T4) presenta mayor número de estacas con formación de callos 66 (73.33%) en comparación al tratamiento con Roothone 60 (66.67 %), mientras que los otros tratamientos tienen



menor formación de callos, ésta diferencia se debe posiblemente al efecto de las hormonas que algunos son mas favorables que otras para la diferenciación de las células meristemáticas.

En el Cuadro 4 se observa que existe una respuesta en la emisión de raíces debido al efecto de las hormonas, es así que a los 120 días de la siembra de

las estacas de camu camu, el IBA a 4000 ppm (T4) supera en la emisión de raíces con 36%, seguido del Roothone (T9) en comparación al testigo y ANA, la mayor formación de raíces posiblemente es debido a que las auxinas han tenido mayor efecto con el uso del ácido Indol butírico IBA para las células iniciadoras de la raíz.

## CONCLUSIONES

Con la dosis de 4000 ppm de IBA, se logró un 55% de formación de callo y 36% en la emisión de raíces en las estacas de camu camu hasta los 120 días de la siembra en comparación a los tratamientos con ANA y Roothone.

Las altas temperaturas 31°C y humedad relativa baja 60% en el invernadero influyeron en el bajo porcentaje de enraizamiento de las estacas de camu camu.

## BIBLIOGRAFIA

- Castiglioni, S.A. (1,975) Uso de cámara húmeda y dos estimulantes en el enraizado de estacas de canela (*Cyannamomum cassia*) Tesis Ing. Agrónomo UNAS. Tingo María. Perú 1,975.
- Devlin, R. (1,976) Fisiología vegetal. Barcelona. Omega S.A.
- Hartmann H.T. 1,980. Propagación de plantas, principios y prácticas. Compañía Editorial Continental, S.A. México. 814 Pag.
- Iman, C. S. 2001. Cultivo de Camu-camu *Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh en la región de Loreto.
- Pinedo M., Riva R., Rengifo E. y Delgado C. (2001). "Sistemas de Producción de Camu camu en restinga". Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Iquitos.



Estacas con raíces y brotes a los 120 días



Invernadero de propagación con riego nebulizado

# MICORRIZAS ARBUSCULARES: COMPONENTE CLAVE PARA LA RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS EN LA AMAZONÍA PERUANA

Pedro O. Ruiz Cubillas\*

*En el presente artículo se pretende llamar la atención en cuanto a la investigación en micorrizas en el Perú, muy especialmente en la región Amazónica. Mientras que en los países vecinos de la cuenca amazónica, Brasil y Colombia, se viene estudiando por más de dos décadas el rol que cumplen las micorrizas en los bosques amazónicos, los efectos de la deforestación y el uso posterior del suelo sobre estas y su utilización práctica en la recuperación de suelos degradados, en el Perú esta actividad es prácticamente nula. En el artículo se presenta información reciente sobre algunas de las funciones clave que cumplen los hongos de micorriza arbuscular (HMA) en el ecosistema amazónico, poniendo de relieve que el manejo y la utilización de estos hongos, ya no se puede ignorar en los programas de recuperación de suelos degradados de la región amazónica del Perú.*

## ANTECEDENTES

En la Amazonía peruana, las altas tasas de deforestación y las repetidas quemadas están convirtiendo rápidamente los bosques, caracterizados por la gran diversidad de especies, en áreas degradadas donde proliferan malezas invasoras como *Imperata brasiliensis*, *Andropogon bicornis*, *Pteridium aquilinum*, *Baccharis floribunda*, entre otras (Ricse, et al., 2004), dificultando el establecimiento de especies nativas por la dominancia de las malezas (Banerjee et al., 2006; Reinhart and Callaway, 2006). Los suelos, predominantemente Ultisoles, son ácidos y de fertilidad muy baja. Asimismo, los niveles de fósforo intercambiable son muy bajos (Sánchez, 1976).

En estos suelos, la mayoría de especies, arbóreas y arbustivas, están asociadas en su hábitat natural con hongos de micorriza arbuscular (HMA) (Ruiz y Davey, 2005). Los hongos actúan como extensiones del sistema radicular y aumentan la asimilación de nutrientes del suelo, principalmente fósforo, debido a que el diámetro y longitud de sus hifas les permite explorar un mayor volumen de suelo. Por otro lado, la pérdida de especies endémicas resulta; además, en una correspondiente y significativa pérdida de hongos de micorriza (Fernandes, et al. 2001, Ruiz y Davey, 2003).

En respuesta a la creciente degradación de los suelos forestales intervenidos, es necesario evaluar el efecto de la asociación suelo-planta-micorriza en la recuperación ecológica de las áreas deforestadas.

Este efecto se puede estimar experimentalmente a partir de plántulas manejadas en viveros en condiciones controladas y su posterior trasplante a los sitios de interés. De esta forma se podrá analizar y discutir las ventajas de las plantas inoculadas con hongos de micorriza arbuscular y evaluar su repercusión en su establecimiento y supervivencia; así como, la importancia de su aplicación en prácticas de recuperación de áreas degradadas.

La necesidad de emplear hongos de micorriza arbuscular en la recuperación de áreas degradadas radica en lo siguiente: la mayoría de las especies en los bosques tropicales están asociadas con hongos de micorriza arbuscular, sin embargo, en áreas intervenidas, las primeras plantas que se establecen, en su mayoría no forman micorriza (Janos, 1980), debido principalmente a la disminución del potencial de inóculo del suelo. Dado que las especies pioneras no requieren de la micorriza para su desarrollo, además de ser altamente competitivas, impiden el establecimiento de especies vegetales que sí dependen de esta asociación, disminuyendo de esta manera la diversidad vegetal (Van der Heijden, et al., 1998).

En este sentido, para poder llevar a cabo un programa de restauración del ecosistema perturbado es importante considerar no solamente el componente vegetal sino también el componente microbiano del suelo, incluyendo los hongos de micorriza arbuscular y de bacterias fijadoras de nitrógeno, en el caso de las especies leguminosas (Cardoso and Kuyper, 2006). Algunas prácticas de

\* Pedro O. Ruiz Cubillas

Ph. D. - Director E.E.A. Pucallpa - INIEA - Correo electrónico: [pucallpa@inia.gob.pe](mailto:pucallpa@inia.gob.pe)

recuperación donde se han empleado plantones inoculados con HMA, muestran una mayor capacidad de establecimiento y supervivencia, comparados con plantas sin inocular (Allen et al., 2003).

Entre las funciones de las micorrizas, vitales para el crecimiento y mantenimiento de los bosques amazónicos y que se deben tener en cuenta para su utilización en programas de reforestación en áreas degradadas, se señalan las siguientes: mayor captación de nutrientes, mayor tolerancia a períodos de sequía, protección contra patógenos, mayor competitividad sobre otras especies y formación de agregados del suelo.

### **CAPTACION DE NUTRIENTES**

En suelos deficientes en fósforo, como los Ultisoles de la Amazonía, la micorriza es muy importante, ya que las plántulas de muchas especies dependen de esta para su establecimiento. Cuando el suelo es intervenido, el escaso fósforo disponible es aprovechado inmediatamente por especies vegetales de rápido crecimiento y reproducción, mientras que las especies que conforman las etapas más avanzadas de una sucesión, con crecimiento lento y reproducción tardía, se establecen hasta que los recursos son reciclados (Grime, 2001). La mayoría de plantas que se encuentran en las etapas más avanzadas de la sucesión necesitan de los hongos de micorriza para completar su ciclo de vida (Janos, 1980).

Por otro lado, se ha demostrado que las micorrizas arbusculares pueden captar nitrógeno del suelo en forma de  $\text{NH}_4$ , además de otros micronutrientes como Zn y Cu. Estudios recientes sugieren además que las micorrizas pueden intervenir en la transferencia directa de nitrógeno de especies leguminosas arbóreas a especies gramíneas (Sierra and Nygren, 2006), ventaja importante particularmente en sistemas agroforestales.

### **TOLERANCIA A PERIODOS DE SEQUIA**

En áreas degradadas, la disponibilidad de agua es escasa, afectando negativamente el establecimiento exitoso de las plantas (Miller y Jastrow, 1992). Los hongos de micorriza influyen en el ambiente edáfico al prevenir la formación de espacios entre las raíces y el suelo, manteniendo la continuidad del líquido a través de la interfase

suelo-raíz (Reid, 1984). Las micorrizas favorecen el establecimiento, vigor, productividad y supervivencia de las plantas en medios con condiciones limitadas de agua. Se ha demostrado que las plantas micorrizadas sometidas a condiciones de déficit de agua se recuperan más rápidamente y resisten por más tiempo los períodos de sequía (Augé, 2001). Esta función de la micorriza es de gran relevancia para el abastecimiento de agua de los árboles en la región amazónica, ya que últimamente se están presentando períodos de sequía anormales que pueden afectar el crecimiento y mantenimiento de la vegetación.

### **PROTECCION CONTRA ORGANISMOS PATOGENOS**

El clima de la región amazónica constituye un ambiente propicio para la incidencia y proliferación de organismos fitopatógenos. En este sentido, la micorriza protege a las plantas de diversas maneras. Una de ellas es cambiando la estructura y fisiología de la planta a nivel radicular, lo que provoca cambios en la comunidad de organismos patógenos del suelo al disminuir sus poblaciones (Newsham et al., 1995), también la cantidad de propágulos infectivos, y el grado de infección. Además, una planta micorrizada es más resistente al ataque de patógenos porque aumenta su estado nutricional y se activan algunos mecanismos de defensa (Azcón-Aguilar y Barea, 1997).

La micorriza; así mismo, promueve una mayor protección a las plantas hospederas contra el ataque de patógenos de las raíces mediante mecanismos que incluyen la ocupación de un espacio en la raíz y cambios en la producción de exudados (Dehne, 1982). Todos estos mecanismos de protección contra patógenos les dan una mayor ventaja a las plantas, aumentando su posibilidad de establecerse exitosamente en campo definitivo, frente a plantas que no están asociadas con micorrizas desde sus etapas iniciales de crecimiento.

### **COMPETENCIA ENTRE PLANTAS**

Los nutrientes en el suelo no se encuentran distribuidos en forma homogénea, lo que representa un alto costo energético para las plantas, ya que requieren asignar recursos a las raíces para su búsqueda, especialmente el fósforo

que generalmente es inmóvil en el suelo. La presencia de los HMA puede cambiar el balance competitivo entre las especies vegetales hospederas y aminorar su intensidad (Allen y Allen, 1990). Esto se debe a que pueden modificar la asignación de recursos en las plantas, al actuar como extensiones de las raíces, por lo que la planta hospedera puede favorecer a la parte aérea al optimizar el proceso de fotosíntesis y con ello su crecimiento y supervivencia. Asimismo, estudios conducidos por Pouyu-Rojas et al. (2006) en el noreste de Brasil, muestran cierta compatibilidad en la relación planta hospedera-HMA, la que se indica por la existencia de una selectividad diferenciada entre ellas (Ruiz y Davey, 2005; de Oliveira y de Oliveira, 2005). Por esta razón, la presencia de HMA influye en la dinámica de las comunidades y en la composición de especies en las diferentes etapas sucesionales de los bosques.

## **FORMACION DE AGREGADOS DEL SUELO**

Se sabe que la estructura del suelo tiene influencia en las características bióticas, físicas y químicas. Muchas de estas son relevantes para la sostenibilidad de los agroecosistemas. Sin embargo, la agregación del suelo es también importante en ecosistemas no-agrícolas, tales como en los contextos de la restauración de suelos degradados, prevención de la erosión, cambio global y almacenamiento de carbono en el suelo. Diversos factores físicos, químicos y biológicos, y sus interacciones, contribuyen a la agregación del suelo, y entre los aspectos biológicos, se reconocen a las micorrizas de especial importancia.

En este sentido, los HMA contribuyen a la estructura del suelo en tres niveles jerárquicos: comunidades de plantas, raíces individuales y micelio en el suelo (Rillig y Mummey, 2006). Los agregados se forman por la adhesión de las partículas del suelo. El micelio de los hongos de micorriza produce una glicoproteína llamada Glomalina, que contribuye junto con la actividad de otros microorganismos del suelo, a la unión de partículas y con esto a la formación de agregados (Wright y Upadhy, 1998).

Los agregados formados son estables al agua y de dimensiones mayores (20-200 mm de diámetro) que las partículas originales, lo cual favorece la

formación de poros grandes que retienen agua para prevenir deficiencias de humedad alrededor de la raíz en periodos de sequía y drenar eficientemente durante las lluvias.

La importancia de la estabilidad del suelo, durante el proceso de recuperación de un sistema degradado, demuestra la necesidad de implementar estrategias que promuevan la formación de agregados, como el uso de hongos de micorriza arbuscular. La micorriza influye en la estabilidad del suelo (Rillig y Mummey, 2006) y determina la composición vegetal, productividad, diversidad y sostenibilidad del ecosistema.

## **PERSPECTIVAS**

Es oportuno señalar que por ejemplo, el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi en Colombia, incluye en sus funciones cinco factores denominados Factores Clave del Éxito (F.C.E.). Uno de ellos se denomina Sostenibilidad e Intervención que a su vez incluye el proyecto "Mantenimiento de la Fertilidad y Generación de Tecnologías para la Recuperación de Áreas Degradadas en la Amazonia Colombiana", donde la investigación en micorrizas constituye un componente principal. Asimismo, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), ofrece como uno de sus productos el inoculante biológico MYCOBIOL a base de hongos nativos de micorriza arbuscular, el que puede ser utilizado para la conservación y recuperación de suelos. Asimismo, el Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia (INPA) y la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA) en Brasil, trabajan en proyectos para la recuperación de áreas degradadas mediante el manejo biológico del suelo incluyendo el uso de las micorrizas arbusculares.

El éxito en el establecimiento de plantas en suelos degradados en zonas tropicales depende en gran medida de los hongos de micorriza arbuscular. Sin embargo, su aplicación práctica, particularmente en los viveros, ha recibido una mínima o nula atención en programas de recuperación de suelos degradados de la Amazonía peruana. A pesar de que se sabe de antemano que muchas especies tropicales dependen de los HMA para completar su ciclo de vida, todavía quedan brechas en el conocimiento en cuanto a su identificación, efectos

del cambio de uso del suelo en las poblaciones nativas, y su manejo y utilización.

Superar estas brechas de conocimiento sería de gran significado para la recuperación de las extensas áreas de suelos degradados en la Amazonía peruana, tal como lo demuestran

experiencias exitosas en otras zonas tropicales (Carpenter et al., 2001; Cuenca et al., 2002; Franco y De Faria, 1997; Rosales et al., 1997). Parafraseando las palabras de Marc Dourojeanni, allá por los años 90, "estos conocimientos ya no se pueden dejar de lado cuando se piensa en el desarrollo de la Amazonía peruana".

## BIBLIOGRAFIA

- Allen, B.E., Allen, M.F., Egerton-Warburton, L., Cordiki L., and Gómez-Pompa, A. 2003. Impacts of early- and late- seral mycorrhizae during restoration on seasonal tropical forest, Mexico. *Ecological Application* 13:1701-1717.
- Augé, R.M. 2001. Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Mycorrhiza* 11:3-42.
- Azcón-Aguilar, R. and Barea, J. 1997. Mycorrhizal dependency of a representative plant species in Mediterranean shrublands (*Lavandula spica* L.) as a key factor to its use for revegetation strategies in desertification-threatened areas. *Applied Soil Ecology* 7:83-92.
- Banerjee, M.J., Gerhart, V.J. and Glenn, E.P. 2006. Native plant regeneration on abandoned farmland: Effects of irrigation, soil preparation and amendments on seedling establishment. *Restoration Ecology* 14(3):339-348.
- Carpenter, F.L., Mayorga, S.P., Quintero, E.G. and Schroeder M. 2001. Land-use and erosion of a Costa Rican Ultisol affect soil chemistry, mycorrhizal fungi and early regeneration. *Forest Ecology and Management* 144 (1-3):1-17.
- Cuenca, G., De Andrade, Z. Lovera, M., Fajardo, L., Meneses, E., Márquez, M. and Machuca R. 2002. The use of mycorrhizal native shrubs in the rehabilitation of degraded areas from La Gran Sabana, Bolivar State, Venezuela. *Interciencia* 27 (4): 165.
- Dehne, H.W. 1982. Interaction between vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and plant pathogens. *Phytopathology* 72: 115-119.
- De Oliveira, and de Oliveira, L.A. 2005. Seasonal dynamics of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in plants of *Theobroma grandiflorum* Ashum and *Paullinia cupana* Mart. of an agroforestry system in Central Amazonia, Amazonas State, Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology* 36(3):262-270.
- Dourojeanni, M. 1990. Amazonía: qué hacer? CETA. Iquitos, Perú.
- Fernández E.C.M., Styger, E., and Rakotondramasy, H.M. 2001. Mycorrhiza Fungal Diversity as Impacted by the Loss of Endemic, Rainforest Plants in Madagascar. ICOM 3. Adelaide, Australia.
- Franco, A.A. and De Faria, S.M. 1997. The contribution of N<sub>2</sub>-fixing tree legumes to land reclamation sustainability in the tropics. *Soil Biol. Biochem.* 29(5-6): 879-903.
- Janos, D.P. 1980. Vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi affect lowland tropical rainforest plant growth. *Ecology* 61:151-162.

