



Métodos y técnicas para la restauración de bosques

Curso sobre *Pago por Servicios Ambientales y Restauración Ecológica de Bosques*

Yanaconas, Cali, 26-28 de marzo, 2012

Zoraida Calle, Área de Restauración Ecológica de CIPAV

Materiales y ejemplos de Brasil

LERF Laboratorio de Ecología y Restauración Forestal, LCB
Departamento de Ciencias Biológicas – ESALQ Escuela Superior de
Agricultura Luis de Queiroz, Universidad de Sao Paulo

Métodos y técnicas para la restauración de bosques

- Barreras piro-resistentes y herramientas para condiciones de baja fertilidad del suelo
- Establecimiento de las plántulas
- Trazado del terreno, hoyado, selección de plántulas
- Mantenimiento, podas y raleos
- Recolección de semillas para propagación – LERF Brasil
- Redes de recolectores de semillas – LERF Brasil

Corregimiento de Pavas, La Cumbre



Barrio Miravalle, Pavas

Suelo muy degradado:

- Compactación
- Erosión laminar, surcos y cárcavas
- Condiciones difíciles para el crecimiento de las plantas

¿Qué elemento faltó en la restauración de este sitio?



Barrio Miravalle, Pavas

Barrio Miravalle, Pavas









Seto de piñuela *Bromelia plumieri* (E. Morren) L.B. Sm., vereda Párraga, Pavas, La Cumbre



Rebrote luego del fuego: cárcava restaurada de La Cajita



Zurrumbo *Trema micrantha* (L.) Blume

Restauración de áreas muy degradadas



Deforestación en montañas con:

1.

Suelos poco profundos

2.

Pendientes fuertes

Pérdida de
productividad

Erosión

Derrumbes



Terrenos cada vez más degradados

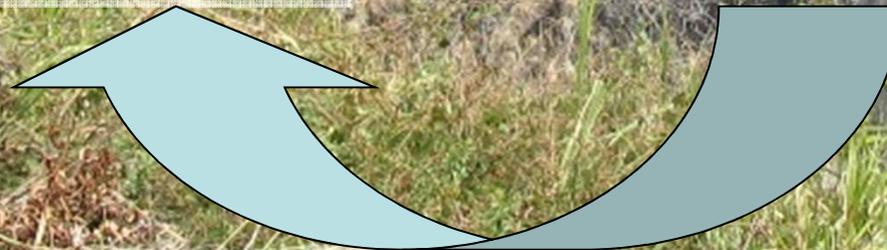
Malezas persistentes de bajo valor nutricional



**Erosión acelerada,
Pérdida de
productividad**



**Fuego y
sobrepastoreo**



Restauración en tierras degradadas



- Los árboles sembrados en tierras degradadas no darán tanto rendimiento como en tierras fértiles, pero son la única forma de recuperar la productividad.

Manejo del fuego



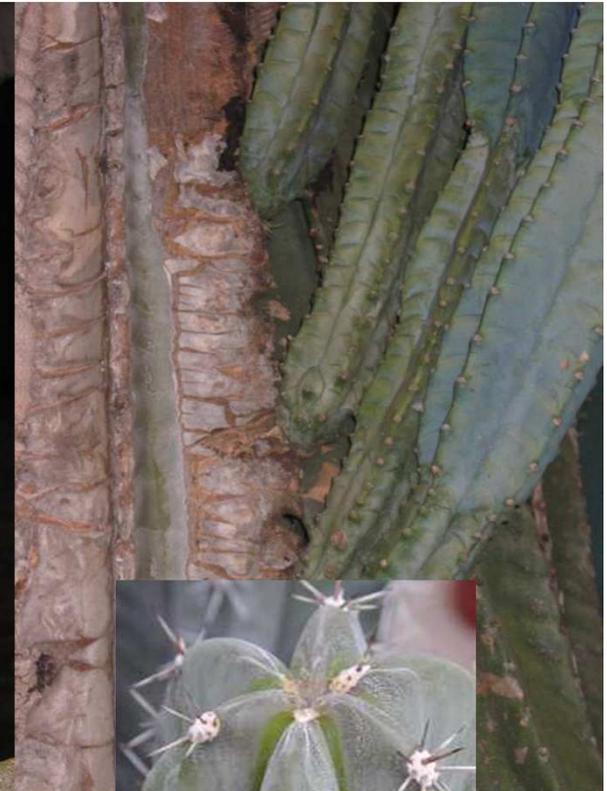
Barreras vivas de plantas tolerantes al fuego



Plantas de especial utilidad en restauración: *Stenocereus griseus* (Haw.) Buxb.



Barreras piro-resistentes
Control de erosión



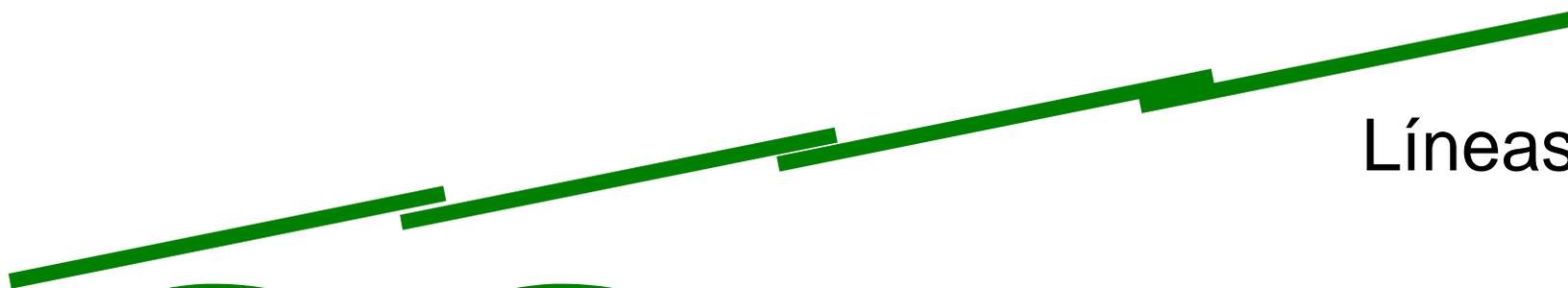
Barreras vivas de plantas tolerantes al fuego



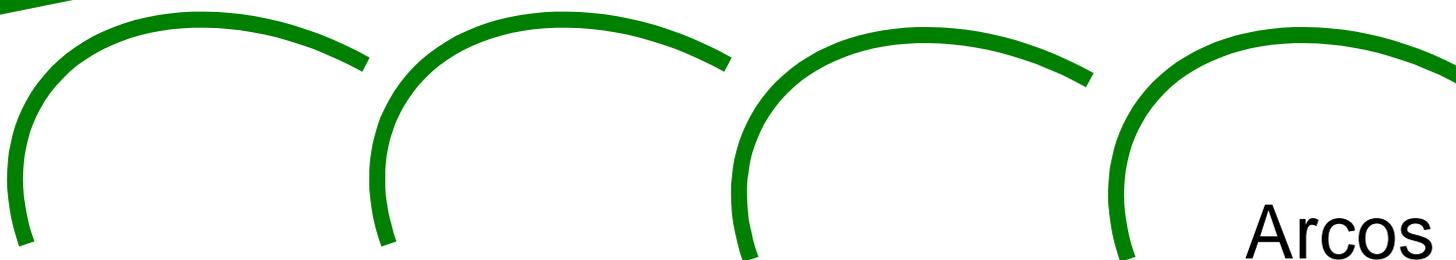
Barreras vivas de protección contra incendios



Forma y disposición espacial de barreras piro-resistentes



Líneas



Arcos



Arcos y líneas

Beneficios complementarios de las barreras vivas piro-resistentes

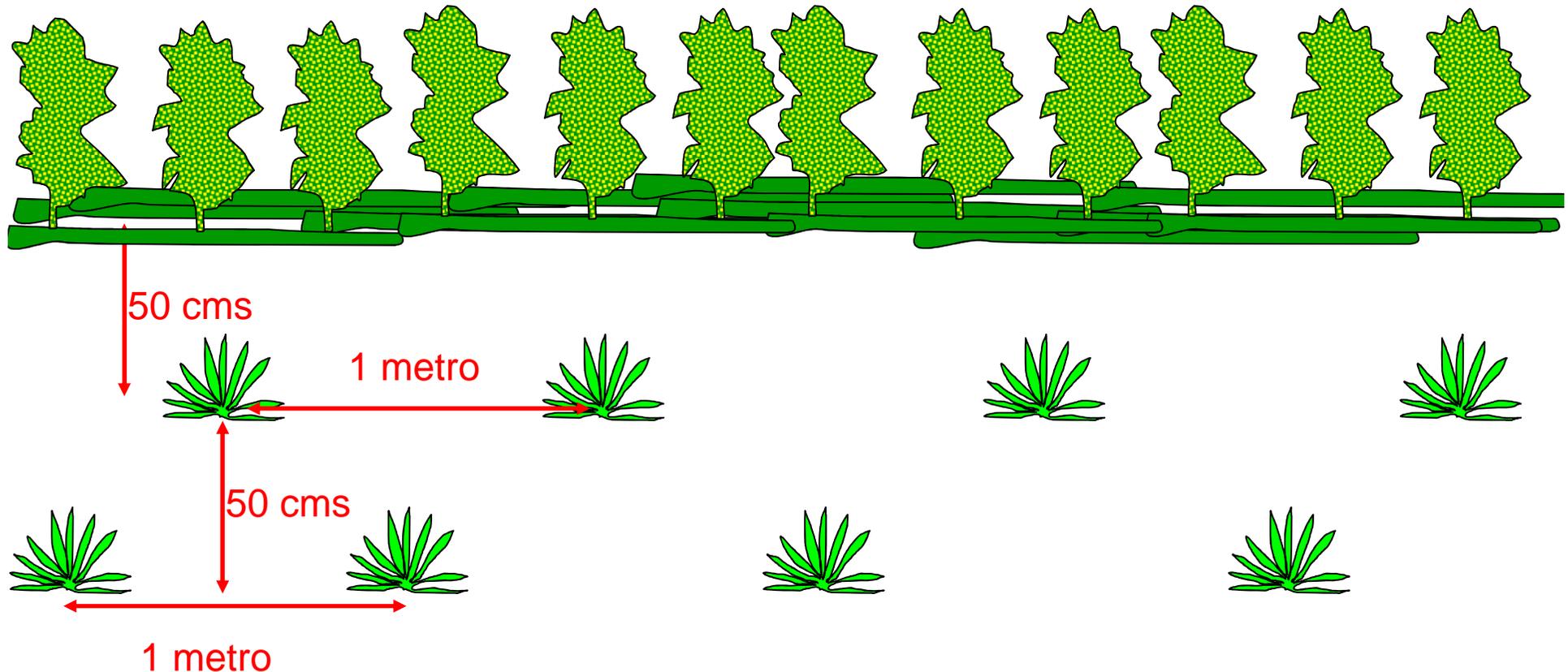
- Control de erosión (trampas de sedimentos)
- Aumentan la regeneración natural a ambos lados de la barrera (perchas naturales, trampas de semillas dispersadas por el viento)
- Favorecen la acumulación de materia orgánica y aceleran la recuperación del suelo
- Mejoran la retención de humedad en el suelo

Diseños de barreras mixtas piro-resistentes para control de erosión



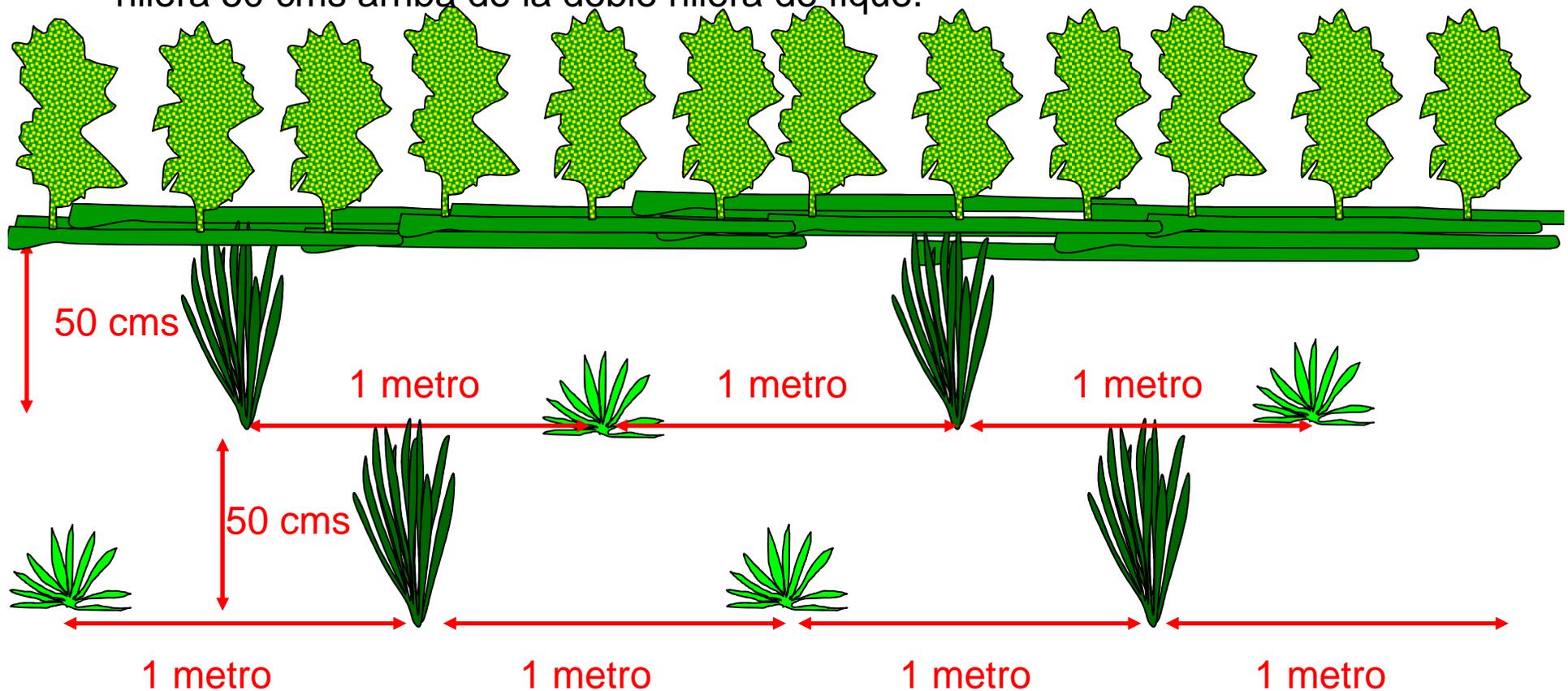
Diseño 1: Doble barrera de fique con botón de oro

1. Siembra de fique en doble hilera a 1 metro entre plantas y 50 cm entre las dos hileras.
2. Siembra de estacas largas de botón de oro sobre abono orgánico, en una hilera 50 cms arriba de la doble hilera de fique.



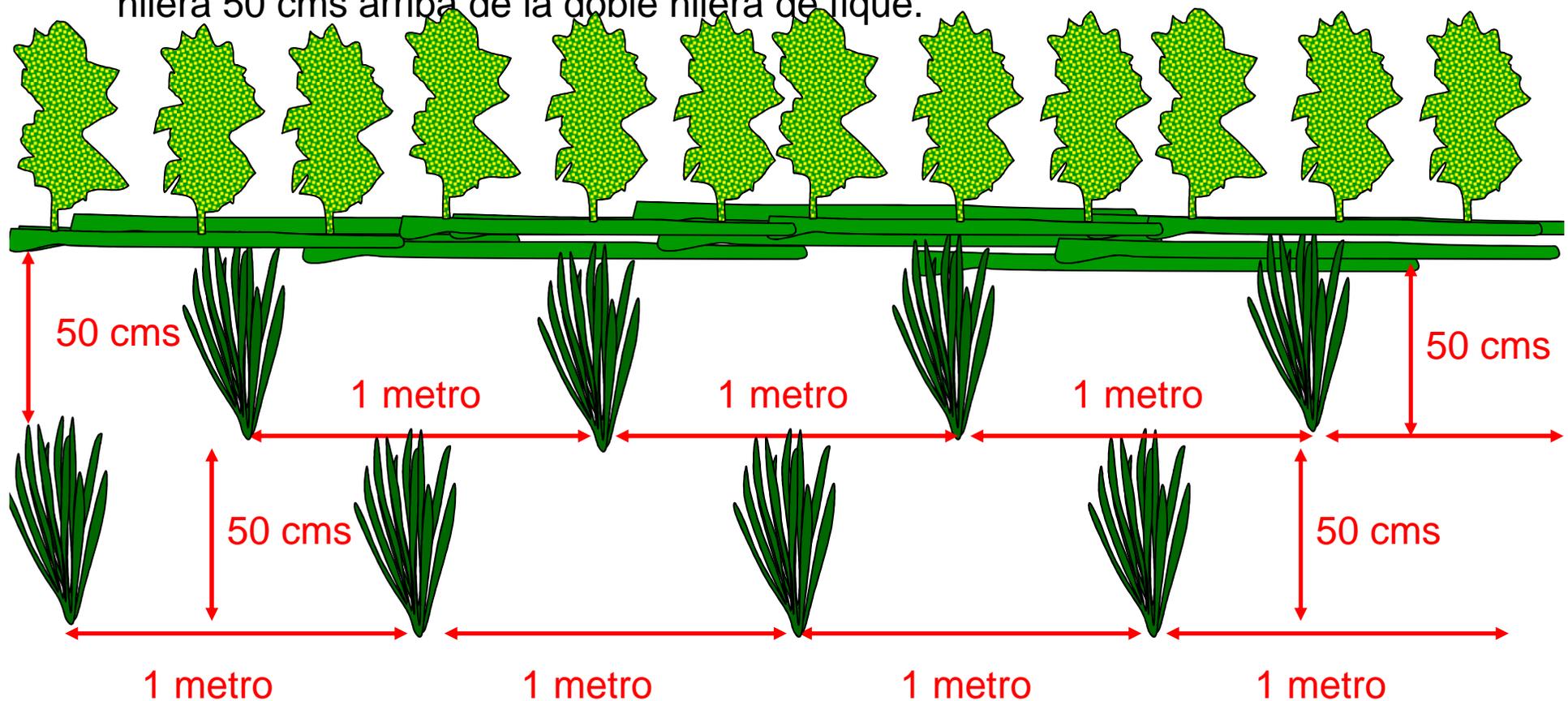
Diseño 2: Doble barrera mixta de fique y piñuela, con botón de oro

1. Siembra alterna de fique y piñuela en doble hilera, a 1 metro entre plantas y 50 cm entre las dos hileras.
2. Siembra de estacas largas de botón de oro sobre abono orgánico, en una hilera 50 cms arriba de la doble hilera de fique.



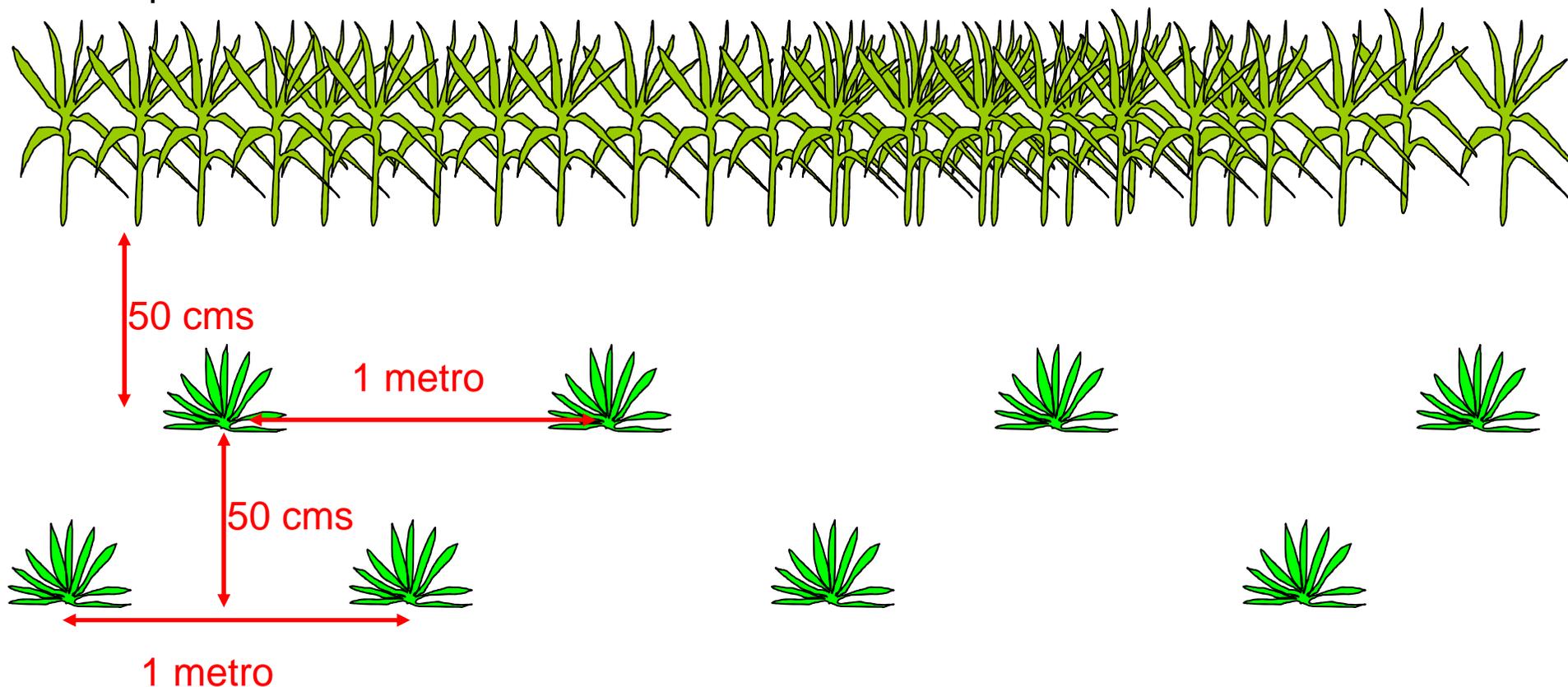
Diseño 3: Doble barrera de piñuela, con botón de oro

1. Siembra de piñuela en doble hilera, a 1 metro entre plantas y 50 cm entre las dos hileras.
2. Siembra de estacas largas de botón de oro sobre abono orgánico, en una hilera 50 cms arriba de la doble hilera de fique.



