

20652  
3 cop

11/01 27/3/04



BIBLIOTECA AGROPECUARIA  
DE COLOMBIA



PRONATTA  
PROGRAMA NACIONAL DE TRANSFERENCIA  
DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA

---

# EL CULTIVO DEL CAUCHO

(*Hevea brasiliensis* Muell.)

# CON ENFOQUE AGROFORESTAL

---

Autores

Carlos Julio Escobar Acevedo <sup>1</sup>

Colaboradores

Carlos Arturo Yasnó Cabrera <sup>2</sup>

José María Trochez <sup>2</sup>

Carlos Alfonso Cárdenas <sup>2</sup>

CARTILLA DIVULGATIVA

Florencia, Enero de 2004

---

1. Agrólogo, M.Sc. Investigador Programa de Recursos Biofísicos C.I. Macagual. A.A. 337, Florencia, Caquetá, Colombia  
2. Auxiliares de Investigación C.I. Macagual. A.A. 337, Florencia, Caquetá, Colombia

I C A - S - C	
N.º AC 3 0	
Compra	<input type="checkbox"/>
Canje	<input type="checkbox"/>
Donación	<input type="checkbox"/>
Procedencia	Deposito Legal Corpoica
Fecha	V-21-04
Costo	\$15.000

ISBN: 958-8210-58-5

**PERSONAL DIRECTIVO**

Director Ejecutivo Corpoica

Luis Arango Nieto

Director C.I. Macagual

Salvador Rojas González

Coordinador General Pronatta

Luis Ernesto Villegas Ramírez

Coordinador Pronatta Regional Amazonia

Freddy Antonio Vargas Ramírez

Financiación Corpoica – Pronatta

Proyecto "Evaluación del caucho en sistemas agroforestales en dos unidades agroecológicas de los municipios de Florencia y Belén de los Andaquíes del departamento de Caquetá".

**PRODUCCIÓN EDITORIAL**

Primera Edición

Noviembre de 2003

Florencia, Caquetá – Colombia.

Fotografía: Litza Carolina Echeverry Perdomo

Tiraje: 1600 Ejemplares

**PRODUMEDIOS**  
Productos editoriales y audiovisuales

Diseño, fotomecánica, impresión y encuadernación

www.produmedios.com

Teléfono: 2885338 - Bogotá, DC

Impreso en Colombia

# Tabla de Contenido

INTRODUCCIÓN.....	5
ORIGEN.....	7
CLASIFICACIÓN BOTÁNICA.....	7
DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA .....	7
Sistema radicular.....	8
Sistema aéreo (tallo, ramas, copa).....	8
Sistema laticífero .....	9
Sistema foliar .....	9
Sistema reproductivo (flor, fruto y semilla).....	9
CLONES .....	10
INTERACCIONES ECOLÓGICAS DEL CULTIVO .....	11
Clima.....	11
Latitud .....	11
Altitud.....	11
Luminosidad.....	11
Temperatura atmosférica.....	11
Humedad relativa .....	11
Viento.....	12
Necesidad hídrica .....	12
Suelo.....	12
Drenaje.....	12
REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL CAUCHO .....	13
Nitrógeno .....	13
Fósforo .....	13
Potasio.....	13
Azufre .....	14
Calcio .....	14
Magnesio .....	14
Manganeso .....	14
Hierro.....	14
Cobre.....	14
Zinc.....	14
Boro .....	14
RECICLAJE Y ABSORCIÓN DE NUTRIENTES.....	15
Interacciones y equilibrio de nutrientes en la planta.....	16

MICORRIZAS.....	19
EL CAUCHO EN ARREGLOS AGROFORESTALES.....	20
Establecimiento .....	20
Reconocimiento y selección del área .....	20
Vegetación existente .....	21
Relieve .....	21
Obstáculos presentes .....	21
Fuente de agua .....	21
Adecuación manual del área.....	21
Configuración del arreglo espacial y densidad de siembra.....	21
Trazado - Estacado .....	23
Plateo.....	23
Ahoyado - Repicado .....	23
Siembra .....	23
Resiembra .....	24
LABORES CULTURALES .....	24
Abonado .....	24
Limpieza - control de malezas.....	25
Podas de formación .....	25
PLAGAS .....	26
Hormiga arriera o cortadora de las hojas .....	26
Comejen o termitas .....	26
ENFERMEDADES .....	26
Raya negra, chancro del tronco, mancha negra.....	26
Antracnosis .....	26
INTERACCIONES ALELOPÁTICAS .....	27
COSECHA.....	29
Selección de árboles aptos .....	29
Trazado del panel de aprovechamiento .....	29
Apertura del panel .....	29
Elementos para equipar los árboles.....	30
Frecuencia de rayado.....	30
Fenología del árbol .....	30
Estimulación .....	30
Recolección, dilución y filtrado.....	31
Coagulación y laminado .....	31
Secado y empaque .....	31
COSECHA DE LOS FRUTALES.....	32
BIBLIOGRAFÍA.....	32
ANEXOS .....	33

# Introducción

El contenido de esta publicación fue compilado a través de una revisión bibliográfica, así como de la inclusión de los resultados de avances obtenidos en el Centro de Investigación Macagual y en el Hato Carolina (Florencia, Caquetá), en desarrollo del proyecto “Evaluación del caucho en sistemas agroforestales en dos unidades agroecológicas de los municipios de Florencia y Belén de los Andaquíes del departamento de Caquetá”, cofinanciado por PRONATTA en el periodo septiembre de 2001 y diciembre de 2003, mediante convenio suscrito entre las dos instituciones.

La temática presentada en la publicación comprende desde el área de origen del caucho, su clasificación botánica y descripción morfológica, interacciones ecológicas del cultivo, requerimientos nutricionales, reciclaje y absorción de nutrientes, micorrizas, establecimiento de la especie en arreglos agroforestales, labores culturales, plagas, enfermedades e interacciones alelopáticas, cosecha y beneficio del caucho y de los frutales amazónicos asociados al cultivo.

El objetivo de la publicación es difundir la información sobre el cultivo de caucho con enfoque agroforestal en el Piedemonte del Caquetá, para generar efectos multiplicadores entre los profesionales, técnicos y productores vinculados al fomento e investigación de la especie, de quienes esperamos recibir sus comentarios, observaciones y sugerencias que sirvan para retroalimentar el proceso de mejoramiento tecnológico regional alrededor de la heveicultura.

# EL CULTIVO DEL CAUCHO (*Hevea brasiliensis* Muell.) CON ENFOQUE AGROFORESTAL

## ORIGEN

El área de origen y distribución del género *Hevea* con once especies conocidas es de aproximadamente seis millones de kilómetros cuadrados, siendo sus límites 6° de latitud Norte y 15° Sur, 46° de longitud Este y 77° Oeste. En cuanto al *Hevea brasiliensis* su área de distribución cubre el sur de la cuenca amazónica. Las especies clasificadas en el género *Hevea* se relacionan a continuación:

*Hevea guianensis* Aubl.

*Hevea benthiana* Muell. Arg.

*Hevea paludosa* Ule.

*Hevea brasiliensis* (Willd. Ex A. Juss). Muell.  
Arg.

*Hevea spruceana* (Benth) Muell. Arg.

*Hevea pauciflora* (Spruce ex Benth.) Muell. Arg.

*Hevea nítida* Mart. Ex Muell.

*Hevea rigidifolia* (spr. Ex Benth) Muell. Arg.

*Hevea camporum* Ducke

*Hevea microphylla* Ule

*Hevea camargona* Pores.

a la clasificación del género, contrariamente las especies y eventualmente las variedades genéticas estables y bien definidas son difíciles de diferenciar unas con otras. Parece que esta planta con  $2n= 36$  cromosomas sería aloploidio procedente del cruzamiento de dos especies primitivas vecinas con  $2n= 18$  cromosomas seguida de una duplicación espontánea de su genoma (Bouharmont 1960, citado por EMBRAPA 1998).

Para la especie *Hevea brasiliensis* se han reconocido por los siringueros tres razas: vermelha, branca y preta. La *hevea brasiliensis* se clasifica de manera resumida a continuación.

Clase:	Dicotiledonea
Orden:	Euforbiales
Familia:	Euforbiáceas
Genero:	<i>Hevea</i>
Especie:	<i>Brasiliensis</i>

## CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

Las características botánicas consideradas para el género *Hevea* fueron descritas por Fusee Hublet (1775) a partir del material colectado en la Guayana Francesa. De aquí en adelante los trabajos se han dedicado

## DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA

El conocimiento de la morfología de la planta y las características de su desarrollo, sirven para orientar las técnicas de siembra, realizar un manejo más adecuado del cultivo y para entender las interacciones del entorno con la planta. De manera general la planta está conformada por los siguientes órganos o subsistemas (Compagnon 1998).

## Sistema radicular

El sistema radicular del *Hevea* adulto está compuesto por una parte pivotante y otra radial. La parte pivotante puede crecer varios metros en suelos homogéneos de buena estructura. Al contrario, el crecimiento se detiene por capas rocosas o arcillosas endurecidas y nivel freático alto permanente. La parte pivotante asegura el anclaje del árbol y contribuye al suministro de agua y nutrientes a partir de las capas profundas del suelo, especialmente en la estación seca. Las raíces laterales nacen por debajo del cuello desarrollándose abundantes pelos absorbentes (raíces de nutrición que presentan fuerte atracción por la materia orgánica en descomposición) para explorar la capas superficiales del suelo, extendiéndose varios metros y entrelazándose con los árboles vecinos del cultivo.

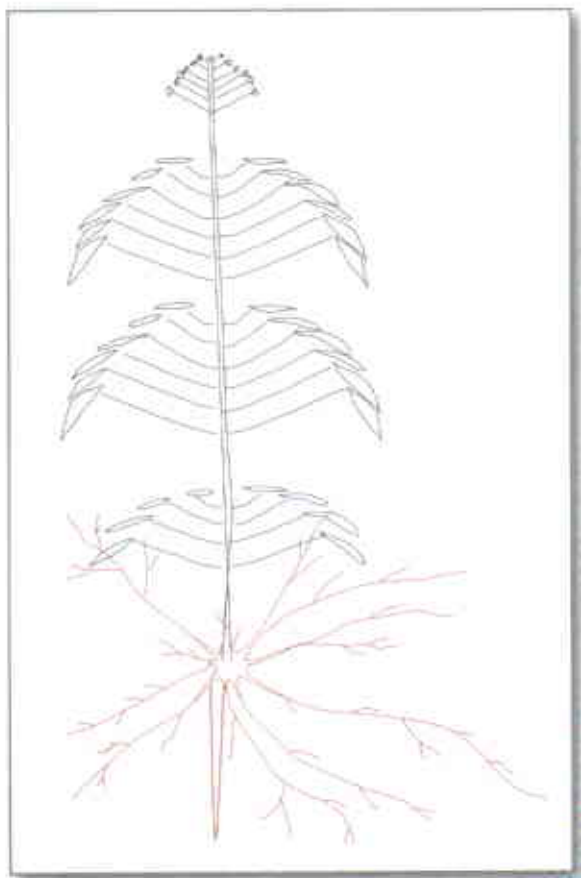


Figura 1. Esquema representando diversos ciclos foliares y proyección horizontal-vertical de la raíz

## Sistema aéreo (tallo, ramas, copa)

Dos factores principales del sistema aéreo del caucho tienen importancia en la producción. El crecimiento de la circunferencia del tallo y la estructura de su ramificación considerada muy importante con relación a la resistencia que ofrezca a la rotura por el viento. El crecimiento del sistema aéreo del caucho se caracteriza por presentar una ritmicidad. El tallo del caucho no crece continuamente sino con cierta periodicidad, formando diferentes pisos foliares. Cronológicamente cada unidad de crecimiento o lanzamiento comprende cuatro fases bien definidas:

**a. Brotamiento.** Las hojas escamosas preformadas en la yema terminal se abren y aparece el nuevo crecimiento. Esta fase dura en promedio nueve días.