- Miller, R.M. and J.D. Jastrow. 1992. The role of Mycorrhizal fungi in soil conservation. In: Bethlenfalvay G.J., Linderman R.G. (Eds). *Mycorrhizae in Sustainable Agriculture*. 124 pp.
- Newsham, K. Fitter, A. and Watkinson, A. 1995. Arbuscular mycorrhiza protect an annual grass from root pathogenic fungi in the field. *Journal of Ecology* 83:991-1000.
- Pouyu-Rojas, E., Siqueira, J.O. and Santos, J.G.D. 2006. Symbiotic compatibility of arbuscular mycorrhizal fungi with tropical tree species. *Revista Brasileira de Ciencia do Solo* 30(3):413-424.
- Ramos-Zapata, J. y P. Guadarama. 2004. Los hongos micorrizógenos arbusculares en al restauración de comunidades tropicales. *Universidad y Ciencia. Número Especial I: 59-65. Universidad Autónoma de Yucatán. México.*
- Reid, C.P. 1984. *Mycorrhizae: a root-soil interface in plant nutrition*. En: Todd, R.L., Giddens, J.E. (Eds). *Microbial-Plant Interactions. ASA Special Publication Number 47, Soil Science Society of America. Madison. 68 pp.*
- Reinhart, K.O. and Callaway, R.M. 2006. Soil biota and invasive plants. *New Phytologist* 170(3):445-457.
- Ricse, A., Roncal, S. y Clavo, M. 2004. *Métodos de Rehabilitación de Purmas y Tierras Degradadas en la Región Ucayali, Amazonia Peruana. Caracterización de la Composición Florística Post Quema. Informe Final de la Primera Fase INIA/CIFOR. Estación Experimental Agraria Pucallpa, Perú.*
- Rillig, M. C. and D.L. Mummey. 2006. Mycorrhizas and soil structure. *Tansley Review. New Phytologist* 171: 41-53.
- Rosales, J., Cuenca, G., Ramírez N. and De Andrade Z. 1997. Native colonizing species and degraded land restoration in La Gran Sabana, Venezuela. *Restor. Ecol.* 5(2): 147-155.
- Ruiz. P.O. y C.B. Davey. 2003. Efectos del manejo de suelos de ladera en hongos formadores de micorrizas arbusculares y bacterias fijadoras de nitrógeno en Ultisoles sujetos a erosión pluvial en la Amazonía Peruana. *Ecología Aplicada. Vol. 2 N°1, pp. 87-92.*
- Ruiz, P.O. y C.B. Davey. 2005. *Micorrizas Arbusculares en Ultisoles de la Amazonía Peruana. Folia Amazónica* 14(2). pp. 57-74. IIAP Perú.
- Sánchez, P.A. 1976. *Suelos del Trópico. John Wiley and Sons, Ins. U.S.A.*
- Sierra, J. and Nygren, P. 2006. Transfer of N fixed by a legume tree to the associated grass in a tropical silvopastoral system. *Soil Biology and Biochemistry* 38(7):1893-1903.
- Van der Heijden, M.G.A., Kliromonos, J.N., Ursic, M., Moutoglis, P., Streitwolf-Engel, R., Wiemken, A.K., and Sanders, I.R. 1998. Mycorrhizal fungal diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity. *Nature* 396: 69-72.
- Wright, S.F. and Upadhyya, A. 1998. A survey of soils for aggregate stability and glomalin, a glycoprotein produced by hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi. *Plant and Soil* 198:97-107.

# CULTIVO DE COPAIBA *COPAIFERA RETICULATA*

Ymber Flores Bendezú \*

## TAXONOMIA

**Familia:** Caesalpinaceae (ex Leguminosae-Caesalpinioideae).

**Nombre científico:** *Copaifera reticulata* Ducke

**Especies afines:** Hay más de 28 especies del género *Copaifera* catalogadas, las más encontradas en la Amazonia son: *Copaifera multijuga* Hayne; *Copaifera officinalis* L; *Copaifera glycarpa*; *Copaifera matii* Hayne; *Copaifera langsdorfii*; *Copaifera guianensis*; *Copaifera paupera* (Herzog) Dwyer. En el Perú se halla también reportada frecuentemente la especie *Copaifera officinalis* L.

## ASPECTOS ECOLOGICOS

**Grupo sucesional:** Especie secundaria tardía a climax.

**Clima.** Altitud: de 50 a 1200 m.s.n.m. Precipitación media anual: 800 a 2500 mm anuales. Régimen pluviométrico: estacional, con lluvias concentradas durante el periodo de noviembre a marzo. Temperatura media anual: 20°C a 26°C. Temperatura media del mes mas frío: 16°C a 23°C. Temperatura media del mes más caliente: 22°C a 27°C.

**Suelos.** Dentro del Bosque von Humboldt, la copaiba crece bien en suelos cambisoles y acrisoles (Clasificación FAO-UNESCO), pero no en suelos gleysoles. Además, prefiere suelos de ladera más que terrenos planos. Los suelos acrisoles ocurren en terrenos con inundaciones frecuentes a temporales, en topografía plana y ondulada, sobre colinas bajas suaves y colinas

altas accidentadas. Estos suelos están conformados por acumulación de arcillas roja-rojo parduzco y manchas roja-arcillosas (Plinthic) acumuladas como resultado de la acción oxidoreductora del hierro por el movimiento vertical de la napa freática (agua subterránea). En general tienen buenas condiciones físicas y son bien estructurados. Sus principales problemas son la muy baja fertilidad, acidez, exceso de aluminio y deficiencias de fósforo. Los suelos cambisoles (Inceptisol) ocurren en terrenos de colinas bajas accidentadas y colinas altas suaves y hasta accidentadas. Se ha identificado los siguientes tipos: Vertic Cambisols, Eutric Cambisols, Chromic Cambisols y Gleyic Cambisols. En general se considera a estos suelos en proceso de formación, es decir todavía no muestran horizontes bien diferenciados. El Cuadro 1 muestra las características de los suelos donde crece adecuadamente en el Area Experimental von Humboldt.

**Cuadro 1.** Principales características de los suelos en el área de estudio (INIA-JICA 1991)

Suelo	Capa	pH	Carbón %	Nitrógeno %	Naturaleza	Mineral arcilloso	CIC meq.
Vertic Cambisol	A	6.4	4.4	0.40	Suelo arcilloso. Pesado	Principal: esmectita Accesorio: caolín	43
	B	Sin datos	0.3	0.05	Suelo arcilloso. Pesado	Igual al anterior	29
Gleyic Cambisol	Ag	6.1	4.2	0.38	Suelo arcilloso Ligero	Principal: esmectita Accesorio: caolín	Sin datos
	B	5.2	0.5	0.07	Suelo arcilloso Pesado	Igual al anterior	Sin datos
Plinthic Acrisol	A	3.6	1.2	0.12	Franco arenoso	Principal: caolín Accesorio: mica	7.1 11.4
	B	4.3	0.4	0.06	Suelo arcilloso Ligero	Igual al anterior	

\* Ymber Flores Bendezú

M.Sc. Silvicultura

Investigador Forestal - Dirección Nacional de Investigación Forestal

**Distribución geográfica.** En el Perú se halla en forma natural en los departamentos de Loreto, Ucayali, San Martín y Madre de Dios.

## DESCRIPCION

**Características de la planta.** Árbol que alcanza hasta 45 m de alto y 120 cm de diámetro. Fuste alto, recto, grueso y cilíndrico, sin aletas. Copa globosa y amplia. Corteza externa de color amarillo oliva a castaño grisáceo, de apariencia lisa, con desprendimiento papiráceo. Corteza interna aromática (aceite de copaiba) y de textura mayormente arenosa. Las hojas son compuestas, paripinnadas, alternas, con estípulas, dispuestas helicoidalmente. Las flores son pequeñas, de color blanquecino, agrupadas en inflorescencias terminales. Las semillas son vainas casi globosas, un poco alargadas, de color marrón oscuro en la madurez. Las semillas se hallan envueltas en un arilo de color amarillo, muy apetecido por varias especies de animales.

**Fenología.** La floración y fructificación ocurren todos los años, pero con diferente intensidad. La floración ocurre en la época lluviosa (enero a mayo). Los frutos maduran entre 3 a 4 meses. La diseminación de las semillas se inicia en la época seca (julio) y se puede prolongar hasta principios de la época lluviosa (septiembre). Durante y/o después de la diseminación se presenta una defoliación total o parcial de la copa. La pulpa de los frutos de esta especie es muy apetecida por varias especies de mamíferos y aves, los cuales contribuyen a su dispersión (Flores, 1997). La dispersión también ocurre a través de corrientes de agua. En especies afines como *Copaifera langsdorfii* (Carvalho 1994); se ha determinado que las flores son principalmente polinizadas por abejas; entre ellas de los géneros *Apis mellifera* y *Trigona* spp.

## USOS

**Madera.** En construcción civil como vigas, ripas, marcos de puertas, mangos de herramientas, carrocerías, laminados, torneados y construcción naval.

**Medicinales.** El aceite de la copaiba se ha documentado que posee actividad antibacterial. Entre los usos descritos están: como esencia para

perfumes, jabones, cremas y lociones. Este aceite herbario también se usa como un emoliente. Se cree que la copaiba tiene propiedades diuréticas, desinfectantes y estimulante. Se ha utilizado en muchos males crónicos como gonorrea crónica, bronquitis, ampollas, catarro crónico y diarrea crónica. En la medicina tradicional se usa para sanar cortes grandes (externo), también contra la tos, catarro, fríos, problemas respiratorios, psoriasis y heridas de la gonorrea.

## PRODUCCION DE PLANTONES

### Descripción de la semilla y producción de plantones

**Morfología:** semilla elíptica, cubierta seminal dura, color negro. Presencia de arilo comestible. Los cotiledones son muy carnosos. Embrión diminuto rodeado de abundante endospermo. Sus dimensiones varían de 10 a 20 mm de largo, 8 a 10 mm de ancho y de 8 a 10 mm de altura.

**Número de semillas por fruto:** generalmente una semilla por fruto. La extracción debe realizarse manualmente, debiendo primero separarse el arilo y luego poner las semillas a secar bajo sombra.

**Número de semillas por kg:** entre 550 y 700 semillas por kg.

**Método de recolección.** La recolección debe hacerse mediante el escalamiento al árbol y cortando las ramas con frutos maduros. Adicionalmente pueden colocarse mallas o mantas en la base del árbol para evitar que se desperdicien las semillas o sean comidas por los animales.

**Tratamiento pregerminativo:** no se requiere ningún tipo de tratamiento, aunque la inmersión en agua por 72 horas puede acelerar ligeramente el proceso de germinación.

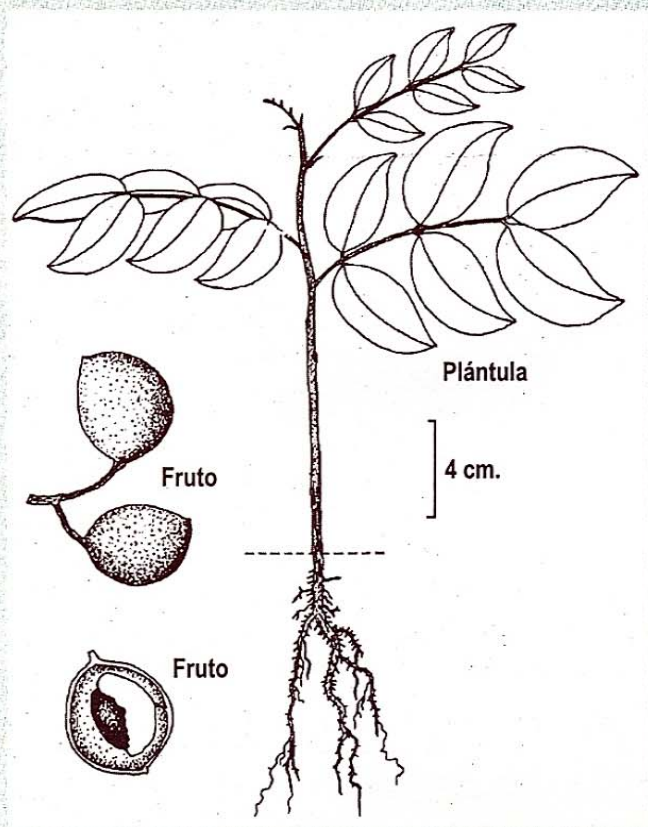
**Germinación:** las semillas germinan entre 15 a 30 días después del almacenado. Con semillas recién cosechadas se obtiene entre 80 y 90% de germinación.

**Densidad de siembra y momento oportuno de repique:** se recomienda 0.8 kg de semillas por metro cuadrado. Las plántulas se repican entre 35 a 45 días, cuando tienen 1 a 2 hojitas.



**Almacenamiento:** Las semillas de esta especie son difíciles de almacenar debido a su alta susceptibilidad al ataque de hongos. A temperaturas entre 5°C y 25°C, se puede almacenar hasta 4 meses manteniendo una viabilidad superior al 50% de germinación, posteriormente comienza a disminuir rápidamente.

**Descripción de la plántula.** Dispersión de las semillas por medio de monos y venados. Germinación epigea. Cotiledones carnosos, deciduos, rojizos a rosados. Tallo principal cilíndrico, glabro, de verde oscuro a marrón violáceo, presencia de lenticelas. Hojas alternas, peciolo glabro, 2 a 3 pares de folíolos punteados, lustroso en ambas caras, oblongos, asimétricos, redondeados en la base, acuminados. La nervadura central muy notoria. Las hojitas nuevas al aparecer tienen una coloración blanco rojiza.



## ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DE PLANTACIONES

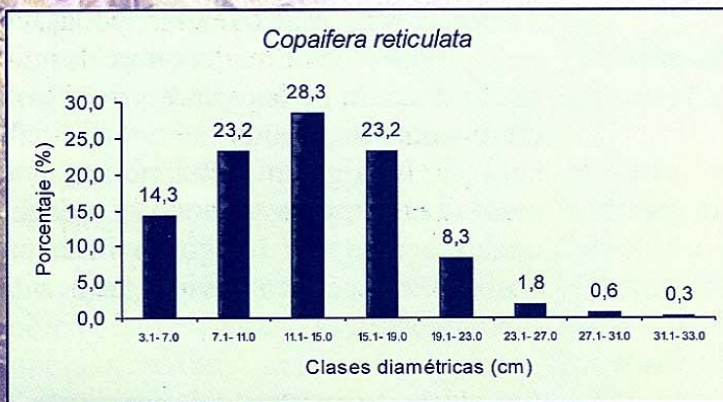
**Establecimiento y mantenimiento de las plantaciones.** Los puntos de plantación tienen que estar previamente estaqueados. La plantación comienza al inicio de la estación de lluvias en noviembre y finaliza a principios de abril. A campo abierto los plantones son establecidos con distanciamientos iniciales entre 3 x 3 m ó 4 x 4 m, la variación se debe a las condiciones locales.