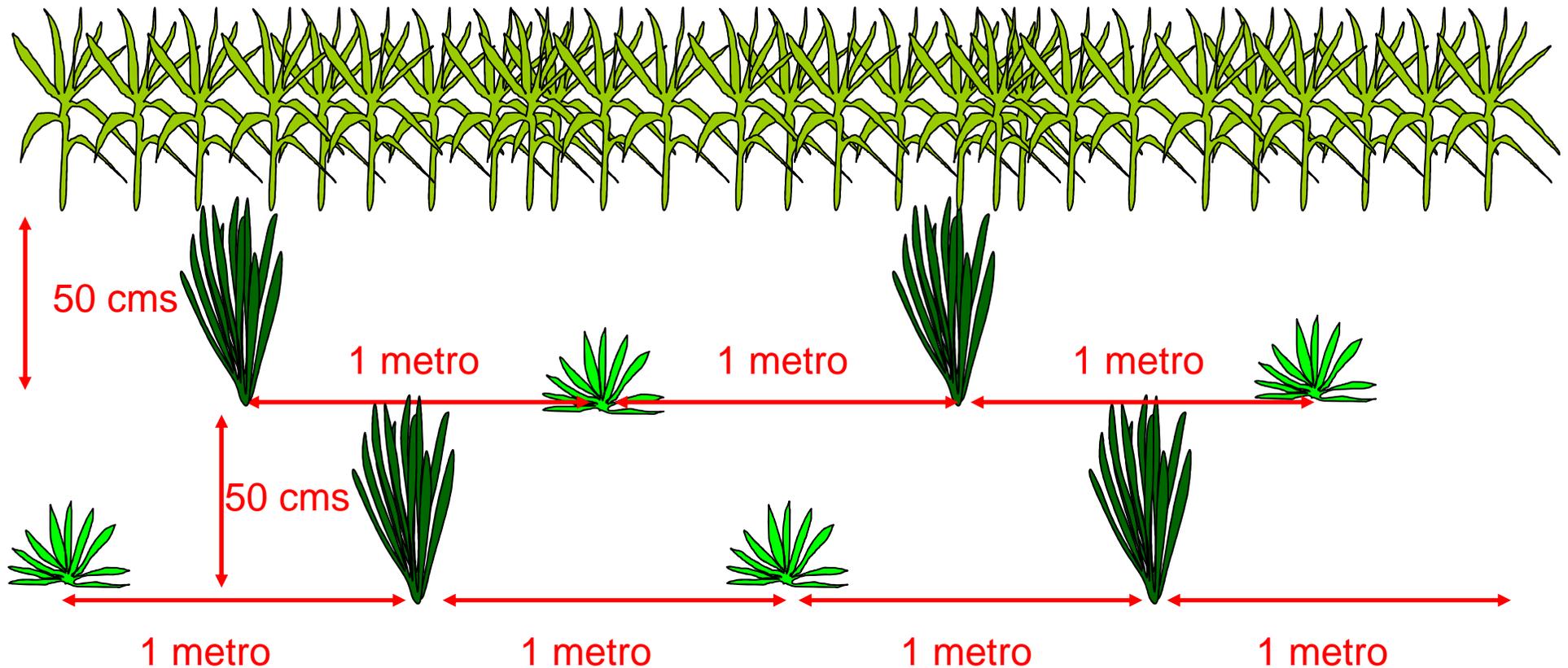
Diseño 4: Doble barrera de fique con cañabrava

1. Siembra de fique en doble hilera a 1 metro entre plantas y 50 cm entre las dos hileras.
2. Siembra de cañabrava en una hilera 50 cms arriba de la doble hilera de fique.



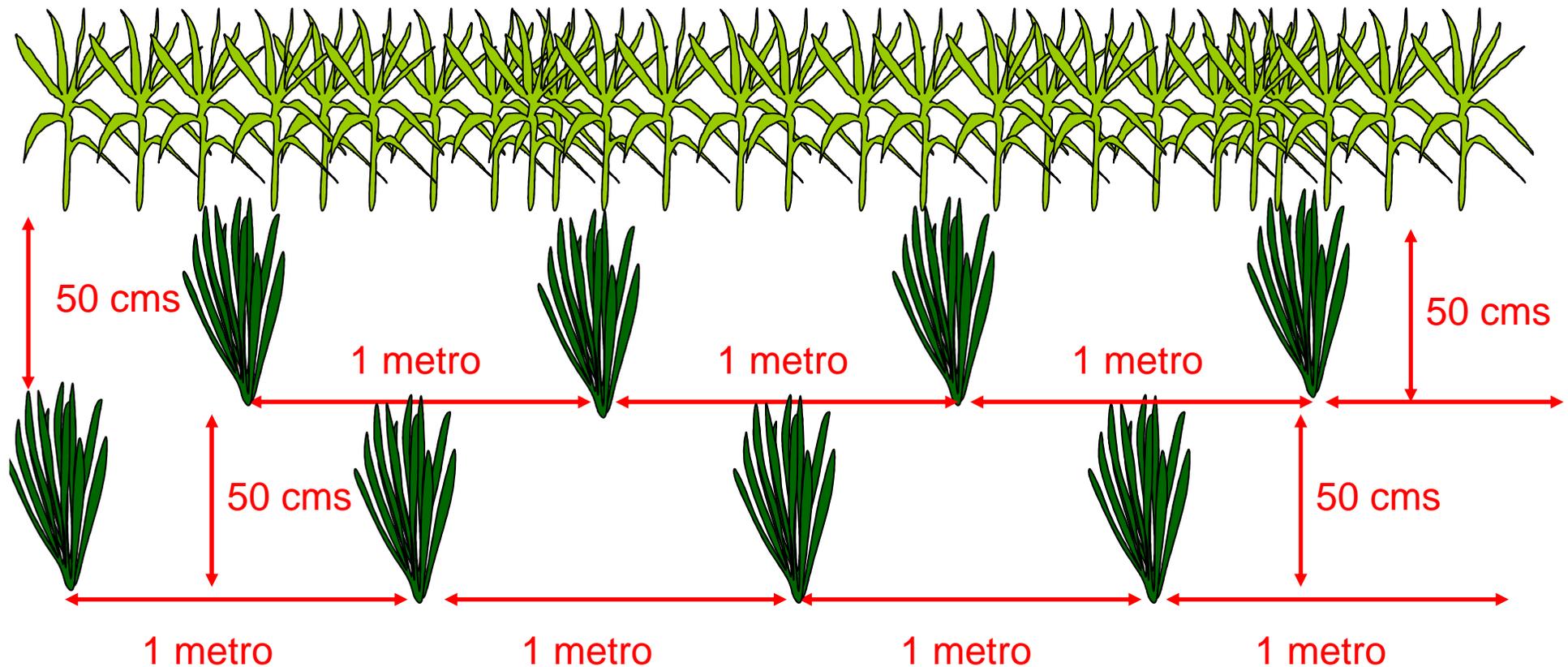
Diseño 5: Doble barrera mixta de fique y piñuela, con cañabrava

1. Siembra alterna de fique y piñuela en doble hilera, a 1 metro entre plantas y 50 cm entre las dos hileras.
2. Siembra de cañabrava en una hilera 50 cms arriba de la doble hilera de fique y piñuela.



Diseño 6: Doble barrera de piñuela, con cañabrava

1. Siembra de piñuela en doble hilera, a 1 metro entre plantas y 50 cm entre las dos hileras.
2. Siembra de cañabrava en una hilera 50 cms arriba de la doble hilera de piñuela.



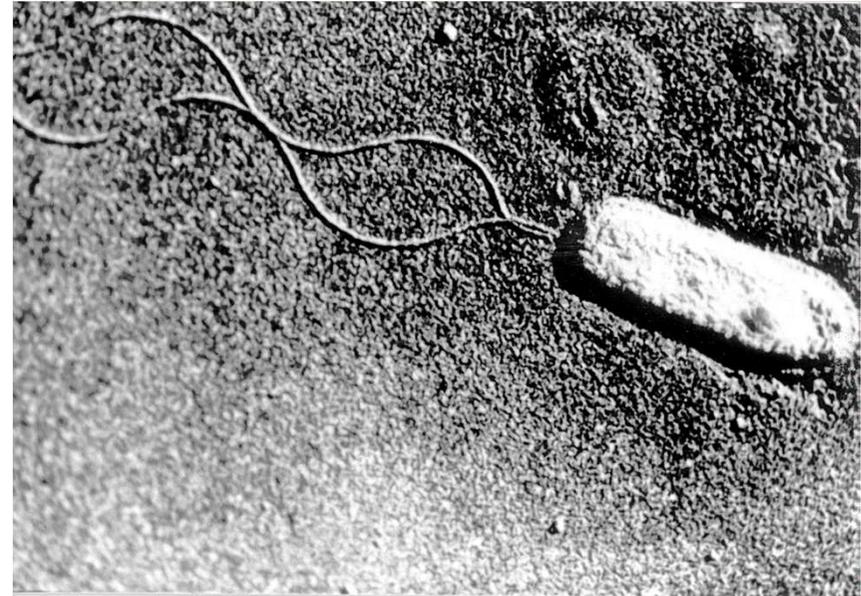
¿Qué se puede hacer cuando el suelo es poco fértil?

- Sembrar especies que no requieren muchos nutrientes.
- Sembrar algunos árboles que hayan sido inoculados con micorrizas o bacterias fijadoras de nitrógeno.
- Aplicar pequeñas cantidades de suelo de un área de bosque nativo para inocular el suelo con microorganismos.
- Sembrar árboles fijadores de nitrógeno y fósforo.

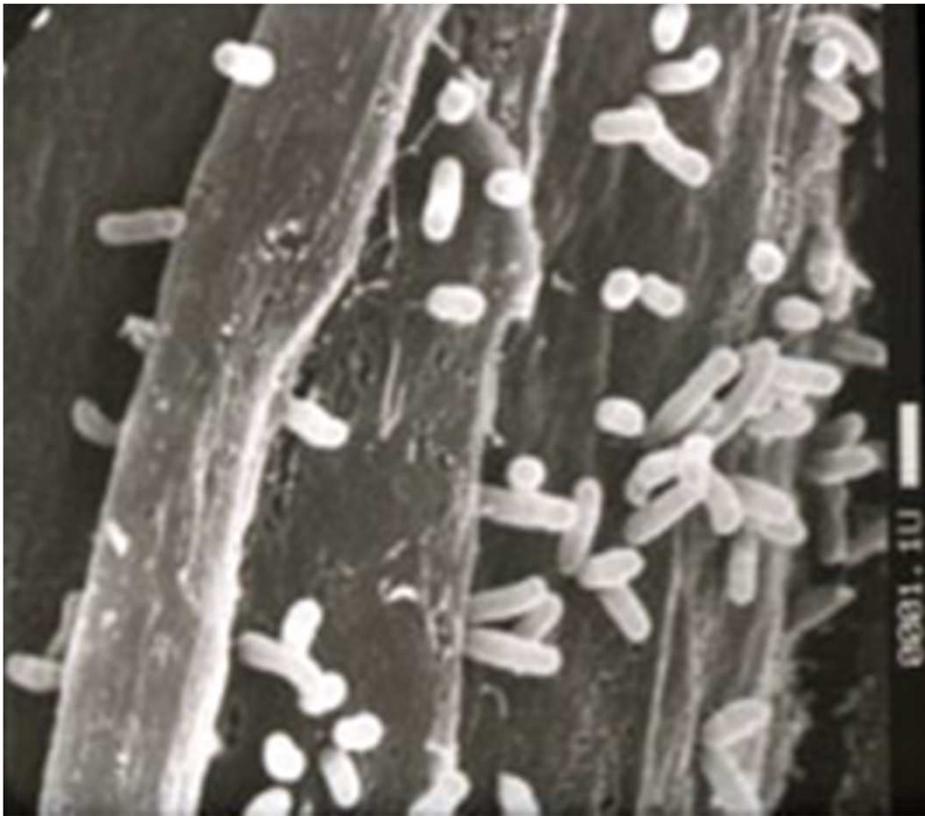
***Rhizobium*: bacterias fijadoras de Nitrógeno**



Nódulos de *Rhizobium* en soya



***Rhizobium*: bacterias fijadoras de Nitrógeno**



Comunidad de San Martín, río Sarstún, Izabal, Guatemala

Suelo muy degradado. “No vamos a sembrar porque la milpa no daría maíz”, dice Samuel Yat.



“Si yo uso el mismo pantalón todos los días se me daña rápido. Eso está pasando con el suelo.”



Degradación del suelo

Producción máxima de maíz en la zona: 8 quintales / manzana.
El descenso en la productividad del suelo se acentuó durante los últimos 7 años.



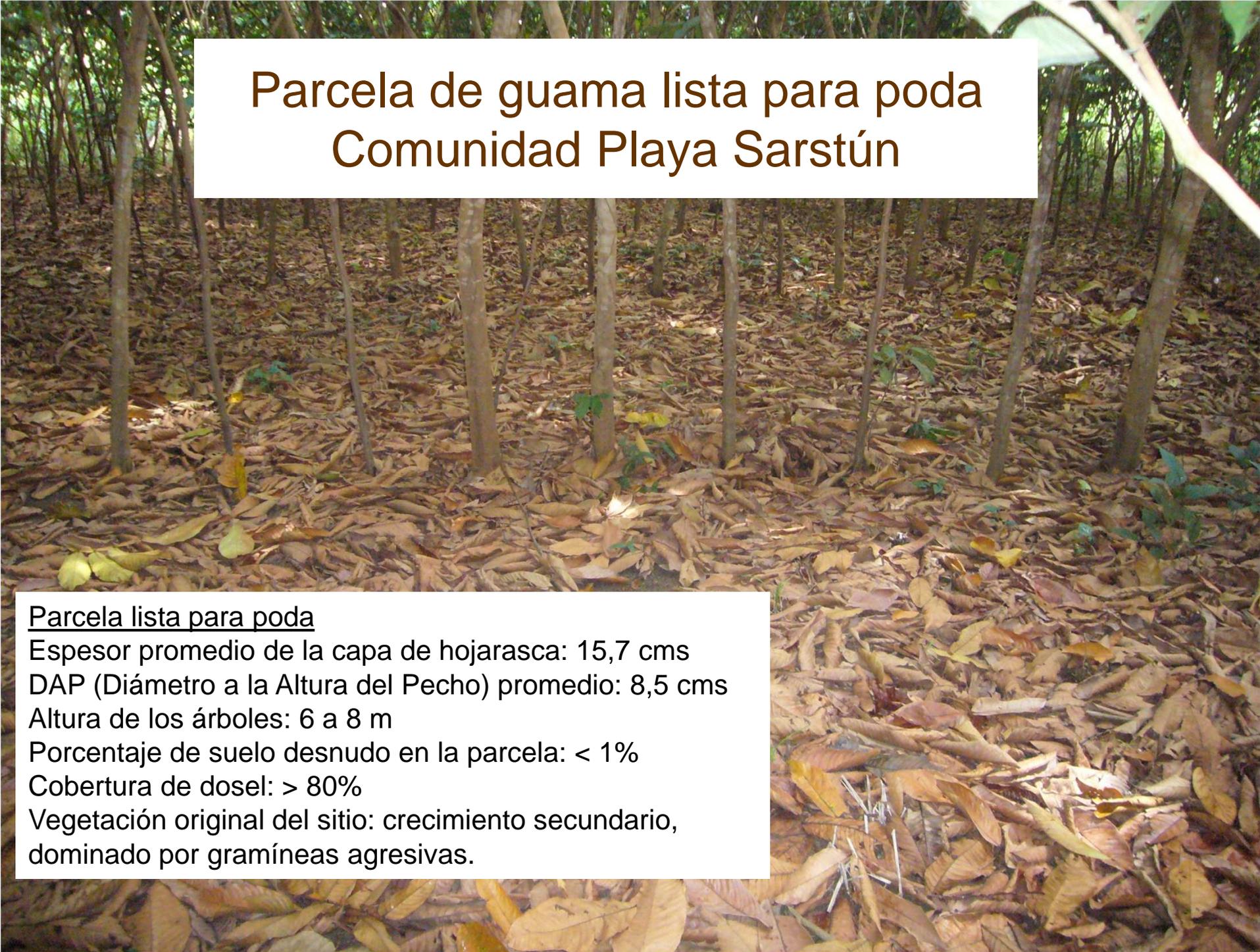
Comunidad de Playa Sarstún

Parcela cultivada por 12 de las 15 familias de la comunidad.

Tamaño de la parcela: 4 cuerdas (1764 m² aproximadamente)

Trabajo invertido en la parcela: 69 jornales

- Limpieza: 2 días x 12 personas
- Siembra de guamos: 3 días x 15 personas (niños incluidos). Nota: la siembra incluye el traslado desde el vivero.



Parcela de guama lista para poda Comunidad Playa Sarstún

Parcela lista para poda

Espesor promedio de la capa de hojarasca: 15,7 cms

DAP (Diámetro a la Altura del Pecho) promedio: 8,5 cms

Altura de los árboles: 6 a 8 m

Porcentaje de suelo desnudo en la parcela: < 1%

Cobertura de dosel: > 80%

Vegetación original del sitio: crecimiento secundario,
dominado por gramíneas agresivas.



Nódulos del guamo en la parcela de la comunidad de Playa Sarstún (Sarstún Creek).



Aproximadamente 120 nódulos en un tramo de raíz secundaria de 20 cms de longitud.



Guamos sembrados en curvas de nivel

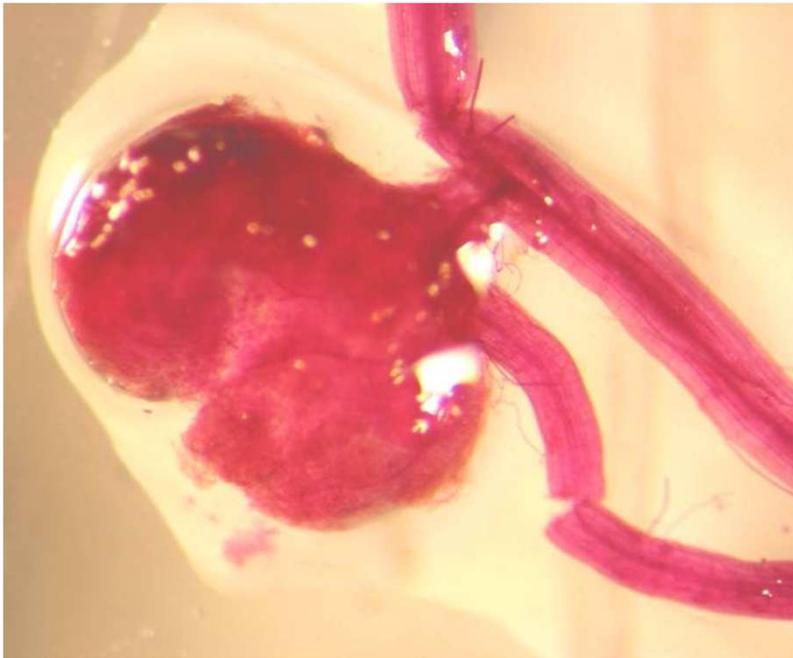
Trabajo invertido en la parcela:

- Preparación del terreno: 5 días
- Siembra: 5 días (1 día x 5 personas)
- Limpiezas: 8 días (4 limpiezas)

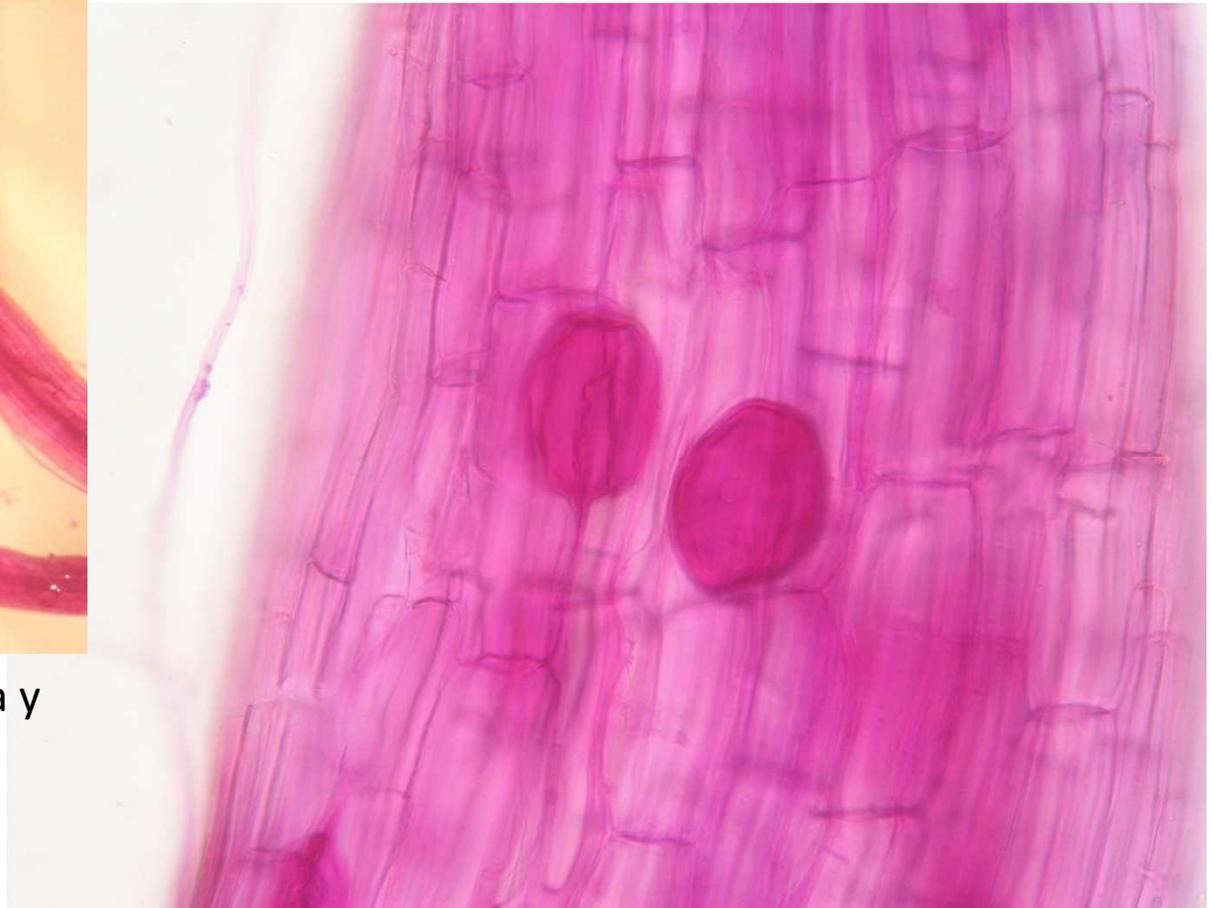
Leucaena leucocephala



Colonización de raíces de *Leucaena leucocephala* por un hongo formador de micorrizas



Nódulo de leucaena con hifas intra y extraradicales.



Raíz de leucaena colonizada por hongo formador de micorrizas.

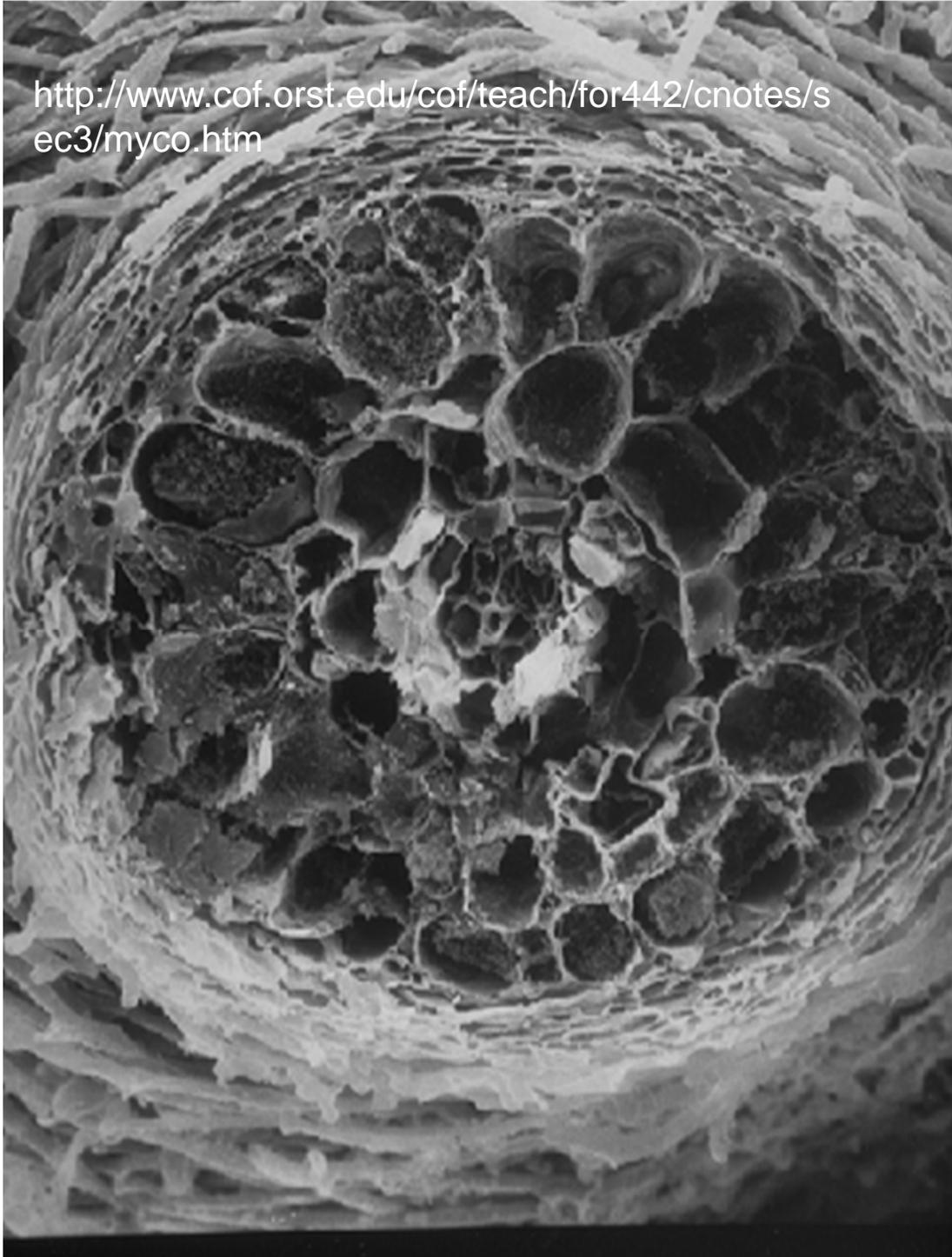
Fotos: Jorge Sierra, UCO

Leucaena para la recuperación de suelos

- Árbol fijador de nitrógeno
- En India 2000 árboles Ha^{-1} por 10 años o más recuperan la estructura física y la materia orgánica del suelo.
- Aprovechamiento múltiple (madera, leña, forraje) y cultivos asociados.