**b. Crecimiento.** La elongación rápida de los entrenudos separa las escamas. Las hojas verdaderas se inician a partir del brote, aparecen rojizas, con limbo muy reducido en posición vertical, después los folíolos se inclinan hacia el suelo y la tonalidad rojiza se atenúa. Esta fase dura once días en promedio.

**c. Maduración foliar.** Los folíolos crecen rápidamente, conservan la posición pendular, el color verde claro pasa a verde oscuro. La fase dura en promedio diez días.

**d. Dormancia.** Se considera como el final de esta fase el momento en que los folíolos adquieren rigidez y comienzan a enderezarse. La fase puede durar desde doce días hasta mucho tiempo según las condiciones ambientales. El funcionamiento del cambium está sincronizado con el crecimiento del meristemo apical. En la práctica se ha demostrado que el mayor prendimiento en la injertación se obtiene cuando los patrones han llegado al final del desarrollo de un nuevo crecimiento.

## Sistema laticífero

El tejido laticífero se encuentra formando parte de todos los órganos del árbol de caucho. En la organización funcional del tejido laticífero, la mayoría de los tejidos del tronco derivan del funcionamiento de un meristemo lateral, la zona generatriz liber - lignosa. Los tejidos "secundarios" producidos por esta zona generatriz son la madera y el liber, tienen como función participar en la alimentación de los vasos laticíferos con agua, iones y azúcares precursores en la síntesis del látex.

La madera formada hacia el interior del tronco constituye un material resistente y conserva su estructura, el liber formado hacia el exterior es un tejido frágil en continua transformación, su estructura debe adaptarse al aumento diametral del tronco. En el liber es donde se diferencian los elementos utilizados para la producción de látex. Están dispuestos en montos concéntricos y forman una red continua en el interior de cada manto. El liber además de los laticíferos tiene unos tubos cribados, células acompañantes y elementos parenquimatosos dispuestos en filas verticales asociados a los laticíferos. Todos los elementos parenquimatosos están dispuestos en filas horizontales, radiales, cambiando de esta manera los dos sistemas (liber - madera).

## Sistema foliar

Las hojas son compuestas, trifoliadas, pecioladas-alargadas, pilosas o glabras, semi coriáceas, coriáceas. Las laminas foliares oblanceoladas y obovadas. Agudas en el color cobrizo o marrón, que pasa a un verde claro y finalmente a verde oscuro en hojas maduras. El árbol de caucho se considera perennifolio durante los cinco o seis primeros años de vida, después se comporta como caducifolio cambiando de follaje cada año en épocas de mínimas y/o máximas lluvias, según el clon, luego se refolia rápidamente.

## Sistema reproductivo (flor, fruto y semilla)

Las plantas del género *Hevea* son dicotiledonias monoicas, con flores unisexuales, masculinas y femeninas, en la misma inflorescencia, constituida por un racimo (dicasio cónico). Las flores son de color amarillo claro están conformadas por un cáliz de cinco sépalos, con 10 estambres sesiles en dos ciclos de cinco en posición alterna. Ovario tricarpelar trilobular de lóculos uniovulados; óvulos pendientes de la placenta central, anátropos; estigma trilobato y sésil. Cada inflorescencia tiene en promedio seis flores femeninas. Los agentes polinizadores son el viento, los insectos. La fructificación alcanza menos del 2% de las flores femeninas en condiciones naturales y cerca del 4% en aquellas polinizadas manualmente en función de la baja humedad ambiental en el periodo de polinización. Entre la fecundación y la maduración del fruto transcurre un periodo de cinco a seis meses.



Foto 1. Fruto y semilla del árbol de caucho C. I. Macagual

El fruto del caucho es una cápsula de tres celdas con una semilla en cada una. Al secarse ocurre la dehiscencia completa, con un ruido característico, lanzando las semillas hasta 15 m de distancia. La semilla del caucho tiene forma redondeada o elíptica, cubierta por una epidermis compacta, la cual presenta manchas oscuras sobre fondo más claro que sirven para identificar lo diferentes clones.

## CLONES

La diversidad clonal es una característica fundamental de la planta, que permite adaptar las especies cultivadas a nuevos nichos. Sin embargo, la desventaja indiscutible que constituye para el mejoramiento de cualquier especie, es el empleo exclusivo de la injertación que por una parte excluye la reproducción del sistema radicular original y por otra parte plantea el problema de la compatibilidad injerto/portainjerto, responsable de la heterogeneidad intraclonal injerto. En el Caquetá se han introducido varios clones que se cultivan a pequeña y mediana escala en razón a sus ventajas agronómicas como son la relativa tolerancia a plagas y enfermedades, en soportar bien los periodos de máximas lluvias y una producción aceptable en cuanto al rendimiento del látex en suelos del lomerío Amazónico con pobreza de nutrientes. La difusión del material seleccionado se ha realizado empleando la técnica de injertación de yemas entre otros de los siguientes clones:

- IAN 710 originario del Brasil, Instituto Agronómico do Norte. Proviene del cruce (PB 86 x F



Foto 2 IAN 710 Jardín clonal C. I. Macagual



Foto 3 FX 3864 Jardín clonal C. I. Macagual

409). El PB es originario de Prang Besar Malasia y el F es un clon nativo originario de Fordlandia Brasil.

- IAN 873 originario del Brasil, Instituto Agronómico do Norte. Proviene del cruce (PB 86 x FA 1717).
- FX 3864 originario de Fordlandia Brasil, susceptible a costra negra, resistente al mal suramericano de las hojas. Proviene del cruce (PB 86x FB 38).

A nivel de investigación en el C. I Macagual se han introducido los clones IAN 6158 -P4, FX 3864 P2, FX 3899 - P1, que hacen parte de un grupo de materiales poliploides inducidos artificialmente.

El fin de la diploidización, como en otras distintas especies, es obtener un incremento en el tamaño de los órganos, haciendo el diplode más vigoroso y productor que el individuo de donde proviene. Los principales efectos observados en los poliploides en general han sido grietas en el tronco, hojas gruesas y color verde oscuro, ramas frágiles. Desde el punto de vista anatómico la corteza es más gruesa y el tamaño y número de vasos laticíferos es mayor.

## INTERACCIONES ECOLÓGICAS DEL CULTIVO

Las exigencias ecológicas del caucho deben ser estudiadas antes de establecer una plantación a escala comercial. Si las condiciones ecológicas no son favorables para el cultivo, difícilmente el productor obtendrá buen lucro, pues los factores latitud, altitud y en general el clima y los suelos son los grandes responsables por el desarrollo de la planta. (Fundación Cargill, 1983).

### Clima

El género *Hevea* se encuentra adaptado en varios patrones climáticos, siendo cultivado comercialmente desde el trópico cálido húmedo en el Ecuador, hasta el subtropical con déficit hídrico estacional acentuado superior a 350 mm/año y limitaciones térmicas.

### Latitud

Hay reportes que el caucho se cultiva desde los 22° de latitud norte en China, hasta los 25° latitud sur en Brasil, pero se consideran zonas marginales. En el Caquetá el área del cultivo está comprendida entre los 2° 58' latitud norte y 0° 40' de latitud sur y 71° 30' a 76° 15' de longitud oeste.

### Altitud

La altitud afecta directamente la temperatura, la lluvia, la humedad relativa, la luminosidad, etc., factores que a la vez influyen en el desarrollo del cultivo. El caucho es cultivado entre 0 y 1000 msnm. En el Caquetá el cultivo se desarrolla entre los 300 y 1000 msnm., aproximadamente.

### Luminosidad

El caucho se desarrolla bien con un brillo solar de 1.500 a 2.500 horas de sol al año, la sombra retra-

sa su crecimiento, pero no se conocen sus umbrales críticos, deben descartarse las zonas con alta nubosidad. Hay menor producción al reducirse el brillo solar.

### Temperatura atmosférica

La temperatura afecta directamente la fotosíntesis, la respiración, la permeabilidad de las paredes celulares, la disponibilidad de agua y nutrientes, la evapotranspiración, las actividades enzimáticas etc., reflejándose estos efectos en el crecimiento, ciclo vegetal y producción del cultivo. También las plagas y enfermedades varían en función de este factor. Las temperaturas óptimas para un buen desarrollo del cultivo de caucho oscilan entre 20 y 25°C, registrados alrededor del tallo a 100 centímetros de la superficie del suelo.

El caucho también se puede cultivar en lugares con temperaturas abajo o encima de los valores citados, pero con perjuicio para su desarrollo y producción de látex. Bajo la temperatura ambiente superior a 40°C, la tasa de respiración excede a la tasa de fotosíntesis. Cuando se presentan oscilaciones o variaciones extremas de temperatura de 25 a 30° C, entre el día y la noche, hay exudación del látex en plantas jóvenes debido al rompimiento de los vasos laticíferos.

### Humedad relativa

En los agroecosistemas de la región amazónica, el grado higrométrico de la atmósfera es generalmente próximo a la saturación. Esta característica climática reviste importancia porque acelera la emisión de las hojas, prolonga su longevidad, favorece el lanzamiento de la inflorescencia, pero también propicia condiciones para el desarrollo de enfermedades como el mal suramericano de las hojas en clones susceptibles a contraer la enfermedad. El agua libre de rocío sobre las hojas por más de seis horas, favorece la germinación de las esporas e infección de las hojas. Con relación

al rayado de caucho en las primeras horas de la mañana el valor de la humedad relativa próximo a la saturación favorece un buen escurrimiento del látex, manteniendo un aceptable nivel de la producción. Al medio día en épocas secas, puede descender hasta el 50% contribuyendo al control de las enfermedades.

### Viento

Vientos con velocidades entre 8 y 14 m/segundo (29 a 50 km/hora) causan daños mecánicos en hojas jóvenes; a 17.5 m/segundo (63 km/hora) los clones más susceptibles sufren rompimiento de gajos, rajaduras del tronco y hasta caída total. Vientos con velocidades de 17 a 21 m/segundos (6 a 10 km/hora), con daños mecánicos del 2 al 5%, son frecuentes en todas las regiones productoras de caucho.