Se recomienda regar con agua los plantones antes del trasplante y evitar la insolación durante el traslado. La reposición o recalce se realiza un mes después de la plantación y consiste en realizar una evaluación de la supervivencia a la plantación. Si la mortandad es superior al 20% se procede a la reposición con los plantones en bolsas de tamaño más grande, con la finalidad de compensar la pérdida de crecimiento.

El mantenimiento consiste básicamente en eliminar las malezas y los árboles de menor diámetro que compiten con los plantones influyendo en su crecimiento. El intervalo de mantenimiento durante el primer año de la plantación es de 1 a 4 veces y se continúan hasta que los arbolitos hayan llegado a los de 2 m de altura. Después se ejecuta de 1 a 2 veces por año hasta que hayan llegado a 4 m de altura. Posteriormente será necesario realizar raleos, cuya finalidad es estimular el crecimiento de los árboles prometedores, es decir, los dominantes y codominantes y no favorecer a los de menor crecimiento. Un buen indicador del momento en el cual realizar el raleo es cuando las copas de los árboles empiezan a agruparse demasiado y se inicia la competencia por luz. La densidad final de la plantación es de 60 a 100 árboles por hectárea. También es necesario realizar podas, cuyo objetivo es la producción de madera libre de nudos mediante la eliminación de las ramas gruesas o muertas. Es recomendable ejecutar la poda al final de la época seca por las siguientes razones: a) el corte se seca rápidamente y de este modo se reduce el riesgo de una infección por hongos o insectos y b) poco después, en la época lluviosa las heridas cicatrizan rápidamente.

**Crecimiento en plantaciones puras.** *C. reticulata* muestra 14 cm de DAP promedio a los 16 años, resaltando un lento crecimiento, característica general de esta especie. En cuanto a altura total se obtuvo un promedio de 8.0 m y una altura dominante de 13, 2 m. A 21 años de edad algunos individuos superan los 30 cm de DAP y los 15 m de altura total. Asimismo, *C. reticulata* presenta un alto porcentaje de árboles con defectos, necesita un manejo más intensivo en las fases iniciales de desarrollo de la plantación, para garantizar fustes de mejor calidad para la cosecha final. El volumen total de madera rolliza a cosechar a los 35 años ha sido estimado entre 70 a 100 m<sup>3</sup>/ ha. En plantaciones en fajas de enriquecimiento se obtuvo un DAP de solo 2, 5 cm al cabo de 7 años (Castillo 1987).

Foto 1. Plantación de 16 años de *Copaifera reticulata* en el Bosque von Humboldt



Clase diamétrica	Individuos/ha
3.1 - 7.0	118
7.1 - 11.0	195
11.1 - 15.0	237
15.1 - 19.0	195
19.1 - 23.0	68
23.1 - 27.0	17
27.1 - 31.0	8
31.3 - 33.0	3

Figura 1. Distribución diamétrica de *Copaifera reticulata* en plantaciones de 16 años.

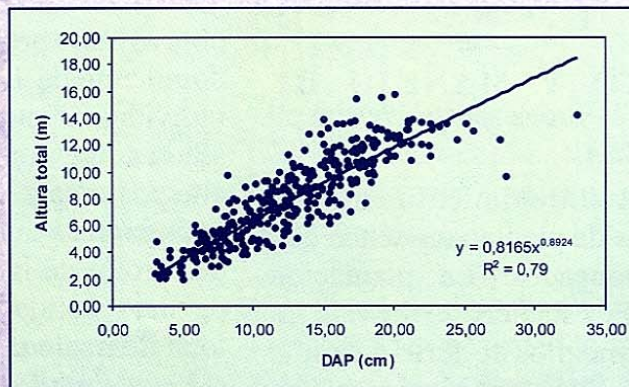


Figura 2. Relación altura DAP de *Copaifera reticulata* en plantación pura de 16 años en el Bosque A. von Humboldt, Perú.

## BIBLIOGRAFIA

- Carvalho, PE. 1994. Especies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. EMBRAPA. Brasília, BR. 639 p.
- Castillo, A; Carrera, F; Maruyama, E. 1987. Experiencias y resultados de la reforestación en von Humboldt. In Avances de la silvicultura en la Amazonia peruana (1987, Lima, PE). Proyecto Apoyo a la Política de Desarrollo de Selva Alta. p. 184-225.
- Flores B, Y. 1997. Comportamiento fenológico de 88 especies forestales de la Amazonia Peruana. INIA. Lima, Perú. 113 p
- Flores B, Y. 2002. Crecimiento y productividad de plantaciones de seis especies forestales nativas de 20 años de edad en el Bosque Alexander von Humboldt, Amazonia Peruana. Tesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 86 p.
- Kroll, B; Marmillod, D. 1992. Apuntes dendrológicos del Perú: Nombres vernaculares y especies de Dantas. Universidad Nacional Agraria La Molina Facultad de Ciencias Forestales. Lima, Perú.
- Ligamento-Azevedo, OC. 2004. Copaiba: ecologia e produçao de óleo-resina. EMBRAPAACRE. Rio Branco, Brasil. 28 p.



Arbol de *Copaifera reticulata* en floración

# CRECIMIENTO, PRODUCTIVIDAD Y ANALISIS FINANCIERO DE PLANTACIONES DE TORNILLO

Wálter Angulo Ruíz\*



## INTRODUCCION

La Ley Forestal N° 27308 Ley Forestal y de Fauna Silvestre en el artículo N° 4, indica que el Ministerio de Agricultura aprueba el Plan Nacional de Desarrollo Forestal, en el que establece prioridades, programas operativos y proyectos a ser implementados y el Plan Nacional de Reforestación.

El Decreto Supremo N° 003-2005-AG indica que es de interés nacional la reforestación como actividad prioritaria en todo el territorio nacional.

En la región Ucayali se ha deforestado 966, 191 hectáreas, existiendo alrededor de 418, 689 hectáreas que se encuentran en abandono. El ex Comité de Reforestación inició el proceso de reforestación desde hace tres décadas, cuyas plantaciones presentan crecimientos poco alentador, actualmente se tiene instalado 31, 890 plantas, las mismas que se encuentran ubicadas en las provincias de Padre, Abad, Coronel Portillo, Atalaya y Purús (INRENA, 2005).

La baja superficie de plantaciones forestales se debe a la falta de conocimiento técnicos de las especies nativas para garantizar el establecimiento de las mismas. No se cuenta con datos silviculturales de crecimiento y productividad proveniente de manejo de plantaciones. Así mismo la falta de información financiera de plantaciones comerciales cuyos turnos de aprovechamiento son a partir de 20 años donde no se demuestra la rentabilidad de las mismas es un obstáculo para el inversionista que desea establecer plantaciones comerciales a mediana y gran escala.

Para responder a esas necesidades la Estación experimental Agraria Pucallpa-INIA en el Anexo Experimental Alexander von Humboldt entre 1982 a 1988 estableció una serie de plantaciones usando diversos sistemas y especies forestales comerciales con finalidades múltiples. Una de esas especies es *Cedrelinga catenaeformis* que presenta crecimiento y rendimiento muy alentador; por sus atributos económicos y ecológicos es una de las principales especies preferida por la población rural ya que forma parte de sus sistemas forestales como agroforestales. En cuanto a nivel de aprovechamiento es una de las principales de mayor extracción, reportes indican que entre 1980 2003 los bosques de producción han contribuido con un volumen aproximado de 2' 277, 265 m<sup>3</sup> de madera (INRENA, 2004). Pero en cambio a nivel de reforestación muy poco o casi nada se ha plantado a pesar que Ucayali como región está considerado como parque industrial forestal.

\*Ing. Forestal. Investigador en Plantaciones Forestales-INIA  
E mail: wangulo@inia.com.pe

## ANALISIS SILVICULTURAL:

**Crecimiento.** Aumento de tamaño de un árbol en el tiempo. El crecimiento acumulado hasta una edad determinada representa el rendimiento a esa edad. Se expresa en términos de diámetro a la altura del pecho (dap); altura total (m); incremento medio anual de dap (cm/año); incremento medio anual de altura (m/año) y altura dominante (m).

**Productividad.** Es el crecimiento acumulado desde tiempo cero hasta el final en un periodo determinado. Se expresa en área basal (m<sup>2</sup>/ha); volumen (m<sup>3</sup>/ha).

Cuadro 1. Parámetros de crecimiento y productividad de *Cedrelinga* en los sistemas de plantación

PARAMETROS	SISTEMAS DE PLANTACION		
	Faja 5 m	Faja 30 m	C. ABIERTO
Nº de apertura de dosel medio y superior	2	-----	-----
Nº de aplicación de podas de mejoramiento	-----	4	4
Nº de raleos	1	3	3
Cosecha final (árboles/ha)	50	200	250
Distanciamiento final (m)	10	10	10
Supervivencia (%)	50	50	50
<b>A. De crecimiento:</b>			
Diámetro a la altura del pecho (cm)	46.4	41.4	45.3
Incremento medio anual en Dap (cm/año)	2	2.5	2.2
Altura total (m)	29	25	32.20
Incremento medio anual en altura (m/año)	1.2	2.0	1.60
Altura dominante	29	30.50	35.84
<b>B. Parámetro de productividad:</b>			
Area basal (m <sup>2</sup> /ha)	23.00	34.75	41.60
Volumen con corteza (m <sup>3</sup> /ha)	339	539	1096
Incremento medio anual en volumen (m <sup>3</sup> /ha/año)	15.00	36.54	42.90

## ANALISIS FINANCIERO

El análisis financiero es el que examina los costos y beneficios a precios de mercado y determina sus relaciones en términos de indicadores. En proyectos de inversión el VAN, TIR y la relación B/C son los indicadores que indican la rentabilidad del proyecto. En el cuadro 2, 3, 4 se brinda información del análisis financiero de plantación en faja de 5 m de ancho y a campo abierto. En ambos casos el periodo es a 30 años.

Cuadro 2. Análisis financiero de Tornillo en diferentes sistemas de plantación.

SISTEMA	COSECHA FINAL Nº ARBOLES	DATOS FINANCIEROS					
		V.A.N. (S/.)	V.P.C. (S/.)	V.P.B. (S/.)	Relación B/C	T.I.I. (%)	T.I.R. (%)
5 m	50	2,681	1,982	4,663	4,663	10	13
Campo abierto	250	12,914	6,342	15,074	15,074	10	13

Cuadro 3. Análisis financiero de plantación de Tornillo con/sin tecnología. Faja de 5 m

RUBROS	CON TECNOLOGIA	SIN TECNOLOGIA
N° Arboles	50	71
Volumen (pt/ha)	74, 580	20, 680
Inversion (S/.)	2, 196	1, 889
Utilidad (S/.)	3, 975	16, 534
V.A.N. (S/.)	2, 681	57
V.P.C. (S/.)	1, 982	1, 351
V.P.B. (S/.)	4, 663	1, 293
Relación B/C	2, 35	0, 96
T.I.I. (%)	10	10
T.I.R. (%)	13	10

Cuadro 4. Análisis financiero de plantación de Tornillo con/sin tecnología. Campo abierto

RUBROS	CON TECNOLOGIA	SIN TECNOLOGIA
N° Arboles	250	430
Volumen (pt/ha)	241, 120	80, 960
Inversion (S/.)	6, 976	5, 982
Utilidad (S/.)	9, 606	- 413
V.A.N. (S/.)	12, 914	- 375
V.P.C. (S/.)	6, 342	5, 438
V.P.B. (S/.)	15, 074	5, 061
Relación B/C	2, 38	0, 93
T.I.I. (%)	10	10
T.I.R. (%)	13	10

## ANALISIS DE SENSIBILIDAD

Son análisis comparativos que se realiza donde se cambia los datos del análisis financiero para determinar los efectos sobre los indicadores financieros. Es decir hasta que punto el proyecto es sensible a los cambios en los costos y beneficios estimados; además, es ver como se comporta la estabilidad del VAN, TIR y la relación Beneficio / Costo, (Gómez, 1996). En proyectos forestales de periodos medianos y largos existe mucha incertidumbre con respecto al volumen y precio de la madera. En el cuadro 5, 6 y 7 se muestra el resultado del análisis de sensibilidad de la plantación de Cedrelinga sometida a diferentes efectos.

Cuadro 5. Variación del volumen en función del N° de árboles. Faja de 5 m

RUBROS	N° ARBOLES				
	28	26	24	22	20
Volumen (Pt/ha)	41, 800	38, 720	35, 640	32, 780	29, 700
V.A.N. (S/.)	632	440	247	68	- 124
V.P.C. (S/.)	1, 982	1, 982	1, 982	1, 982	1, 982
V.P.B. (S/.)	2, 613	2, 421	2, 228	2, 049	1, 857
Relación B/C	1, 32	1, 22	1, 12	1, 03	0, 94
T.I.I. (%)	10	10	10	10	10
T.I.R. (%)	11	11	10	10	10

Cuadro 6. Variación del volumen en función del N° de árboles. Campo abierto

RUBROS	N° ARBOLES				
	142	120	110	100	95
Volumen (Pt/ha)	136, 840	115, 720	106, 040	96, 360	91, 520
V.A.N. (S/.)	6, 371	1, 543	938	333	300
V.P.C. (S/.)	5, 693	5, 693	5, 693	5, 693	5, 693
V.P.B. (S/.)	12, 062	7, 235	6, 629	6, 024	5, 722
Relación B/C	2, 12	1, 27	1, 16	1, 06	1, 01
T.I.I. (%)	10	10	10	10	10
T.I.R. (%)	13	11	11	10	10

Cuadro 7. Volumen en función de la variación del precio. Faja de 5 m

RUBROS	N° ARBOLES			
	12	19	6,84	0,52
Volumen (pt/ha)	74, 580	74, 580	74, 580	74, 580
Precio Total	89, 496	74, 580	62, 647	38, 781
V.A.N. (S/.)	2, 681	1, 904	1, 727	39
V.P.C. (S/.)	1, 982	1, 982	1, 982	1, 982
V.P.B. (S/.)	4, 663	4, 086	3, 708	2, 020
Relación B/C	2, 35	1, 96	1, 87	1, 02
T.I.I. (%)	10	10	10	10
T.I.R. (%)	13	13	13	10

## CONCLUSIONES

En faja de 5 m de ancho, a 30 años, aplicando cinco mantenimiento total (1° al 5°); diecisiete mantenimiento parcial (6°-20°; 25° y 30° año); ocho evaluaciones de crecimiento (1°-4°, 10°, 15°, 20° y 25° año); dos aperturas de dosel medio y superior, un raleo, se obtiene una cosecha final de **50 árboles/ha** con un DAP promedio de 46.4 cm; IMA en Dap de 2.0 cm/año; altura total promedio de 29 m; área basal de **23 m<sup>2</sup>/ha**; volumen con corteza de **339 m<sup>3</sup>/ha** y un IMA en volumen de **15 m<sup>3</sup>/ha/año**. A campo abierto con aplicación de diez mantenimiento total (1°-5° año); veintidós mantenimiento parcial (6°-20°; 25° y 30° año); ocho evaluaciones (1°-4°, 10°, 15°, 20° y 25° año); cuatro podas de mejoramiento (2°, 4°, 6° y 8° año); tres raleos (3°, 9° y 15° año) se obtiene una **cosecha final de 250 árboles/ha**, con un DAP promedio de 45.3 cm; IMA en Dap de 2.2 cm/año; área basal de **41.60 m<sup>2</sup>/ha**; volumen con corteza de **1096 m<sup>3</sup>/ha**; IMA en volumen de **42.90 m<sup>3</sup>/ha/año**.

Financieramente a 30 años, en faja de 5 m, se obtiene un **VAN de S/. 2, 681 nuevo soles**; **TIR 13 %**; **Beneficio / Costo** de 2, 35; incurriendo en un costo parcial presente de S/. **2, 196** nuevo soles y un ingreso neto presente de S/. **2, 950** nuevo soles. En plantación a campo abierto se obtiene un **VAN de S/. 12, 914** nuevos soles; **TIR 13 %** una relación **B/C** de 2, 38, incurriendo en un costo parcial presente de S/. **6, 976** nuevos soles y un ingreso neto presente de S/. **9, 606** nuevo soles. Ambas con una tasa de interés inicial de 10% respectivamente.