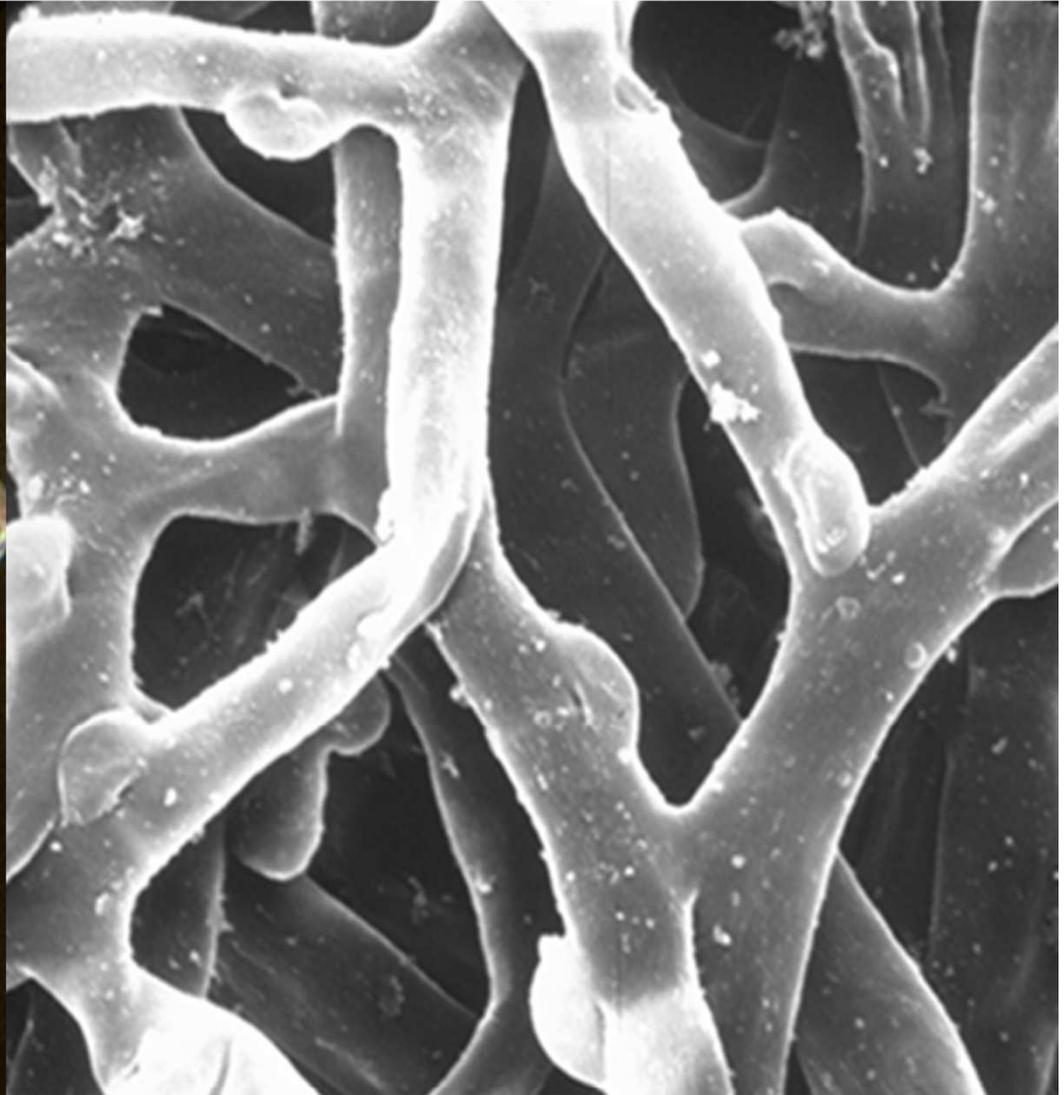
<http://www.cof.orst.edu/cof/teach/for442/cnotes/ec3/myco.htm>



Micorriza

- Asociación simbiótica entre la raíz o rizoma de una planta y un hongo.
- La estructura que se forma al combinarse la raíz modificada con el tejido del hongo.

Micorrizas

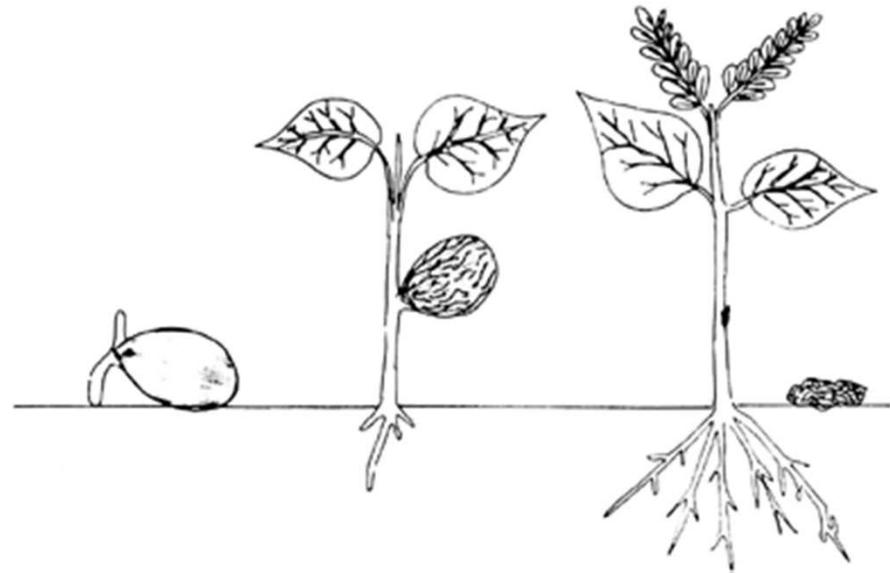


Mejoran la movilización de nutrientes hacia la planta:

- Pelo radical absorbe nutrientes en un radio de 2 mm
- Hifas exploran hasta 80 mm (40 veces más)

¿Qué es el establecimiento de las plantas?

El establecimiento ocurre cuando se agotan las reservas alimenticias almacenadas en las semillas y las plantas tienen que empezar a depender de los recursos del suelo.

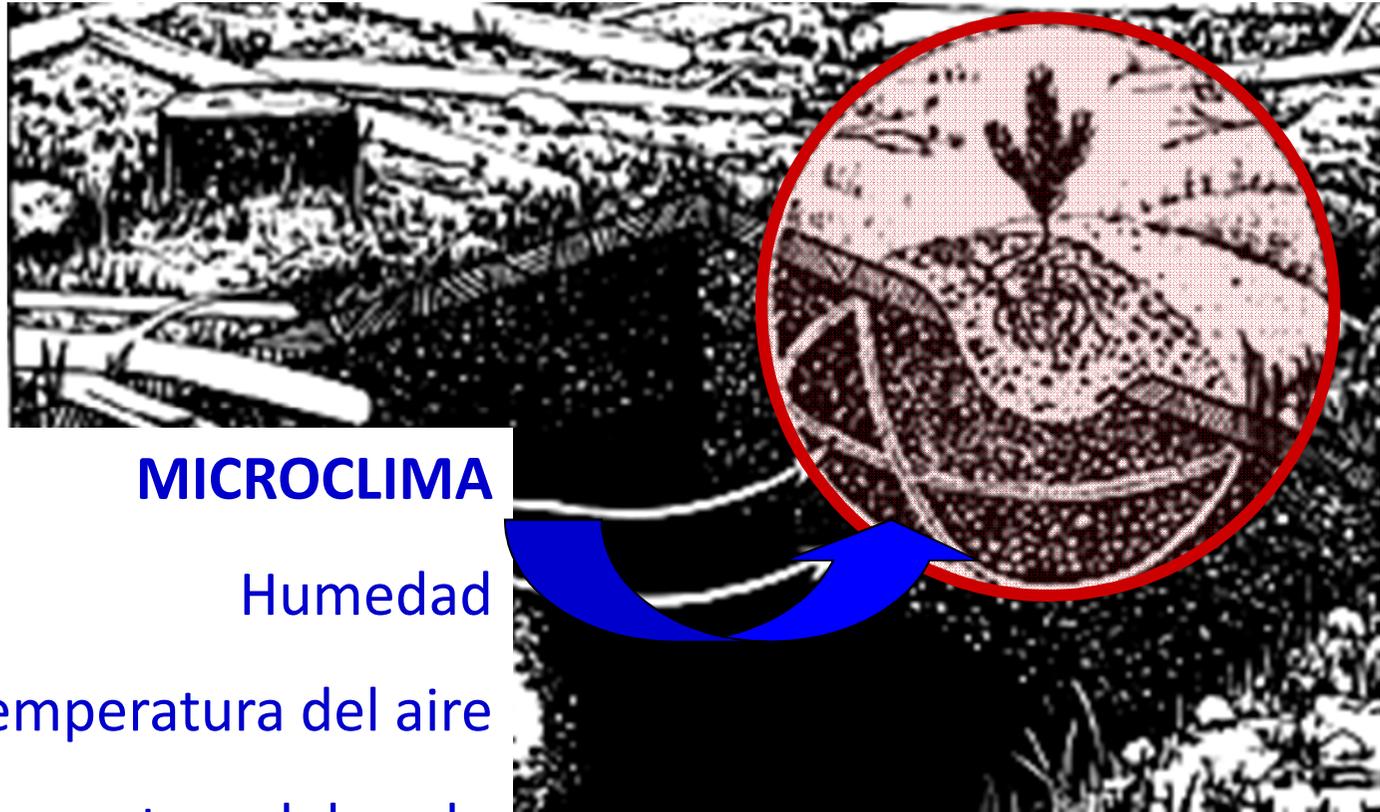


Éste es el momento más crítico de la vida de una planta.

¿Cuáles factores influyen sobre el desarrollo de un árbol sembrado?



El micrositio



MICROCLIMA

Humedad

Temperatura del aire

Temperatura del suelo

Humedad del suelo

Actividades de preparación del terreno

- Trazado y limpieza
- Cultivo del terreno (mejora aireación y percolación del agua)
- Siembra de plantas nodrizas
- Trazado en curvas a nivel
- Hoyado
- Inoculación del suelo con micorrizas o microorganismos

Trazado para la siembra y limpieza

Trazado en círculos



Trazado en franjas

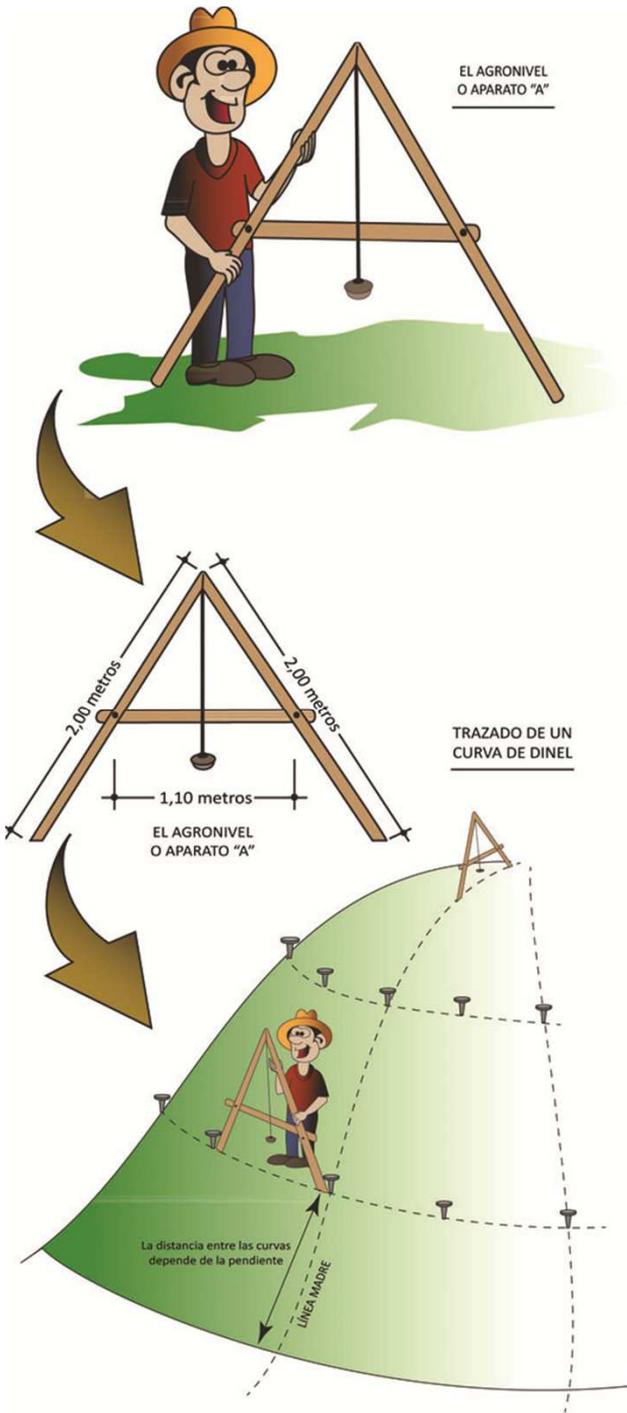


Limpieza del terreno en franjas



Arboloco

5.10.2003

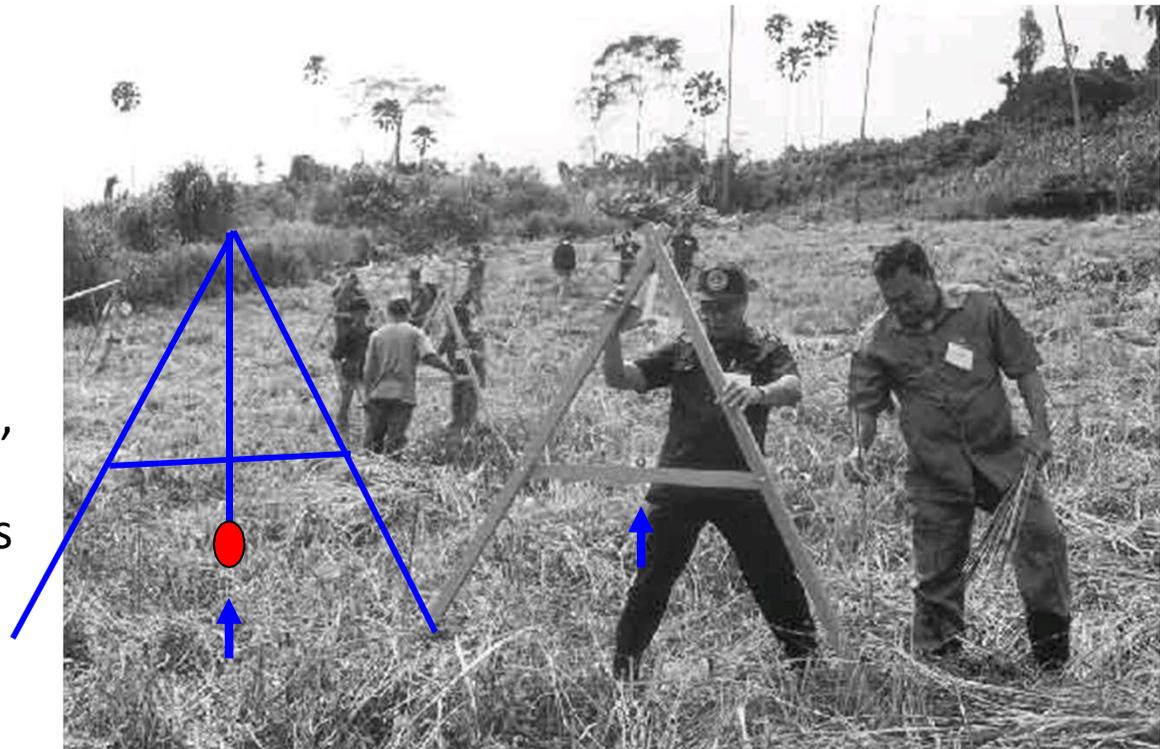


Trazado en curvas de nivel



Uso del marco A para el trazado de curvas de nivel

- Instrumento sencillo, barato y plegable
- La posición de una cuerda de plomada suspendida de la punta del instrumento se marca en la barra horizontal de la «A»
- El instrumento se gira sobre un eje y se manipula hasta que la cuerda coincida de nuevo con la marca.
- En esa posición, los dos lados del marco en «A» se apoyan en la curva de nivel, y se marca ésta.
- Se gira el instrumento otros 180° y se repite el procedimiento.



Siembra de botón de oro *Tithonia diversifolia* en curvas de nivel. Finca El Cortijo, Salento, Quindío



Sembrar los árboles en medio de un cultivo





Hoyado



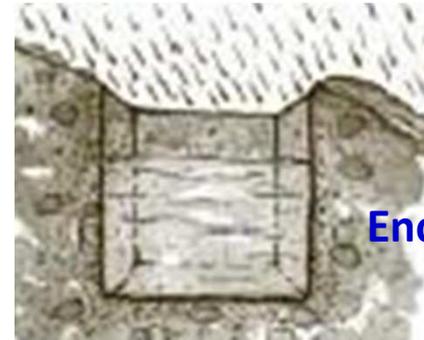
Desbarrancamiento



Formación de grietas

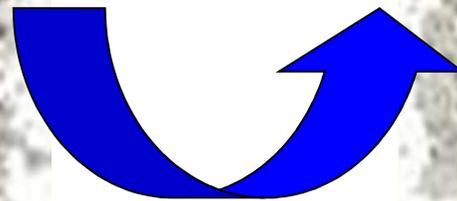
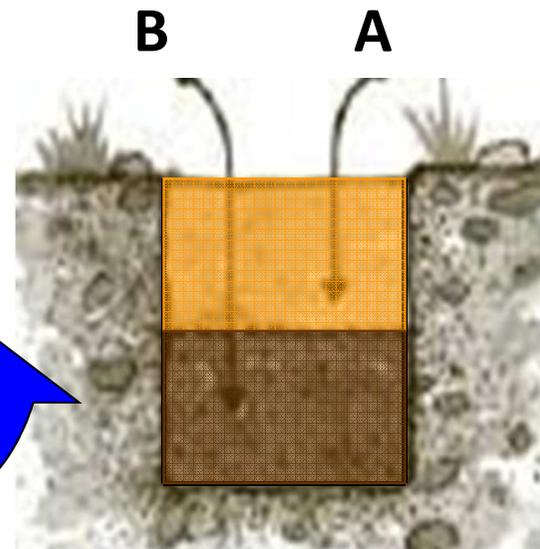
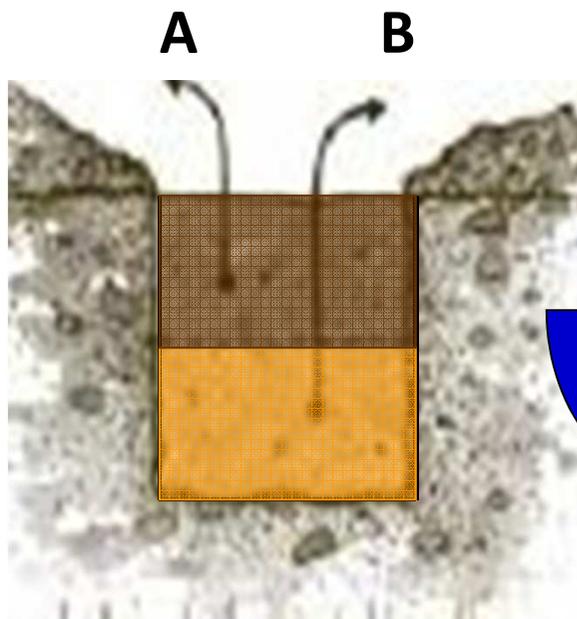


Encharcamiento



Si los hoyos se preparan con anticipación es importante volver a poner el suelo adentro.

Hoyado



Suelo oscuro en contacto con las raíces del árbol sembrado

Selección de las especies

- La selección de las especies es fundamental.
- En sitios degradados, las especies seleccionadas deben ser capaces de enriquecer el suelo y proporcionar productos para las comunidades locales.
- ¿Árboles nativos o exóticos?
- ¿Monocultivos o policultivos?

Materiales de siembra



- Plántulas en bolsa o plántulas a raíz desnuda
- ¡La calidad es fundamental!