En el Piedemonte Amazónico los vientos están normalmente en calma, sin embargo, la situación más frecuente es cuando los aguaceros vienen acompañados de ráfagas de viento, (mayor a 50 Km/hora) de corta duración, presentándose algunos daños muy localizados.

### Necesidad hídrica

El requerimiento hídrico es específico para cada clon, pero en general son función de la radiación solar, tipo de suelos, de la densidad poblacional y de la superficie foliar transpirante. El caucho demanda grandes cantidades de agua para su crecimiento y producción de látex, toda vez que más del 70% del mismo está constituido de agua, los límites sugeridos por algunos investigadores varían desde un mínimo de 1.500 mm/año bien distribuidos mensual y diariamente.

Para las condiciones del Piedemonte Amazónico, la precipitación sobrepasa los 3.500 mm anuales, pero pueden presentarse periodos mayores de 20 días sin llover (< 100 mm/mes) que afectan negativamente la producción del látex. Sin embargo,

son mas frecuentes los excesos de lluvias (mayor de 350 mm/mes), que provocan limitaciones en el rayado y recolección del látex, implicando pérdidas en la producción.

### Suelo

El cultivo de caucho puede considerarse como relativamente exigente desde el punto de vista edáfico. Un factor importante para la planta de caucho, es que el suelo tenga buenas propiedades físicas, tales como adecuada profundidad efectiva, buena aireación y consecuentemente buena permeabilidad; textura franco-arcillosa (25 a 40% de arcilla) que permita una retención de humedad y buena estructura.

Prácticamente todas las áreas productoras de caucho natural en áreas del Caquetá, están cultivadas en suelos considerados de baja fertilidad química, pero algunas investigaciones han mostrado que la planta presenta mejor desarrollo y producción cuando se realizan prácticas de abonamiento y reciclaje de materia orgánica y nutrientes, mejorando las propiedades bioquímicas del suelo.

### Drenaje

En las regiones húmedas, el drenaje constituye una necesidad para evacuar el exceso de agua lluvia que produce encharcamiento, principalmente en áreas planas con depresiones y drenaje interno lento.

Por lo tanto, es necesario realizar un reconocimiento preliminar de esas áreas y evaluar los posibles limitantes o daños que pueda causar a los cultivos y diseñar un sistema de drenaje superficial que permita conectar los puntos de desagüe con salidas o drenajes naturales. El mantenimiento de estos drenajes debe ser adecuado para que no conviertan en foco de erosión o se obstruyan por la proliferación de malezas.

## REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL CAUCHO

En las plantas los elementos esenciales ejercen funciones extremadamente importantes, y muchas veces específicas en los procesos fisiológicos. La carencia de uno o más elementos en la planta ocasiona disturbios en los procesos bioquímicos provocando un desequilibrio nutricional en ésta que afectan negativamente su desarrollo y producción (Compagnon 1998).

### Nitrógeno

El nitrógeno es el macronutriente aniónico más exigido y más abundante, en la planta es absorbido bajo la forma de aminoácidos, urea,  $\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_3$ . Es un elemento esencial que además de ser constituyente de compuestos vitales y de participar en la formación de clorofila, es de gran importancia para la planta del caucho en diversas fases de desarrollo y producción del látex, la ausencia de este elemento, trae como consecuencia un amarillamiento en las hojas reduciendo así su capacidad fotosintética y demás funciones metabólicas. Los síntomas de carencia se caracterizan por una clorosis generalizada en las hojas, que se tornan gruesas y duras. Las primeras afectadas son las hojas más viejas. También puede ocurrir una disminución en el crecimiento, hojas ralas y tallos delgados. En árboles adultos disminución de la producción. La invasión de gramíneas y los periodos de verano prolongados reducen la actividad de los microorganismos en el suelo y pueden provocar deficiencias.

### Fósforo

En los suelos de los trópicos húmedos, el fósforo es uno de los elementos de baja disponibilidad, haciendo que los niveles de productividad de los diversos cultivos se vean limitados.

Este elemento es esencial para el crecimiento, manutención y producción del látex, desempeña en la planta un papel importante en reacciones bioquímicas del metabolismo de los carbohidratos, particularmente en respiración, división celular y desenvolvimiento de tejidos meristemáticos, siendo también constituyente de ácidos nucleicos. Los síntomas de deficiencia de fósforo en caucho ocurren inicialmente en hojas situadas en la parte mediana del ramo, estas se caracterizan por presentar amarillamiento en la fase ventral de la hoja y una coloración bronceada en la fase dorsal que se acentúa a partir del ápice con posterior secamiento de la hoja.

### Potasio

Este elemento desempeña funciones importantes en los procesos fisiológicos, como fotosíntesis, respiración, síntesis de proteína, aminoácidos, transformación de carbohidratos y producción del látex. La carencia del potasio disminuye el espesor de la corteza del tallo, tamaño y cantidad de vasos laticíferos. Los síntomas de deficiencia de potasio son encontrados en las hojas más viejas y se caracterizan por una clorosis marginal y la aparición de puntos amarillos en las márgenes y algunas veces de los ápices, seguido de la necrosis de esas áreas.



Foto 4 Hoja con síntomas de deficiencia de Potasio

## Azufre

Es constituyente de proteínas y aminoácidos esenciales (cistina, cisteína y metionina), de sustancias reguladoras del crecimiento y biosíntesis del látex. Este elemento también participa indirectamente en la formación de clorofila.

En el suelo se encuentra bajo la forma  $SO_3$  y en áreas anegadas o compactadas  $SH_2$  en forma tóxica para las plantas. El S no influye sobre la absorción de N y P pero la fertilización excesiva de ellos dos conduce a deficiencia de S. Su concentración en los tejidos del caucho es equivalente a la del fósforo.

## Calcio

Catión principal de la pared celular en forma de pectato, por eso este elemento tiene importancia relativa en la resistencia mecánica de los tejidos. En dosis reducidas activa algunos enzimas, probablemente a nivel de vasos laticíferos. Es indispensable para el funcionamiento de los meristemas y desarrollo radicular.

Actúa en el metabolismo del nitrógeno y su deficiencia en las plantas origina la no asimilación de los nitratos, también se afecta la redistribución en los diferentes órganos de la planta. Los síntomas de carencia de calcio se evidencian por una necrosis de coloración marrón en el ápice de las hojas que luego se transmite a los márgenes.

## Magnesio

Desempeña un papel importante en la fotosíntesis, pues hace parte de la molécula de clorofila, también participa de muchos sistemas enzimáticos, siempre asociado a compuestos de fósforo. El magnesio tiene influencia en la producción del látex. El síntoma característico de la deficiencia es el desarrollo de una clorosis entre las nervaduras de las hojas mas viejas continuando hasta el margen.

## Manganeso

Hace parte de la constitución de diversas enzimas e intervine con el hierro en la formación de la clorofila. Actúa sobre la respiración y transpiración vegetal se encuentra en mayor proporción en las hojas y la corteza. Por razones de calidad del látex no es deseable concentraciones superiores a 10 ppm.

## Hierro

Activador de enzima indispensable en los sistemas oxidantes y para la síntesis de clorofila.

## Cobre

Es un elemento activador de los óxidos. Concentraciones altas en el látex son perjudiciales para la calidad del producto.

Aplicaciones fuertes de fertilizantes fosfatados pueden inducir su deficiencia, disminuye la absorción de N y acelera la metabolización de las proteínas. Inyectado a los árboles como  $CuSO_4$  estimula la producción del látex.

## Zinc

Esencial para la síntesis del triptofano que a la vez es el precursor del ácido indolacético. La elevación del pH del suelo y altas aplicaciones de fosfato pueden inducir una deficiencia.

## Boro

Influencia la actividad de componentes específicos de la membrana celular incrementando la capacidad de la raíz para absorber P, Cl y K. La enzima ATPasa activada por el KCl muestra baja actividad en las raíces de plantas deficientes en boro. Inyectado en la forma de ácido bórico estimula la producción del látex.

## RECICLAJE Y ABSORCIÓN DE NUTRIENTES

En las plantas la transformación de la energía radiante en energía bioquímica, implica además la incorporación de compuestos y elementos químicos del medio en la formación de nuevos tejidos. Al entrar estos tejidos en las cadenas tróficas de herbívoros, carnívoros, hasta los descomponedores, los compuestos resintetizados y transformados, así como los nutrientes son liberados al medio. Este movimiento tiene un carácter cíclico donde participan elementos, organismos y su ambiente atmosférico y geológico. Los ciclos biogeoquímicos se dividen en diferentes tipos, de acuerdo con los compuestos o elementos que lo integren y se clasifican en función del principal depósito (sedimentario o atmosférico) donde se presentan retenciones o acumulaciones de cierta temporalidad.



Foto 5 Reciclaje de hojarasca y nutrientes

El estudio de los procesos sobre el tipo de interacciones entre la biomasa, los nutrientes y el medio a través del tiempo, trata de determinar los ciclos de transformaciones individuales y/o

colectivas que ocurren en los sistemas biológicos, bien sean naturales o artificiales. El conocimiento que se obtiene sobre la dinámica de los ciclos de energía, nutrientes y agua en los ecosistemas y en los agroecosistemas, especialmente aquellos denominados frágiles (Bosque muy Húmedo Tropical) debe servir para que por medio de prácticas silvoagronómicas se favorezca el establecimiento de reservas de biomasa en la parte aérea para que posteriormente vayan siendo incorporadas (caída de hojarasca, podas, etc.) a la superficie del suelo mineral y contribuya a la formación de las capas u horizontes orgánicos: a) Ln y Lv conformadas por hojarasca no alterada; b) Fr y Fm material fragmentado fino; c) Hr y Hf material coloidal, los cuales por medio de procesos físico químicos y biológicos convierten los materiales orgánicos en formas disponibles para mejorar la fertilidad actual de los suelos (Ultisoles, Inceptisoles, Oxisoles, etc.) y consecuentemente incrementar la absorción y balance de agua y nutrientes en las plantas cultivadas contribuyendo así a equilibrar los sistemas productivos.

Las raíces bajo bosque natural no intervenido en la Amazonía se encuentran en un equilibrio dinámico con la producción de fitomasa, la deposición y descomposición de restos vegetales. En esas condiciones se reconoce que existe un ciclo interno y cerrado de elementos nutritivos. La materia orgánica del suelo y la roca madre descompuesta son las principales fuentes de nutrientes, aunque a través de la lluvia también se considera una entrada importante. Pero el ciclo se altera debido a las pérdidas por lixiviación de los suelos con el exceso de agua lluvia que lleva los elementos hacia los drenajes internos y externos del suelo.

Para que los nutrientes reciclados puedan ser absorbidos por las raíces de las plantas deben existir en el suelo en forma asimilable, disueltos en agua en concentraciones y proporciones adecuadas, pero si por ejemplo, el suelo está compactado no es posible que las raíces los puedan

absorber. Las fertilizaciones incompletas o parciales causan desequilibrios y pueden conducir a que se presenten deficiencias nutricionales en las plantas. La absorción de nutrientes debe estar correlacionada con el crecimiento, desarrollo y producción de las especies vegetales cultivadas. Hay plantas que pueden tener altas concentraciones de nutrientes y producir poca cosecha. En las plantas de crecimiento rápido las concentraciones de los elementos en los tejidos son bajas, porque presentan el efecto de dilución, mientras que plantas de crecimiento lento acumulan mayor cantidad de nutrientes.