Mediante el análisis de sensibilidad en faja de 5 m de ancho, con una cosecha final **22 árboles/ha** (163 m<sup>3</sup>/ha); el proyecto sigue siendo viable, obteniéndose un **VAN de S/. 68** nuevo soles; **TIR de 10 %**; relación **B/C** de **1, 03**. En plantación a campo abierto con **95 árboles/ha** (373 m<sup>3</sup>/ha) como cosecha final se obtiene un **VAN de S/. 30** nuevos soles; **TIR de 10 %**; relación **B/C** de **1, 01**. Ambas con una tasa de interés inicial de 10% respectivamente.

Con un precio de madera de S/. 0.52/pt se obtiene un **VAN de S/. 39** nuevos soles, **TIR de 10 %**; relación **B/C** de **1.02**.

Finalmente se concluye silviculturalmente y financieramente que es factible realizar plantación de tornillo a mediano y gran escala con aplicación de manejo adecuado y oportuno.

## RECOMENDACIONES

El sistema de enriquecimiento de 5 m de ancho puede ser aplicado en concesiones forestales para el manejo de bosques. En cambio el sistema a campo abierto, para el establecimiento de plantaciones comerciales con fines industriales donde se obtiene un mayor volumen de madera; además, puede ser aplicado en sistemas agroforestales como un componente del sistema, para lo cual se debe elaborar un diseño agroforestal bien planificado tomando en cuenta suelo, especies y distanciamiento.

## BIBLIOGRAFIA

**Angulo, W. 2005.** Experiencia silvicultural de la plantación de *Cedrelinga Catenaeformis* establecida en faja de



*Evaluación de diámetro a la altura de pecho (DAP)*



*Evaluación de distancia*

enriquecimiento de 5 m en el Bosque Experimental Alexander von Humboldt. Revista Agroforestal Agro INIA. Estación Experimental Agraria Pucallpa. Año I. 25 30 p.

**Angulo, W. 1995.** Experiencias silviculturales para el establecimiento de regeneración artificial en el Bosque del Campo Experimental Alexander von Humboldt INIA Estación Experimental Pucallpa. Tesis de Ing. Forestal, Iquitos. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. 94 p.

**Del Castillo, P. 1995.** Evaluación financiera de plantaciones forestales comerciales. Madera y bosque, Manuscrito. México. 4 p.

**Gómez, M. 1996.** Formulación y evaluación económica de proyectos forestales. Documento preparado como parte de la Consultoría en Estudios Económicos, CONSEFORH/CATIE. 265 p.

**INIAA-JICA. 1991.** Proyecto "Estudio conjunto sobre investigación y experimentación en regeneración de bosques en la zona amazónica de la república del Perú". Monografías. Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial Agencia de Cooperación Internacional del Japón. Febrero. 258 p.

**INRENA. 2004.** Estadística Agraria. Ministerio de Agricultura. 35 p.

**INRENA. 2005.** Plan Nacional de Reforestación. Ministerio de Agricultura. Lima. 54 p.

**Louman, B. 2001.** Silvicultura de Bosques Latifoliados Húmedos con

Enfasis en América Central. CATIE, Turrialba. 265 p.



## GLOSARIO

**Altura dominante.** Es la altura promedio de los cien árboles más altos por hectárea. Es una manifestación de la productividad del sitio relativamente independiente de densidad, ya que los árboles más altos son los más desarrollados y por consiguiente son los que sufren relativamente menos competencia de sus vecinos.

**Análisis financiero.** Es la determinación de los costos y beneficios a precio de mercado y determina sus relaciones en términos de indicadores. Indica cuanto se invertirá y cuanto es el beneficio.

**Area basal.** Es la suma del área del fuste en corte transversal de todos los árboles ubicados en una hectárea. Se expresa en términos relativos, como un cociente o razón entre el área basal de un rodal.

**Incremento medio anual (IMA).** Representa el crecimiento anual promedio durante un periodo largo. Se obtiene al dividir el incremento obtenido en un periodo de tiempo por las unidades de tiempo transcurrido o el incremento total por la edad conocida del árbol o del rodal.

Tener en cuenta que el IMA de un determinado periodo de tiempo y el ICA de un determinado año dentro de ese periodo de tiempo no son iguales, debido a las variaciones de incremento durante el desarrollo del árbol o del rodal. La medida de incremento más utilizada es el IMA, porque elimina parcialmente el efecto de fluctuaciones temporales. Es aplicado para determinar dap, altura y volumen.

**Incremento corriente anual (ICA).** Representa el crecimiento alcanzado por un árbol o un rodal en un año determinado. Puede entenderse como un incremento periódico anual (IPA).

**Incremento total.** Es el crecimiento de un árbol o un rodal a lo largo de toda su vida.

**Ingreso neto (IN).** Es la diferencia entre el ingreso bruto (IB) y los costos totales (CT). Representa la ganancia o utilidad neta del productor o la empresa, y se obtiene como resultado de:  $IN = IB - CT$ .

**Flujo neto (FN).** Refleja la diferencia entre el ingreso bruto en efectivo ( $IB_{ef}$ ) y los costos totales en efectivo ( $CT_{ef}$ ). Representa el monto de dinero en efectivo que le queda cada año al productor o a la empresa.

**Valor actual neto (V.A.N.).** Se obtiene descontando el flujo de ingresos netos del proyecto, usando para ello la tasa de descuento que representa el costo de oportunidad de los recursos económicos requeridos el proyecto. Se usa cuando se analiza diferentes opciones forestales que pueden ser mutuamente excluyentes. Permite comparar entre alternativas de inversión que tienen horizontes de vida útil diferentes. Es decir, si hay tres opciones y cada una genera un VAN positivo, la recomendación es seleccionar la que tiene mayor VAN. Se interpreta que esta opción de producción es preferida y financieramente deseable.

**Valor presente.** También llamado valor actual. Es el valor actual de los flujos de fondos futuros, obtenidos mediante su descuento. En otras palabras, es la cantidad de dinero que se necesitaría invertir hoy para obtener dichas cantidades en el futuro.

**Relación Beneficio Costo (B / C).** Se obtiene dividiendo el valor actual del flujo de beneficios entre el valor actual de costos. Se utiliza para saber cuál es el peso relativo de los beneficios de una actividad, con respecto a sus costos. Si el producto de esta relación es igual a uno, indica que hay un equilibrio entre los ingresos y los costos. Si el indicador es menor a uno, significa que es mayor el peso relativo de los costos. Y si es mayor a uno, significa que los ingresos sobrepasan a los costos.

**Tasa de interés inicial (T.I.I.).** Es el precio que se paga por el uso de recursos de capital. En el caso forestal o agroforestal, que utiliza un préstamo bancario, la tasa de interés es el costo por usar el dinero del banco, durante cierto tiempo (plazo del préstamo), en el cual se debe devolver el mismo monto recibido del banco (amortización o reembolso), más el pago por su uso (intereses).

**Tasa de interés de retorno (T.I.R.).** Expresada en porcentaje y representa la rentabilidad promedio por periodo generada por un proyecto de inversión. La TIR es la tasa de descuento requerida para que el VAN sea igual a cero. La regla general de inversión es: se acepta el proyecto de inversión si la TIR es mayor que la tasa de descuento; se rechaza si la TIR es menor que la tasa de descuento.

# SERVICIOS DE ANALISIS QUE BRINDA EL LABORATORIO DEL INIEA-PUCALLPA

## A. SUELO

1. **Análisis de Rutina** (pH, Potasio disponible, Materia orgánica, Fósforo disponible, Acidez intercambiable, Conductividad eléctrica).
2. **Análisis de Caracterización** (Análisis de Rutina, textura, Capacidad de Intercambio Catiónico Efectivo CICE)
3. **Salinos y/o Sódicos** (Análisis de Caracterización, Cationes y Aniones Solubles).
4. **Microelementos Disponibles** (Fierro, Cobre, Zinc, Manganeso)
5. **Determinaciones Parciales** (Textura, Humedad, Densidad Aparente, Análisis por Elemento).

## B. FERTILIZANTES

1. **Análisis** (Nitrógeno total y amoniacal, Fósforo total, Fósforo en ácido cítrico y Fósforo en agua, Potasio, Calcio, Magnesio y Totales)
2. **Microelementos** (Fierro, Cobre, Zinc, Manganeso)
3. **Humedad**

## C. MATERIAS ORGANICAS (Guanos, Compost, Humus, Guano de Isla)

1. **Análisis** (pH, Conductividad eléctrica, Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Materia orgánica, Calcio, Magnesio).
2. **Microelementos** (Fierro, Cobre, Zinc, Manganeso)

## D. ROCAS CALCAREAS (Dolomita)

1. **Análisis** (% CaCO<sub>3</sub> equivalente, % CaO y MgO equivalente)
2. **Otros Elementos** (Magnesio, Potasio, Fierro, Cobre, Zinc)

## E. FOLIARES (Plantas vegetales)

1. **Elementos Mayores** (Nitrógeno, Fósforo, Calcio, Magnesio, Potasio)
2. **Elementos Menores** (Fierro, Zinc, Cobre, Manganeso)
3. **Otros** (Sodio, Cl).

*Amigo agricultor, recuerde que antes de sembrar, primero debes solicitar el análisis físico y químico de tu suelo; así estarás garantizando mayores volúmenes de cosechas.*

# RELACIÓN EDAFO-FISIOGRAFICA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES FORESTALES

*Wálter Angulo Ruíz\**



## INTRODUCCION

El Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria-INIEA a través de la Estación Experimental Agraria Pucallpa en el Anexo Alexander von Humboldt, desde hace 24 años, viene realizando investigación forestal concerniente a la relación edáfica fisiográfica con la finalidad de determinar el potencial productivo de las plantaciones forestales. El Programa Nacional de Investigación Agroforestal a través del proyecto Manejo Forestal en von Humboldt, km 86 carretera Federico Basadre en un área delimitada de 1500 ha, tiene instalado 750 ha de plantaciones en diferentes tipos de suelo (Gleysol, Acrisol, Cambisol) y fisiografía (plano, ondulado, colinoso), donde se encuentra instalado 45 especies forestales comerciales. La información que se ilustra permitirá al extensionista, reforestador y personas dedicadas a la forestería en plantaciones, en forma sencilla y práctica, identificar y diferenciar los suelos asociados a la fisiografía para el éxito del establecimiento y crecimiento de las plantaciones forestales con fines industriales.

Para garantizar el éxito de la plantación es necesario tener conocimiento de las características edáficas y fisiográficas del área, que las especies forestales requieren para tener un adecuado rendimiento.

\*Ing. Forestal. Investigador en Plantaciones Forestales-INIA  
E mail: wangulo@inia.com.pe

## SUELO

Es un ser vivo, tridimensional y activo que posee características físicas, químicas y biológicas que está situado en la parte superior de la corteza terrestre, frecuentemente alterado o diferenciado en horizontes, capaz de soportar bajo condiciones óptimas el crecimiento de las plantas, Díaz (2003).

Es uno de los componentes de un sistema de producción agrícola. Los suelos son el producto de la interacción de 5 factores, de ahí que las posibilidades de diversidad sean altas. De estos factores dos son considerados pasivos: el material parental y el relieve, sobre los que actúan dos elementos: el clima y los organismos, todo ello ocurriendo a lo largo del tiempo.

Los suelos se dividen en clases según sus características generales, por eso la clasificación se basa en la morfología y composición del mismo, con énfasis en las propiedades que se pueden medir o sentir, por ejemplo: profundidad, color, textura, estructura y composición química. Además, cada suelo es el resultado de una combinación particular de estos factores, con sólo que uno varíe (aunque los otros 4 permanezcan estables) el suelo que se origina puede ser muy diferente. Por esta razón suelen variar aún en distancias muy cortas, Bertsch (1995).

Por ejemplo, López (1970) manifiesta que “Tornillo” prefiere suelos de buen drenaje, con bajo contenido de materia orgánica y alta acidez, donde los nutrientes se encuentran en bajos niveles y que son fijados por el Aluminio.

Schwyzer (1981) estudios realizados en el Asentamiento Rural Integral Jenaro Herrera, Iquitos considera que “Tornillo” no presenta buen crecimiento en bajiales donde se encuentran suelos hidromórficos y mal drenados.

Maruyama (1987) realizando estudios de Manejo de Regeneración Natural de “Tornillo” afirma que prefiere zonas de colina suave, poco ondulada, buen drenaje y exposición.

Vidaurre (1993) indica que “Tornillo” presenta mejor crecimiento en suelo acrisol, fisiografía ondulada y colina suave.

Tipos de suelo existente en el área experimental von Humboldt (Clasificación FAO/UNESCO):



### Gleysol (Gp)

Suelos formados de materiales no consolidados, que muestran propiedades hidromórficas dentro de los primeros 50 cm de profundidad. En la superficie por lo general hay hojarasca esponjosa o enmarañada con 1 cm de espesor, que a menudo descansa sobre una capa de materia orgánica de 10 a 20 cm de grosor. Esta es muy plástica, contiene raíces finas. Es de color gris oscuro; los horizontes van cambiando de color al gris, olivo y azul. El horizonte moteado se forma en una zona del suelo que está saturado de agua durante una parte del año, pero parcial o completamente aireada durante el verano, o el periodo más seco del año. Se hallan en terrenos frecuentes y temporalmente inundados de topografía plana y ondulada, en colinas bajas y suaves y colinas altas suaves. El bosque que se desarrolla en este tipo de suelos tiene un bajo volumen de madera por ha.

En el Anexo Experimental Alexander von Humboldt en un área de 1500 ha, se encuentra en terrenos frecuentes y temporalmente inundados, planos y ondulados, colinas bajas y altas pero suaves. Angulo (1995) indica que las especies que se desarrollan bajo esas condiciones son: “Bolaina” *Guazuma*; “Gomahuayo pashaco” *Parkia oppositifolia*; “Lupuna” *Ceiba pentrandia* y “Marupa” *Simarouba amara*. En el campo se les encuentra mayormente asociados con la fisiografía plana.

## Acrisol (Ap)

Este orden incluye un sin número de suelos que tiene un aumento claro de arcilla cuando aumenta la profundidad. El primer horizonte a los 10 cm es de color pardo grisáceo, que pasa bruscamente a un horizonte pardo arcillo arenoso y gradualmente aun horizonte argílico rojo con textura arcillosa. El pH se encuentra entre 4.5 a 5.5, presentando bajo contenido de nutrientes de nitrógeno, fósforo y calcio. Las altas concentraciones de aluminio o manganeso impiden el desarrollo de las raíces, el cual reduce su capacidad de absorber nutrientes, Benites (1981).

Estos suelos se desarrollan en sitios estables con topografía plana o de pendientes pronunciadas, pero es más común encontrarlo en sitios planos a ondulados con buen drenaje, así como también sobre colinas bajas suaves y colinas altas accidentadas. En el Anexo Experimental von Humboldt en un área de 1500 ha, se encuentra en terrenos planos y ondulaciones suaves. Angulo (1995) manifiesta que bajo estas condiciones se puede encontrar especies con buen crecimiento como: "Tornillo" *Cedrelinga catenaeformis*; "Ishpingo", *Amburana cearensis*, "Yacushapana negra" *Terminalia amazonica*; "Azucar huayo" *Hymenaea oblongifolia*; "Pumaquiuro" *Aspidosperma macrocarpon*.

## Cambisol (Bv, Bc)



Son suelos que se encuentran por lo general en sitios con topografía plana a fuertemente inclinada. El horizonte A, es moderadamente húmico, pardo grisáceo y amarillo, observándose arena hasta en las partes relativamente profundas; existe poco humus. En general son de textura media, con un contenido máximo de arcilla en el horizonte superior. El pH varía de 5.0 a 6.5 aumentando con la profundidad. A menudo presentan

falta de agua durante la época seca. En la superficie la hojarasca es descompuesta con rapidez tanto por los microorganismos como por la mesofauna que incorpora algo de materia orgánica al suelo mineral al cual se debe en gran parte la formación de una estructura grumosa o granular. Son muy apreciados debido a que tienen una fertilidad inherente bastante elevada. Desde el punto de vista agronómico son los mejores suelos con un alto potencial volumétrico, además existe una estrecha correlación entre el tipo de suelo y la fisiografía y este a su vez con la vegetación predominante.