Propagación en viveros



www.treeswaterpeople.org



http://www.earth-usa.org/giving/re_forest.html

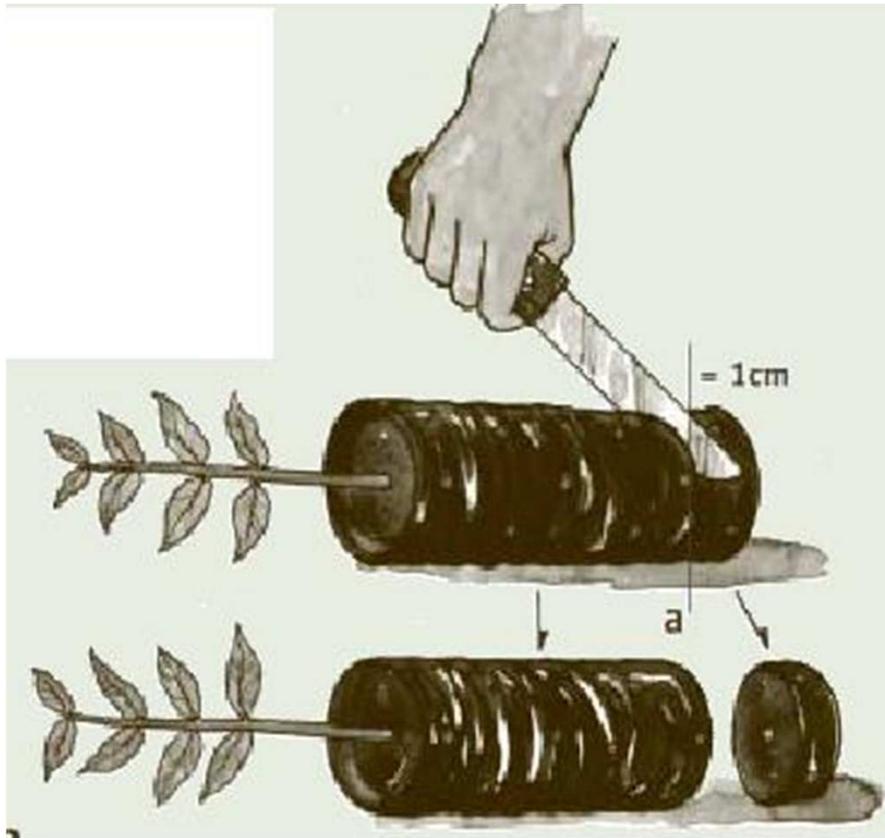
Selección de las plántulas



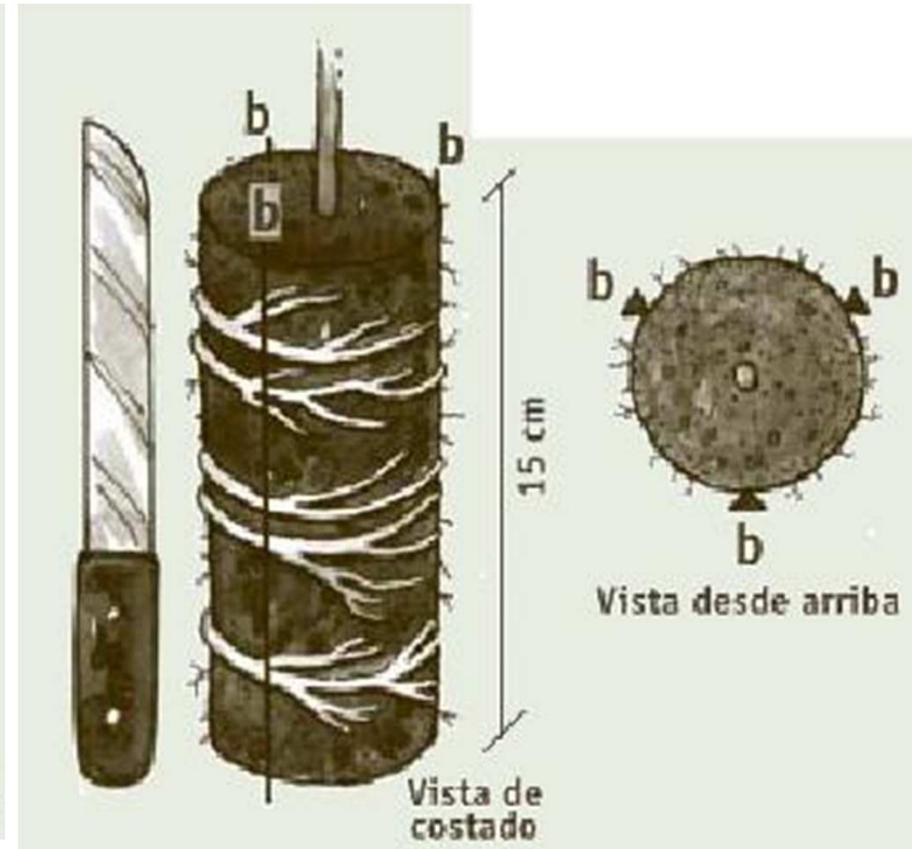
Deformidades comunes



Corte de raíces

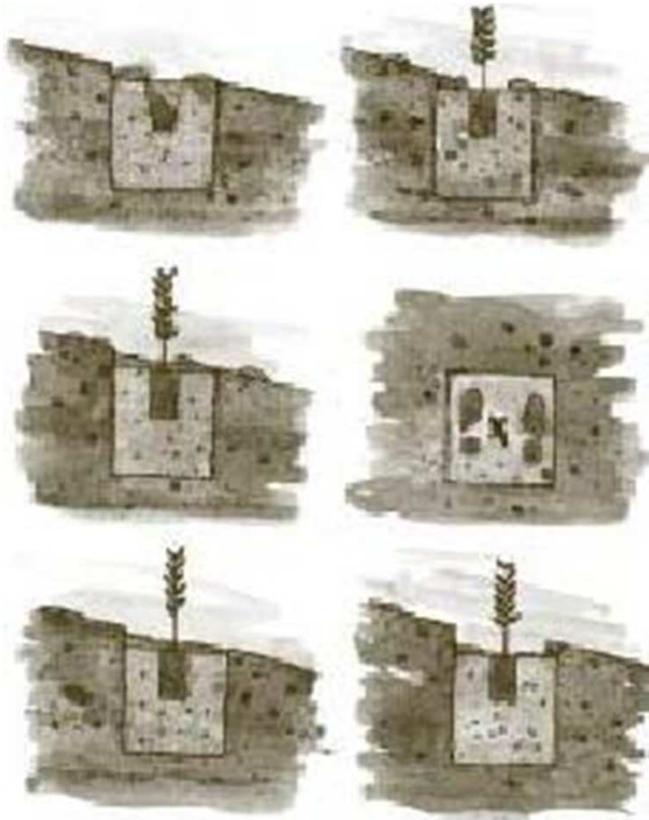


Se debe cortar el fondo de la bolsa para eliminar la parte doblada de la raíz principal.

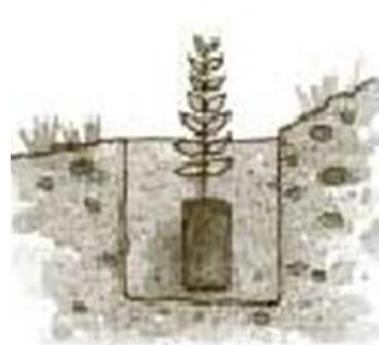


Si hay raíces enroscadas, es conveniente hacer podas superficiales.

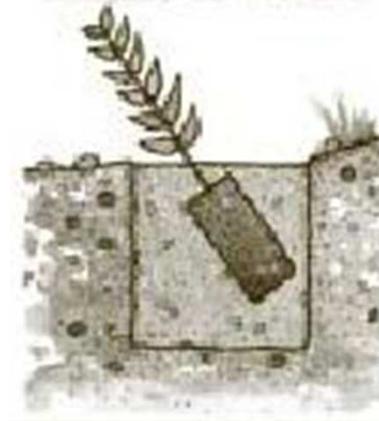
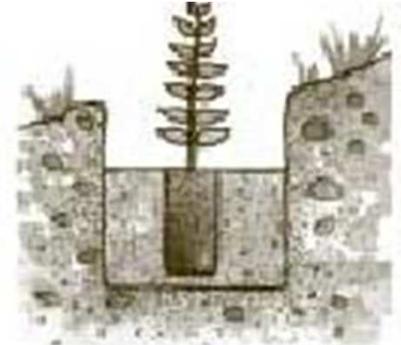
Etapas de la siembra y errores comunes



Demasiado enterrado



Poca tierra (encharcamiento)



Demasiado inclinado

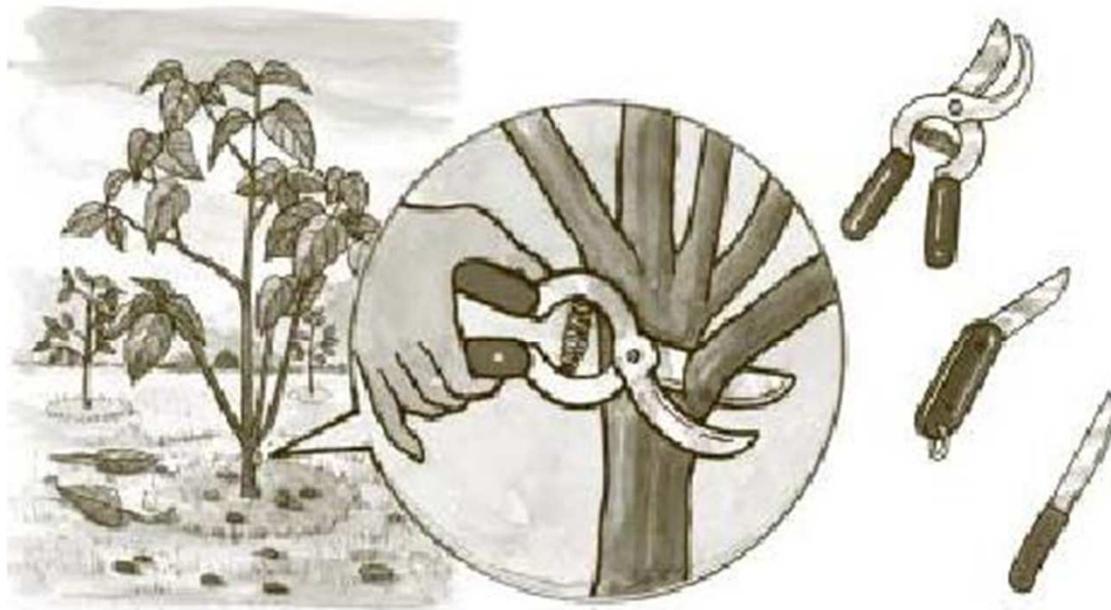


Hojas enterradas

Cuidado y mantenimiento de los árboles



- Poda o eliminación de rebrotes
- Raleo
- Selección de árboles



Se debe hacer la poda tan pronto sea posible identificar el mejor rebrote (de mayor altura, forma recta, sano y vigoroso), en árboles de 1 m (firmes y fáciles de cortar)

Poda o eliminación de rebrotes



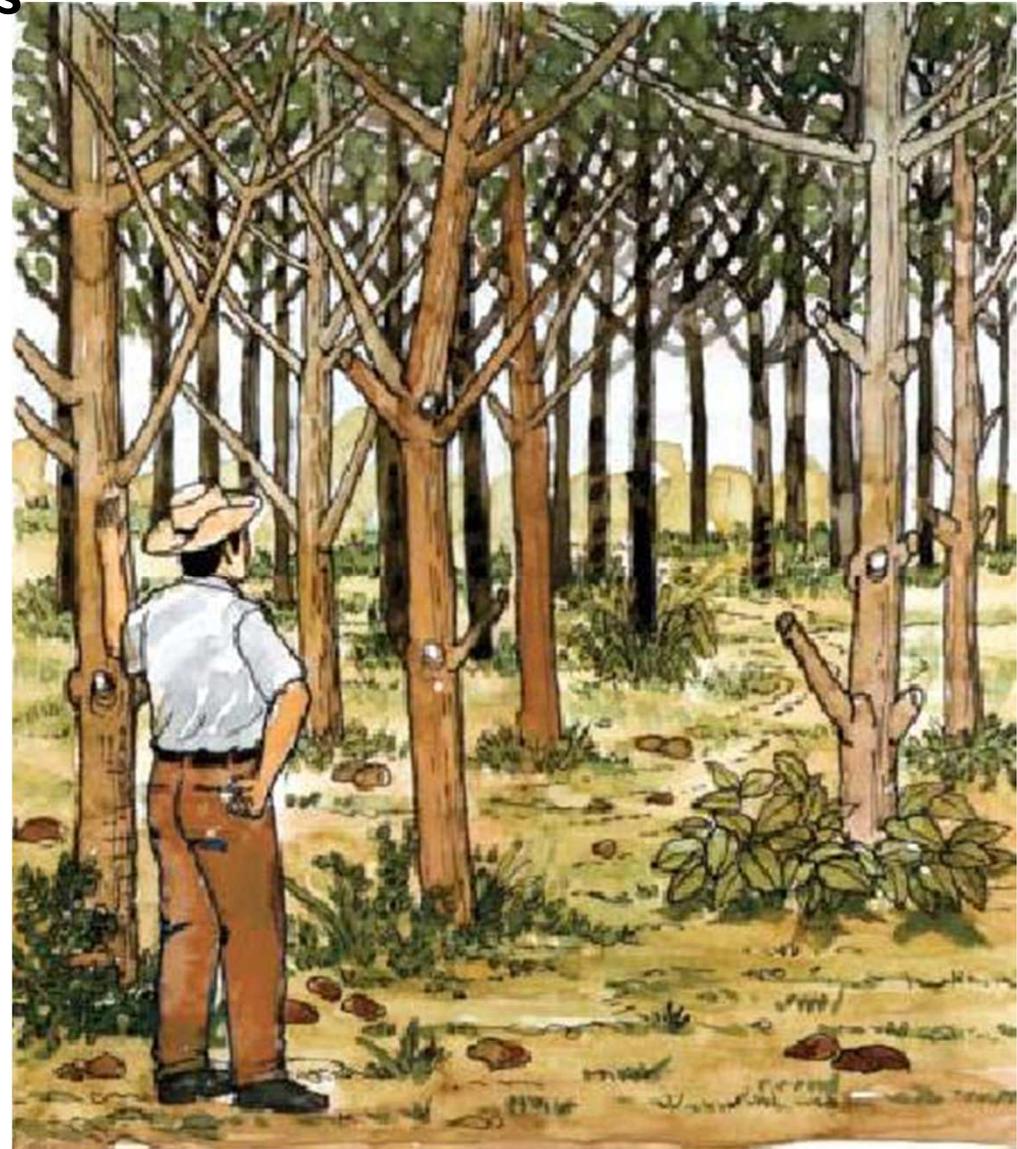
Prioridad: rebrotes cerca del suelo y los que están en la dirección del viento dominante.

¿Muchos árboles de diámetros pequeños o pocos árboles de diámetros grandes?

Raleos



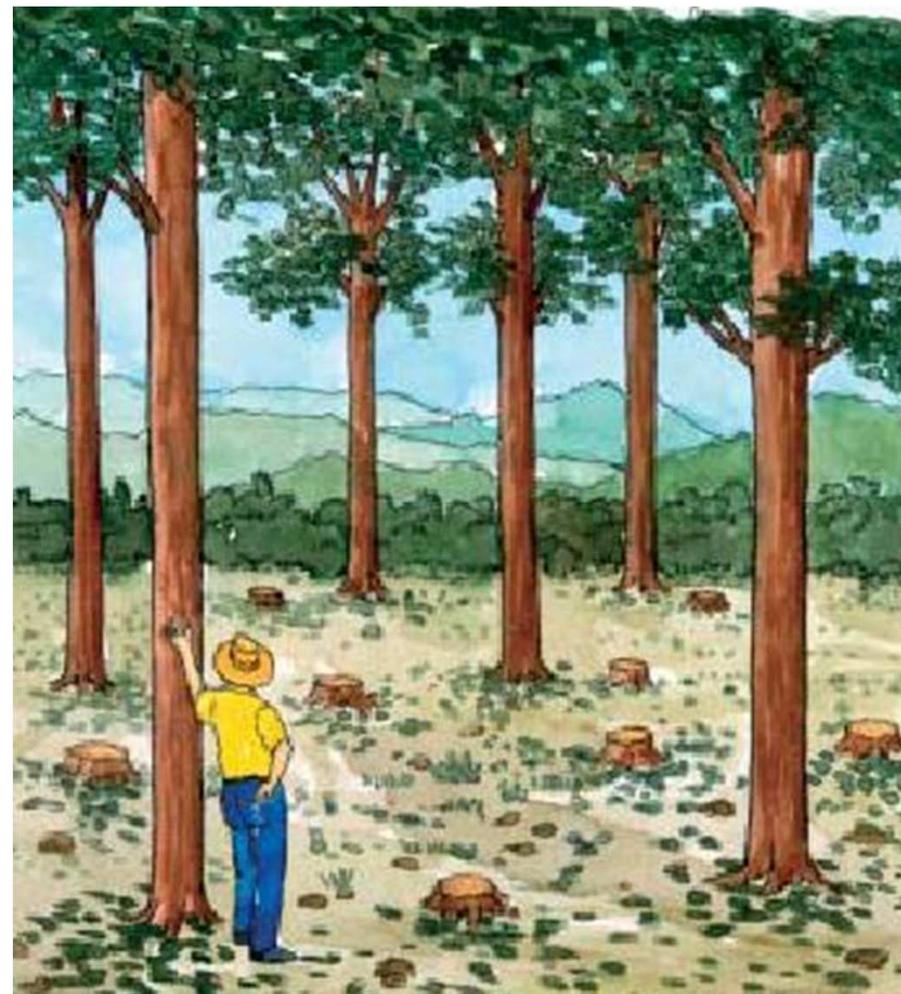
Si no se ralea la plantación, la producción de madera para aserrío (>35 cm DAP) será limitada.





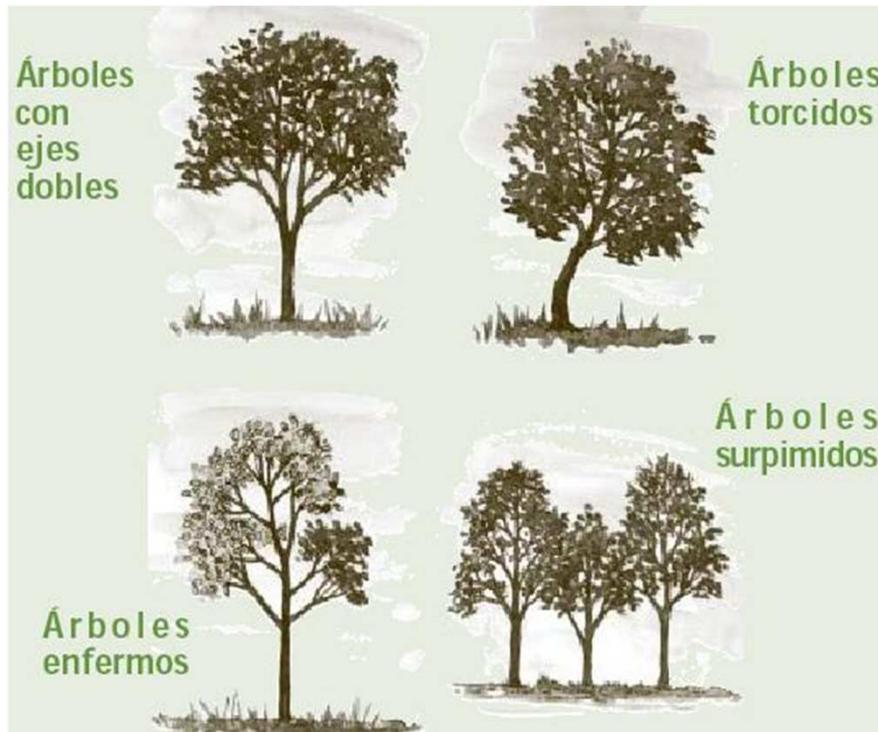
Para que los árboles puedan tener buen grosor sus copas deben ser grandes.

Raleos

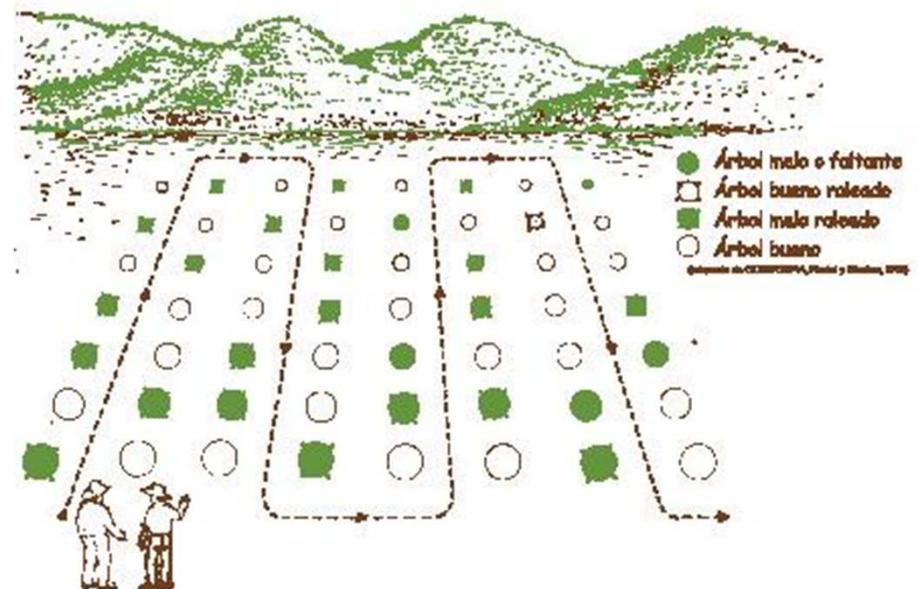


Se seleccionan los árboles con la mejor forma.

Selección de los árboles



Los árboles muertos o faltantes se consideran raleados.

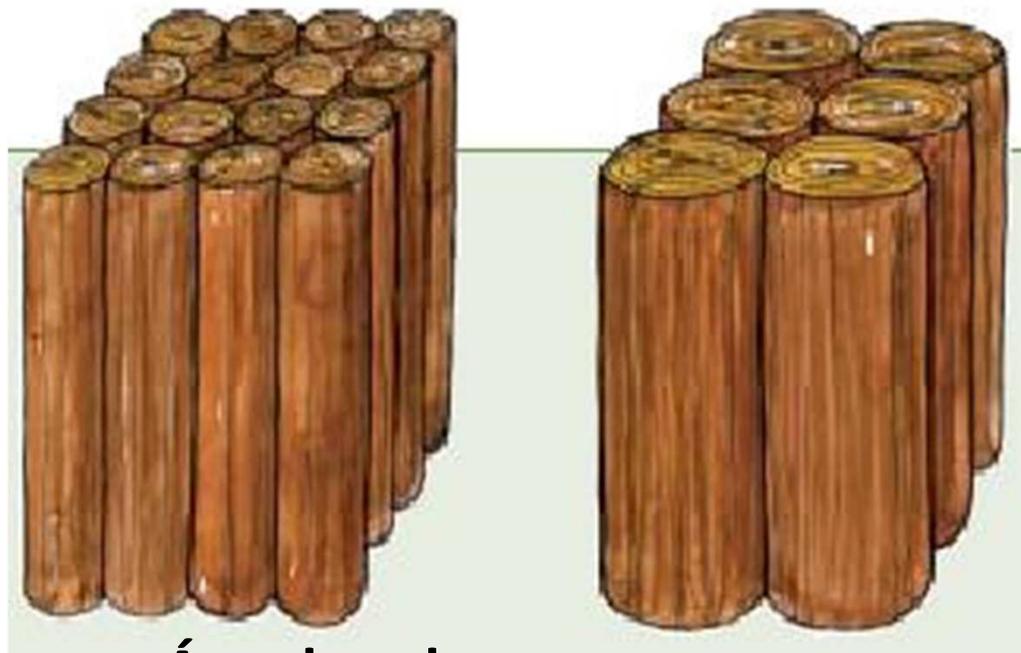
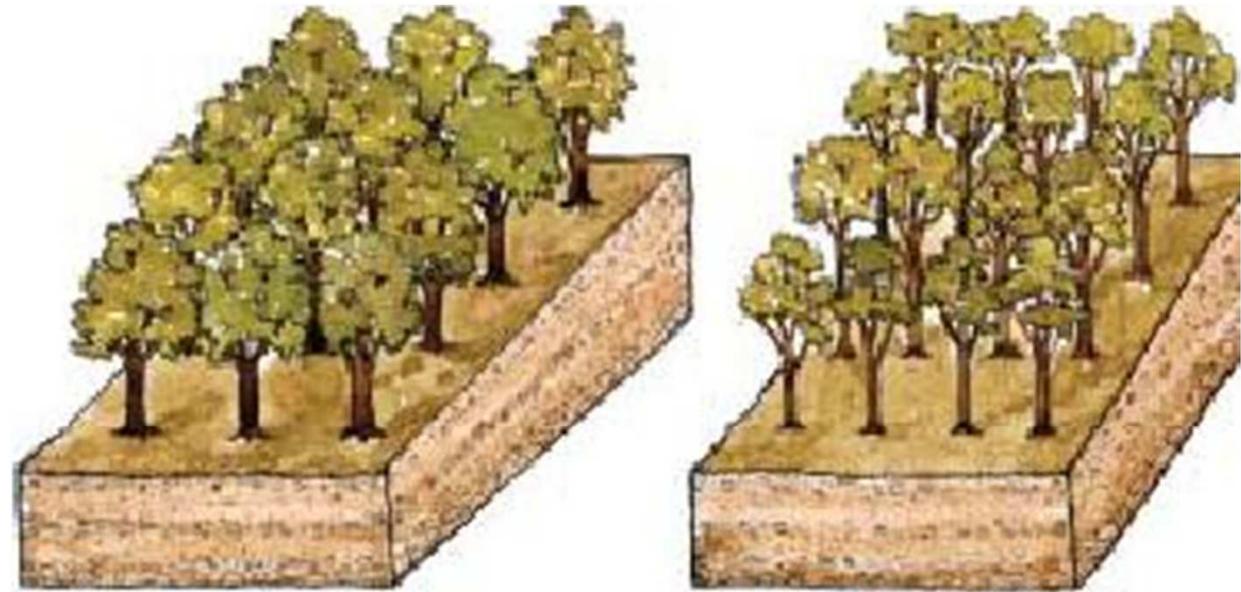