Esta menor producción de biomasa implica un menor aprovechamiento de la oferta ambiental, un menor contenido y reciclaje de nutrientes, por consiguiente una inferior fertilidad del suelo, entre otros. Esa diferencia también nos indica que se está desaprovechando la capacidad que tiene el suelo de soportar mayor biomasa, la cual bien podría generarse con especies de uso múltiple con las que se puede asociar el cultivo de caucho.

En el cuadro 1 para las condiciones del Piedemonte del Caquetá, se reportan valores de fitomasa del bosque amazónico hasta el orden de 267 t/ha (IGAC, 1993) distribuidos en 77.5% de biomasa aérea, 18.5% raíces, 3.4% de mantillo y 0.6% de madera muerta en pie. En el mismo estudio se reporta un monocultivo de caucho de 26 años de cultivado en suelos del lomerío con una fitomasa de 76,3 t/ha, distribuida en 90.3% de biomasa aérea, 7.6% correspondiente a raíces y 2% de mantillo. Al comparar los valores de fitomasa entre el bosque natural y el monocultivo de caucho se presenta una diferencia importante, en donde el monocultivo apenas alcanza a producir cerca de un tercio de la biomasa del bosque natural.

### Interacciones y equilibrio de nutrientes en la planta

La concentración de cada elemento en la planta puede estar influida también por el nivel de otros

elementos en el medio, lo que determinará un aumento o disminución de dicho elemento. Por esto, existe la necesidad del equilibrio entre los macro y micronutrientes, se fundamenta en que los micro actúan como activadores de enzimas indispensables en los procesos del metabolismo vegetal, es decir, en la síntesis, transformación y eliminación de sustancias. Igualmente existen equilibrios entre los macronutrientes que dependen de la función metabólica y también existen entre los micronutrientes según su necesidad en el proceso catalizado.

Por lo tanto, el exceso de un nutriente, equivale a la deficiencia de otro u de otros, con los que mantiene un equilibrio dinámico, por ejemplo: N/K, N/S, P/S, K/P, B/P, B/K, B/S y otros. En todos los equilibrios que son característicos para cada especie, no importa la cantidad de nutrientes en sí, si no la proporción con su antagonista. Por consiguiente a través de las prácticas de fertilización o abonamiento se deben mantener las proporciones.

También existen las proporciones entre ácidos (aniones:  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ) y bases (cationes:  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ) que siempre debe ser de aproximadamente 1:1. Las variaciones entre las concentraciones de los ácidos y las bases pueden cambiar pero la suma de cada uno de ellos debe ser 100%:100% para mantener el equilibrio. Para cada especie vegetal (accesiones, ecotipo, variedad, híbrido, clon) de acuerdo con el ambiente en que se encuentre existe una proporción de nutrientes que es característica.

Los resultados de dos muestreos foliares, uno tomado en la época de máximas lluvias (mayo 2003) y otro tomado al final del periodo más lluvioso (agosto de 2003), a cuatro clones (5 años de edad) que se ha venido evaluando su desarrollo en el C.I. Macagual (CNSAM 7905, FX 3899-P1, FX 3864-P2, IAN 6158-P4) establecidos en un suelo de lomerío, se registran en el Anexo 1. Las concentraciones de siete elementos de los doce

**Cuadro 1.** Biomasa, reservas orgánicas y minerales en el cultivo de caucho (época: baja precipitación) Paisaje de lomerío.

Compartim. y componentes	Biomasa t/ha	%	Nutrientes (Kg/ha)										
			Ca	Mg	K	P	N	Al	Mn	Fe	Zn	Cu	B
Hojas	4	5.2	32	9.2	42.8	7.6	150.4	0.4	4.45	0.64	0.29	0.02	0.01
Ramas	14	18.3	64	8.4	40.6	7.0	116.2	0.3	2.80	0.46	0.15	0.0	0.09
Troncos	51	66.8	153	5.10	147.9	10.2	142.8	5.1	3.83	5.70	0.58	0.03	0.32
<b>Total aéreo</b>	<b>69</b>	<b>90.3</b>	<b>249</b>	<b>68.6</b>	<b>231.3</b>	<b>24.8</b>	<b>409.4</b>	<b>5.8</b>	<b>11.08</b>	<b>6.80</b>	<b>1.02</b>	<b>0.05</b>	<b>0.42</b>
Mantillo	1.5	2.0	14	2.1	2.4	0.8	15.8	1.8	1.53	2.63	0.10	0.02	0.02
Raíces	5.8	7.6	29	4.1	30.7	1.2	35.7	6.4	0.97	6.10	0.11	0.01	0.09
Suelo 0 -4 cm			90	58.5	81.7	3.3	1362.0	183.9	20.44	124.20	0.92	0.50	0.04
4 - 20 cm			182	90.0	177.2	6.8	3635.2	1410.0	3862	272.64	1.14	2.18	0.32
<b>Total suelos</b>			<b>272</b>	<b>148</b>	<b>258.9</b>	<b>10.1</b>	<b>4997.2</b>	<b>1594.8</b>	<b>59.06</b>	<b>396.84</b>	<b>2.06</b>	<b>2.68</b>	<b>0.36</b>
<b>Total cultivo</b>	<b>76.3</b>	<b>100</b>	<b>564</b>	<b>223</b>	<b>523</b>	<b>36.9</b>	<b>5458.1</b>	<b>1608.8</b>	<b>72.64</b>	<b>412.37</b>	<b>3.29</b>	<b>2.76</b>	<b>0.89</b>

Adaptado: IGAC, 1993

analizados indican que en general se encuentran dentro de los rangos establecidos como normales internacionales.

Los valores obtenidos de tres de los elementos aniónicos mayores (Nitrógeno - Fósforo - Azufre) están más próximos al límite inferior de los rangos normales, mientras el micronutriente aniónico Boro registra valores inferiores a los rangos normales. Los tres elementos catiónicos mayores (Potasio - Calcio - Magnesio) presentan concentraciones por debajo de los límites infe-

riores de cada uno de ellos; señalando posibles deficiencias. De los cuatro elementos catiónicos menores (Manganeso - Zinc - Hierro - Cobre) los primeros tres se encuentran en concentraciones por encima del límite superior de cada rango, mientras el Cobre tiene valores por debajo del límite inferior.

De manera complementaria (Cuadro 2) al analizar tres relaciones dinámicas entre algunos de los elementos (N/P, N/K, Fe/B) y correlacionar la tendencia de estos índices (época de máxima

**Cuadro 2.** Correlación entre parámetros de desarrollo y crecimiento de cuatro clones de caucho y los índices de las relaciones de algunos nutrientes. C.I. Macagual

Clon	Altura (cm)	Diámetro (cm)	RELACIONES					
			N/P		N/K		Fe/B	
			a	b	A	b	a	b
CNSAM 7905	426	3.6	12.1	13.9	10.7	5.2	62.9	32.1
FX 3899-P1	385	3.9	10.4	11.2	7.6	5.6	13.2	20.0
FX 3864-P2	551	4.9	9.7	11.2	6.1	4.2	6.4	7.2
IAN 6158-P4	506	6.7	9.2	14.9	6.1	4.9	22.4	21.0

a) Época de máxima lluvia

b) Final del periodo más lluvioso

**Cuadro 3.** Relaciones de elementos en hojas adultas de caucho versus la producción de látex en cuatro lotes del Hato Carolina (Florencia, Caquetá).

Localización	Prod.	RELACIONES					
		N/K	N/S	N/Fe	P/S	K/P	Fe/B
Lote 1 IAN 873	+	4.1	27.8	1.67	1.7	3.9	12.19
Lote AR FX 3864	-	3.9	15.2	5.48	0.9	4.2	3.56
Lote 5 IAN 873	-	3.7	16.0	3.24	0.9	4.5	5.26
Lote 7 IAN 873	+	4.5	37.0	1.15	2.1	3.9	17.06

lluvia) con valores de altura y diámetro; los clones mejor desarrollados, es decir el FX 3864-P2 y el IAN 6158-P4 corresponden con los menores valores de esos índices, mientras que los mayores valores coinciden con los clones menos desarrollados (CNSAM 7905 y FX 3899-P1). Estas tendencias indicarían que en los clones más desarrollados existen unas relaciones más equilibradas entre los nutrientes analizados y lo contrario estaría ocurriendo con los clones de menor desarrollo.

Desde el punto de vista de las relaciones suelo - planta - atmósfera esta respuesta significa una mejor adaptación a la fertilidad de los suelos del lomerío de los dos clones con mejor desarrollo, teniendo en cuenta que fueron sembrados en la misma época, un manejo silvoagrónómico igual y un suelo con similar oferta de nutrientes para los cuatro clones. Los resultados de un muestreo foliar realizado en la época de máxima precipitación (Junio de 2003), efectuado a árboles en producción de los clones IAN 873 y FX 3864 en el Hato Carolina, se presentan en el Anexo 2.

Al interpretar varias relaciones entre los elementos, se seleccionaron las seis que se enuncian en el cuadro 3 y serían las que correlacionan con las tendencias de producción que han venido registrando los clones evaluados. Los valores más altos de las relaciones N/K, P/S, N/S, Fe/B corresponden con los clones y lotes

de mayor producción de látex y viceversa. En las relaciones N/Fe y K/P los valores más bajos corresponden con los clones y lotes de mayor producción y lo contrario sucede con los valores más altos.

En el mismo cuadro 1 se registran los resultados de la cuantificación de 10 elementos nutrientes, cinco denominados mayores y cinco micronutrientes, además se consideran las cantidades de aluminio por ser un elemento abundante en los Ultisoles de lomerío Amazónico donde se encuentra cultivada la especie caucho en forma de monocultivo, con una densidad aproximada de 500 árboles/ha.

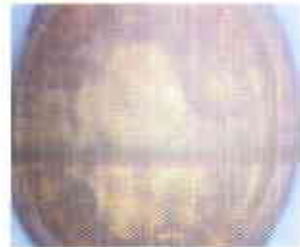
Con relación a los nutrientes mayores, el nitrógeno es el elemento más abundante en todo el sistema del cultivo, le siguen el potasio, el magnesio y por último el fósforo. De los micronutrientes el más abundante es el Hierro, sigue el manganeso, luego el zinc y cobre y por último el boro. Sin embargo, el manganeso es el que presenta mayor concentración en los tejidos del cultivo.

El aluminio considerado como un elemento tóxico y aunque se encuentra en altas concentraciones en el suelo, apenas fue absorbido por las raíces del caucho en cantidades similares a las del hierro. Para complementar esta información faltaría estimar los nutrientes extraídos por el látex desde cuando se inicio el beneficiamiento de los árboles de caucho.