El Anexo Experimental Alexander von Humboldt en un área de 1500 ha, se encuentra en terrenos de topografía plana, colinas bajas y colinas y altas accidentada. Las clases vertic cambisol, Eutric y Chromic cambisol se encuentran en pendientes suaves que están a una altitud de 230 a 260 msnm, entre los cerros y colinas. El horizonte A de estos suelos intermedios es de color marrón y amarillo marrón, observándose arena hasta partes relativamente profundas. Presentan poco humus. Sus características propias son parecidas a los de Plinthic acrisol. Angulo. (1995) tomando en cuenta la altura de los árboles, concluye que las especies arbóreas que alcanzan buen desarrollo son: "Bolaina" *Guazuma*; "Caoba" *Swietenia macrophylla*; "Copaiba blanca" *Copaifera reticulata*; "Estoraque" *Myroxylon balsamun*; "Gomahuayo pashaco" *Parkia oppositifolia*; "Lupuna" *Ceiba pentandra*; "Marupa" *Simarouba amara*.

Sánchez (1981) mediante una correlación taxonómica de suelo entre la clasificación FAO y el Departamento de Sistema de taxonomía de suelo de EE.UU. concluye que este suelo es denominado por ambos como: Cambisoles dystrico e Inceptisol.

## FISIOGRAFIA

Se define como el estudio y descripción de las formas de la superficie terrestre, su origen y desarrollo, en otras palabras es el estudio del paisaje.

Así mismo los factores fisiográficos son muy importantes porque permiten predecir la calidad de sitio de las especies forestales, esto se debe a que la topografía es uno de los factores que influye en la formación del suelo, por lo que es considerado como una fuente de variabilidad muy importante, Jenny (1941).

Además, dos componentes de la topografía son los que influyen en la distribución y crecimiento de las plantas: la altitud y la pendiente.

En el caso de la pendiente puede influir en aspectos relacionados al suelo como es la profundidad (menor en pendientes fuertes que en terrenos planos) y el drenaje (generalmente mejor en pendientes que en valles). Por eso es uno de los factores que favorece y afecta en forma indirecta el desarrollo de los árboles. Para ambos casos es importante hacer adaptaciones de las especies a las condiciones específicas.

En un estudio realizado en el Anexo Experimental von Humboldt al "Tornillo" se determinó que esta especie muestra mejor crecimiento y productividad en terreno con topografía ondulado y colina suave.

### Tipos de fisiografía en von Humboldt

El A.E.A.v.H presenta una fisiografía muy variada, observándose sitios que varían de plano a ondulado en la parte este, y en la parte oeste de colinas bajas a altas. El sistema de colinas corresponde a las estribaciones finales del ramal oriental de la Cordillera de los Andes que se encuentra cercana. En el área experimental en un área de 1500 ha, la distribución de las fisiografías está ubicada porcentualmente de la siguiente manera:

#### Zona de colinas altas

Cuya altitud es de 290 a 340 msnm, el mismo que presenta pendientes mayores a 30 %, donde el suelo cambisol ocupa la mayor superficie, siendo del orden del 22.4 % y suelo gleysol la menor superficie del orden del 0.3 %.

#### Zona de colinas baja

La altitud es de 250 a 290 msnm, con pendiente que está en un rango de 8 a 30 % de altitud. El suelo acrisol ocupa la mayor superficie, siendo del orden del 21 %, seguido

de gleysol con 11 % y cambisol con 7.5 %.

#### Zona inclinada o plana

Cuya altitud es menor de 250 msnm, con pendiente hasta 8 %. Donde mayormente se encuentran dos tipos de suelo: el suelo gleysol con 25.2 % y suelo acrisol con 12.6 %.

### Comportamiento de las Especies Forestales Comerciales en el Anexo von Humboldt:

Estudio de la relación edáfica-fisiográfica que se viene realizando en el Anexo Experimental nos indica claramente que la mayoría de las especies forestales para obtener buen crecimiento optan por determinados tipos de suelo y fisiografía. Cuadro 1.

**Bolaina blanca** tiene mejor crecimiento en suelo cambisol, fisiografía ondulado y colina suave. Se adapta bien en suelo gleysol, fisiografía plana, pero el volumen de madera que se obtiene es muy bajo. En suelo acrisol el porcentaje de mortandad es del orden del 100 %.

Para el caso de la especie **Caoba** presenta buen crecimiento en suelo cambisol, fisiografía ondulado, colina suave y alta.

**Copaiba blanca** presenta buen crecimiento en suelo cambisol. Presenta mejor crecimiento en fisiografía plana seguido de colina suave y alta.

**Estoraque** crece bien en suelo cambisol, fisiografía ondulado y colina suave y alta.
















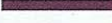











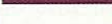


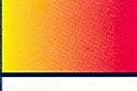















**Ishpingo** estadísticamente tiene buen crecimiento en suelo acrisol, fisiografía plana, ondulado y colina suave.

**Marupa** muestra buen crecimiento en suelo cambisol, fisiografía ondulado y colina suave. Además, se adapta bien en suelo gleysol, fisiografía plana.

**Pumaquiro** presenta mejor crecimiento en suelo acrisol; pero se adapta muy bien en suelo verthic cambisol (característica que plinthic acrisol). Prefiere fisiografía plana con buen drenaje y ondulado.



**Shihuahuaco** crece mejor en suelo cambisol, seguido de acrisol y gleysol. En el Area Experimental, en una muestra de 1500 ha, esta especie se encuentra mayormente ubicada en fisiografía plana, ondulado y colina suave. Así mismo, en suelo degradado, extremadamente ácidos presenta crecimiento muy favorable.



**CUADRO 1. INTERRELACION: ESPECIE - SUELO - FISIOGRAFIA**

ESPECIE	TIPO DE SUELO			TIPO DE FISIOGRAFIA		
	GLEYSOL	ACRISOL	CAMBISOL	PLANO	ONDULADO	COLINOSO
<b>ANA CASPI</b> <i>Apuleia leiocarpa</i>						
<b>BOLAINA BLANCA</b> <i>Guazuma crinita</i>						
<b>BOLAINA NEGRA</b> <i>Guazuma ulmifolia</i>						
<b>CAOBA</b> <i>Swetenia macrophylla</i>						
<b>CAPIRONA</b> <i>Calicophyllum spruceanum</i>						
<b>CUMALAS</b> <i>Virolas sp.</i>						
<b>ESTORAQUE</b> <i>Myroxylon balsamun</i>						
<b>GOMAHUAYO PASHACO</b> <i>Parkia oppositifolia</i>						
<b>ISHPINGO</b> <i>Amburana cearensis</i>						
<b>MARUPA</b> <i>Simarouba amara</i>						
<b>MOENAS</b> <i>Ocotea sp.</i>						
<b>PUMAQUIRO</b> <i>Aspidosperma macrocarpon</i>						
<b>SHIHUAHUACO</b> <i>Dypterix odorata</i>						
<b>TORNILLO</b> <i>Cedrelinga catenaeformis</i>						
<b>YACUSHAPANA</b> <i>Terminalia sp.</i>						

**LEYENDA:**

-  Color gris
-  Color amarillo rojizo
-  Color marrón oscuro

-  Planas casi a nivel.0 - 2 %
-  Ondulada con drenaje moderado. 2 - 4 %

-  Fuertemente inclinada. 8 - 15 %
-  Ligeramente empinada. 15 - 25 %

## BIBLIOGRAFIA

- **Benites, J. (1981).** Suelos de la Amazonía Peruana: Su Potencial de uso y de Desarrollo. Surinam. IICA. 11 p.
- **Bertsch, F. (1995).** La fertilidad de los Suelos y su Manejo. ACCS. Costa Rica. 157 p.
- **Díaz, E. (2003).** Edafología. Manual de prácticas. Pucallpa. UNU. 96 p.
- **López, R. (1970).** Estudio Silvicultural del Tornillo (*Cedrelinga catenaeformis* D.). Revista Forestal. 185-191 p.
- **Maruyama, E. (1987).** Manejo de Regeneración Natural de “Tornillo” (*Cedrelinga catenaeformis* Ducke) en la Zona Forestal A. von Humboldt. Documento de Trabajo N° 3. INFOR-COTESU. Pucallpa. 39 p.
- **Sánchez, P. (1981).** Suelos del Trópicos, características y manejo. San Jose, Costa Rica. IICA. 660
- **Schwyzer, A. (1981).** El Tornillo (*Cedrelinga catenaeformis* D.). Proyecto Asentamiento Rural Integral Jenaro Herrera. Iquitos. Boletín Técnico. N° 15. 34 p.
- **Vidaurre, H. (1993).** Análisis de Características del Sitio que Prefiere la Regeneración Natural de *Cedrelinga catenaeformis* Ducke “Tornillo”. Tesis de Ing. Forestal. Universidad Nacional Agraria La Molina. 128 p.



# EVALUACION PARTICIPATIVA DE TECNICAS DE REHABILITACIÓN DE TIERRAS DEGRADADAS EN TRES SECTORES DE LA REGION UCAYALI

Zully Patricia Seijas Cárdenas  
Sandra Roncal Ramírez

## RESUMEN

*El presente trabajo se ejecutó en los meses de junio y julio del año 2003, en tres localidades de la región Ucayali: Campo Verde Nueva Requena, Neshuya Curimaná y Alexander von Humboldt San Alejandro. Se intentó evaluar las técnicas que aplicaban los productores para la rehabilitación de áreas degradadas (RAD), conocer las causas de degradación y las limitaciones que encuentran los productores para recuperar sus terrenos. La metodología consistió en realizar talleres participativos con los productores y productoras. Los resultados obtenidos fueron: el productor definió área degradada al terreno de baja productividad, cubierta por gramíneas (*Bacharis floribunda*, *Imperata brasiliensis*) y helechos (*Pteridium aquilinum*). La técnica local para la RAD es el uso de plantas leguminosas (*Pueraria phaseoloides*, *Centrosema pubescens* e *Inga edulis*) asociados a cultivos y a especies forestales. Las principales causas de las áreas degradadas fueron: el establecimiento del cultivo de la coca (*Erythroxylum coca*), la eliminación de la vegetación arbórea y los incendios anuales de pasturas y bosques. Las limitaciones para adoptar las tecnologías RAD promovidas por instituciones fueron: la falta de asistencia técnica, la desconfianza e incredulidad por las instituciones y por su propia organización, la frecuencia de incendios en las plantaciones forestales y la falta de material de propagación.*

*Palabras clave: deforestación, degradación, recuperación, evaluación, participativa.*

## 1. INTRODUCCION

*El conocimiento de los factores que influyen en la adopción de tecnologías para la rehabilitación de áreas degradadas permitirá mejorar los diseños de proyectos de restauración y recuperación de cobertura vegetal con fines de protección de cuencas, control de erosión, regulación del régimen hidrológico, conservación del medio ambiente y recuperación de suelos con el fin de contribuir a mejorar la productividad agraria forestal y el nivel de vida de la población rural y urbana.*

*En el marco del convenio INIA CIFOR, se realizó talleres para evaluar en forma participativa con las familias productoras agrarias la adopción de tecnologías en áreas degradadas con productores que trabajaron con instituciones dedicadas a programas de reforestación, manejo de bosques y agroforestería.*

## 2. OBJETIVOS

- Conocer las técnicas de rehabilitación de áreas degradadas que las familias productoras aplican en sus predios.
- Identificar las causas de degradación de las tierras.
- Conocer las limitaciones que encuentran los productores agrarios.

## 3. UBICACION

Los talleres se realizaron en el caserío Yerbas Buenas ubicado a 38 km de Pucallpa con los productores del eje de la carretera Campo Verde Nueva Requena, provincia de Coronel Portillo; Caserío Villa Merceces con los productores del eje de la carretera Neshuya Curimaná y en el Centro Poblado Menor Alexander von Humboldt con productores del eje de la carretera Alexander von Humboldt San Alejandro, ubicadas en la provincia de Padre Abad

La región Ucayali se encuentra en la Selva Central Oriental con una extensión de 102 410 km<sup>2</sup>. Se encuentra a 154 msnm y la temperatura promedio anual es de 25°C (máxima de 38°C y mínima de 24°C), la temporada de lluvias es de noviembre a marzo.

#### 4. METODOLOGIA

Se realizaron tres talleres participativos entre productores y facilitadores. El número de productores y productoras participantes por taller fue de 25 personas, en total participaron 75.

Cada taller tuvo una duración de dos días. El primer día se explicó los objetivos y la metodología del taller. Los participantes definieron ¿Qué es área degradada?. Se elaboró la crono-secuencia del cambio de uso del suelo por grupos, se llevó a plenaria para una mayor reflexión. En la tarde los participantes visitaron una parcela para observar un ejemplo de RAD. Además, esto permitió el intercambio de experiencias y animar a los productores a recuperar sus áreas degradadas. El segundo día del taller se trabajó la visión de la parcela ideal, en base a eso se reflexionó lo que tienen y pueden tener y que limitaciones y fortalezas tendrían para llegar a hacerlo.

A continuación se describen las herramientas usadas para desarrollar el taller:

**Dinámica grupal:** Las dinámicas grupales se realizaron con la finalidad de crear confianza y lograr la participación de los productores y productoras.

**Crono-secuencia:** La crono-secuencia consistió en describir las actividades realizadas en el tiempo. Los productores tenían que iniciar con el año en que ocuparon la parcela, describir el área que adquirieron, cómo y que actividades realizaron durante ese tiempo. Con la finalidad de describir los cambios que han sufrido sus parcelas de los productores a través del tiempo e identificar el proceso de degradación de sus tierras.

**Visita a parcelas:** Se realizó visitas a parcelas de productores líderes, que realizaron innovaciones en áreas degradadas. Se observaron técnicas para rehabilitar áreas degradadas. Se realizó una ronda de preguntas e intercambio de experiencias.

**Visión:** Las familias productoras realizaron un dibujo de su parcela ideal, con la finalidad de identificar sus fortalezas y limitaciones para instalar parcelas en áreas degradadas.

#### 5. RESULTADOS

##### 5.1. Crono-secuencia y visión

###### 5.1.1. Familias productoras del sector de Campo Verde-Nueva Requena

**Crono-secuencia:** Los agricultores de este sector adquirieron sus parcelas entre 1973 a 1999, con un área promedio de 19 ha. Estas parcelas tuvieron un cambio de uso bosques primarios a producción agrícola (arroz, yuca, piña, frijol de palo, cítricos y plátano). Entre los años 1973 a 1996, los productores rozaron y quemaron aproximadamente 2 ha de bosques anualmente. A partir de 1985, 80% del área adquirida de bosques primarios se habían convertido en purmas (barbecho). A partir de 1990, los agricultores sembraron cultivos como: cítricos y piña. Este sector ha tenido influencia de diversos proyectos de investigación y desarrollo impulsadas por instituciones como: INIA, CODESU, Winrock Internacional, ICRAF, CIFOR y Comité de Reforestación.

**Visión:** El 100% de los participantes desea ampliar y manejar frutales (cítricos y piña y otros) en forma intensiva que les generen mayores ingresos económicos que los convencionales. El 50% destinará mayores áreas para ampliar su ganadería. El 75% coincidió que la piscicultura es una actividad que quisieran manejar en el futuro, aprovechando las ventajas que tienen sus terrenos (los riachuelos y quebradas). El 41% de los participantes afirmó que mantendrían un área de reserva forestal, para proveerse de leña, madera, hojas para techos de casas, frutos y animales para su alimentación.