Estado fitosanitario

Rectitud del tronco

Diámetro

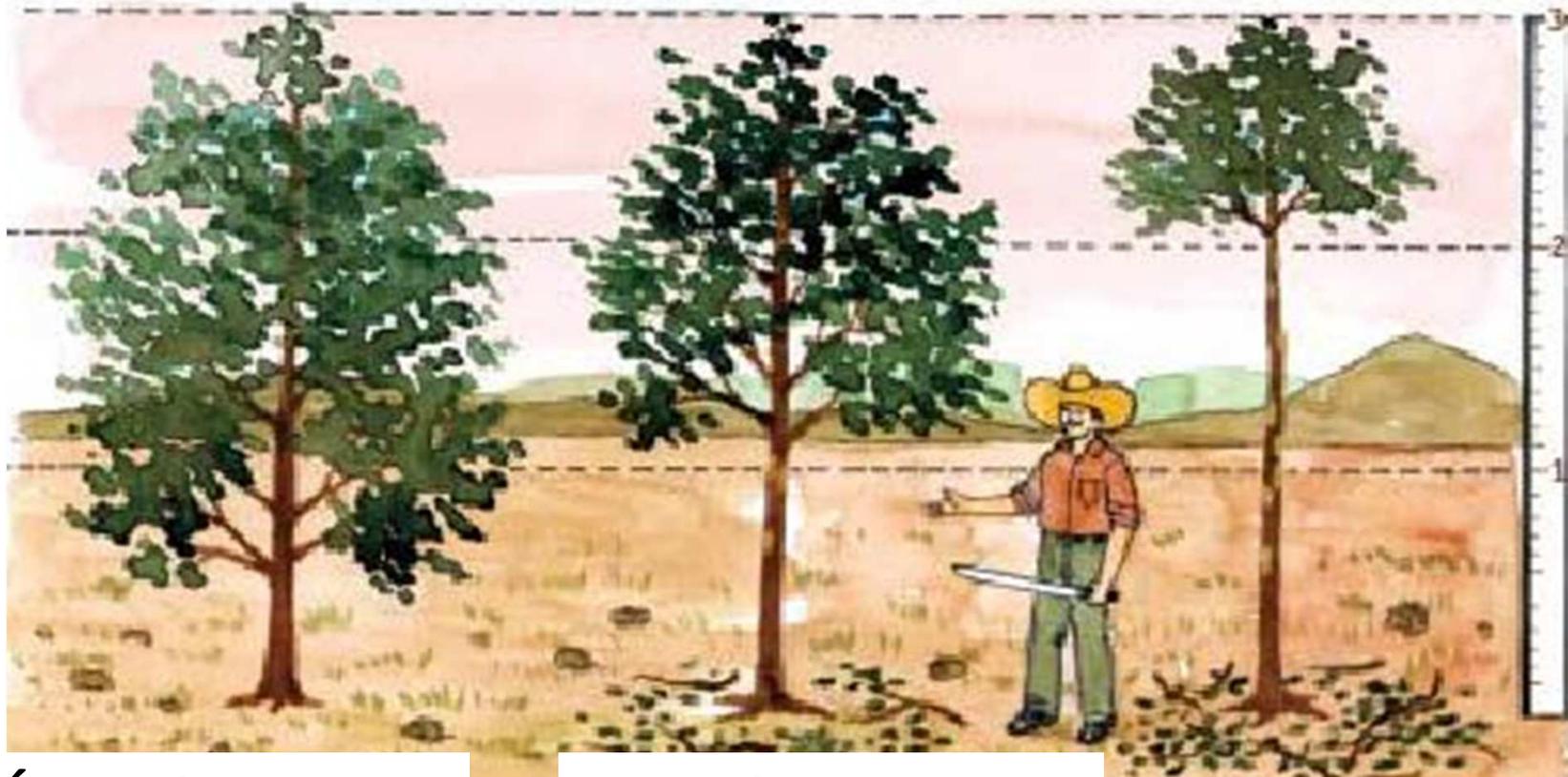
Altura



Área basal

Raleos posteriores

¿Cómo se hace la primera poda?



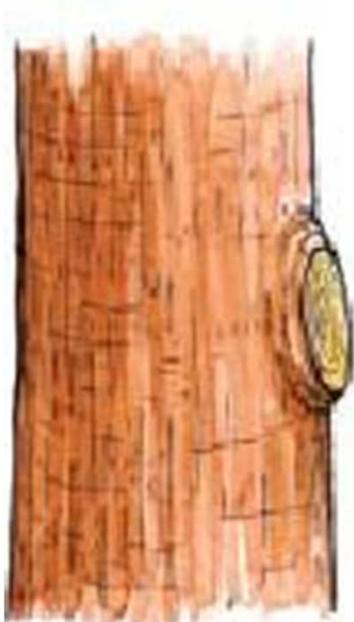
Árbol sin podar

Poda bien hecha

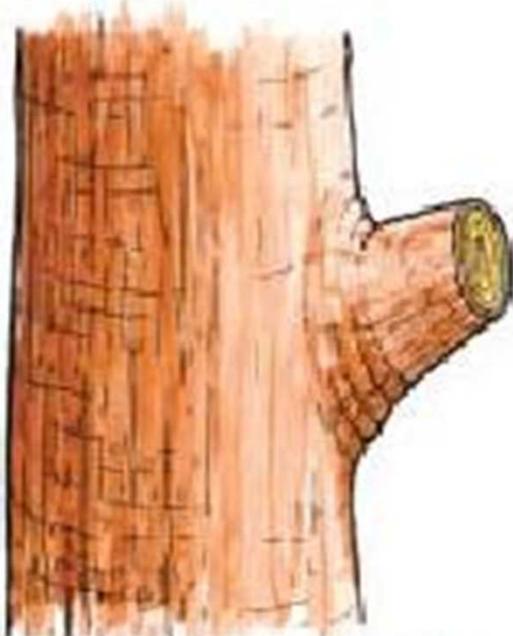
Poda excesiva

**El primer corte debe hacerse al final de la época seca
(cicatrización rápida, menor riesgo de enfermedades)**

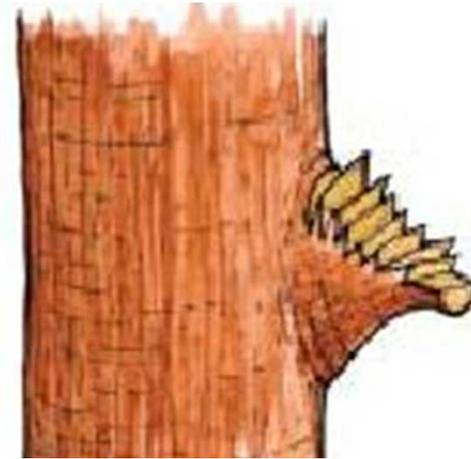
¿Cómo se cortan las ramas?



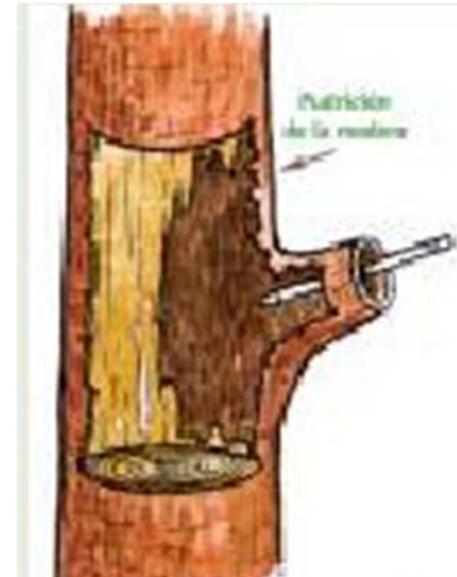
**Corte
correcto**



**Poda mal hecha.
Muñón muy largo.**

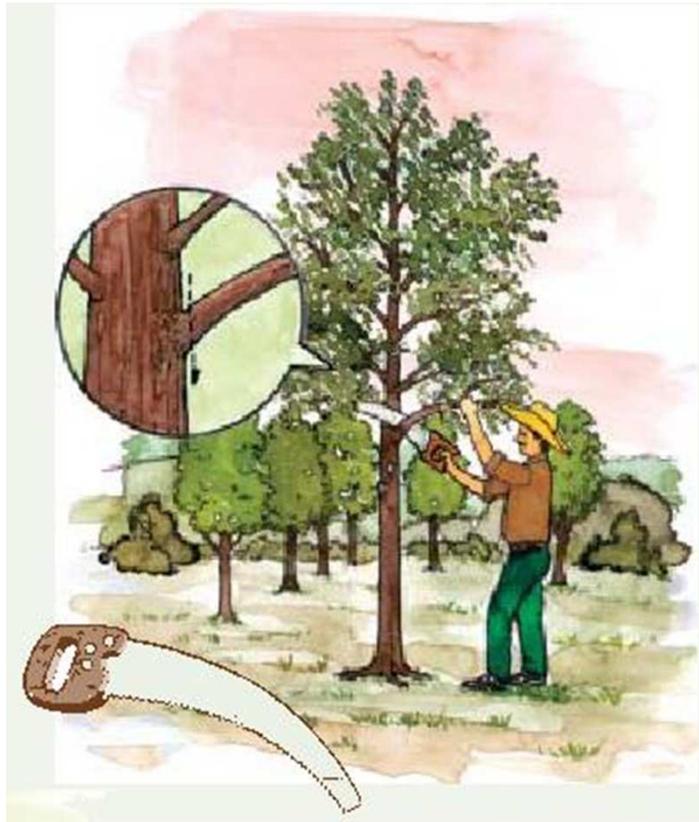


**Poda mal hecha. Corte y muñón
irregulares**

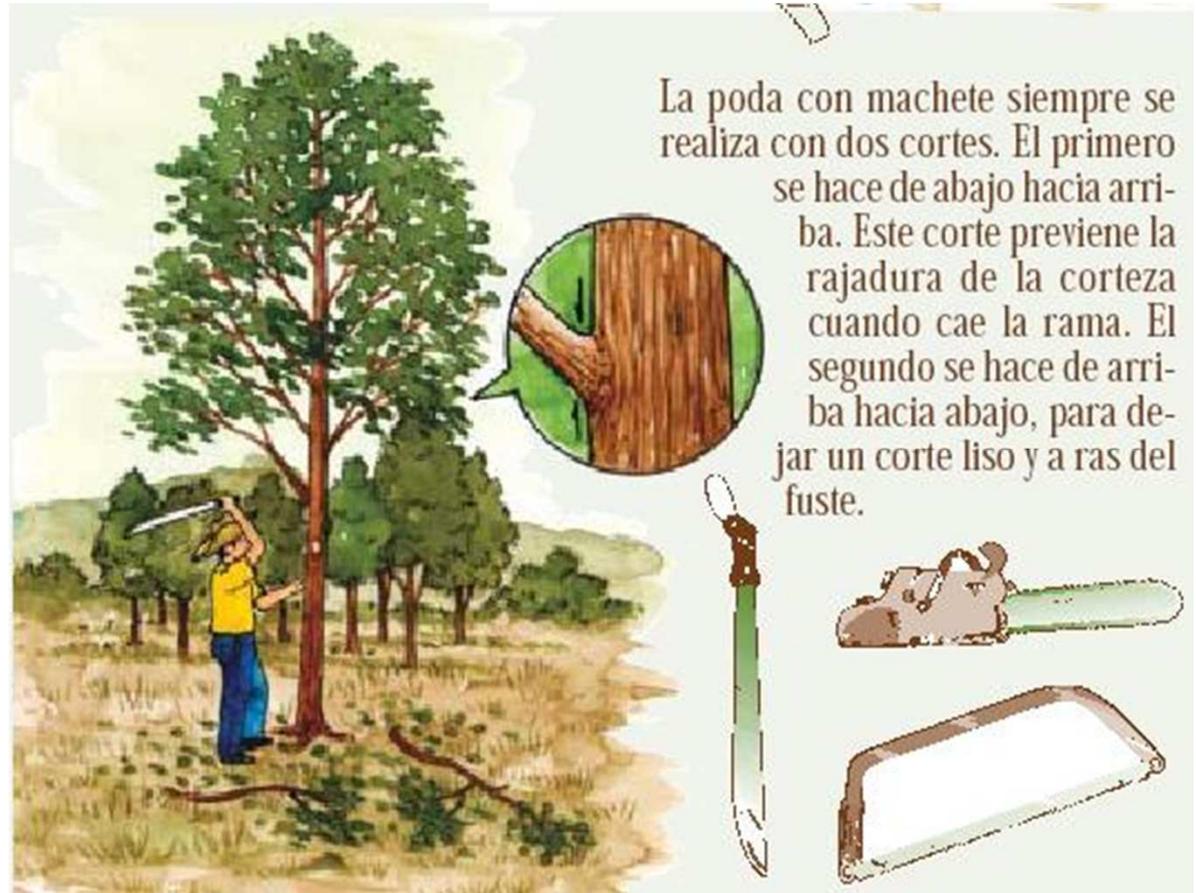


**Un muñón muy largo sirve de entrada a
los hongos**

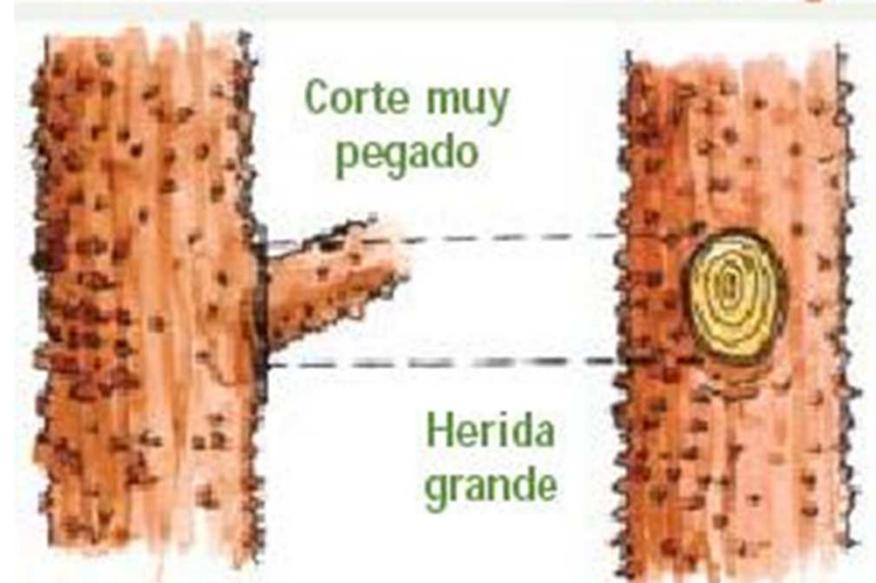
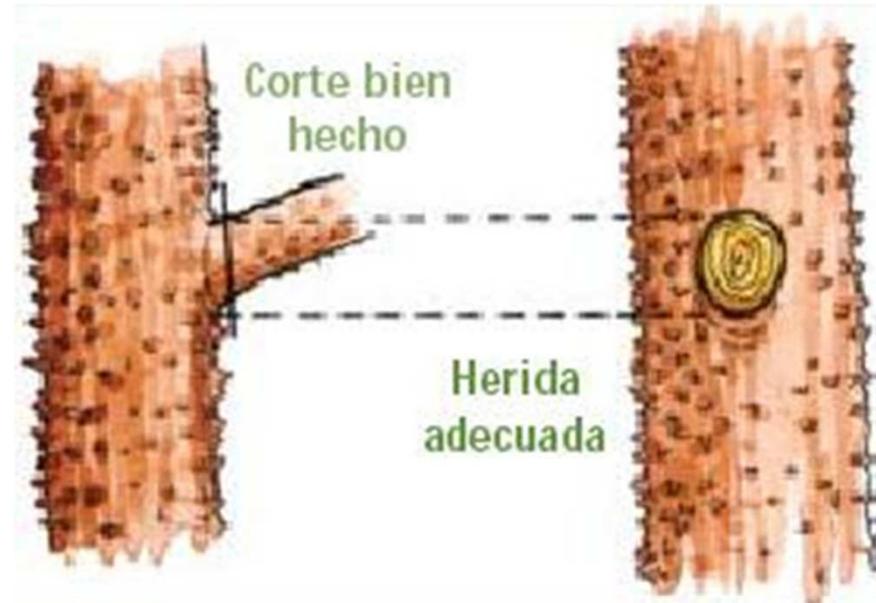
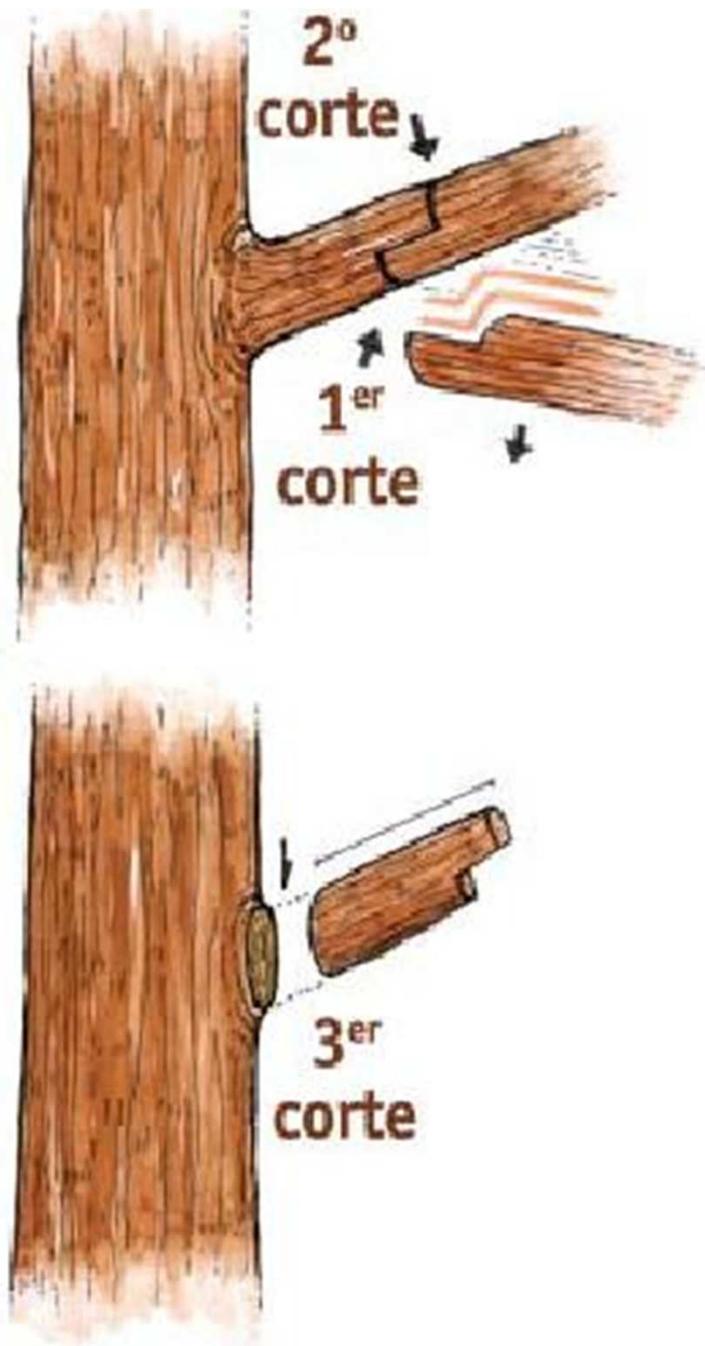
Herramientas de poda



Serrucho, sierra de arco,
machete



Poda de ramas gruesas



Segunda poda

Después del primer o segundo raleo.

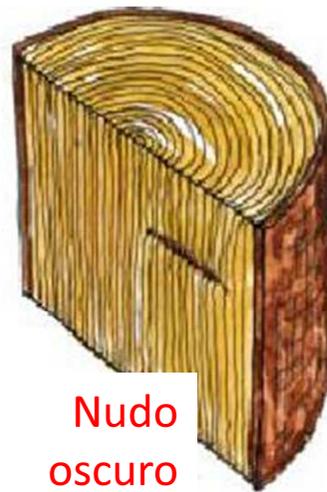
Debe hacerse antes de que las ramas de abajo comienzen a morir.

No tiene que ser muy alta.



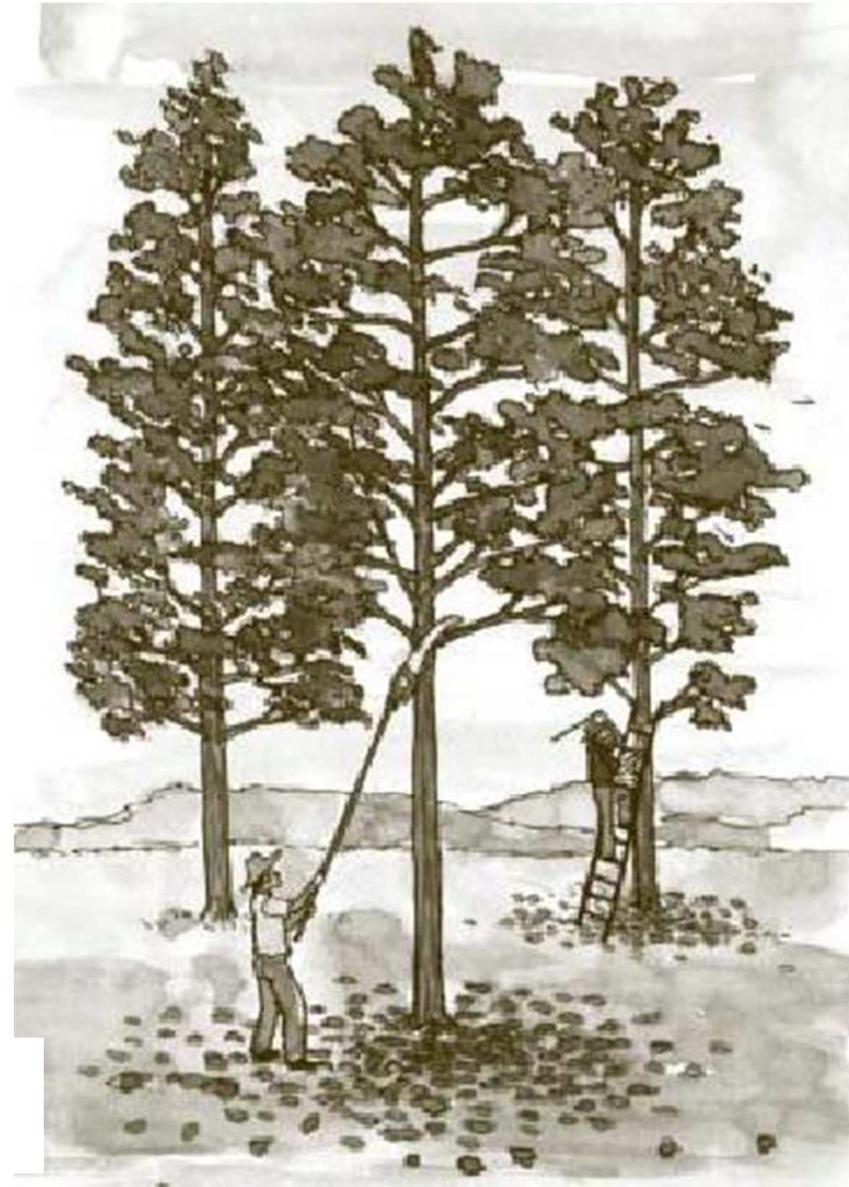
Rama
muerta

ARBOL
JOVEN



Nudo
oscuro

AÑOS
DESPUÉS





Un gran potencial !!!

Foto: LERF/LCB – ESALQ/USP

¿Dónde recolectar semillas?