FAMILIA GIGASPORACEAE



GIGASPORA



ESCUTELLOSPORA

FAMILIA ACALOUSPORACEAE

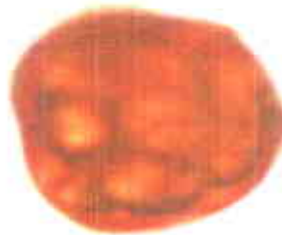


ACAULOSPORA



ENTROPHOSPORA

FAMILIA GLOMACEAE



SCLEROCYSTIS



GLOMUS

Foto 6. Estructuras Micorríticas representativas de diferentes géneros

## MICORRIZAS

Se ha determinado que la micorrizas vesícula arbúscular asociadas a las raíces de las plantas contribuyen a transferir nutrientes del suelo, especialmente fósforo con ahorro importante de energía metabólica. Un muestreo exploratorio en la unidad agroecológica Kn (Ultisoles del lomerio amazónico), cultivada

con cuatro clones de caucho en arreglo agroforestal, en el C.I. Macagual indicó que el mayor número de especies de hongos micorríticos a nivel de género (6 especies) lo presentó el clon IAN 6158-P4, que es el de mejor desarrollo y crecimiento, en tanto que los demás clones sólo registraron la mitad de ese número de especies micorríticas (3/clon), según se describe en el Cuadro 4.

De manera complementaria se presentan las microfotografías de las especies micorríticas más representativas de cada género.

**Cuadro 4.** Géneros de especies de hongos Micorriza Vesícula Abúscular asociados con clones de caucho cultivados en un lomerio. C. I. Macagual

Clon	Diámetro (cm)	Esporas /gr.	Géneros
CNSAM 7905	3.7	41	Sclerocystis - Glomus - Entrophospora
FX 3864-P2	4.7	17	Gigaspora - Glomus - Entrophospora
FX 3899-P1	3.7	27	Entrophospora - Acaulosphora - Glomus
IAN 6158-P4	5.8	29	Gigaspora - Sclerocystis - Entrophospora - Acaulosphora - Glomus - Scutellospora

## EL CAUCHO EN ARREGLOS AGROFORESTALES

El objetivo de cultivar el caucho asociado con otras especies leñosas y no leñosas, es optimizar las interacciones ecológicas y económicas entre los componentes, en el espacio y tiempo, con el fin de que el sistema de producción pueda ser más diversificado y auto sustentable en el largo plazo, en contraste con los sistemas de producción en monocultivo bajo condiciones agroecológicas y socioeconómicas similares.

La asociación de la especie de caucho en sistemas de producción localizados en suelos Amazónicos intervenidos, ayudan a rehabilitar aquellas áreas que han sufrido procesos biofísicos de degradación contribuyendo a mejorar la fertilidad edáfica por el incremento de biomasa por unidad de área y consecuentemente aumentando el reciclaje de materia orgánica y nutrientes.

De otra parte, se espera desarrollar modelos agroforestales eficientes que generen interacciones positivas para el control de malezas, plagas y enfermedades.



Foto 7 Adecuación de áreas en rastrojo

### Establecimiento

El establecimiento de sistemas de producción silvoagropecuarios viables desde la óptica socioeconómica y biofísica requiere de estrategias que sean eficientes en el uso de los recursos productivos. Se reconoce que las áreas amazónicas intervenidas por el proceso de colonización son muy frágiles, por lo que los productores enfrentan serios problemas de degradación de los recursos naturales y baja rentabilidad de sus productos, haciéndose necesario contrarrestar esta problemática con nuevos enfoques que incluyan el uso de germoplasma de especies promisorias adaptadas a los requerimientos agroambientales de esta región así como el empleo de tecnologías agroecológicas específicas para estos agroecosistemas.

### Reconocimiento y selección del área

Es la primera actividad que se realiza en el proceso de establecimiento de cualquier sistema productivo. Por tener componentes perennes y relativas altas densidades de siembra los arreglos agroforestales exigen inversiones que requiere de consideración especial de acuerdo con las características edáficas y topográficas del área seleccionada. Para las áreas intervenidas, las deseables son aquellas que se encuentran en rastrojo con edades alrededor de los cinco años, en tanto que las que se encuentran en pasturas degradadas no se recomiendan.

Establecer y mantener productivos los arreglos agroforestales con especies de caucho y frutales amazónicos como ejes del sistema productivo en los agroecosistemas de Caquetá y Putumayo con suelos ácidos y de baja fertilidad entre otros factores, es un reto permanente. Este proceso comprende una serie de operaciones complejas para lograr tener éxito.

Por lo anterior, se debe tener en cuenta que antes de proceder a la adecuación de las áreas, es

conveniente realizar una identificación de las limitaciones y/o ventajas en cuanto a la vegetación actual, grado de la pendiente, obstáculos y fuentes de agua disponible.

### Vegetación existente

El reconocimiento de la vegetación tiene como objetivo identificar las especies arbustivas y herbáceas nativas que competirán con las cultivadas. Este reconocimiento es la base para diseñar las prácticas de manejo adecuadas y adaptadas al agroecosistema que se desea establecer.

### Relieve

El caucho se puede establecer tanto en áreas de topografía inclinada como en áreas planas, sin embargo, desde el punto de vista de facilidad, costos de establecimiento, manejo y cosecha versus la producción, las áreas planas o de pendientes ligeras son las más favorables.

### Obstáculos presentes

Se deberán identificar y señalar los obstáculos presentes tales como troncos, cercas viejas o piedras que afecten el área productiva, por lo tanto debe adelantarse su remoción o eliminación según sea el caso.

### Fuente de agua

Se recorre el área para identificar aquellas zonas bajas o pantanos que deban drenarse para su posterior utilización. También es importante identificar nacimientos de agua con el fin de conservarlos, mejorarlos y poderlos aprovechar cuando sea necesario.

### Adecuación manual del área

Se refiere a las prácticas agrosilvoculturales e ingenieriles con el propósito de adecuar para facilitar la siembra, arraigue y crecimiento inicial de las especies cultivadas. Esta adecuación comprende

las siguientes etapas: medición y demarcación del área, socla de rastros y hechura o reparación de cercas. La medición y demarcación del área total escogida deberá realizarse a partir de las líneas base (largo x ancho) utilizando estacas de madera, piola de polipropileno y cinta métrica. La socla del rastrojo consiste en el corte manual de tallos y ramas de plantas arbustivas con el fin de regular la entrada de la radiación solar. Deben preservarse todas las áreas de bosque natural existentes en el predio, al igual que la vegetación circundante a nacimientos de agua, márgenes de quebradas, cañadas y zonas de difícil acceso. Los residuos se pueden utilizar como materiales para construcción como leña y los restantes se deben esparcir por el lote y picar un poco para facilitar su descomposición y humificación.



Foto 8 Caucho asociado con Heliconias

### Configuración del arreglo espacial y densidad de siembra

De acuerdo con las condiciones de cada agroecosistema se define el arreglo espacial en un plano bidimensional o tridimensional, determinándose la densidad de población de plantas de cada especie por hectárea. La distribución de los componentes elegidos se hace empleando distancias geométricamente definidas, conformando líneas o hileras sencillas o dobles, asociándose los cul-

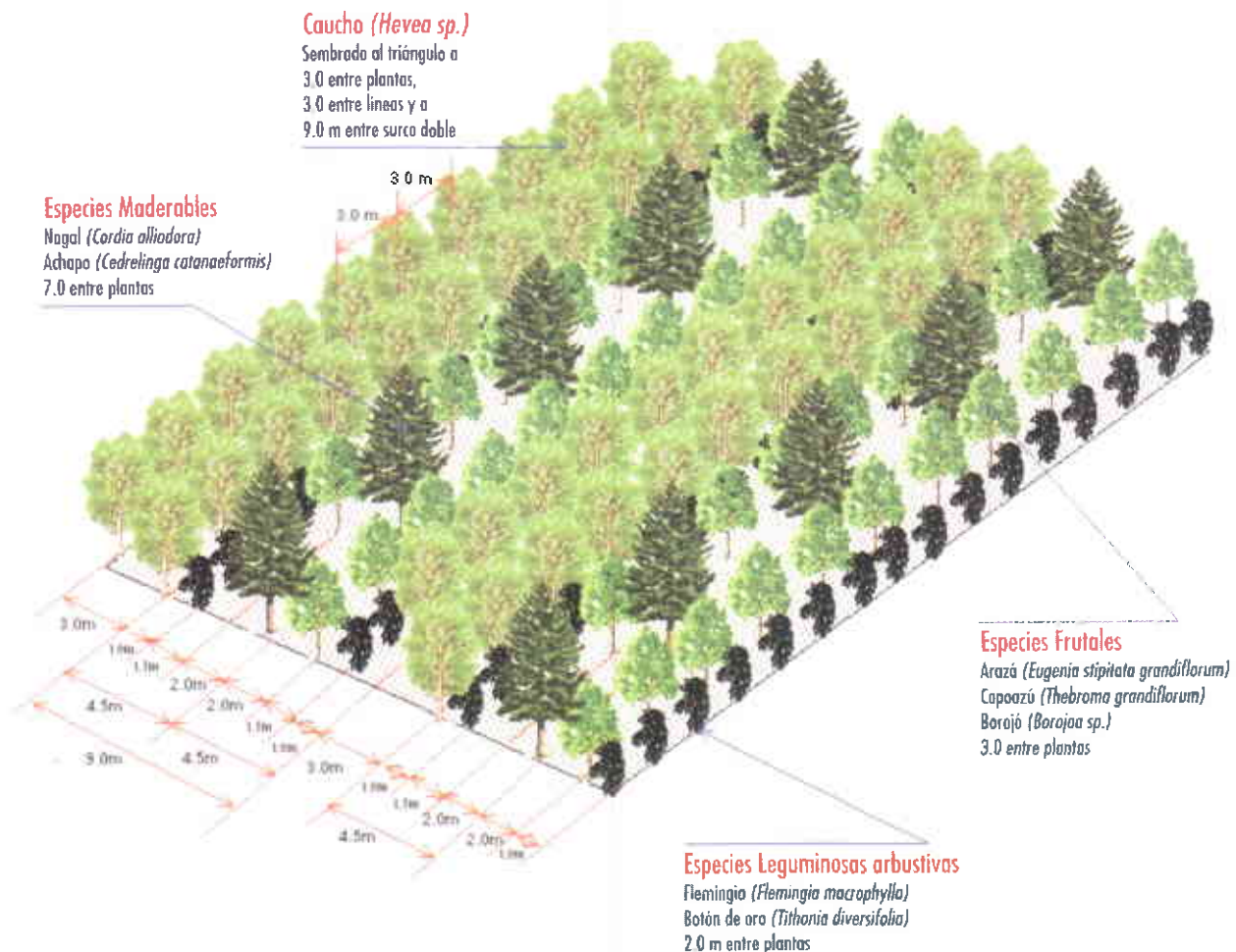
tivos de ciclo corto con los cultivos perennes, de manera simultánea o secuencial formando dos o más estratos según la altura total que alcance cada grupo de especies. La disposición debe hacerse de manera que el establecimiento, manejo y cosecha de los componentes a través del tiempo sea lo más adecuado y eficiente posible.