###### 5.1.2. Familias productoras del sector de Neshuya-Curimaná

**Crono-secuencia:** De 1987 a 1990, los agricultores procedentes de las zonas andinas se establecieron en terrenos de 28 ha en promedio, con el objetivo de establecer cultivos de coca. Ellos aprovecharon las especies arbóreas con valor comercial. De 1990 al 2003, los productores realizaron rozo, tumba y quema (r-t-q) en terrenos de bosque primario con 2.5 ha promedio anualmente; para establecer sus plantaciones de coca y cultivos como: arroz, maíz, yuca y plátano. Los productores para recuperar la fertilidad del suelo después del cultivo agrícola lo dejan descansar por 4 a 5. A partir de 1993, los agricultores establecieron plantaciones de palma aceitera, utilizando las áreas cercanas a la margen de la carretera Neshuya Curimaná. Actualmente, las plantaciones están en producción y representa el principal ingreso económico. De 1995 al 2000, el Comité de Reforestación de Pucallpa trabajó con algunos productores en el establecimiento de plantaciones agroforestales utilizando especies forestales como: Cedro (*Cedrella odorata*), caoba

(*Swietenia macrophylla*), ishpingo (*Amburana cearensis*), bolaina (*Guazuma crinita*), y huayruro (*Ormosia sp*) y cultivos agrícolas. Los participantes realizaron el mantenimiento adecuado a las plantaciones; sin embargo, hubo un alto porcentaje de mortandad.

**Visión:** El 100% de los participantes ampliará la plantación de palma aceitera por tener buena demanda y precio. El 73% conservará una reserva de bosque primario y realizarán prácticas de enriquecimiento de bosques con árboles de gran valor comercial (cedro y caoba). Los participantes reconocieron la importancia de los bosques en la calidad y cantidad de agua. El 33% prefieren especies heliófitas de vida corta como bolaina (*Guazuma crinita*) y pashaco (*Schizolobium amazonicum*) para obtener ingresos económicos por la venta de la madera. Solo el 20% de los agricultores tuvieron interés en la ganadería y la ampliación de pastos.

#### 5.1.3. Familias productoras del sector de Alexander von Humboldt-San Alejandro

**Cronosecuencia:** Los agricultores adquirieron sus parcelas entre 1978 al 2000, con extensas áreas de bosques primarios y purmas, haciendo un total de área ocupada por agricultor de aproximadamente 36 ha. En el bosque primario se practicó r-t-q para sembrar coca en los lugares alejados. Además, cultivos anuales maíz, cítricos, café, coco, pijuayo, plátano y yuca. De 1995 a 1999, los productores participaron en el programa del Comité de Reforestación de Pucallpa en 1 a 2 ha en suelos con pasturas y con especies con valor comercial: tahuarí, caoba, cedro, ishpingo, bolaina, capirona y sangre de grado. Uno de los principales problemas que tuvieron estas plantaciones fueron los incendios anuales (julio a septiembre).

**Visión:** El 81% de los participantes mencionaron la intención de establecer ganadería y sembrar anualmente de 1 a 2 ha de pastos. El 73% desea trabajar con la especie capirona a partir de regeneración natural, al igual que la bolaina y sangre de grado. Además, instalar sistemas agroforestales asociado a cultivos con mercado como algodón, cacao o palma aceitera, y en el enriquecimiento de sus bosques con cedro y caoba. El 72% desea ampliar sus cultivos de pan llevar: arroz, maíz, yuca, plátano, cítricos, aguaje, piña y coco.

#### 5.2. Técnicas que conocen los productores para rehabilitar áreas degradadas

- Los productores y productoras de los tres talleres señalaron que kudzú (*Pueraria phaseoloides*) y centrosema (*Centrosema macrocarpum*) pueden controlar a shapumba (*Pteridium aquilinum*),

cashupsha (*Imperata brasiliensis*), sachahuaca (*Baccharis floribunda*) y arrocillo (*Rotboellia cochinchinensis*) y a su vez recuperan la fertilidad del suelo. Las familias los siembran como cobertura de los cítricos, palma aceitera y especies forestales.

- Los agricultores utilizan la guaba (*Inga sp.*) para recuperar la fertilidad de los suelos. Esta práctica la aprendieron en los cursos de capacitación brindadas por las distintas instituciones y por observación directa; ya que el árbol proporciona sombra y por ende disminuye la presencia de malezas.
- Los agricultores utilizan plantaciones de pumaquiro (*Aspidosperma macrocarpum*) y guaba (*Inga sp.*) como barrera contra fuego.

#### 5.3. Participación de instituciones en promoción de tecnologías en rehabilitación de áreas degradadas.

El Comité de Reforestación de Pucallpa es la principal institución que realizó un programa de reforestación a través de los sistemas agroforestales. Otras instituciones mencionadas fueron OLAMSA (con palma aceitera), CIFOR (investigación en recuperación de áreas degradadas), ICRAF (huertos semilleros de capirona y bolaina), y el INIA (investigación y transferencia de tecnología en transferencia en agroforestería, forestería y cultivos tropicales).

#### 5.4. Interés de las familias productoras para rehabilitar áreas degradadas

- Las familias productoras prefieren trabajar con especies forestales de rápido crecimiento como: sangre de grado (*Croton lechleri*), bolaina (*Guazuma crinita*), pashaco (*Schizolobium amazonicum*) y auca atadijo (*Croton matourensi*) en purmas o bosques secundarios.
- En áreas donde se encuentra especies como shapumba (*Pteridium aquilinum*), cashupsha (*Imperata brasiliensis*), sachahuaca (*Baccharis floribunda*) y arrocillo (*Rotboellia cochinchinensis*), las familias productoras prefieren trabajar con especies como: guaba (*Inga sp.*), pashaco (*Schizolobium amazonicum*), topa (*Ochroma pyramidale*) y uvilla (*Pourouma cecropiaefolia*).
- En bosques primarios, prefieren sembrar caoba (*Swietenia macrophylla*) y cedro (*Cedrella odorata*), porque a campo abierto presentan mayor incidencia de ataque de insectos.
- Como coberturas prefieren kudzú (*Pueraria phaseoloides*), centrosema (*Centrosema macrocarpum*).

### 5.5. Limitaciones que encontraron las familias productoras para adoptar tecnologías de rehabilitación de áreas degradadas

- Falta de asistencia técnica: desconocimiento de los requerimientos edafológicos de las especies forestales.
- Frecuencia de incendios en las plantaciones forestales, por las prácticas de r-t-q, presencia de malezas y pasturas abandonadas que sirven de combustible para expandir el fuego.
- Falta de disponibilidad de semillas forestales: los árboles semilleros cada vez se encuentran más alejados.
- Ataque de insectos *Hypsiphylia grandella* a plantaciones forestales de cedro y caoba en un 100%, lo que desanimó a los productores reforestar con estas especie.
- No se trabajó con coberturas, las especies arbóreas competían con las malezas (gramíneas) por los escasos nutrientes existentes en el suelo.

### 5.6. Necesidades de investigación

- **Estudios de caracterización y zonificación.** Los productores y productoras desean conocer que cultivos, especies forestales, sistemas agroforestales, pasturas son las más adecuadas para las zonas de Neshuya Curimaná, Alexander von Humboldt y Campo Verde.
- **Calidad de sitio de las especies forestales.** Tipo de suelo, fisiografía, condiciones climáticas que deben considerarse para cada especie forestal..
- **Combinaciones de especies forestales, frutales y cultivos sostenibles.** Los productores y productoras desconocen que especies forestales, frutales y cultivos deben asociar (densidades de siembra, compatibilidad entre especies) para que

obtengan mayores ingresos económicos en armonía con el medio ambiente.

- **Manejo integrado de plagas en plantaciones agroforestales.** Los productores y productoras desean saber las consideraciones a tener en cuenta para el control de plagas como las que atacan a Caoba y Cedro.

### 5.7. Cambios en la política que recomiendan los productores

- **Incentivos para el uso de sistemas agroforestales como cercos vivos para minimizar los incendios (guaba + especie forestal).** Los productores no tienen ningún incentivo (económico y asistencia técnica) por manejar y promover sistemas agroforestales.
- **Titular áreas que tienen bosques manejados en parcelaciones con fines agrarios.** Actualmente el Proyecto de Titulación de Tierras, titula las áreas trabajadas (desbosque con el sistema de tumba y quema para la instalación de cultivos anuales y frutales) y no las áreas que presentan bosques. **Incentivando indirectamente la deforestación.**
- **Formación de cadenas productivas forestales.** Escasa organización de los productores agrarios para identificar lugares de transformación y mercado, para lo cual necesitan el apoyo de organismos públicos y privados.
- **Incentivos para las empresas que dan valor agregado a los productos tradicionales, por no vender materia prima.** Fomentar entre los productores y productoras la transformación de productos maderables y no maderables mediante programas de capacitación y enseñanza artesanal.

## 6. CONCLUSIONES

Los productores participantes de los talleres reflexionaron que el árbol es un importante recurso dentro de sus parcelas agrícolas para mejorar la calidad y cantidad de agua, protege y mejora el suelo, calidad del aire, presencia fauna silvestre y plantas medicinales. Las técnicas locales que usan los productores que aprendieron por observación de sus vecinos y de instituciones es el uso de coberturas de kudú (*Pueraria phaseoloides*) y centrosema (*Centrosema pubescens*) asociados a sus cultivos y sistemas con especies forestales y guaba (*Inga edulis*), debido a que la guaba es una especie que provoca sombra y esa sombra permite controlar las malezas.

Las causas de degradación de tierras que manifestaron los productores fueron principalmente el establecimiento del cultivo de la coca, la eliminación de la vegetación arbórea y los incendios anuales de pasturas y bosques.

Las limitaciones que manifestaron para adoptar las tecnologías fueron la falta de asistencia técnica y apoyo económico. Otro factor importante fue la desconfianza e incredulidad de los agricultores hacia las instituciones y dentro de la organización de productores, la frecuencia de incendios en las plantaciones forestales la falta de material de propagación.

# INVESTIGACIÓN PARTICIPATIVA EN REHABILITACIÓN DE ECOSISTEMAS DEGRADADOS POR EFECTOS DE CORTE Y QUEMA

Pedro Pablo Reyes Inca\*

## RESUMEN

El objetivo del experimento fue medir el impacto de la tecnología transferida a través de la evaluación de las parcelas establecidas por los agricultores en sus predios ubicados entre el km 3.8 y km 10 de la Carretera Marginal, tramo von Humboldt - Macuya.

La planta medicinal Sangre de Grado *Croton lechleri* es la especie que destacó en crecimiento, con una altura promedio por parcela que varió entre 5,5 m y 10 m a 2,5 años de instalado.

## INTRODUCCION

El experimento se ejecutó el año 2000 en el marco del convenio Instituto Nacional de Investigación Agraria - INIA, Pucallpa y el Consorcio para el Desarrollo Sostenible de Ucayali - CODESU, en la zona de Alexander von Humboldt - Macuya, con el objetivo de promover la Agroforestería participativa como un método de reforestación, fomentar el mejoramiento de la calidad de vida de los agricultores de la zona, incorporar el árbol entre sus cultivos y rehabilitar el ecosistema deteriorado por la práctica de corte y quema de los bosques.

En la primera etapa, los agricultores presentaron voluntad y deseo de participar en la ejecución de las actividades contempladas en el proyecto; posteriormente perdieron el interés, por la falta de asistencia técnica de los profesionales que estuvieron trabajando en el proyecto.

Al realizar el seguimiento de las 13 parcelas establecidas, se seleccionaron 5 por que las demás

fueron abandonadas o vendidas en algunos casos; los agricultores seleccionados por la precariedad económica en que viven y la poca mano de obra con que cuentan, solo han hecho un esfuerzo por mantener las parcelas establecidas.

## MATERIALES Y METODOS

El mantenimiento y evaluación de las parcelas se hizo con la participación de cada agricultor beneficiario.

Se realizó un día de campo en las parcelas de los agricultores y en las parcelas agroforestales de investigación del INIA ubicadas en el Anexo Alexander von Humboldt, con la participación activa de los agricultores como actores principales en el desarrollo de la investigación participativa.

Se llevó a cabo un taller final en el auditorio del Anexo Alexander von Humboldt donde se dió a conocer los resultados del proyecto.

## RESULTADOS

Cuadro 1. Crecimiento promedio en altura y supervivencia de las especies forestales por parcela

Especie	km 3,8		km 4,0		km 5,5		km 7,0		km 10,0	
	h*	S**	h	S	h	S	h	S	h	S
Bolaina	2,3	69	1,6	81	2,5	71	5,5	92	5,2	53
Caoba							1,9	77	2,1	73
Capirona	1,8	89							2,5	76
Ishpingo	1,8	59	2,3	70						
Pijuayo	0,4	94	0,4	70	2,7	91	1,3	71	0,6	86
Pumaquiro			1,1	45						
Sangre de grado	5,7	80	5,5	92	8,5	76	10,	83	7,8	89
Shihuahuaco					4,2	88				
Tahuari					3,1	92	2,3	89		

\*h : Altura (m)

\*\*S : Supervivencia (%)

En el cuadro 1 se observa los resultados de evaluación de altura a los 30 meses de instalado (Setiembre 2002) Evaluación de supervivencia a los 18 meses de instalado.

Relación de agricultores:

- Mauro Paima Romero km 3,8
- Florencio Pacheco Inga km 4,7
- Juan Eduardo Simón km 5,5
- Nestor Calampa Soria km 7,0
- Ignacio Huamán Osco km 10,0



***Innovación y Tecnología***

## **CONCLUSIONES**

- Las especies forestales no crecieron por que no fueron instaladas en un suelo adecuado.
- La escasa participación de los profesionales, influyó en el interés de los agricultores para el manejo de sus parcelas.
- Pérdida de interés de los agricultores en atender las parcelas instaladas por la precariedad económica en que viven y se dedican a otras labores que le generan ingresos a corto plazo.
- De las 13 parcelas instaladas inicialmente 8 fueron abandonadas por las razones siguientes : se dedican a tareas diferentes a la agricultura, no vivía en la parcela, vendieron su parcela y quema de la parcela en la época de verano.

## **RECOMENDACIONES**

- Brindar incentivos como: Créditos y asistencia técnica.
- Trabajar con agricultores que residen en su parcela.
- Participación de la unidad de extensión en la ejecución de futuros proyectos de esta modalidad.
- Utilizar especies forestales de acuerdo al tipo de suelo
- Realizar trabajos de validación y experimentación en silvicultura de especies forestales

# METODOLOGÍAS PARA EVALUAR LA COMPETENCIA POR AGUA EN CULTIVOS EN CALLEJONES

Por : Ymber Flores Bendezi

## Introducción

*El cultivo en callejones es un sistema de producción agrícola en el cuál árboles y arbustos son establecidos en filas con cultivos alimenticios establecidos en los callejones entre las filas (Krishnamurthy et al 1999; Jiménez et al 1998). El componente leñoso se planta siempre en hileras, pero el ancho de los callejones puede variar de 4 a 6 m. Las especies leñosas son podadas periódicamente para evitar la sombra sobre los cultivos y reducir la competencia. La biomasa extraída es incorporada al suelo como abono verde y contribuye al sistema en reciclaje de nutrientes y suministro de nitrógeno; conservación del suelo; supresión de malezas y mantenimiento de la productividad del suelo. La tecnología del cultivo en callejones ha sido probada en numerosos lugares con una amplia variedad de condiciones biofísicas y socioeconómicas; empleando una gran diversidad de especies y técnicas de manejo.*

*Como en todo sistema agroforestal, en los cultivos en callejones, cuando los árboles y cultivos son sembrados juntos se presentan diferentes tipo de competencia. La competencia es por los recursos sobre la superficie del suelo (luz) y debajo de ella (agua, nutrientes). Los investigadores están siempre buscando los medios de minimizar esta competencia para maximizar u optimizar la producción de componentes arbóreos y del cultivo (Rao et al 1997; Howard et al 1997). Con respecto a la competencia por agua, existe en la literatura abundantes estudios realizados bajo distintas condiciones ambientales y distintos cultivos (Casper 1997; Mc Intiry 1997; Sillon 2000; Nissen et al 1999). Otras investigaciones como la de Ozier-Lafontaine et al (1998) y Mayus et al (1999) han permitido incluso desarrollar modelos de simulación para interpretar estas interacciones. En general, las interrogantes que estos estudios tratan de resolver pueden ser resumidas como sigue:*

- ¿Como varía el contenido de humedad del suelo a nivel espacial y temporal en un cultivo en callejones con y sin competencia entre árboles y cultivos?
- ¿Como difieren espacialmente los patrones de desarrollo radicular de árboles y cultivos?
- ¿Cómo es afectada la absorción de agua por árboles y cultivos debido a la competencia subterránea?
- ¿Cómo es afectado el desarrollo del cultivo debido a la competencia por agua?