Foto: LERF/LCB – ESALQ/USP



Ecotipos y variación local



Disponibilidad de semillas de especies locales

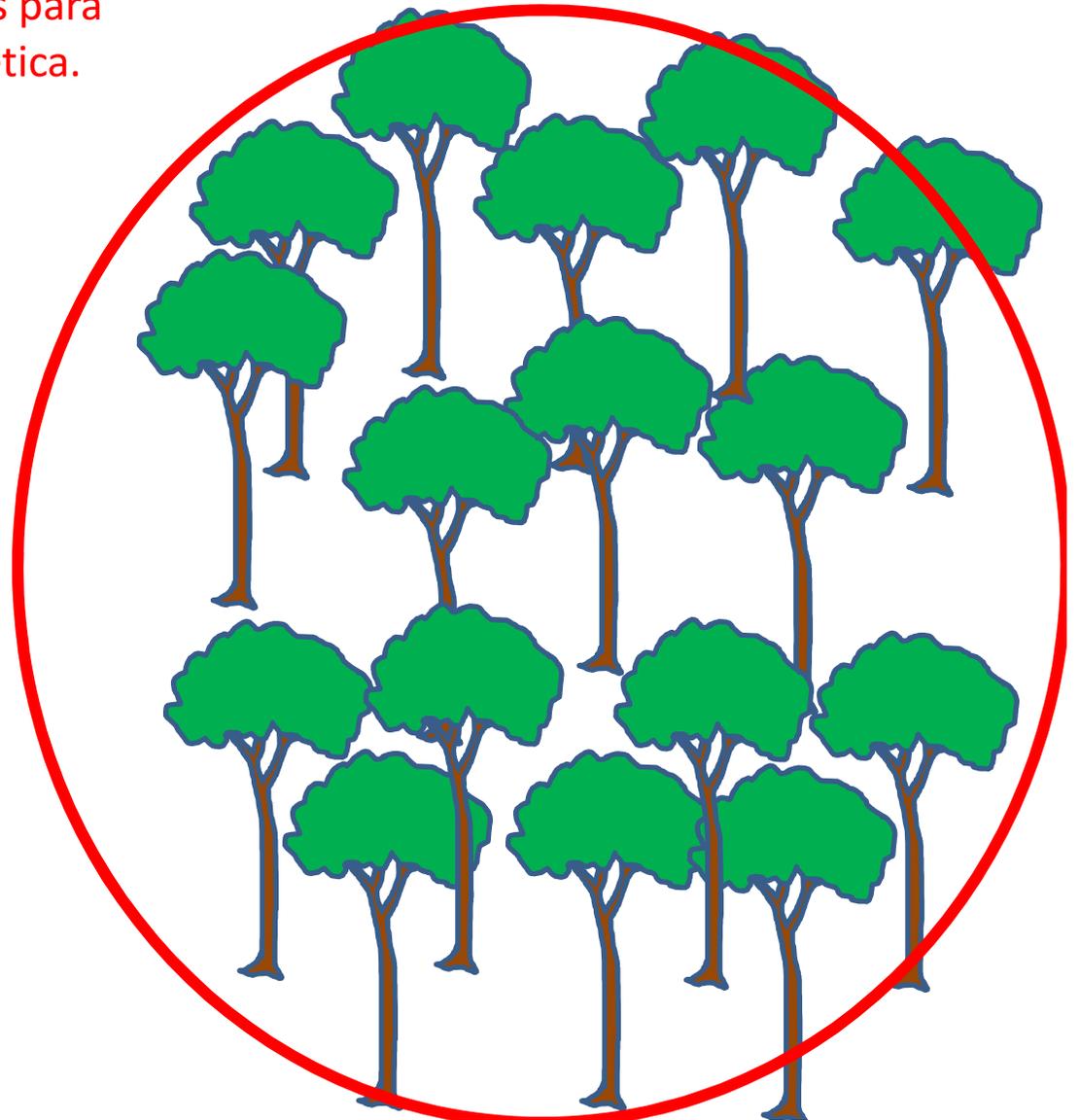
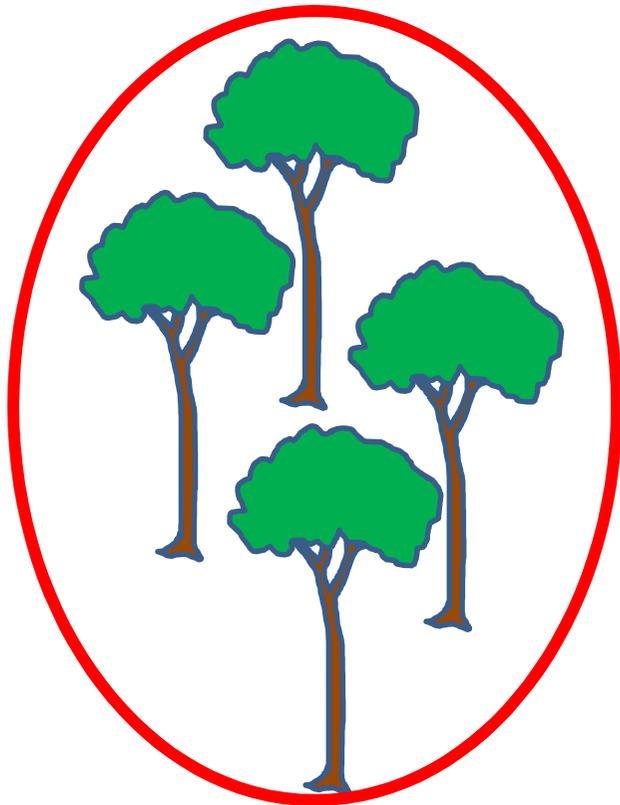
- Limitación importante para la reintroducción de especies forestales en sitios deforestados: Disponibilidad de semillas de buena calidad, en gran cantidad
- Plan de recolección de semillas: debe garantizar una amplia variabilidad genética (muchas fuentes semilleras)

Plan de recolección de semillas

- Para planear la recolección de semillas en los bosques es muy importante identificar los ecosistemas y zonas biogeográficas que ocupa una especie.
- Adaptaciones a condiciones locales
- Variabilidad genética
- El uso de estas semillas debe estar restringido a estas zonas, por cuestiones de ecotipos y adaptación local.

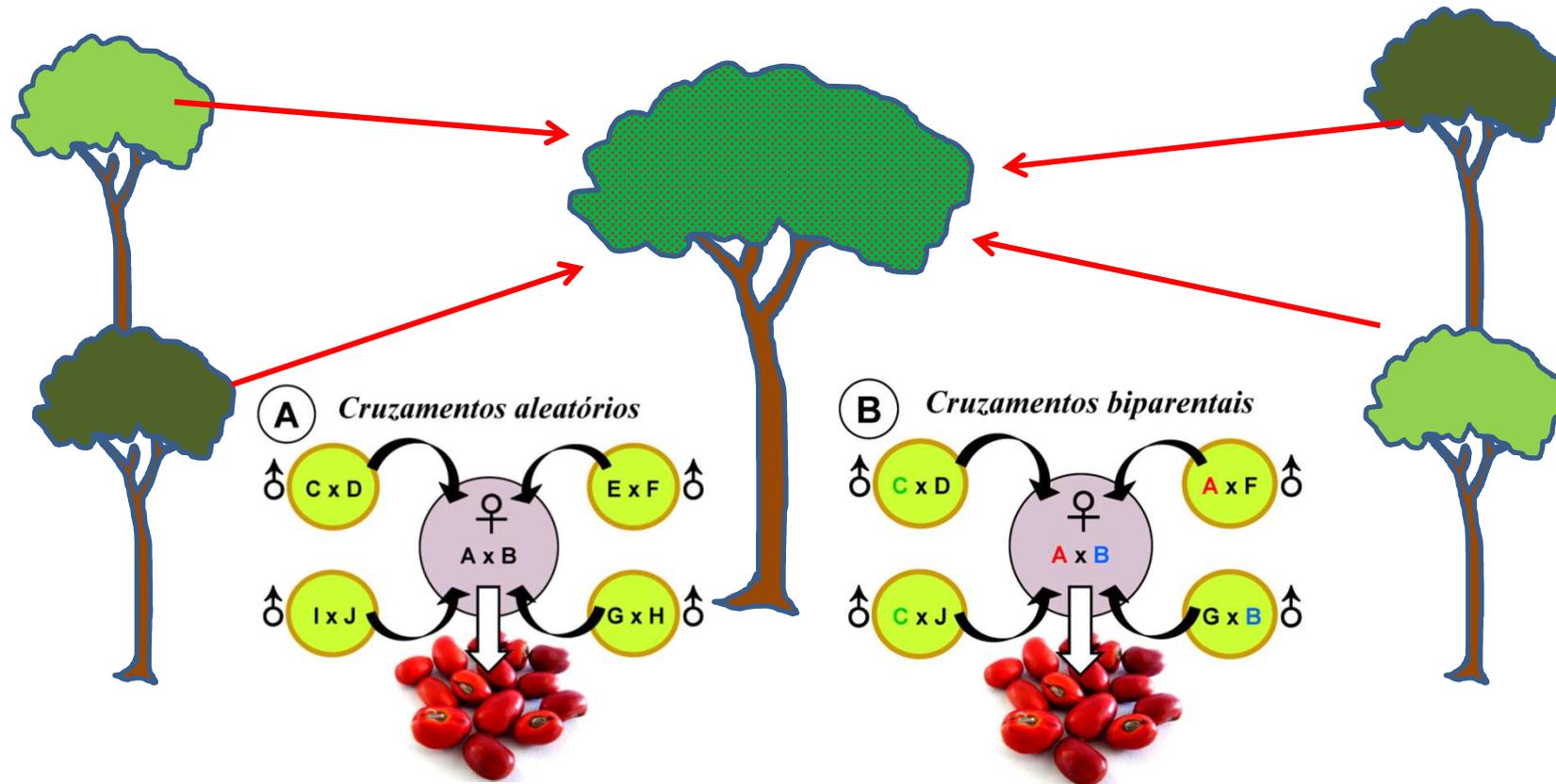
¿En cuántos árboles se deben recolectar las semillas?

Es recomendable recolectar semillas de la mayor cantidad posible de árboles semilleros para garantizar una amplia diversidad genética.



Representatividad genética

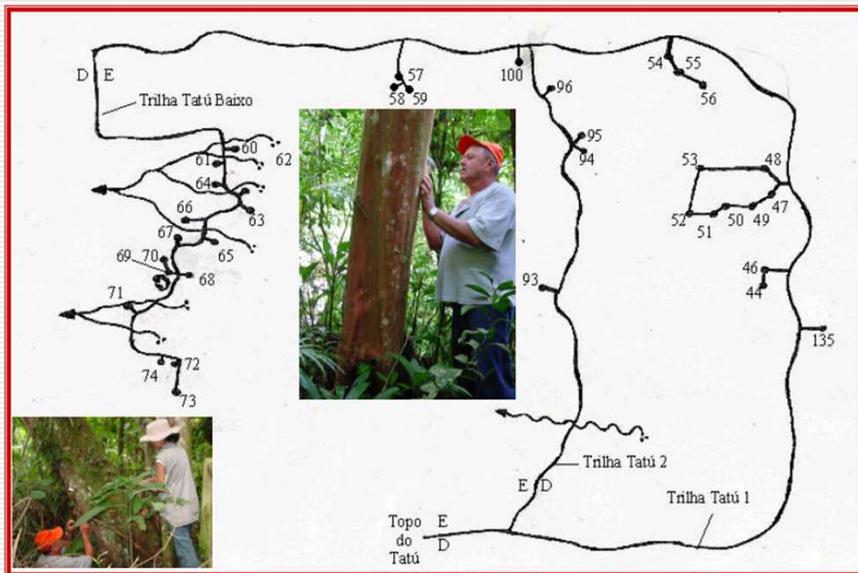
- **Tamaño efectivo de la población N_e** : tamaño que garantiza la representatividad genética de una muestra (semillas recolectadas) con relación a la población.
- Corto plazo (10 generaciones): N_e entre 50 y 100
- Largo plazo (>100 generaciones): N_e entre 500 y 1000



- Como resultado de la polinización cruzada, que lleva polen de unas flores a otras (en cruzamientos aleatorios), las semillas de un árbol tienen información genética de otros 4 árboles.
- Es decir que para tener un N_e de 100 se necesitan semillas de **25 árboles.**
- En bosques pequeños y con mayor parentesco el número de árboles semilleros debe duplicarse: **50 árboles.**

Árboles para recolección de semillas con diversidad genética y florística

Localização de matrizes



Fotos: A. Higa, UFPR

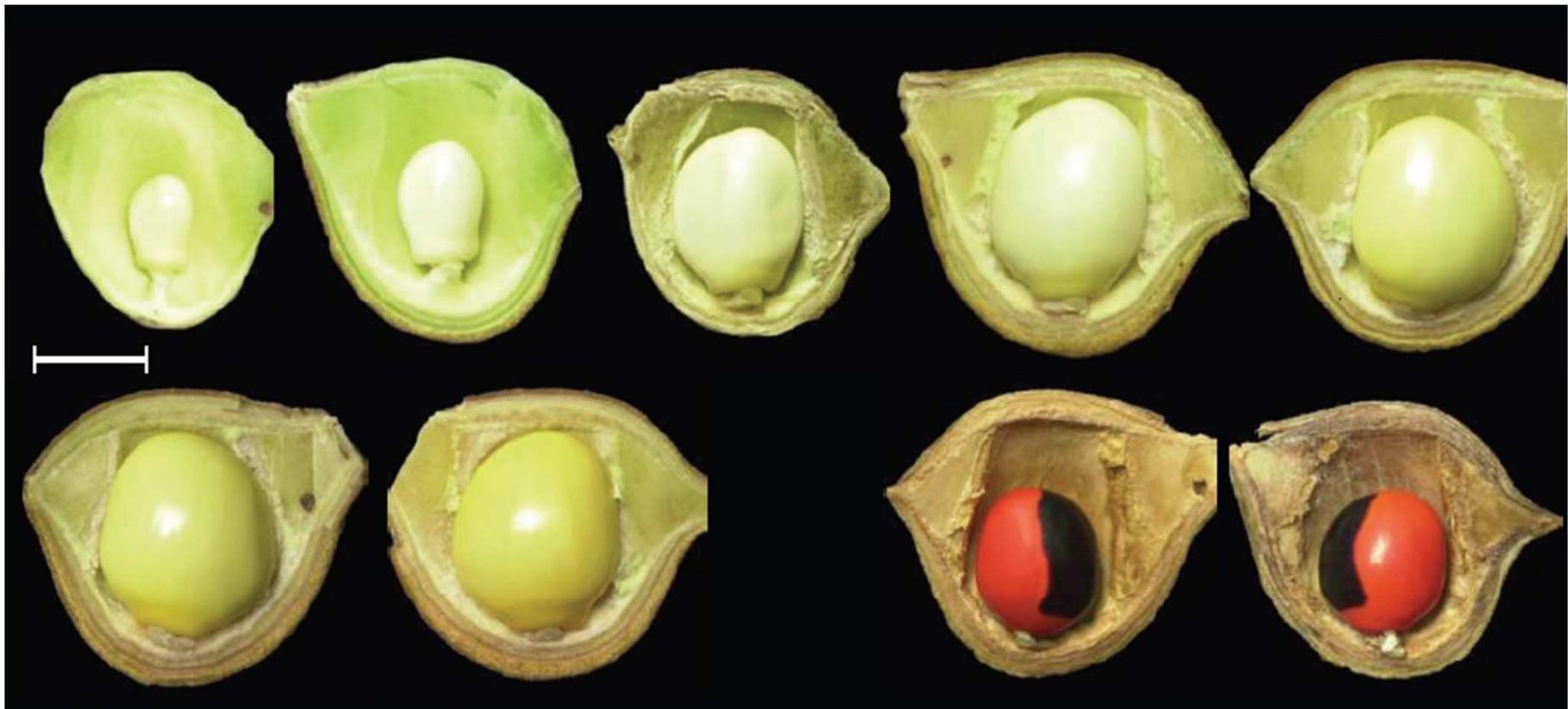
Trilha: Fátima Piña-Rodrigues, UFRRJ



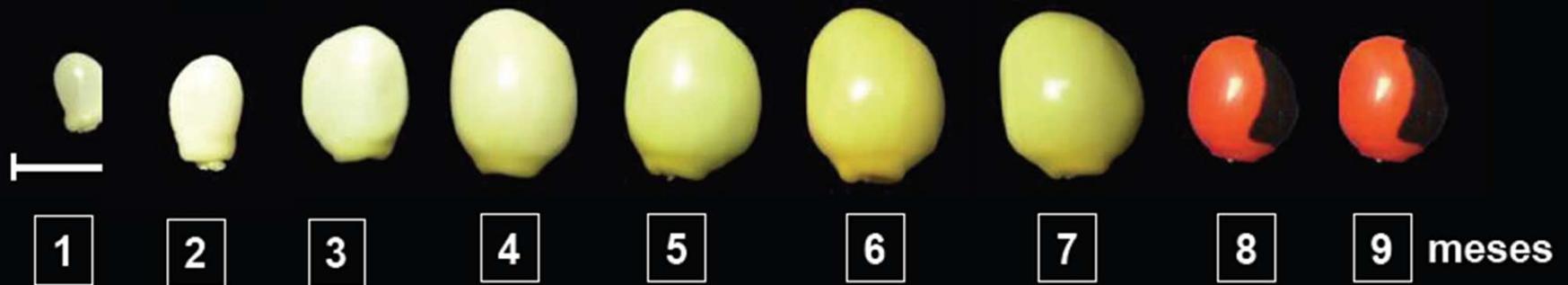
1. Identificación de árboles semilleros a lo largo de senderos.

2. Cada árbol se marca con una placa

Fotos: LERF/LCB – ESALQ/USP



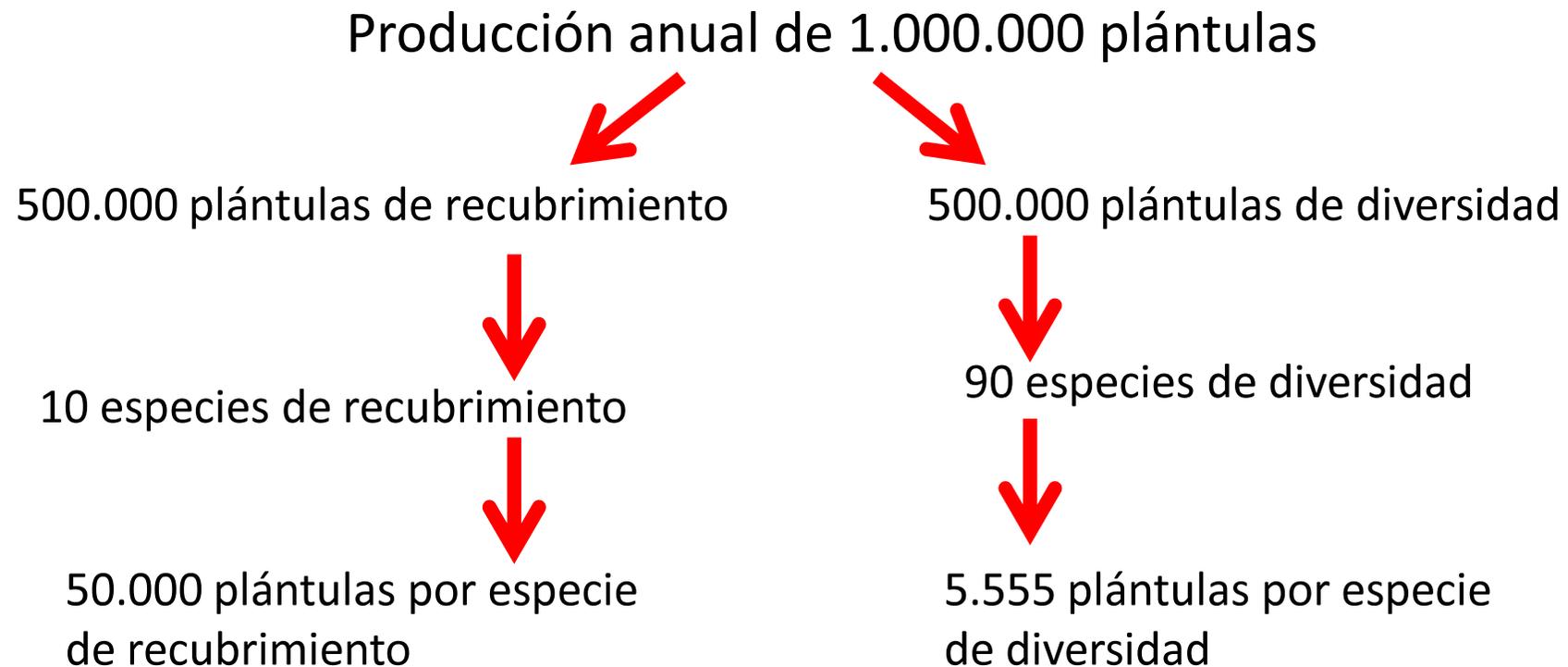
¿Cuál es el momento óptimo para recolectar las semillas?





¿Es mejor cosechar frutos cerrados o abiertos?

Programación de la recolección de semillas



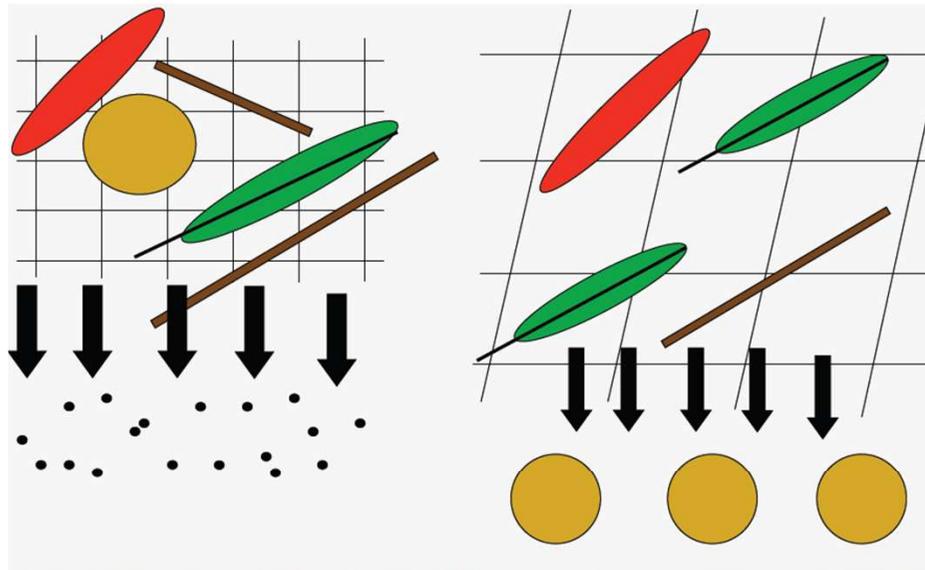
Se requiere conocimiento de la fenología de las 100 especies.

Recolección de semillas



Especies del dosel: generalmente se debe escalar el árbol.

Especies que no superan los 13 m de altura: se puede utilizar un corta ramas o desjarretadora con tubos graduables para diferentes alturas.



Separación de frutos y extracción de semillas

Fotos: LERF/LCB –
ESALQ/USP



Foto: LERF/LCB – ESALQ/USP

Frutos secos indehiscentes



No se abren para liberar sus semillas en forma natural y tienen una cubierta gruesa y dura.



Se debe extraer la semilla en forma manual mediante golpes, o con máquinas adaptadas para tal fin.

Frutos dehiscentes



Frutos que se abren en forma natural. Para liberar sus semillas basta con calentarlos al sol o golpearlos de forma controlada.

Frutos carnosos



Frutos carnosos: Tienen una cubierta jugosa como las bayas y drupas. La forma más fácil de sacar las semillas es humedecer la cáscara para que ablande y friccionar sobre mallas de diferentes tamaños.

Semillas con arilo



Frutos con arilo: son aquellos cuyas semillas tienen un tejido carnoso que es retirado por algún animal. El arilo debe ser eliminado en forma manual.

Semillas ortodoxas

Pierden agua al final de su proceso de formación. Humedad entre 8 y 15%.

Almacenamiento en el aire frío y seco (15 °C y baja humedad relativa).



Semillas intermedias

Muy alto contenido de agua (30 a 70 %).

No se pueden secar y no se pueden almacenar.

En vez de guardar las semillas se deben mantener las plántulas en condiciones de baja fertilidad.