La conformación de un arreglo en un suelo de terraza (unidad agroecológica Kh) se ilustra en la Figura 1, donde el caucho esta sembrado en doble surco a 3 m x 3 m en triangulo para una densidad de 528 plantas/ha, seguido de un callejón de 9 m, en cuyo centro (4.5 m) se trazará y sembrara la línea de maderables a 7 m entre plantas, (7.5 entre hileras) para una densidad de

114 plantas/ha. A 2 m a lado y lado de esta línea central se establecerán los frutales en distancias de 3 m entre plantas, para una densidad de 528 plantas/ha. Separando los frutales del caucho se sembrará una línea de leguminosas arbustivas a 2 m entre plantas para una densidad de 900 plantas/ha, cuya función será producir biomasa y reciclaje de nutrientes a través de la poda.

Las especies temporales como plátano, yuca, maíz, etc., se pueden establecer de acuerdo con la disponibilidad de semillas y según la preferencia concertada con el productor para su inclusión en el arreglo agroforestal, mientras las especies leñosas crecen, gradualmente la densidad de estos cultivos se debe ir reduciendo.

Figura 2 Esquema de un arreglo de caucho en doble surco



### Trazado - Estacado

Esta práctica está condicionada por la pendiente del terreno, la disposición de las especies asociadas, la distribución de los drenajes y el acceso del lote entre otros. Por lo general el trazado puede ser cuadrado, rectangular, triangular, líneas paralelas simples o dobles. Este trazado se puede describir como un mecanismo derivado de una línea base para marcar los sitios donde se sembrará la semilla o plántula. Se utilizan para ello decámetro y cuerdas de polipropileno señalando la dirección y distancias, estacando cada sitio donde se va a efectuar el ahoyado. Para plantaciones en áreas planas se puede usar una plantilla (varía con la medida seleccionada), la cual señala los intervalos entre los sitios donde se va a sembrar cada planta. Para plantaciones en áreas de pendiente se pueden utilizar también plantillas pero tomando en consideración las curvas a nivel o curvas paralelas.

### Plateo

Eliminación, donde sea necesario de las cepas y raíces de las malezas (pastos) en áreas circulares de 0.5 metros de radio o cuadrados de 1 x 1 metro. Esta labor debe hacerse procurando no retirar materia orgánica del plato y colocando el material retirado de manera que se exponga al sol para evitar su prendimiento y de esta manera sea efectivo el control de malezas.

### Ahoyado - Repicado

Es una labor de manipulación mecánica del suelo cuyo objetivo es preparar cada sitio para garantizar las mejores condiciones de enraizamiento y crecimiento de las plántulas sembradas. En esta labor se utilizan implementos que causan impacto sobre el suelo con el fin de generar unas condiciones adecuadas para el desarrollo radicular de la plántula que se desea cultivar. Esta actividad consiste en hacer un hoyo en el centro del plato, mínimo de 0.3 x 0.3 x 0.3 m, colocando la tierra

del primer horizonte a un lado y la del segundo horizonte a otro lado, luego en el momento de la siembra aplicar en el mismo orden que se encontraba el suelo. El suelo debe quedar bien desmenuzado (hoyo no vaciado). En suelos sueltos, profundos, el hoyo repicando no es necesario.



Foto 9 Apisonado del sitio de siembra del stump

### Siembra

Se refiere a las labores necesarias para sembrar las plántulas, (frutales Amazónicos, maderables y leguminosas arbustivas) semillas (plátano), cangres (yuca), etc.

La plántula o semilla deberá colocarse en posición vertical en el hoyo repicado con espacio suficientemente amplio y profundo para lograr una posición normal del sistema radicular y una profundidad que al nivelar el suelo, el cuello de

la raíz quede cubierto hasta 3 cm. Se debe evitar el doblamiento de las raíces. El hueco debe rellenarse con el suelo extraído en el ahoyado (previamente separado), apisonando el sitio lo suficiente para fijar la plántula y evitar encharcamiento que puede ocasionar la pudrición de la semilla o plántula. Posteriormente se colocará el abono en superficie, para que por medio de la lluvia sea absorbido por el sistema radicular.

### Resiembra

Esta actividad se realiza en los lotes donde se presenten mortalidad superior al 10% de las plántulas sembradas, o mortalidad continua en pequeños lotes caso en el cual antes de la reposición, se analizarán posibles causas (mal drenaje, plagas, enfermedades, otras). La resiembra debe hacerse cuando se realice el inventario de arraigue de los arbolitos, entre 15 y 25 días máximo después de la siembra y se hará en el mismo sitio que tenía la plántula muestra. En general, para cualquier especie la reposición de árboles intercalados y dispersos, debe hacerse dentro del mismo periodo de lluvias, tan pronto como se verifique el porcentaje de arraigue o prendimiento de las plántulas, generalmente un mes después de plantadas, porque si se deja para hacerlo en años posteriores es muy difícil que se desarrollen debido a la fuerte competencia de los árboles ya establecidos.

## LABORES CULTURALES

### Abonado

El programa de abonamiento parte de la oferta de sustancias nutritivas que presenta el suelo, de la producción, reciclaje de biomasa y nutrientes del conjunto de especies cultivadas, así como los efectos sinérgicos espera-

dos como fijación de nitrógeno por las bacterias nutritivas, asociación de micorrizas - vesícula - arbuscular etc. De esta manera, se puede ir estableciendo la oferta de sustancias nutritivas que presenta el suelo, versus los requerimientos de las especies cultivadas.

Si se desea producir para mercadear los productos, se debe abonar de acuerdo a las necesidades del cultivo y del grado de fertilidad del suelo, según los análisis físico químicos del suelo. Los suelos de la Amazonia presentan poca oferta de nutrientes en su fase mineral, por ello debe tenerse en cuenta que para su manejo las propiedades orgánico biológicas hay que mantenerlas en óptimo estado para tener una productividad continua en el largo plazo.



Foto 10 Abonado superficial árbol del caucho

Se pueden utilizar abonos orgánicos provenientes de estiércoles, residuos de cosecha, compost y lombricompost, entre otros. Si es necesario reforzarlos se pueden mezclar con pequeñas

cantidades de fertilizantes químicos en proporciones de 15 a 30 kilogramos de abono orgánico por kilo de fertilizante. Una vez que la plántula o semilla (plátano, yuca, etc.) han emitido suficientes raíces para la absorción de sustancias nutricionales se debe aplicar la mezcla orgánica - mineral en superficie alrededor del plato si es un área plana alrededor del plato o en "medialuna" en la parte superior si es zona de pendiente en cantidades de 500 gramos para caucho, maderables y frutales Amazónicos y 1000 gramos para plátano, por ejemplo. Durante el primer ciclo productivo el abono se debe dosificar de la siguiente forma: aplicar 25% entre los 2 y 3 meses después de la siembra, luego 50% de los 6 y 7 meses y posteriormente al 25% antes de la fructificación.

### Limpieza - control de malezas

El control de malezas requiere diferentes intensidades y debe realizarse cuando en un área aproximadamente un metro cuadrado alrededor del arbolito, lo cubran en sus dos terceras partes, independiente del tamaño de este. Las limpiezas deben contemplar los diferentes métodos de control de malezas y combinar prácticas (manuales, mecánicas y químicas). Cualquiera de los métodos debe favorecer las malezas nobles las cuales no afectan el árbol y protegen el suelo de la erosión, la limpia con machete es recomendable en sitios con malezas altas.

La maleza debe cortarse a ras del suelo (altura inferiores a 10 cm); cuando se empleen guadañas, los operarios deben recibir entrenamiento en su operación y utilizar los elementos de protección necesarios. La limpia con herbicidas debe limitarse a la aplicación de éstos en el plato y a zonas con malezas muy agresivas como el caso de gramíneas (pastos) especialmente en las primeras etapas de desarrollo de las plántulas. Cuando se utilicen herbicidas, serán aquellos autorizados y se aplicarán por personal capacitado, con equipo adecuado y elementos de seguridad.

### Podas de formación

Actividad que consiste en eliminar las ramas inferiores o partes secas de los árboles con el propósito básico de darle formación y mejorar la calidad de los árboles de caucho, frutales o maderables. Si se dejan las ramas bajas morirán por falta de luz y producirán nudos muertos que podrían ser puntos de ingreso de enfermedades y termitas cuando los árboles están adultos. Al árbol de caucho a una altura inferior los 2 metros se debe mantener el tallo o fuste sin ramificación y por encima de esa altura, si es necesario se debe inducir a través del descope en la mitad de un lanzamiento, la emisión de ramas distribuidas en forma de cruz con el fin de mantener una copa bien balanceada y resistente a las ráfagas de viento.



Foto 11. Poda de chupones en Copoazú

En los frutales se busca mantener el porte bajo de la planta y además constituye una medida sanitaria, también se puede utilizar la práctica de poda renovadora cuando las condiciones fisiológicas de los árboles. En general no se debe podar más del 30% de la copa o realizar podas prematuras que pueden provocar mala formación.

Así mismo las especies que presentan autopoda no se justifica hacer esta labor. La poda también

se aplica a las leguminosas leñosas con el fin de proveer material para el reciclaje de biomasa y nutrientes.

## PLAGAS

El cultivo del caucho (*Hevea brasiliensis*), los frutales amazónicos y los maderables pueden ser atacados por varias plagas: de la raíz, de las hojas, del tallo y de las ramas. Sin embargo, se mencionan aquellas que por experiencia regional son las de mayores posibilidades de presentarse y causar daño económico al cultivo de caucho.

### Hormiga arriera o cortadora de las hojas

*Atta cephalotes*, *A. columbica*, *A. Laevigata*, *A. sexdens*, *Acromymex octospinosus*

Orden: hymenoptera

Familia: formicidae

Es especialmente dañina en la etapa de vivero o plantaciones jóvenes. Cortan las hojas en forma de medialuna, llevando los trozos a los hormigueros para cultivar el hongo (*Rhizites gongylophora*), de cuyos micelios y fructificaciones se alimentan la población de hormigas. Para su control se recomienda la aplicación de insecticida insuflándolo en las bocas del hormiguero.

### Comejen o termitas

*Coptotermes curvignathus*, *C. testaceus*

Orden: isóptera,

Familia: termitidae

Los insectos presentan fontanela en la margen anterior de la cabeza, de la cual exudan un líquido lechoso y pegajoso, usado como defensa contra los enemigos de la colonia. Los nidos se localizan en las raíces de los árboles viejos y estacas injertadas o "stumps". Detectan las fuentes de alimento distantes por medio de pequeñas cámaras conectadas por túneles a través del suelo con la

corteza de los árboles. Para proteger los "stump" se recomienda la aplicación de un insecticida a su alrededor en el momento de la siembra.

## ENFERMEDADES

Las enfermedades son un factor que limita el desarrollo del cultivo del caucho y otras especies asociadas a él (Cordicafé 1986). Se hace referencia a las reportadas como frecuentes en la región y que pueden llegar a tener un impacto económico negativo.