El presente trabajo presenta un breve resumen sobre las metodologías existentes para responder a estas interrogantes y una propuesta de investigación sobre competencia por agua.

## Metodologías para evaluar competencia por agua.

La competencia por agua se estima cuantificando la intensidad con la que las interacciones radiculares reducen la absorción de recursos, el crecimiento vegetativo o la fecundidad de las especies involucradas. Para poder discernir el efecto individual de cada componente de un sistema agroforestal es necesario separar los sistemas radiculares de estos componentes a través de algún medio. Casper (1997) divide los estudios que se han realizado al respecto en dos grupos caracterizados por el tipo de enfoque del diseño:

- Un enfoque a nivel de población o comunidad que generalmente permite estimar la competencia subterránea determinando el incremento en biomasa cuando las interacciones entre individuos vecinos son controladas usando barreras como tubos de exclusión de raíces, zanjas o la remoción de los individuos cercanos.

Estos métodos generalmente alteran el suelo e inclusive pueden afectar la disponibilidad de los recursos que estén bajo competencia.

- Un enfoque basado en un recurso en particular que frecuentemente implica menos perturbación del microambiente, pero los efectos integrales de la competencia frecuentemente no pueden determinarse o implica la necesidad de supuestos.

Por lo tanto es necesario una combinación de ambos enfoques para obtener repuestas concluyentes tanto sobre los recursos individuales como sobre la importancia ecológica de la competencia.

Para determinar y cuantificar la competencia por agua en sistemas agroforestales se han diseñado numerosos métodos que en general se pueden resumir como se indica a continuación basados en el tipo de diseño para separar los efectos de los componentes del sistema agroforestal:

## 2.1 Barreras físicas.

En estudios a nivel de población o comunidad frecuentemente se emplean tubos de exclusión de raíces. Por lo general estos tubos aislantes de plástico o acero son insertados en el suelo con la finalidad de aislar las raíces de los individuos seleccionados, que usualmente son plántulas, de las raíces de las plantas vecinas (Schroth et al 1995). La competencia radicular se determina comparando el desarrollo o supervivencia entre los individuos aislados en el tubo y los que se hallan fuera con entera disponibilidad para interactuar con otras plantas vecinas. Las plantas que aparecen dentro de los tubos son eliminadas con un herbicida de rápida degradabilidad, la hojarasca se retira del lugar o también se procede a la eliminación total incluyendo raíces, para lo cual se excava, se extrae el suelo, se tamiza y reemplaza el suelo. A través de la variación del tamaño de los tubos algunos estudios determinaron la profundidad del suelo a la cual comienza u ocurre la competencia. Otro tipo de barrera física empleada en este tipo de ensayos son las telas especiales hechas de material sintético como el polipropileno. Algunos productos incluso están impregnados con algún tipo de herbicida en cantidades suficientes para detener el crecimiento radicular. Estos herbicidas actúan en forma de nódulos de liberación gaseosa lenta.

El principal efecto indeseable del uso de tubos de exclusión de raíces es la restricción del movimiento lateral de agua y nutrientes. Los tubos de exclusión más recientes y sofisticados emplean modernas telas con pequeños poros que permiten el paso de agua pero no de nutrientes y excluyen las raíces pero no las hifas de las micorrizas. Ya que el espacio disponible de suelo de por sí también es un recurso (Casper 1997, Rao et al 1997), es necesario tener en consideración el diámetro del tubo y determinar si la restricción lateral del crecimiento radicular puede afectar o no a la biomasa de las plantas seleccionadas.

## 2.2 Zanjas

Otro método muy relacionado al uso de tubos de exclusión son las zanjas, las cuales tratan de evitar que las raíces de eventuales competidores ingresen al área de estudio de los individuos seleccionados. Las zanjas se usan frecuentemente para especies leñosas (Belsky et al 1989) con sistemas radiculares extensos. Sus ventajas son la facilidad de ejecución, relativamente bajo costo y no tienen riesgos de contaminación ambiental. Sus desventajas son que pueden afectar el drenaje del suelo, requieren mucha mano de obra y en especies con sistemas radiculares demasiado extensos, sus beneficios

pueden verse disminuidos.

## 2.3 Remoción de individuos vecinos

Tanto la remoción de plantas vecinas como las zanjas intentan eliminar las interacciones subterráneas sin usar una barrera física (aun cuando algunos experimentos con zanjas insertan una tela especial que impide el rebrote) y sin mucha perturbación física del suelo.

En todos estos métodos existe la posibilidad de que los protocolos del experimento alteren las características del suelo. La principal preocupación es que las raíces que se dejan a descomponer puedan liberar gran cantidad de nutrientes o que los nutrientes sean secuestrados por las poblaciones de microorganismos en veloz crecimiento. Por tal motivo algunos investigadores (Casper 1997) sugieren que es preferible remover solo la masa aérea o la aplicación de herbicidas y no remover la masa radicular. En los suelos vacíos, en tratamientos donde las raíces de las plantas vecinas pueden acceder libremente al espacio, los efectos pueden ser comparables a los experimentos en macetas en invernadero, por lo que Grubb, citado por Casper (1997) sugiere que en estos casos podrían ocurrir diferencias significativas en las medidas de competencia mas que en experimentos de campo en los cuales ya existen sistemas radiculares previos en el lugar. El propone que las diferencias en la intensidad con que las raíces llenan los espacios vacíos del suelo pueden ser explicadas porque en los experimentos de invernadero, con más frecuencia que en los experimentos de campo, hay una mayor competencia radicular conforme aumentan los niveles de nutrientes disponibles.

## 2.4 Control

En los experimentos de campo en cultivo en callejones se debe identificar y cuantificar las interacciones entre árboles y cultivos. En tal sentido, las parcelas de control tanto de árboles puros como de los cultivos solos son esenciales porque la evaluación de las interacciones tanto positivas como negativas implica la comparación de relaciones intraespecíficas e interespecíficas.

## 3. Variables de respuesta

**3.1 Contenido de humedad.-** En los estudios sobre competencia por agua, la determinación del contenido de humedad del suelo es esencial, por lo que requiere especial atención. La humedad del suelo puede ser determinada usando varios métodos descritos en la bibliografía pertinente y que se resumen en el siguiente cuadro:



Métodos	Principios	Ventajas	Desventajas
Método gravimétrico	Determinación de la humedad de las muestras mediante pesado y secado en una estufa.	Simplicidad, no necesita equipos muy sofisticados	Es lento y para mejorar la precisión se necesitan muchas repeticiones
Método del potencial hídrico del suelo	Basado en las propiedades eléctricas derivadas del potencial hídrico del suelo.	Rapidez, medidas precisas.	Necesita el empleo de psicómetros o termocuplas.
Método del tensiómetro	Basado en la tensión que ocurre debido a cambios en la cantidad de agua en el suelo.	Rapidez, muy útil en manejo de riego	Tensiones de humedad en el suelo mayores de 0.85 bares pueden afectar los resultados.
Método de resistencia eléctrica	Basado en la medición de las diferencias en conductividad eléctrica debido a variaciones en el contenido de humedad.	Rapidez, relativamente fácil de realizar.	Equipos deteriorados pueden dar resultados erróneos, grado de confiabilidad limitado, los resultados pueden verse afectados por factores como temperatura y salinidad del suelo.
Métodos nucleares	La medida de la humedad se basa en las leyes físicas que gobiernan la "dispersión y moderación" de neutrones de energía elevada.	Alta precisión	Equipos costosos
Método del TDR (Time Domain Reflectometry)	Basado en la determinación de la velocidad de una onda electromagnética que es afectada por el contenido de humedad del suelo.	Alta precisión	Equipos costosos

En los experimentos sobre competencia, la humedad se suele determinar a varias profundidades del suelo según las especies estudiadas y en diferentes épocas del año.

**3.2 Patrón de enraizamiento.**- La raíz constituye la interfase entre la planta y el suelo y determina la eficacia para obtener recursos externos, como agua y nutrientes. Un excesivo sistema radicular reduce el crecimiento de las plántulas debido a la competencia por hidratos de carbono entre la raíz y la plántula en condiciones de suficiente agua y nutrientes. Sin embargo, la declaración tradicional de que "más raíz es mejor" generalmente se acepta en la agricultura. Algunos aspectos a evaluar en estudios de competencia son:

**Longitud de la raíz.** Los niveles de absorción dependen de la superficie radicular tanto como la fotosíntesis depende del área foliar. La longitud de las raíces se puede determinar por el método de la intersección de líneas (Tennant 1975) o el análisis de imagen de raíces con el programa informático Win Rhizo Pro®.

**Densidad radicular.** La densidad radicular puede ser usado en la descripción del sistema radicular como una importante medida de la intensidad a la que las raíces penetran el suelo y su habilidad para adquirir agua y nutrientes (Schroth et al 1995, Morales 1997). La densidad de raíces en el suelo depende básicamente del número total de raíces por unidad de área.

**Patrón de desarrollo.** En general hay tres tipos de patrones desarrollo radicular: horizontal, vertical e intermedios. El patrón de desarrollo de las raíces tiene un papel importante en el éxito de los sistemas agroforestales.

### 3.3 Relación biomasa área/raíz

Se determina en base a la materia seca presente tanto en la parte aérea como en la parte subterránea de la planta. Se suele utilizar estufas para secar las muestras hasta eliminar toda la humedad posible y obtener el peso seco.

**3.4 Absorción de agua.** - Un método muy usado son los medidores de flujo de savia que miden el flujo en base al balance calorífico o balance energético (Jose et al 2000, Ozier-Lafontaine et al 1998). Esta técnica ha sido empleada con bastante éxito para estimar el flujo de savia en tallos muy grandes.

**3.5 Expansión de área foliar.**- El siguiente método empleado por Jose et al (2000) es bastante práctico y directo para evaluar la expansión foliar en cultivos agrícolas, característica que es bastante sensible a las

deficiencias hídricas. Se selecciona un número determinado de plantas siguiendo los patrones estadísticos establecidos. Se mide la longitud máxima (Lomax) y ancho máximo (Anmax) de cada hoja de todas las plantas seleccionadas. El área superficial de cada hoja se determina con la siguiente fórmula:

$$A = 0.73 \times (Lomax) \times (Anmax)$$

El área foliar total se calcula sumando todas las áreas individuales. Estas mediciones necesitan realizarse durante todo el periodo del cultivo para poder obtener curvas de desarrollo foliar y comparar las curvas de diferentes tratamientos.

#### 4. Propuesta de evaluación.

A continuación y en base a la revisión bibliográfica realizada se propone el siguiente protocolo de experimento que pretende evaluar la competencia por agua en un sistema de cultivo en callejones con maíz y dos especies arbóreas leguminosas nativas del trópico americano. En forma general el experimento consiste en determinar una serie de parámetros para comparar los efectos de competencia por agua en cultivos en callejones y en monocultivos.

Hipótesis.- Distintos patrones de enraizamiento de diferentes especies vegetales da lugar a diferentes niveles de competencia por agua debajo de la superficie en cultivos en callejones.

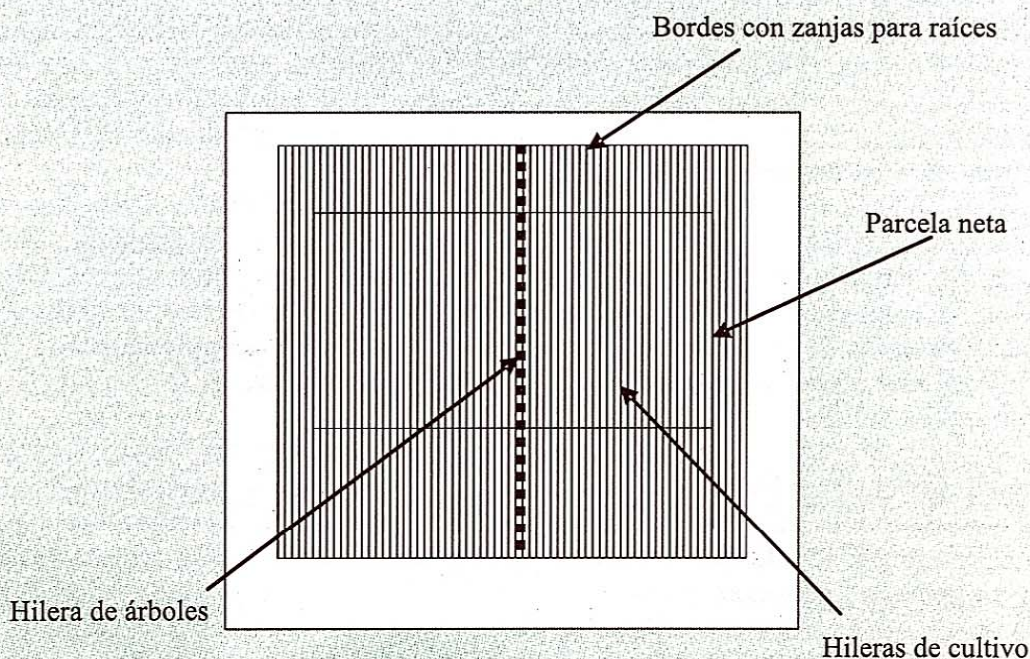
Objetivo. Probar la hipótesis usando dos especies con distintos patrones de enraizamiento.

Tratamientos.- Serán determinadas las variaciones espaciales y temporales del contenido de humedad del suelo, patrones de enraizamiento, absorción de agua y expansión foliar en un total de 5 tratamientos establecidos en un sistema de cultivo en callejones de maíz asociado con guaba (*Inga edulis*) y *Cassia siamea*, además de un tratamiento control consistiendo tan solo del cultivo. Las dos especies a usar en este estudio son recomendadas para sistemas agroforestales en América Latina por sus diversos beneficios. Los tratamientos son:

- Barreras de polietileno en *I. edulis* plantado en hileras asociado con maíz
- Zanjas en *I. edulis* plantado en hileras asociado con maíz
- Barreras de polietileno en *C. siamea* plantado en hileras asociado con maíz
- Zanjas en *C. siamea* plantado en hileras asociado con maíz
- Control (maíz solo)

Unidades experimentales.- Las unidades experimentales son parcelas de hileras de las especies arbóreas con cultivos a ambos lados. Las parcelas son lo suficientemente grandes para acomodar repetidas y destructivas mediciones de raíces y ambiente.

La parcela total es de 20 x 20 m, la parcela neta es de 15 x 15 m. Se cavan zanjas periódicamente y se rellenarán en un área de borde de 2.5 m de ancho alrededor de todas las parcelas para controlar cualquier interferencia de raíces entre los tratamientos. El tamaño total de la parcela incluyendo los bordes es de 22.5 x 22.5 m.



**Diseño experimental.**- El diseño experimental es en bloques completos al azar con 4 repeticiones, cada repetición es un bloque completo. El número total de unidades experimentales o parcelas es 4 bloques x 5 tratamientos, con un total de 20 parcelas. El bloqueo se hará de acuerdo con una evaluación visual del terreno (pendiente) y el suelo (clase de suelo). Además previamente al experimento se hará la siembra de maíz en toda el área para estimar la uniformidad de la parcela. Otra consideración a tomar en cuenta es que las hileras de árboles estarán orientadas de este a oeste para lograr que el régimen de luz a ambos lados de la hilera sea tan semejante como sea posible (el experimento está situado sobre el ecuador).

**Manejo.**- El lugar será uniformemente arado hasta una profundidad de 30 cm. Todas las especies de árboles serán plantadas al inicio de la estación lluviosa, conjuntamente con el cultivo de maíz. Si fuera necesario, los árboles de *T.edulis* y *C.siamea* serán protegidos de daños exteriores como ramoneos. Se aplicarán diversas prácticas agronómicas (deshierbes, densidad de siembra, etc) necesarias a través de la duración del experimento. Las barreras de polietileno serán insertadas después de colocarse en zanjas a ambos

lados de las filas de árboles, para evitar que las raíces del árbol invadan el cultivo de maíz. Las zanjas también serán establecidas a ambos lados del cultivo.