Semillas recalcitrantes



Semillas con latencia



Ácido sulfúrico



Escarificación en superficies ásperas



Corte del extremo por donde sale la plántula

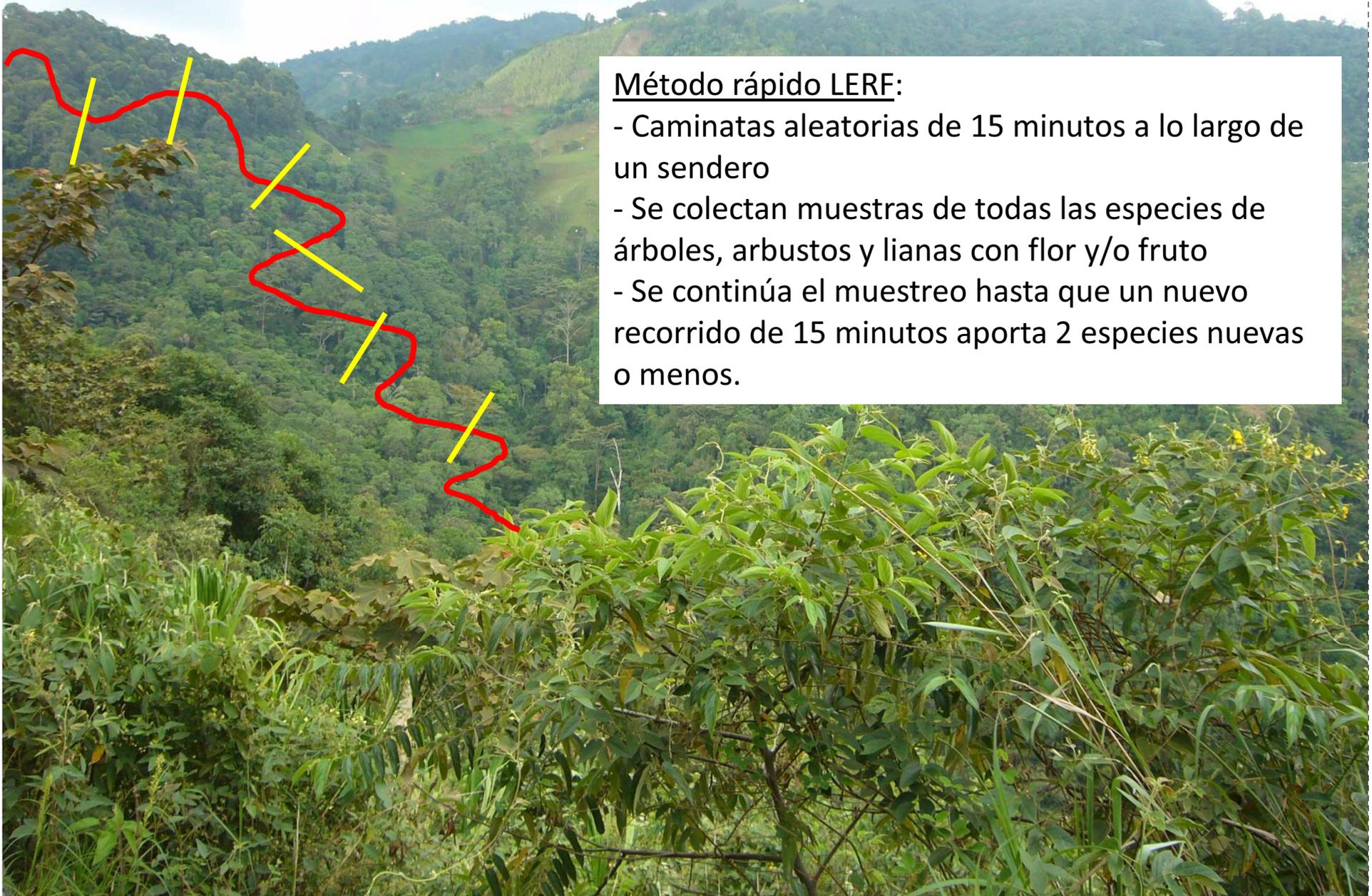


Choque térmico

Inventario florístico

Método rápido LERF:

- Caminatas aleatorias de 15 minutos a lo largo de un sendero
- Se colectan muestras de todas las especies de árboles, arbustos y lianas con flor y/o fruto
- Se continúa el muestreo hasta que un nuevo recorrido de 15 minutos aporta 2 especies nuevas o menos.



Lista inteligente de especies

- Identificación de las especies
- Características funcionales
(inhibidoras, facilitadoras, atractivas para la fauna silvestre, fijadoras de nitrógeno)
- Otras formas de vida como lianas y epífitas

Restauración Ecológica

Estrategias para la sostenibilidad de los corredores de conectividad

Curso de campo
Quindío, Colombia - 2011



Red de
recolectores
de semillas

Dr. Ricardo Ribeiro Rodrigues
Dr. Sergius Gandolfi
Dr. André Nave
Dr. Pedro Brancalion
LERF/LCB - ESALQ/USP

La producción de semillas y la producción de plántulas son actividades económicas diferentes

- Oportunidad para la valoración del conocimiento tradicional
- Generación de ingresos





Recolección de semillas como herramienta de conservación

Euterpe edulis (jucara)

- Especie clave para frugívoros del bosque
- Amenazada de extinción por extracción del palmito – la palma muere después del corte
- Explotación ilegal en parques nacionales
- Costo de un palmito: US\$1.10





Ingresos por venta de semillas

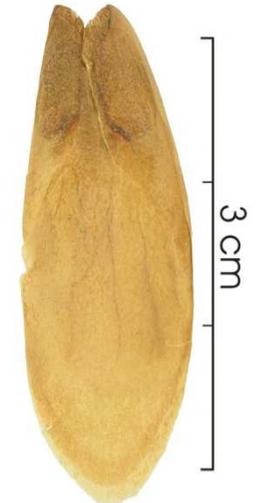
- Producción anual de semilla de una palma: 3 racimos x 1,5 kg de semillas = **4,5 kg semillas año⁻¹**
- Precio comercial de la semilla: **US \$16,70 kg⁻¹**
- Potencial de generación de ingresos de una palma: **US \$75 año⁻¹** (67 veces más que el palmito, sin cortar la palma)



Ingresos potenciales por venta de semillas de cedro (costos de Brasil)



- Madera de cedro (*Cedrela* spp.): **US\$ 41 m⁻³**
- Producción anual de semillas de un árbol adulto: 3 kg
- Precio de la semilla de cedro: **US\$ 27.80 a 83 kg⁻¹**
- Un árbol semillero puede producir **\$250 año⁻¹** en semillas



Formación de un grupo de recolectores de semillas

- Conocer la demanda de semillas y el mercado
- Identificar los clientes interesados
- Definir el tamaño de los grupos
- Definir el precio de la semilla de cada especie
- Hacer un plan de negocios



Requerimientos de una Red de Recolectores de Semillas

- **Capacitación continuada:** es necesario formar a las personas en recolección y manejo de semillas, porque muchos de ellos conocen las especies a trabajar pero desconocen el proceso de producción de semillas.
- **Infraestructura:** el grupo debe estar dotado de los elementos básicos para el negocio: oficina con equipo de cómputo para llevar registros, comunicación permanente (teléfono celular e internet) y un espacio para el procesamiento y almacenamiento de las semillas.
- **Listado de precios:** se debe tener definido un listado con los precios de las semillas de cada especie ofrecida.
- **Transporte para las semillas:** es importante tener un medio de transporte para la entrega de semillas a los proyectos de restauración.



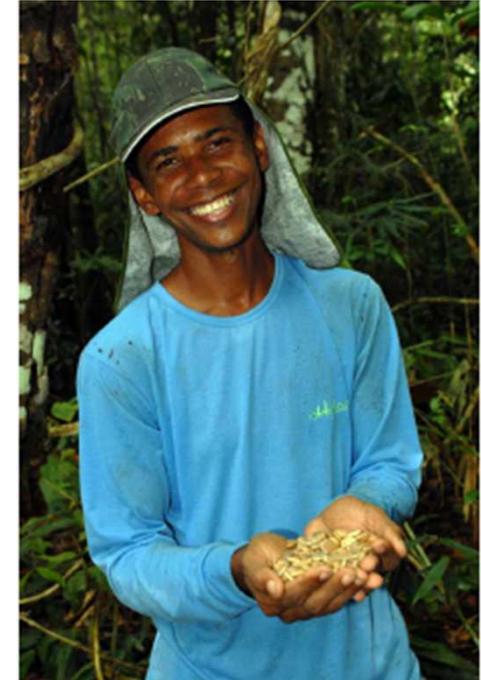
Lista de precios

	Nome Popular	Nome Científico	Sem/ Kg	Numero de lotes	Preço Kg
1	Amendoim-bravo	<i>Pterogyne nitens</i>	5.700	2401;	108,75
2	Andira	<i>Andira fraxinifolia</i>	70	2379;	48,75
3	Angico-preto	<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	7.600	2416;	237,50
4	Aranibá	<i>Centropogon tomentosus</i>	55	1474;1598;2095	19,90
5	Aroeira-pimenteira	<i>Schinus terebinthifolius</i>	44.000	2279;	161,25
6	Aroeira-verdadeira	<i>Myracrodruon urundeuva</i>	65.000	2314;2315	250,00
7	Baru	<i>Dipteryx alata</i>	30	2234;2235;2296	123,75
8	Bico-de-pato	<i>Machaerium nycitans</i>	5.000	1487;	150,00
9	Cambará	<i>Gochnalia polymorpha</i>	2.200.000	1307;1454;1831; 2097;2189	468,75
10	Canafistula	<i>Peltoporum dubium</i>	27.920	930;981;988;100 2.2367	275,00
11	Canela-de-veado	<i>Helietta apiculata</i>	63.000	2374;	437,50
12	Capitão	<i>Terminalia argentea</i>	2.800	1111;1314;1475; 1835	105,80
13	Capororoca-ferrugem	<i>Myrsine coriacea</i>	49.500	610;685;718;825 ; 967;1552;2311	175,00
69	Sangra-d'água	<i>Croton urucurana</i>	120.000	2271;2361	512,50
70	Sapuva/ Sapuvinha	<i>Machaerium stipitatum</i>	2.900	2348;	150,00
71	Tamanqueiro	<i>Aegiphila sellowiana</i>	16.000	993;	212,50
72	Tarumã-do-cerrado	<i>Vitex polygama</i>	2.479	2254;2273	310,00
73	Timboril-graudo	<i>Enterolobium timbouva</i>	1460	1901;1916;2159; 2337;2414	212,50
74	Tingui-do-cerrado	<i>Magonia pubescens</i>	447	1731;	95,70
75	Vinhático	<i>Plathymeria reticulata</i>	16.300	2406;	189,00



Red de Recolectores de Semillas de Itabela (Bahía)

- Aumento de 200% en los ingresos de los recolectores
- 5 familias viven de la recolección de semillas forestales nativas
- 20 personas involucradas en recolección de semillas
- US\$ 389 - \$555 por familia involucrada por mes
- Aumento de ingresos para pequeños agricultores y campesinos.





Nov 28, 2011. La proximidad de fuentes semilleras sugiere un alto potencial de recuperación de algunos sitios.



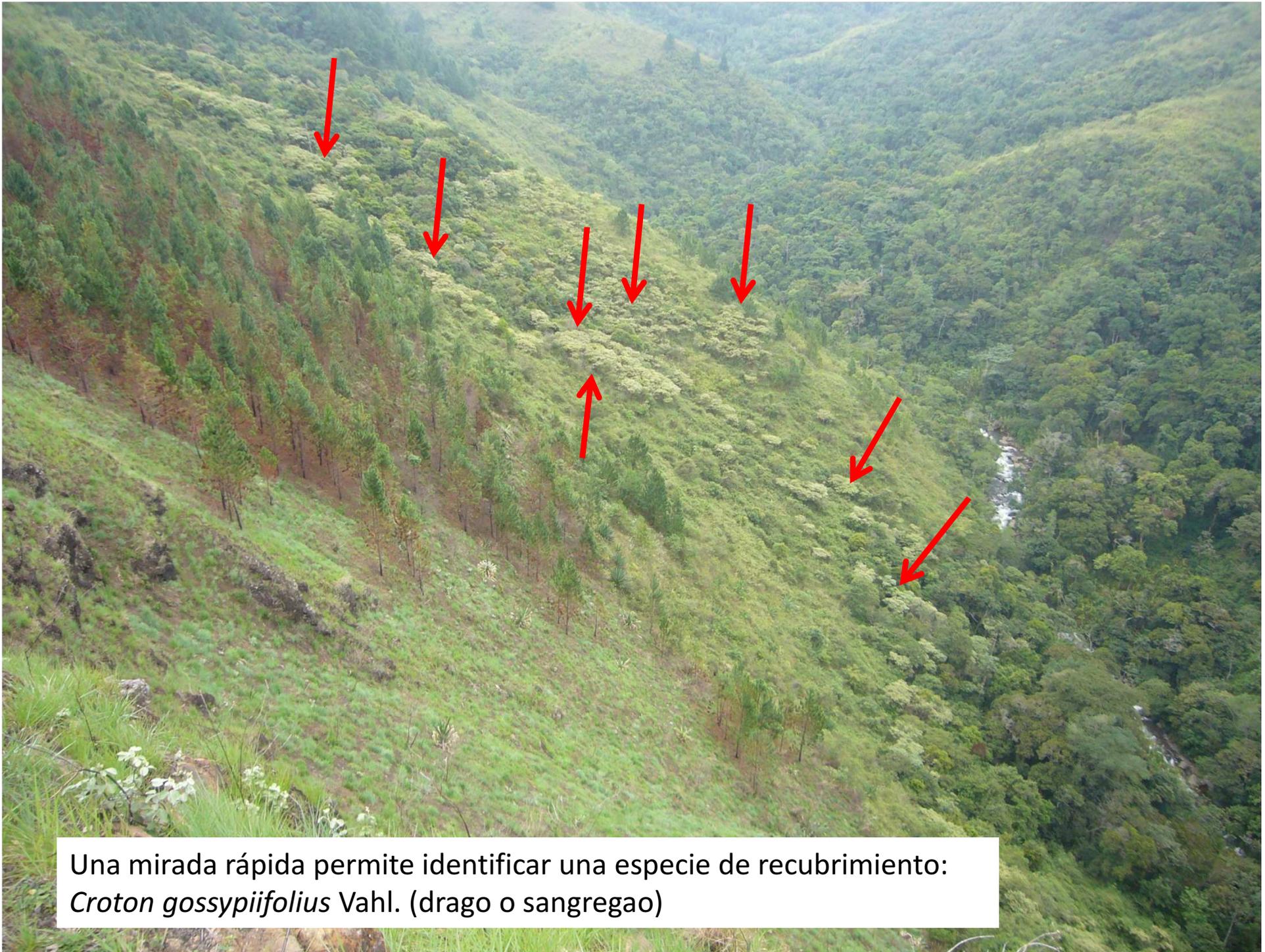


En algunos sectores el potencial de auto-recuperación está limitado seriamente por diferentes factores:

- Suelo altamente degradado (alta pendiente, deforestación, sobre-pastoreo, fuego)
- Distancia considerable a fuentes semilleras

Objetivo principal de restauración en estos sitios: reducir significativamente la tasa de erosión y por lo tanto, el aporte de sedimentos a la cuenca.





Una mirada rápida permite identificar una especie de recubrimiento:
Croton gossypifolius Vahl. (drago o sangregao)



Drago o sangregao *Croton gossypiifolius* Vahl Euphorbiaceae

- Especie de recubrimiento (cobertura)
- Rápido crecimiento y copa amplia
- Ofrece abundante de alimento para la fauna silvestre (percha natural)
- Crece bien en suelos degradados
- Forma abundante hojarasca de rápida descomposición, que ayuda a conservar la humedad del suelo y aporta materia orgánica

Árboles tolerantes a las condiciones del sitio (especies adecuadas para restauración)

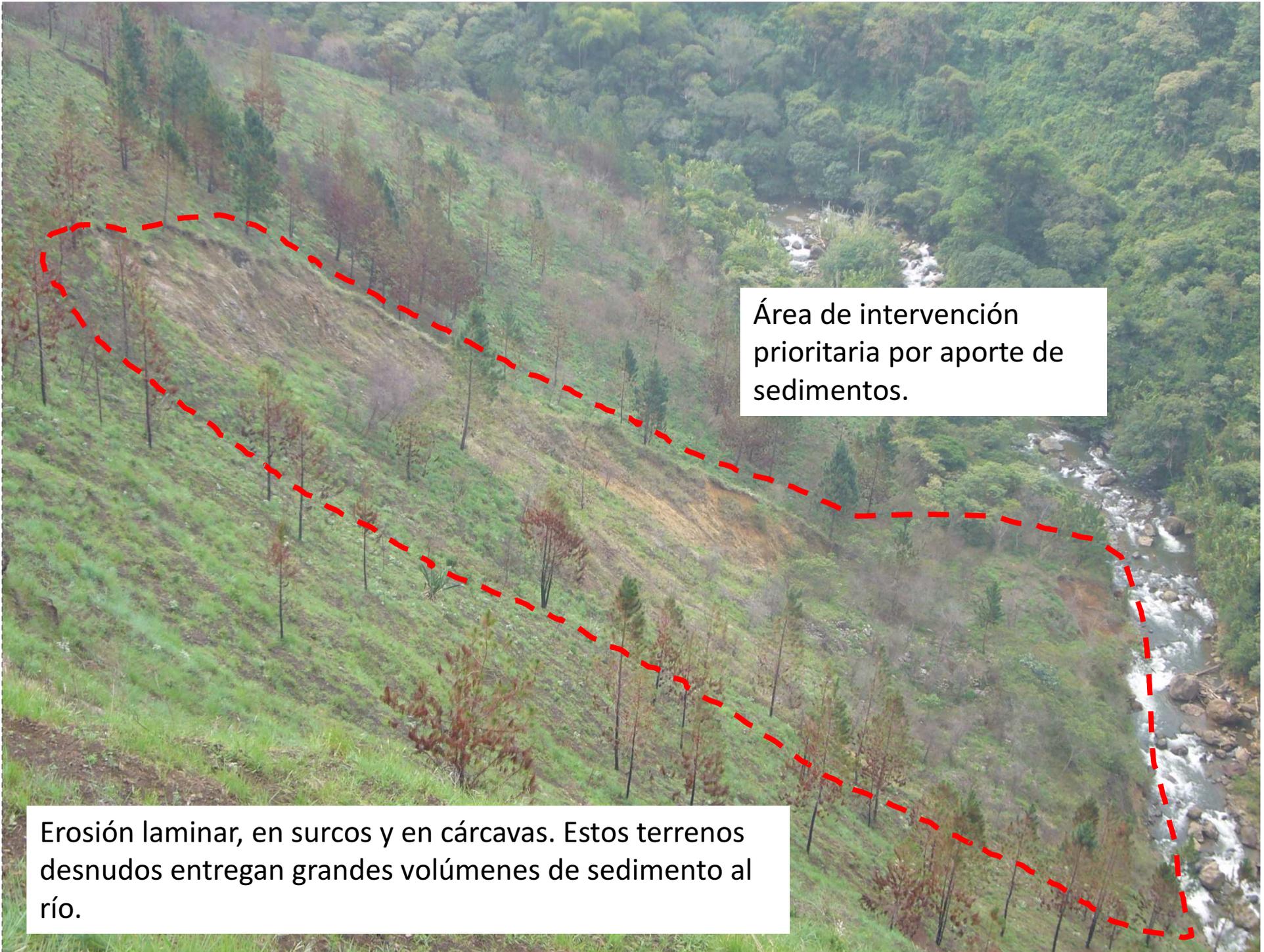


Zurumbo
Trema micrantha (L.) Blume
Cannabaceae



Drago o sangregao
Croton gossypifolius
Vahl Euphorbiaceae





Área de intervención prioritaria por aporte de sedimentos.

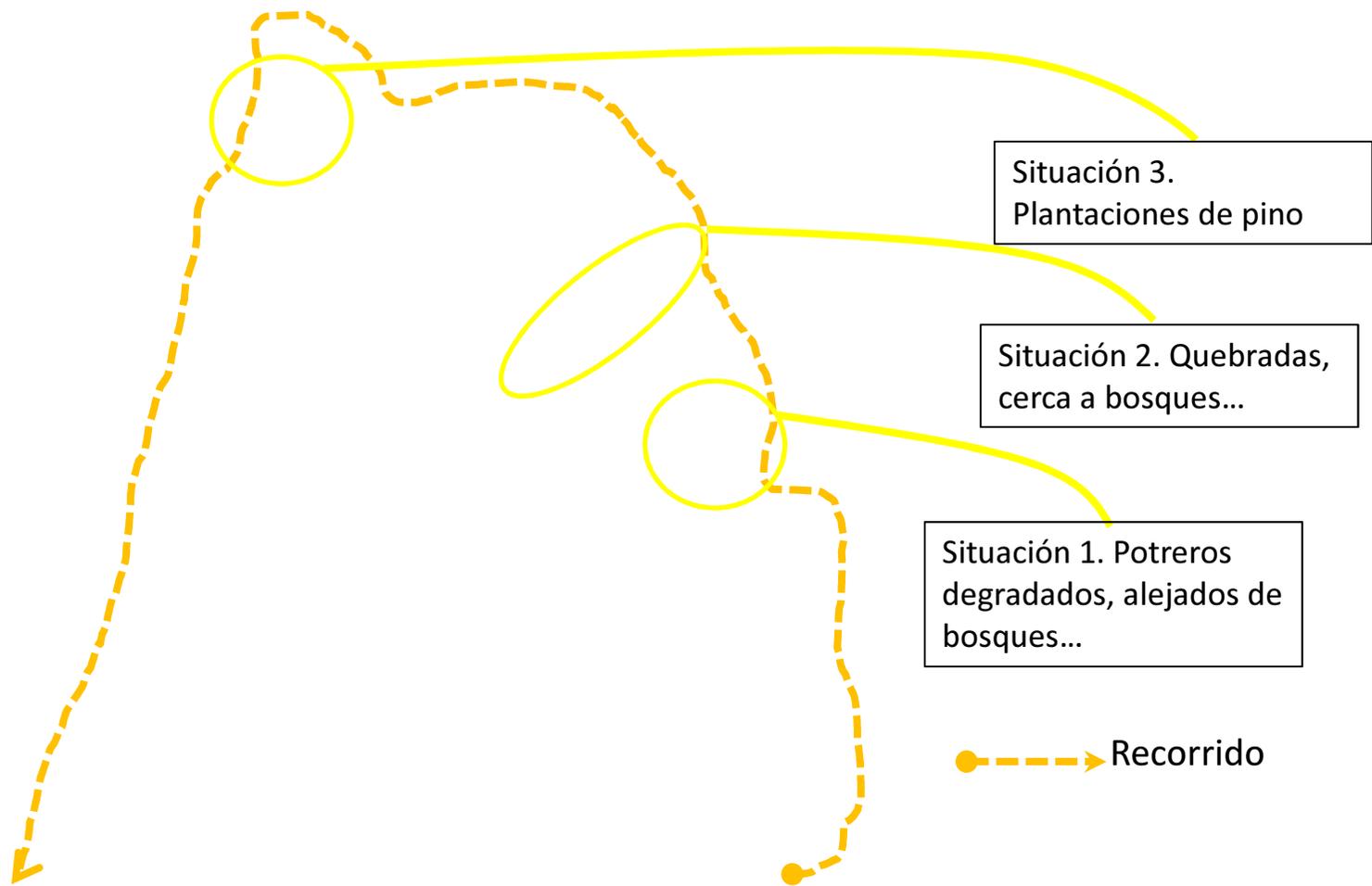
Erosión laminar, en surcos y en cárcavas. Estos terrenos desnudos entregan grandes volúmenes de sedimento al río.