### Raya negra, chancro del tronco, mancha negra

Producida por el hongo (*Phytophthora palmivora*), afectando tanto a los frutales como al caucho y a cualquiera de sus órganos como hojas, flores, frutos y/o tallo; especialmente el panel en el árbol de caucho, ocasionando la aparición de estrías oscuras y al escurrir el látex forma estrías ennegrecidas sobre la corteza. Para su control se debe raspar el sitio necrosado y aplicar un fungicida con una pequeña brocha. Así mismo se debe desinfectar las herramientas y suspender temporalmente la extracción de látex en los árboles afectados. En viveros y en jardines clonales, cuando hayan lesiones sobre todo en época lluviosa deben hacerse aplicaciones semanales con fungicidas adecuados para su control.

### Antracnosis

Enfermedad causada por el hongo (*Colletotrichum gloeosporioides*), que ataca hojas, ramas y frutos y puede ocasionar la muerte lenta de las plantas de frutales y caucho. Su control se hace por medio de podas a las partes afectadas y de ser necesario hacer aplicaciones frecuentes de fungicidas, previas recomendaciones técnicas.

Para el cultivo de caucho, en áreas húmedas como la Amazonia, la amenaza con mayor potencial, es el de-

nominado "mal suramericano de las hojas" causado por el hongo (*Microcyclus ulei*) defoliando en forma prematura los árboles. El control a esta enfermedad se fundamenta en la siembra de clones resistentes.



Foto 12 Hojas susceptibles al ataque de hongos

## INTERACCIONES ALELOPÁTICAS

La alelopatía es una forma de interferencia de tipo químico, que puede funcionar de una especie vegetal hacia otros organismos (vegetales, animales y microorganismos) o viceversa. Este es un mecanismo de exclusión y dominancia diferencial que poseen determinadas especies de plantas, el cual consiste en la síntesis y secreción de compuestos o sustancias químicas denominadas aleloquímicos, que pueden limitar la germinación, el desarrollo y en general la sobrevivencia de otras especies (Uninál 1986). Sin embargo, se ha reconocido que la acción alelopática es específica, por lo que deben tomarse en cuenta la existencia de indicadores que señalen posibles relaciones alelopáticas entre los componentes, para utilizar este factor adecuadamente en los distintos arreglos agroforestales.

Los taninos son polifenoles considerados como compuestos alelopáticos, ampliamente distribui-

dos en la naturaleza producidos en las plantas como metabolitos secundarios durante la síntesis de aminoácidos aromáticos a partir del ácido shikímico. Los compuestos tienen la propiedad de formar complejos con las proteínas, polisacáridos, ácidos nucleicos, esteroides, alcaloides y saponinas. Los análisis fitoquímicos han determinado que en un 80% de las especies dicotiledóneas arbóreas los contienen, en tanto que sólo se encuentran en un 15% de las dicotiledóneas herbáceas. Basándose en su origen químico los taninos han sido divididos en dos grupos: a) taninos hidrolizados, que son polímeros de ácidos fenólicos (ácido gálico, ácido hexahydroxydiphenico y sus derivados) y D-glucosa; b) los taninos condensados con mezclas de flavonoles.

Los taninos producen marcada astringencia, que es la sensación de la sequedad en la boca producida probablemente por reducción de la acción lubricante de las glicoproteínas de la saliva. Debido a su toxicidad, se ha considerado que los taninos desempeñan un importante mecanismo de defensa en las plantas. Se cree que pueden llegar a actuar como elementos inhibidores, contra el ataque de agentes patógenos (virus, bacterias y hongos). Cuando por cualquier efecto se produce una lesión en la planta se ha podido comprobar que los taninos obran de inmediato, acelerando la cicatrización de las heridas. El análisis químico de ciertas neoformaciones presentes en algunas plantas se han denominado taninos patogénias. Las agallas formadas en hojas u otros órganos de la planta por acción de virus, bacterias u hongos y en particular por insectos han mostrado contenidos de producto astringente mayor del 70%. Los taninos están localizados en las vacuolas o superficies serosas de las plantas y en esos sitios no interfieren con su metabolismo, sólo después de que las células se rompen y mueren ellos pueden tener sus efectos metabólicos.

El Cuadro 5 registra la distribución y las concentraciones de taninos determinados en las hojas maduras de árboles de caucho en producción (10

**Cuadro 5** Relación entre la variabilidad clonal, el estado sanitario, el tipo de suelo, cobertura y concentración de taninos

Caucho Clon	Área Foliar Lesionada %*		Suelo del lomerío Unidad Textural	TANINOS		
				Condensados (%)	Ligados a pared celular (%)	Hidrosolubles (%)
FX 3864	Afectada	8	Franco Arcillo Arenoso	4.38	20.52	1.44
FX 3864	Afectada	8		4.03	20.95	1.25
FX 3864	Sana	0		2.20	21.32	1.09
IAN 873	Afectada	6	Franco Arenoso	4.03	17.03	1.31
IAN 873	Afectada	4		3.01	18.34	1.13
IAN 873	Sana	0		1.44	14.36	1.19
IAN 873	Afectada	2	Franco Arcillo Arenoso	3.51	17.97	1.40
IAN 873	Afectada	1		3.29	19.43	1.23
IAN 873	Sana	0		2.31	16.96	1.38
IAN 873	Ligeramente Afectada	0.4	Franco Arcillo Arenoso	2.06	13.93	1.57
IAN 873	Ligeramente Afectada	0.2		1.48	13.66	1.50
IAN 873	Sana	0		1.82	14.69	1.88

\* Escala diagramática modificada por Gasparoto 1989.

años de edad) en cuatro parcelas con distintos elementos de manejo, observándose las siguientes tendencias: las mayores concentraciones las registran los taninos ligados a pared celular, le siguen los taninos condensados y por último los taninos hidrosolubles. El clon FX 3864 a pesar de estar asociado con rastrojo alto, presenta las mayores concentraciones de taninos ligados a pared (> 20%) y de taninos condensados (entre 2.2% y 4.38%), mientras que los taninos hidrosolubles varían entre 1.09% y 1.44%. Es decir, que este clon tiene más susceptibilidad a sintetizar esas sustancias foliarmente como respuesta al mayor ataque de hongos.

El clon IAN 873 cultivado en un suelo del lomerío Franco - arcillo - arenoso y asociado con herbáceas presenta en general la segunda concentración de taninos ligados a pared (16.96 a 19.43%), condensados (2.31 a 3.51%), hidrosolubles (1.23 a 1.40%).

El mismo clon cultivado en el suelo de lomerío Franco - arenoso, asociado con especies herbáceas presenta la tercera concentración de taninos ligados a pared (15.36 a 18.34%), taninos condensados entre 1.44% y 4.03% y taninos hidrosolubles entre 1.13 a 1.31%. El mismo clon cultivado en suelo del lomerío, Franco - arcillo - arenoso, asociado con especies leñosas fue el que presentó la menor concentración de taninos ligados a pared (13.66 a 14.69%), taninos condensados (1.48 a 2.06%) y taninos hidrosolubles (1.5 a 1.88%), resultados que coinciden con unas hojas que apenas estaban levemente afectadas por los hongos y consecuentemente ha sido el de mayor producción de látex.

En general se observa que hay en primer lugar un efecto de tipo clonal, otro efecto debido al tipo de suelo y otro efecto debido a las especies asociadas a los clones de caucho. La mayor concentración de taninos ocurre en las hojas más afectadas por hon-

gos y muy seguramente es la respuesta bioquímica de la planta al ataque de los patógenos y las menores concentraciones las presentan las hojas sanas.



## COSECHA

El aprovechamiento del cultivo de caucho consiste en la extracción del látex contenido en el tallo del árbol a través de una red de vasos laticíferos comunicados entre sí y mediante el rayado del panel que se realiza al practicar una incisión llamada "canal" en la corteza del árbol el cual se repite periódicamente a lo largo del año con una frecuencia que hace parte de las características del sistema productivo (Campagnon 1998, Cordicafé 1996).

### Selección de árboles aptos

La decisión de iniciar la producción de una plantación se basa en dos criterios: uno económico (número suficiente de árboles para la producción del látex por unidad de superficie) y otro sobre el desarrollo de los árboles. El mejor criterio de selección durante el proceso de inventario forestal del cultivo ocurre cuando se encuentran más de 100 árboles por hectárea, con una circunferencia superior a los 45 centímetros, a un metro de altura del suelo y una corteza mínima de 6 mm de espesor. Un árbol muy joven no debe rayarse porque la corteza es muy delgada y se hiere fácilmente el cambium. Por otra parte si el árbol es muy delgado compromete la producción futura del árbol; la mejor época para iniciar la producción del látex está al final de un periodo seco y no debe coincidir con plena temporada de lluvias ni con la refoliación de los árboles.

### Trazado del panel de aprovechamiento

En los árboles seleccionados se inicia con el trazo de unas líneas verticales de dos generatrices diametralmente opuestas que dividen el tallo en dos secciones

iguales. Para trazar la primera línea se utiliza una regla de dos metros de longitud, que se apoya sobre el tallo en el costado de la calle y se hace una marca con el punzón a 1.2 m de altura del suelo para delimitar la parte inferior del panel, luego se traza con un punzón la generatriz a lo largo del tallo. Con la cuchilla de rayado se profundiza el corte cuidando de no hacer daño a los vasos laticíferos.

Con una cuerda de aproximadamente un metro a la que se le hace un nudo en la mitad, se mide la circunferencia a un metro del suelo haciendo coincidir el nudo con la primera mediana, se tensionan los extremos de la cabuya con una mano y la otra se desliza hacia el tronco juntando las cabuyas, donde estas se encuentran se marcan los puntos opuestos. Después con la misma regla se hacen coincidir los dos puntos marcados y se traza la segunda generatriz, delimitando los dos paneles de rayado. Las líneas trazadas sirven luego como canal para el escurrimiento.

Posteriormente, con una banderola o plantilla de latón o materiales flexibles y un rayador o punzón se traza el panel de rayado, partiendo de la marca hecha a 1,2 metros de derecha a izquierda, en sentido ascendente, hasta encontrar la generatriz opuesta, con un ángulo de 33 grados de inclinación respecto a la horizontal, con el fin de facilitar el escurrimiento del látex por gravedad.

### Apertura del panel

Se abre el panel o tablero de rayado con un cuchillo rayador o gubia siguiendo la línea superior ya marcada a 1.2 m de altura se abre el panel o tablero de sangría, haciendo una incisión de hasta 1,5 a 1 mm antes del cambium o leño, debido a que en esa zona se encuentran más concentrados los vasos laticíferos. El drenaje debe tener 15 cm de longitud, el cual se adecua profundizando la generatriz con el cuchillo de rayar. La incisión más utilizada es la denominada media espiral que se localiza sobre una parte del tallo, entre las dos generatrices y se

representa por  $S/2$ , estimándose en aproximadamente 15 años la producción de látex en ese primer panel, para luego proceder con el rayado y extracción del segundo panel.