**Mediciones.**- Las siguientes evaluaciones y mediciones se tomarán en la parcela o en muestras:

- Rendimiento de cultivo por hilera y por unidad de superficie.
- Biomasa de las raíces de los árboles, longitud y peso, densidad de raíces.
- Biomasa de los árboles sobre la superficie.
- Contenido de humedad del suelo mediante el uso de la sonda de neutrones.
- Transpiración del árbol y el cultivo usando la técnica del flujo de savia.
- Patrón de enraizamiento.
- Expansión foliar del maíz.

Con la información obtenida se hará una base de datos para su posterior manejo en programas informáticos y estadísticos adecuados.

**Duración del experimento.**- Tres años.

## 5. Bibliografía

1. Belsky AJ, Amundson RG, Duxbury JM, Riha SJ, Ali AR, Mwonga SM. 1989. The effects of trees on their physical, chemical, and biological environments in a semi-arid savanna in Kenya. *Journal of Applied Ecology* 26:1005-1024
2. Casper, BB. 1997. Plant competition underground. *Annual Review Ecological Systems*. 28: 545-570
3. Howard, SB; Ong, CK; Rao, MR; Black, CR; Khan, AAH. 1997. Using sap flow gauges to quantify water uptake by trees roots from beneath the crop rooting zone in agroforestry systems. *Agroforestry Systems* 35(1):15-29
4. Jimenez, J; Kass, D; Jimenez, F. 1998. El cultivo en callejones. In Jimenez, F; Vargas, A. eds. *Apuntes de clase del curso corto: Sistemas Agroforestales*. Turrialba, CR. CATIE. p. 257-278.
5. Jose, S; Gillespie, AR; Seifert, JR; Biehle, DJ. 2000. Defining competition vectors in a temperate alley cropping system in a midwestern USA. *Agroforestry Systems* 48(1): 41-59
6. Krishnamurthy, L; Avila, M. 1999. *Agroforestería Básica*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Ciudad de México, ME. 340p. (Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental n° 3)
7. Mayus, M; Van Keulen, H; Stroosnijder, L. 1999. Analysis for dry and wet with the WIMISA model of tree-crop competition for windbreak systems in the Sahel. *Agroforestry System* 43: 203-215
8. Mc Intiry, BD; Riha, SJ; Ong, CK. 1997. Competition for water in a hedge-intercrop system. *Field Crops Research* 52: 151-160
9. Morales R, EA. 1997. *Arquitectura y distribución espacial de raíces de Eucalyptus deglupta dentro de un sistema agroforestal simultáneo con Coffea arabica*. Tesis MSc. Turrialba, CR. CATIE. 123p.
10. Nissen, TM; Midmore, DJ; Cabrera, ML. 1999. Aboveground and belowground competition between intercropped cabbage and young Eucalyptus torelliana. *Agroforestry Systems* 46(1):83-93
11. Ozier-Lafontaine, H; Lafolie, F; Brockler, L; Tounbenize; Mollier, A. 1998. Modelling competition for water in intercrops : theory and comparison with field experiments. *Plant and Soil* 204:183-201
12. Rao, MR; Nair, PKR; Ong, CK. 1997. Biophysical interactions in tropical agroforestry systems. *Agroforestry Systems* 38(1/3): 3-50
13. Schroth, G; Zech, W. 1995. Root length dynamics in agroforestry with *Gliricidia sepium* as compared to sole cropping in the semi-deciduous rainforest zone of West Africa. *Plant and Soil* 170:297-306
14. Sillon, JF; Ozier-LaFontaine, H; Brisson, N. 2000. Modelling daily root interaction for water in a tropical shrub and grass alley cropping system. *Agroforestry Systems* 49(2): 131-152
15. Tennant, D. 1975. A test of modified line intersect method of estimating root length. *Journal of Ecology* 63: 995-1001.



Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria  
Estación Experimental Agraria Pucallpa



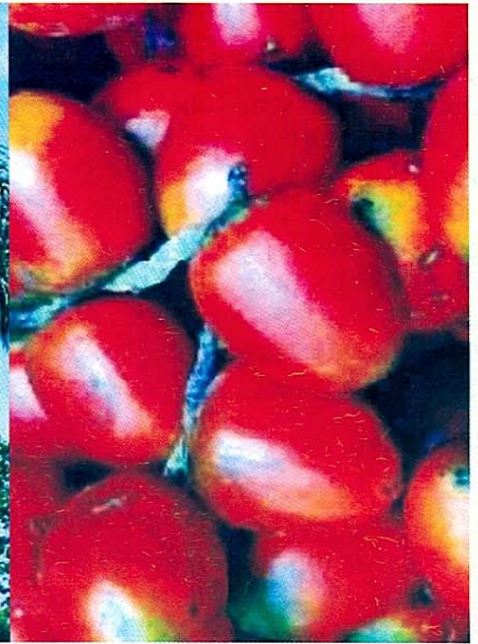
## Manejo, Conservación y Uso de Recursos Genéticos de Frutales amazónicos a través de la Coordinación y Cooperación Institucionales en el Marco de la Iniciativa Amazónica



Camu



Aguaje



Pijuayo

*El Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria (INIA) ejecutará el proyecto “Manejo, conservación y uso de los recursos genéticos de frutales amazónicos a través de la coordinación y cooperación institucionales en el marco de la Iniciativa Amazónica” en alianza estratégica con el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), el Centro Mundial de Agroforestería (ICRAF).*

### ÁMBITO DEL PROYECTO Y POBLACIÓN BENEFICIARIA

Los beneficiarios principales serían los productores actuales y potenciales de las especies y sus asociaciones, como el Comité de manejo de aguaje de la Comunidad de San Miguel y Parinari, los productores de pijuayo agrupados a través de la asociación PROSEMA y el Comité de palmicultores de Yurimaguas y la Asociación de camu-cameros de Yarinacocha, y principalmente las 250 familias de pequeños y medianos productores de las zonas de Yurimaguas e Iquitos (Loreto) y 150 familias en la cuenca del Aguaytía (Ucayali). Los beneficiarios indirectos son las comunidades rurales amazónicas en general.

### LUGAR DE EJECUCIÓN

Loreto: Alto Amazonas (Yurimaguas), Maynas (Iquitos).

Ucayali: Coronel Portillo (Campoverde, Nueva Requena), Padre Abad (Curimana, Irazola).

### DURACIÓN

36 meses

### FINANCIAMIENTO

INCAGRO, INIA, ICRAF, IIAP

## OBJETIVO GENERAL

Crear e iniciar la implementación de un programa interinstitucional y sostenible de mejoramiento y conservación genética de frutales amazónicos, capaz de responder al problema central en corto, mediano y largo plazo.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- \* Mejorar la calidad y cantidad de germoplasma disponible a corto y mediano plazo.
- \* Establecer la base para el mejoramiento y conservación genética de mediano y largo plazo para cada especie.
- \* Diseminar información sobre los resultados principales del proyecto.
- \* Aumentar la capacidad institucional y técnica de instituciones amazónicas para implementar programas de mejoramiento y conservación de frutales amazónicos.

## RESULTADOS ESPERADOS

Al final del proyecto, se contará con un grupo de productos finales que, en conjunto, resolverán el problema central del uso inadecuado de recursos genéticos:

## CONOCIMIENTOS

1. Información sobre variación fenotípica y genética entre poblaciones de aguaje, camu-camu y pijuayo, documentada en artículos científicos o tesis.
2. Información sobre heredabilidad y correlaciones genéticas en poblaciones de aguaje, camu-camu y pijuayo, documentada en artículos científicos y tesis.
3. Conocimientos fortalecidos a través de la capacitación y formación profesional.

## BIENES

1. Tres estrategias interinstitucionales de mejoramiento, una por especie (herramientas).
2. Germoplasma de calidad, y la base para producción de germoplasma de mayor calidad a plazo mediano.
3. Fortalecimiento de redes de la Iniciativa Amazónica.

## SERVICIOS

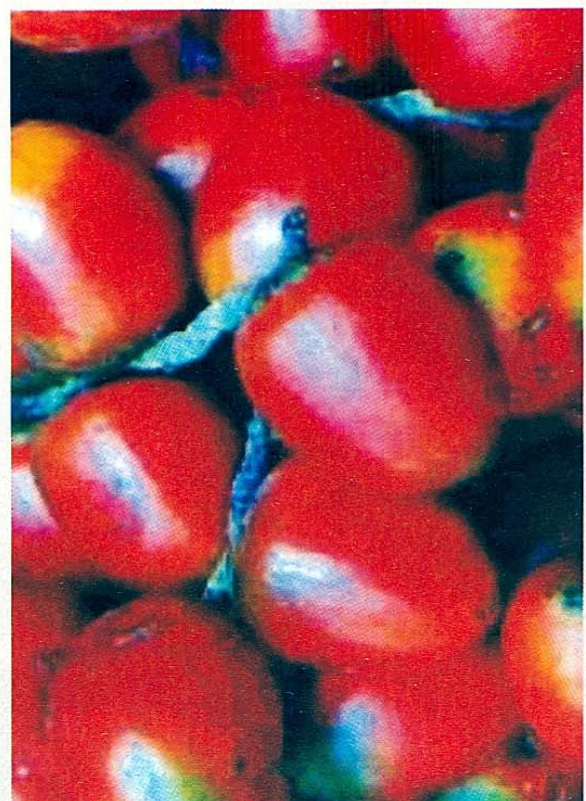
Documentos de extensión.  
Programas radiales y un video.



**Coordinador técnico:  
Jonathan Cornelius Ph. D**

**[j.cornelius@cgiar](mailto:j.cornelius@cgiar)  
[pucallpa@inia.gob.pe](mailto:pucallpa@inia.gob.pe)**

**Av. Centenario km 4.  
Teléfono: 061-571831**



## RELACIÓN DE PROFESIONALES Y TÉCNICOS

Estación Experimental Agraria Pucallpa

### DIRECCION

Ing. Pedro Orlando Ruíz Cubillas PhD.  
Sec. Carmen Andi Saldaña

### Planificación y presupuesto

Ing. Miguel Vásquez Macedo  
Téc. José Salva Young

### Administración

CPC. Arturo Yupari Villacorta  
Téc. Claudine Reátegui Quiroz  
Téc. Leonila Vásquez Gómez  
Téc. Jorge Tello Muñoz  
Téc. Marcial Gonzáles Maguiña  
Sr. Daniel Díaz Armas

### INVESTIGACIÓN

#### Forestal

Ing. Auberto Ricse Tembladera  
Ing. Walter Angulo Ruíz  
Ing. Ymber Flores Bendezú MsC.  
Téc. Hilter Fasabi Tuanama  
Téc. Tulio Amasifuen Del Aguila  
Téc. Ramón Pacaya Manihuari  
Téc. Lenín Bernales Ruíz  
Sec. María del Carmen Quispe Torres

#### Cultivos

Ing. Leonardo Fulvio Hidalgo Ríos MsC.  
Ing. Alina Alexandra Camacho Villalobos  
Ing. Víctor Vargas Clemente  
Ing. Juan Carlos Rojas Llanque  
Ing. Tito Renán Ochoa Torres  
Téc. Santos Izquierdo Camus  
Téc. Julio Rioja Taricuarima

#### Recursos Genéticos

Ing. Wilfredo Guillén Huachua

#### Crianzas

Ing. Ever Caruzo Varas  
Sr. Jorge Ríos Salazar

### EXTENSION AGRARIA

#### Unidad de Extensión Agraria

Ing. Pedro Pablo Reyes Inca MsC.  
Ing. Zully Patricia Seijas Cárdenas  
Ing. José Ernesto Pisco Berrospi  
Téc. Petí Torres Rengifo  
Sec. María Milagros Quispe Torres

#### Producción de semillas, plantones y reproductores

Ing. Héctor Campos Amasifuén  
Ing. Clemente Salazar Arista  
Téc. Marlon Marín García

#### Aguas y Suelos

Ing. Beatriz Sales Dávila  
Sr. Luis Yanqui Ochavano

*Investigar, capacitar e informar  
sobre las tecnologías agrarias en  
pro del desarrollo del Perú*



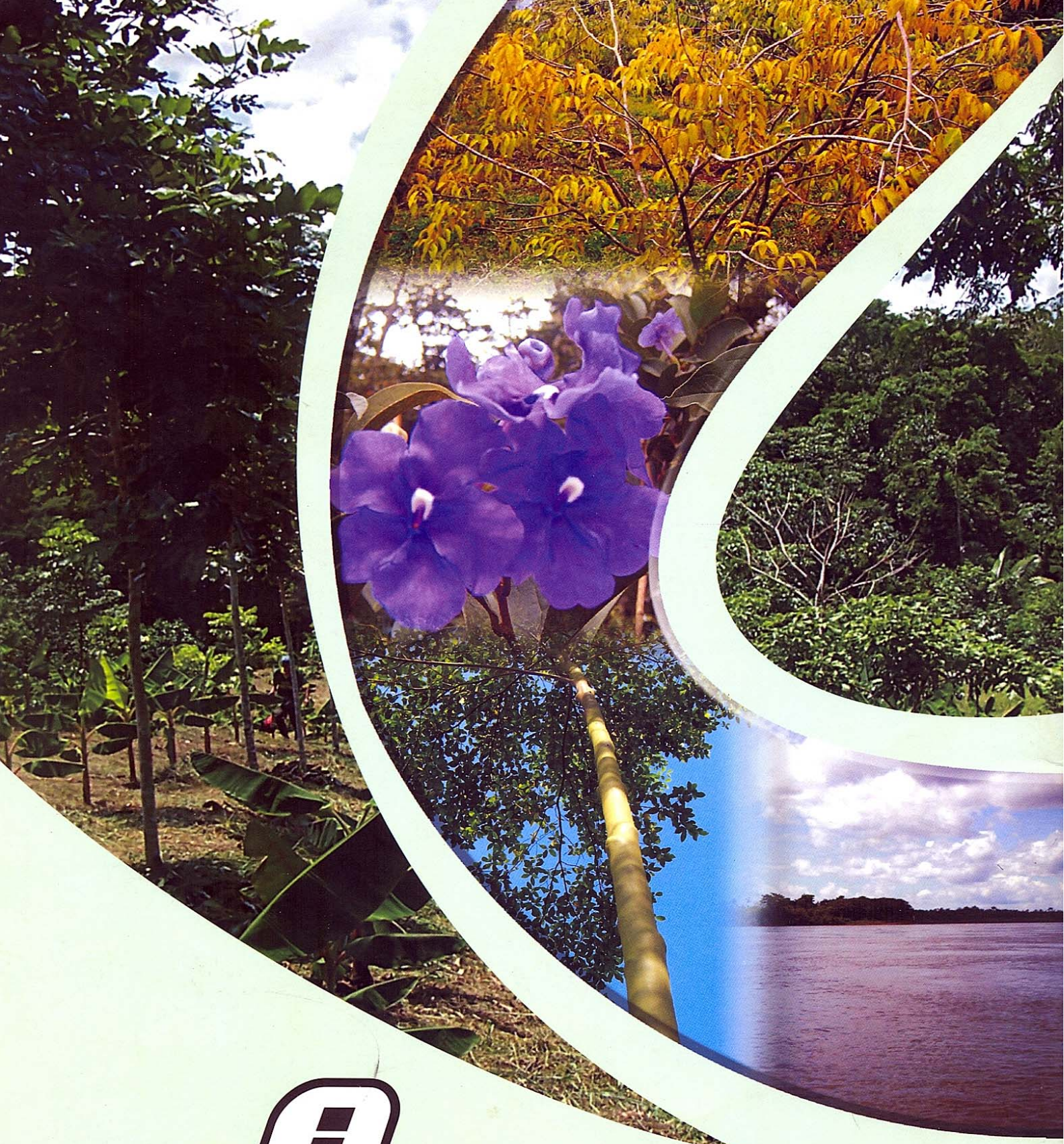
UNIDAD DE TRANSFERENCIA  
Y APOYO A LA EXTENSION

PUCALLPA

# Reforestación familiar



“Colaborando con el medio ambiente”



***Innovación y Tecnología***

Carretera Federico Basadre km 4. Casilla Postal 203 - Pucallpa - Perú  
Telefax: (061) 57-5009 Teléfono: (061) 57-1913 - (061) 57-5751