Foto 13 Apertura del panel

### Elementos para equipar los árboles

Antes de iniciar el rayado, se procede a equipar los árboles con los siguientes elementos:

- Canaleta de zinc, de  $5 \times 2$  ó  $6 \times 3$  cm, clavado en la corteza del drenaje 15 cm por debajo del extremo inferior de la incisión, con una inclinación de 30 grados, que permita la caída del látex a la taza.
- Taza de plástico, con capacidad variable (500 ml a 1200 ml) o bolsa de plástico transparente calibre 6, con una dimensión de  $30 \times 16$  ó  $45 \times 16$ , si se hacen rayados acumulativos.
- Soporte para la taza.
- Collar de alambre liso galvanizado N° 16 de un metro de longitud, situado 15 cm por debajo de la canaleta, para asegurar el soporte al tronco. En un lado se enrolla formando un resorte para que vaya cediendo, a medida que engruesa el tallo, evitando su estrangulamiento.

- Además el operario debe poseer una piedra de afilar el cuchillo de rayado.

### Frecuencia de rayado

Los sistemas habituales de rayado de los árboles de caucho indican que es necesario programar esa actividad a través de los días hábiles del año. La frecuencia de rayado hace referencia al número de días que pasan entre un rayado y otro, se representa  $d/2$ ,  $d/3$ ,  $d/4$ , etc., La frecuencia teórica puede ser alterada por las condiciones climáticas, principalmente por causa de las lluvias. Sin embargo, de manera genérica se considera que un promedio de 100 rayados por año debe ser lo normal.

### Fenología del árbol

El rayado del panel y escurrimiento del látex debe durar aproximadamente 3 horas, debe realizarse en las primeras horas de la mañana para obtener la mejor producción. En esas horas es cuando la temperatura está más baja y hay menos transpiración, por lo tanto hay mejor hidratación y mayor presión interna de los vasos laticíferos. En los periodos de defoliación, refoliación, floración y producción de frutos es cuando se tienen las menores producciones, porque el árbol necesita de energía, agua y nutrientes para formar los nuevos tejidos, siendo necesario en esa época suspender la extracción del látex con el fin de hacer un manejo adecuado del cultivo.

### Estimulación

El objetivo de aplicar la estimulación sobre la incisión del panel es evitar la rápida coagulación del látex en los vasos laticíferos y de esta manera incrementar la producción. La estimulación no debe realizarse durante los periodos de refoliación o en épocas de intensas lluvias y baja radiación solar. La práctica de estimulación no debe aplicarse indiscriminadamente, debe evaluarse para cada clon. La preparación del estimulante

debe hacerse en recipientes plásticos y aplicarse 48 horas antes del rayado. La concentración del estimulante para aplicarlo en árboles jóvenes debe ser al 2.5%, por ejemplo para 500 árboles se diluye 52 cm<sup>3</sup> del producto comercial a base de Etefon en 948 cm<sup>3</sup> de agua. En árboles adultos la concentración debe ser a 5% preparando 104 cm<sup>3</sup> del mismo producto con 986 cm<sup>3</sup> de agua. La aplicación se hace sobre la incisión previa remoción de la cintilla, utilizando una cantidad aproximada de 2 gr de solución por planta haciendo la aplicación con una brocha pequeña o un cepillo dental.

### Recolección, dilución y filtrado

La recolección del látex debe realizarse aproximadamente 5 horas después del rayado, cuando no hay estimulación y 4 horas después en caso de



Foto 14 Coagulado del caucho

haber estimulación. Posteriormente se procede a diluir el látex colectado con igual cantidad de agua revolviéndolo bien para rebajar el contenido de sólidos y facilitar la coagulación. Sin embargo, se debe tener en cuenta que en época de menores lluvias se debe agregar mayor cantidad de agua y en época de máximas lluvias hacer lo contrario. Seguidamente se procede a filtrarlo con el fin de eliminar las impurezas que hayan caído en los recipientes durante el proceso de colecta.

### Coagulación y laminado

El proceso de coagulación se realiza agregando 6 cm<sup>3</sup> de ácido fórmico a 12 litros de la dilución, revolviendo hasta conseguir su homogenización y luego se hecha a las gaveras o canoas de 1.5 de largo, por 20 cm de ancho y 10 cm de profundidad, en donde debe permanecer por 24 horas en reposo. Los valores de pH de la dilución para obtener un buen coagulo deben oscilar entre 5.0 y 5.3.

El coagulo de caucho de 1.5 m de largo x 20 cm de ancho y 5 cm de espesor, con un contenido de cerca del 60% de agua, se pasa por un equipo manual denominado laminadora, para extraer y reducir la humedad a un 30% y obtener de 2 o 3 mm de espesor, para continuar con el proceso de secado al aire, luego de lavarla con agua para eliminar los residuos que hayan quedado de este proceso.

### Secado y empaque

Las láminas se cuelgan bajo la sombra para continuar su secado, permaneciendo entre 8 y 15 días según las condiciones higrométricas hasta llegar a una humedad aproximada del 5%. Las láminas una vez están secas se procede a su empaque en forma de cruz hasta completar una paca de 30 a 50 kg de peso, de 50 cm de largo, por 40 cm de ancho conformada por 15 a 25 láminas. Estas pacas o fardos deben empacarse en una bolsa de plástico transparente calibre 6 con el fin de pre-

servar el producto en buenas condiciones para su comercialización.



Foto 15 Secado de las láminas de caucho

## COSECHA DE LOS FRUTALES

La cosecha de los frutales deberá realizarse cuando ellos alcancen el máximo desarrollo y crecimiento en todas sus partes en especial la semilla que debe estar apta para su reproducción. Este estado se conoce como **madurez fisiológica**. También se utiliza el término **madurez de cosecha** y es aquella etapa en que el fruto se desprende o puede ser separado de la planta y posteriormente llegar a la madurez para el consumo. Los frutales más comunes son:

**El araza.** Empieza su producción después de los 18 meses de establecido en el campo. Los frutos están aptos para la recolección entre los 70 - 80 días después de la floración, bajo condiciones del Piedemonte Amazónico. Se presentan tres cosechas. La recolección deberá efectuarse dos o tres veces por semana en un estado semimaduro para poder ser manipulados en la comercialización.

**El copoazú.** Presenta la producción de frutos después de los tres años de establecido en el campo. La cosecha se realiza aproximadamente, 140 días

después de haberse iniciado la floración, una vez el fruto cae naturalmente, recolectándose posteriormente del suelo. Bajo condiciones del Piedemonte Amazónico, presenta una cosecha al año.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALARCÓN R.M. ESCOBAR C. J. El cultivo de frutales Amazónicos en agroforestería para el departamento del Putumayo. Puerto Asís. 18 Pág.
- COMPAGNON. 1998. El caucho natural, biología, cultivo, producción. Edición en español: Consejo Mexicano del Hule & CIRAD. 701 Pág.
- EMBRAPA. 1998. Melhoramento Genético de especies agroindustriais na Amazonia. Brasilia. 135 Pág.
- CORDICAFE. 1996. Manual para el cultivo del caucho. Santa Fe de Bogotá, D.C. 194 Pág.
- ESCOBAR C. J. & ZULUAGA P. J.J. 1998. El cultivo del arazá (*Eugenia stipitapa* Mc Vaught) CORPOICA - Fondo Amazónico. Florencia, Caquetá Segunda edición, 9 Pág.
- FUNDACAO CARGILL. 1983. Nutricao e adubacao da seringueira no Brasil. Campinas SP, Brasil. 116 Pág.
- IGAC. 1993. Análisis de la biomasa y el inventario de nutrientes en ecosistemas naturales intervenidos y poco intervenidos en: Aspectos ambientales para el ordenamiento territorial de Occidente del departamento del Caquetá. Bogotá Pág. 479-534.
- PLANTE, UNIAMAZONIA. 1999. Manual para el cultivo del caucho en la Amazonia Florencia, Caquetá. 149 Pág.
- TORQUEBEAU, E. 1990. Introducao aos conceitos de agrofloresta, ICRAF. 51 Pág.
- UNINAL 1983 Análisis y fotoquímica preliminar. Aplicación en la evaluación de 40 plantas de la familia Compositae. Bogota 113 Pág.

**Anexo 1.** Resultados de análisis de tejido foliar de cuatro clones de caucho. C.I. Macagual (Florencia Caquetá)

CLON	ELEMENTOS ANALIZADOS POR CLON										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Mn	Zn	Cu	Fe	B
	%										
	Época de máxima lluvia (mayo de 2003)										
CNSAM 7905	2.90	0.24	0.27	0.26	0.11	0.22	932	54.4	4.2	560	8.9
FX 3864-P2	2.80	0.27	0.37	0.24	0.12	0.09	924	58.4	1.0	188	14.2
FX 3899-P1	2.80	0.29	0.46	0.26	0.12	0.35	888	56.8	1.0	188	29.5
7AN 6158-P4	2.30	0.25	0.37	0.24	0.09	0.49	764	61.2	0.9	262	11.7
	Final de periodo lluvioso (agosto de 2003)										
CNSAM 7905	2.92	0.21	0.57	0.73	0.21	0.11	717	51	1.0	243	7.8
FX 3864-P2	2.10	0.20	0.38	0.91	0.17	0.12	924	74	0.6	103	5.5
FX 3899-P1	3.10	0.28	0.74	0.73	0.26	0.12	742	68	1.5	65	9.2
IAN 6158-P4	2.10	0.14	0.43	0.73	0.15	0.10	462	66	0.6	84	4.4

Anexo 2. Resultados de análisis de tejido foliar de caucho adulto en ocho lotes en producción, en época de precipitación alta del Hato Carolina (Florencia Caquetá)

CLON	ELEMENTOS ANALIZADOS POR LOTE										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Mn	Zn	Cu	Fe	B
	%						Mg.kg <sup>-1</sup>				
Rangos Normales	2.5-4.5	0.2-0.75	1.5-5.6	1.0-4.0	0.2-1.0	0.25-1.0	30-200	30-100	5-25	60-500	10-200
IAN 873 LOTE 1	3.45	0.33	0.28	0.26	0.08	0.77	490	46.4	11.4	158	12.4
IAN 873 LOTE 2	3.65	0.34	0.20	0.09	0.07	0.39	295	31.4	9.00	294	6.15
IAN 873 LOTE 3	4.40	0.67	0.37	0.11	0.09	0.23	416	34.8	3.35	265	8.60
IAN 873 LOTE 4	3.70	0.39	0.22	0.18	0.18	0.23	590	36.5	6.60	451	5.40
IAN 873 LOTE 5	3.90	0.61	0.32	0.08	0.08	0.30	189	54.5	11.9	373	11.3
IAN 873 LOTE 6	4.30	0.65	0.41	0.13	0.13	0.28	276	30.4	13.8	179	8.45
IAN 873 LOTE 7	4.30	0.69	0.39	0.12	0.12	0.26	352	50.8	15.0	143	6.50
FX 3864 LOTE AR	3.30	0.52	0.36	0.11	0.11	0.26	358	50.8	10.2	137	6.00