Situación	Estrategia prioritaria o incondicional	Estrategia complementaria (condicional a monitoreo previo)	Acciones operativas
<p><u>Área de alta fragilidad ecológica:</u> pendiente muy fuerte, suelo descubierto, incendios recurrentes, entrada periódica del ganado y riesgo de deslizamientos sobre el río. Cobertura rala de gramíneas y hierbas; regeneración natural de arbustos.</p>	<p>Cercado y vigilancia (retiro de los factores de degradación)</p> <p>Control de erosión (siembra de franjas a través de la pendiente con especies regionales piro-resistentes, de rápido crecimiento, copa amplia y atractivas para la fauna silvestre)</p> <p>Inducción y conducción de la regeneración natural</p> <p>Enriquecimiento con semillas</p>	<p>Aumento en la densidad de individuos (siembra directa)</p> <p>Enriquecimiento con plántulas de especies secundarias</p> <p>Introducción de elementos atractivos para la fauna (perchas naturales)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Trazado de curvas de nivel cada 10 m desde el río hasta el filo - Siembra de barreras fique, piñuela, zurrumbo y otras especies - Enriquecimiento con plántulas y semillas de especies nativas - Plateo y fertilización de la regeneración



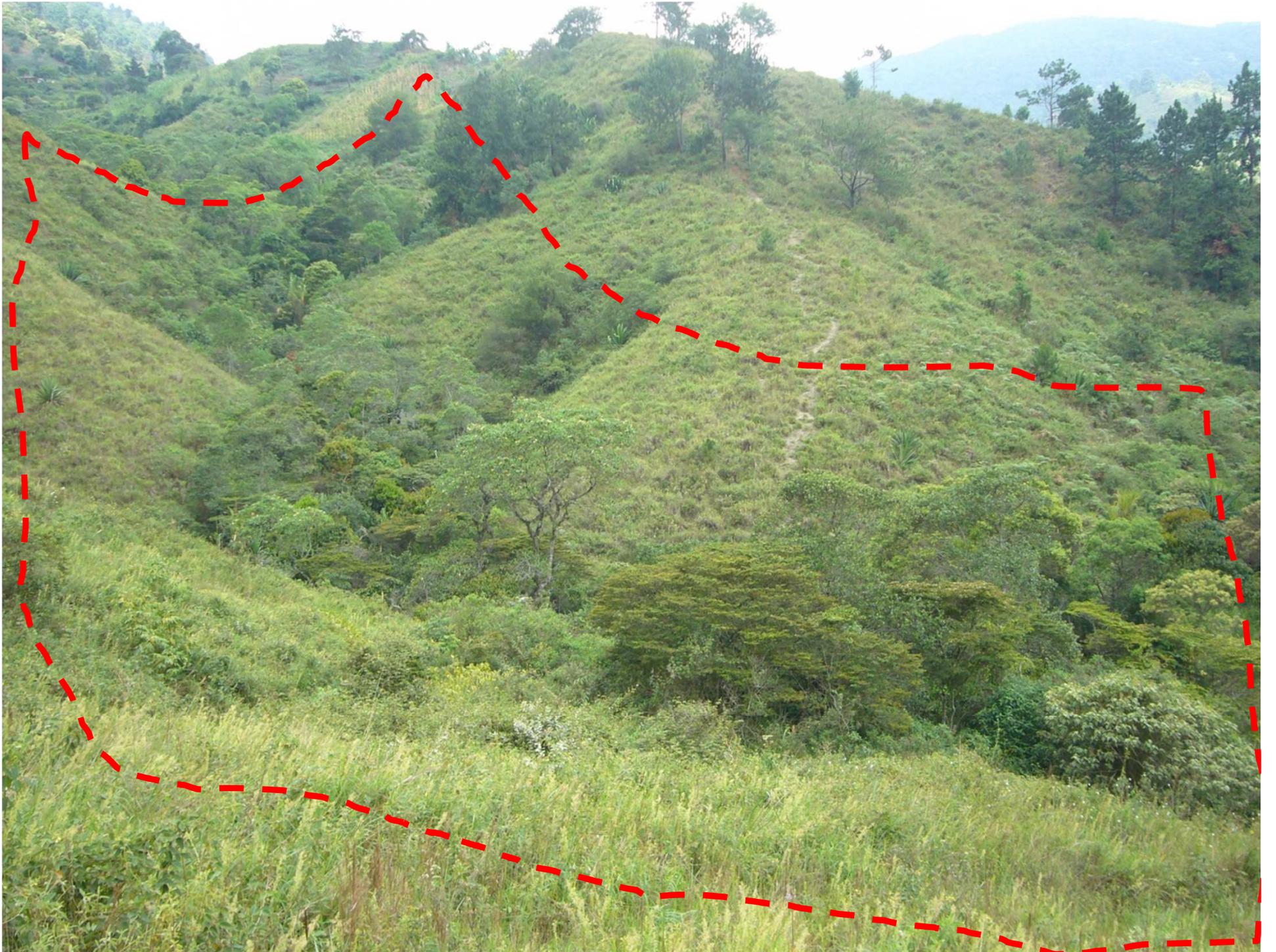
Finca La Cajita. Áreas de bosque bien conservadas

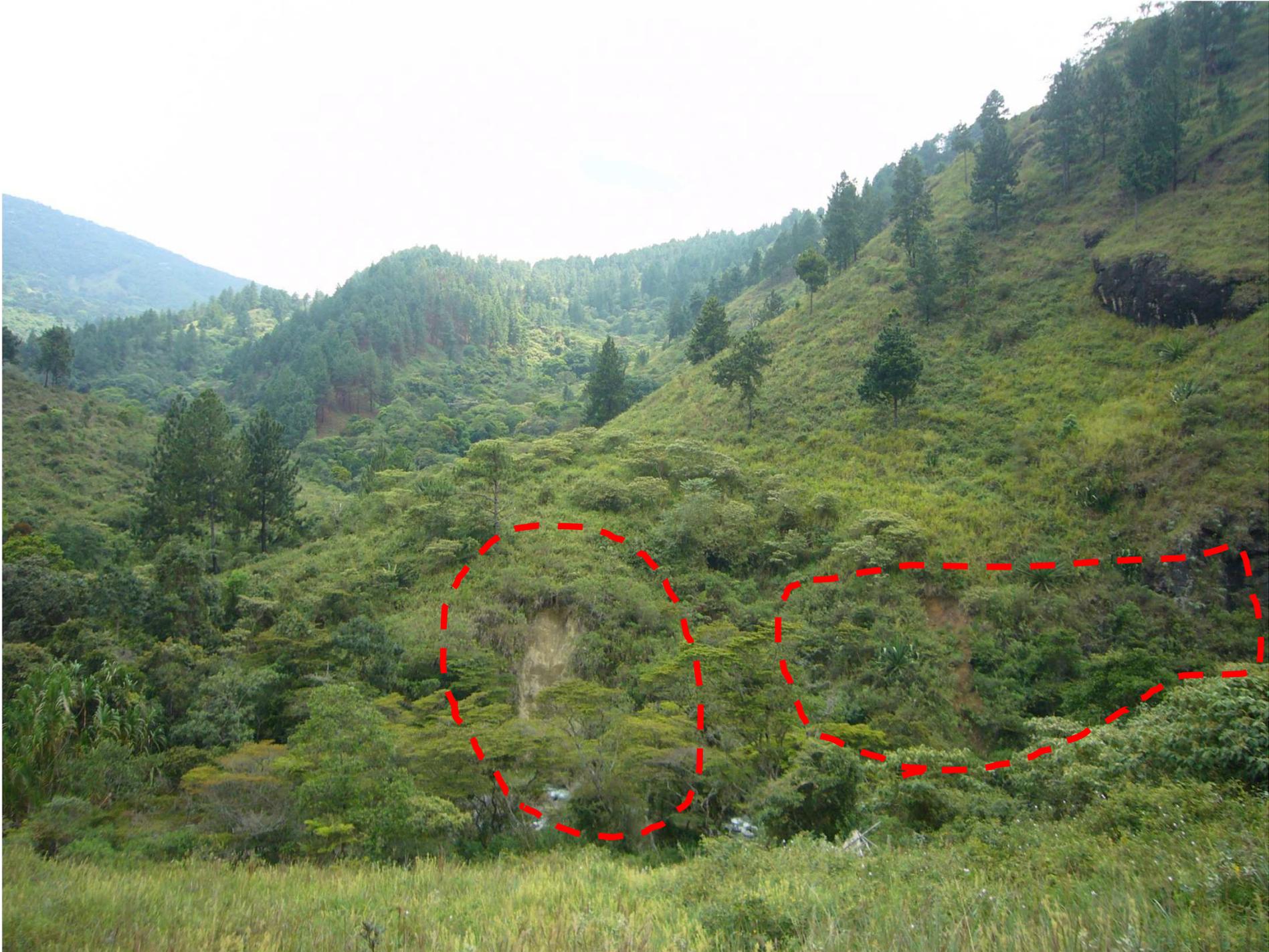


16 de febrero, 2012





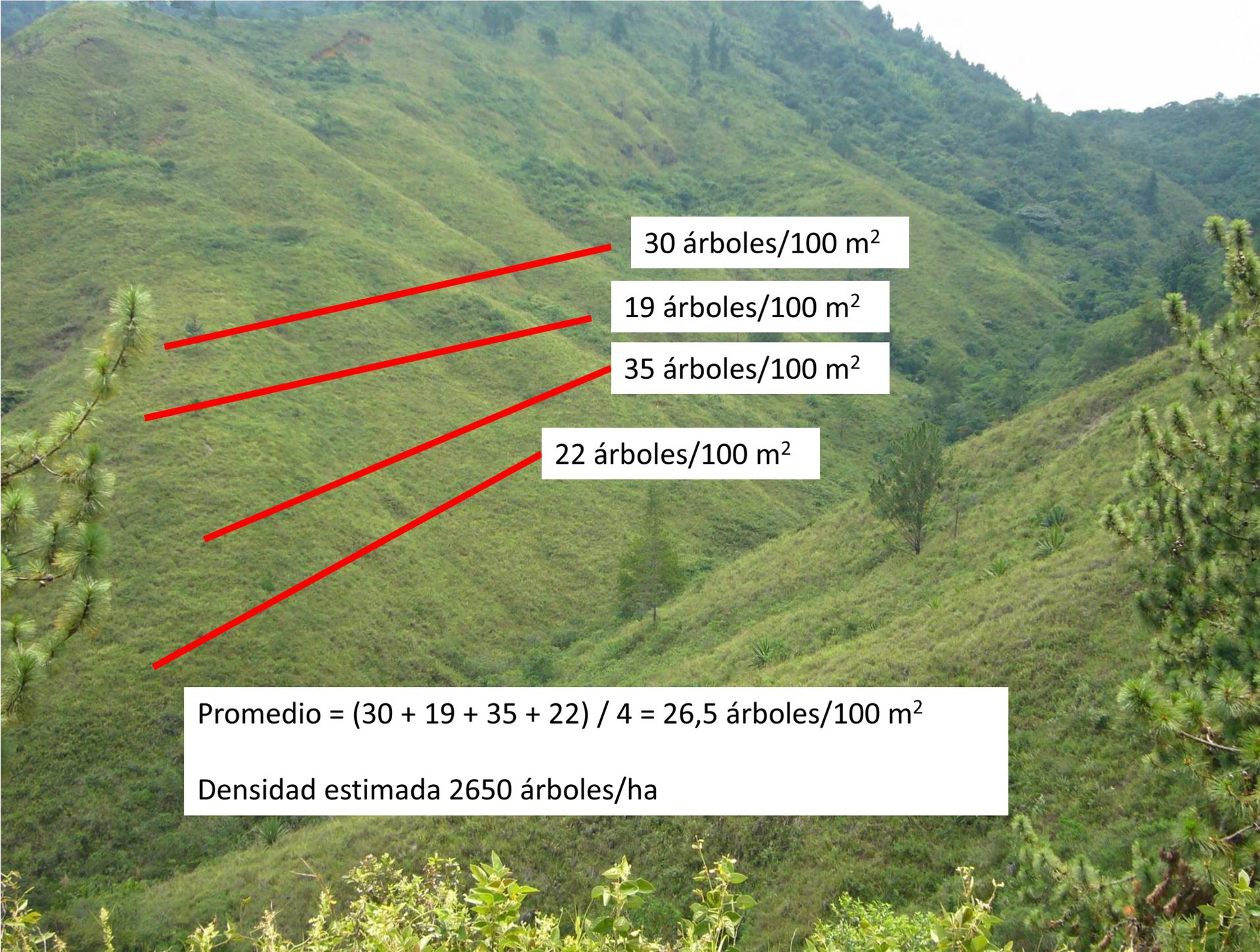




Regeneración de árboles







30 árboles/100 m²

19 árboles/100 m²

35 árboles/100 m²

22 árboles/100 m²

Promedio = $(30 + 19 + 35 + 22) / 4 = 26,5$ árboles/100 m²

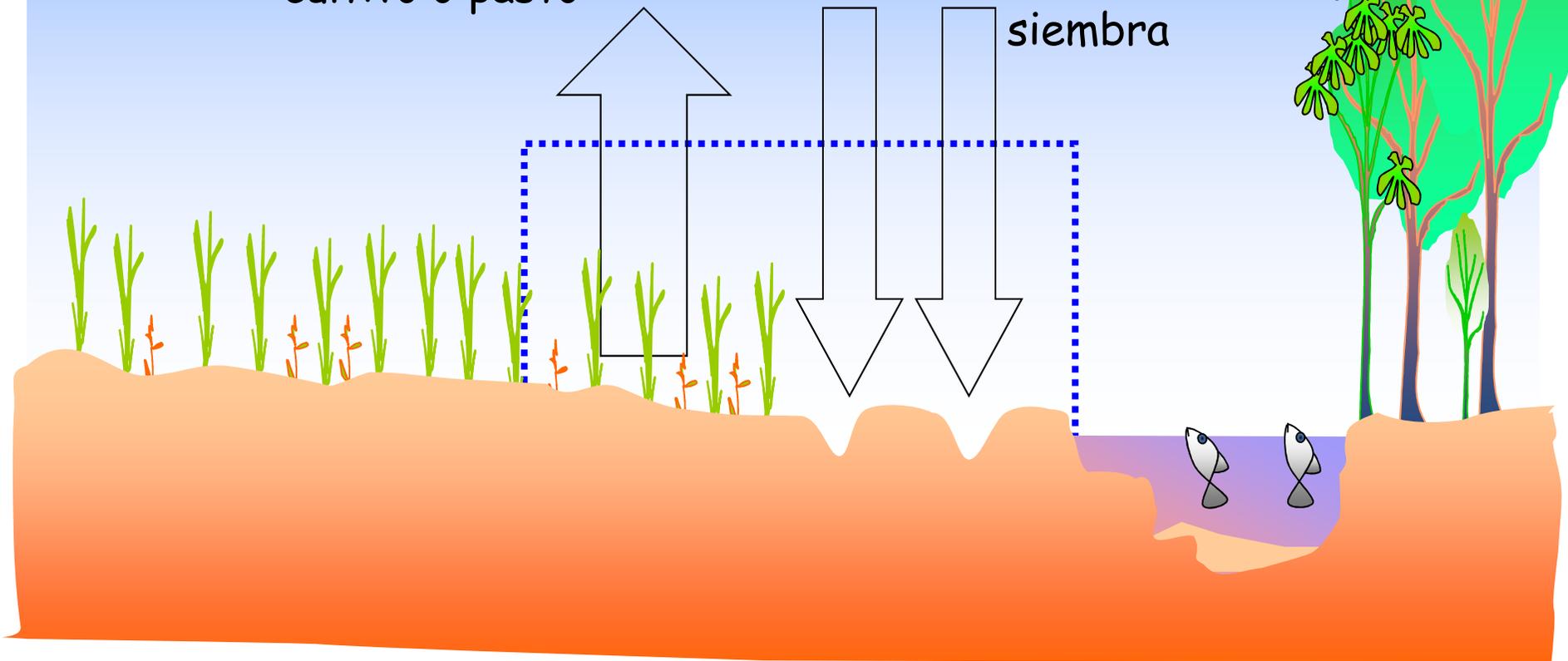
Densidad estimada 2650 árboles/ha

Margen de río sin árboles, sin semillas de árboles nativos en el suelo, pero con bosque cercano (fuente de semillas)



Eliminación de cultivo o pasto

Apertura de surcos de siembra



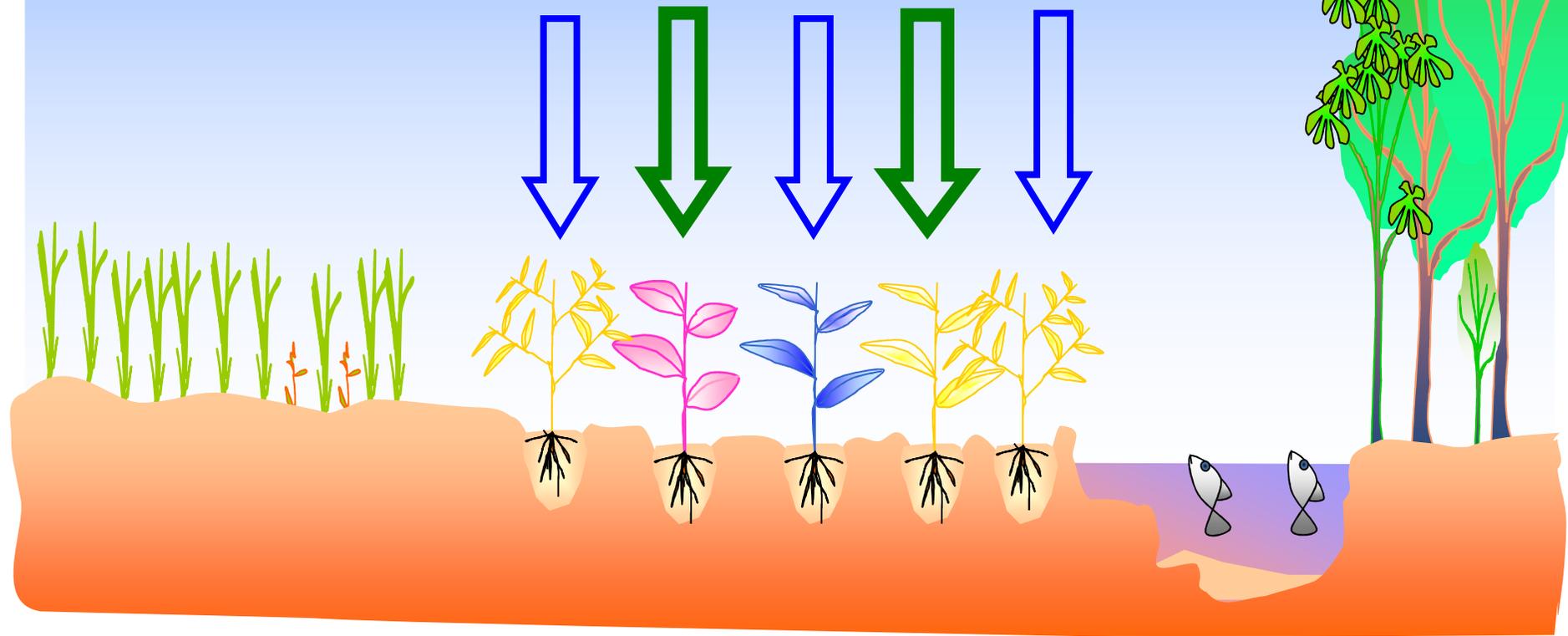


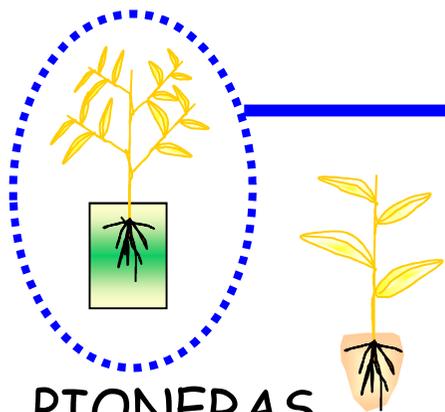
Sembrar líneas alternas de

Recubrimiento

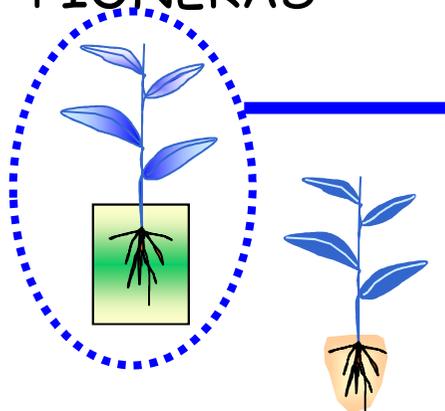
y

Diversidad

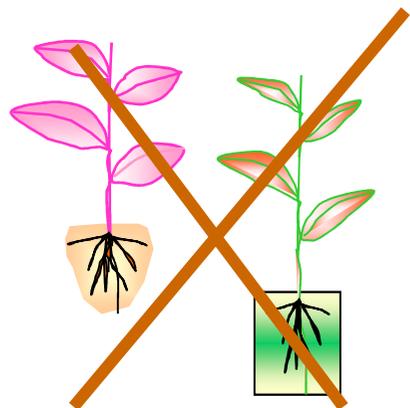




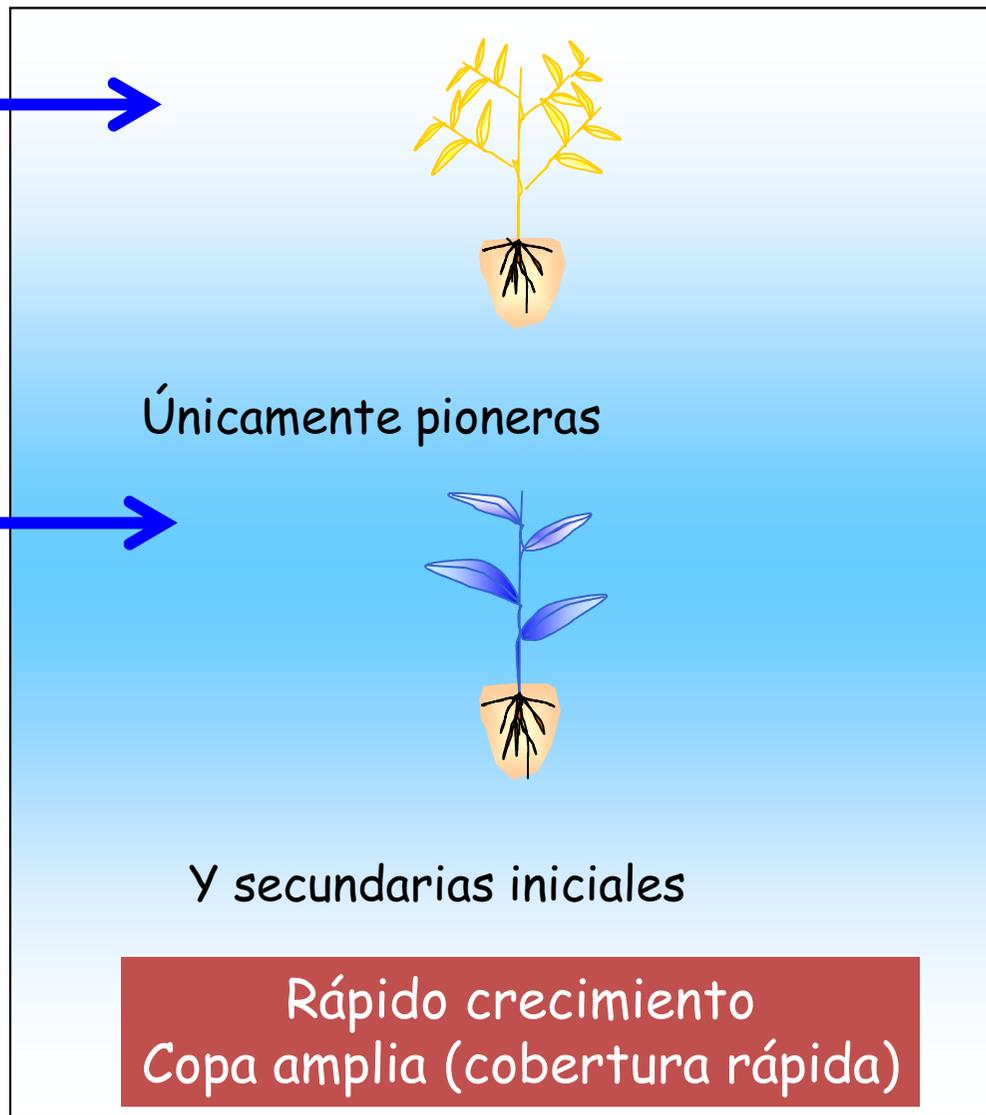
PIONERAS



SECUNDARIAS INICIALES



ESPECIES CLÍMAX

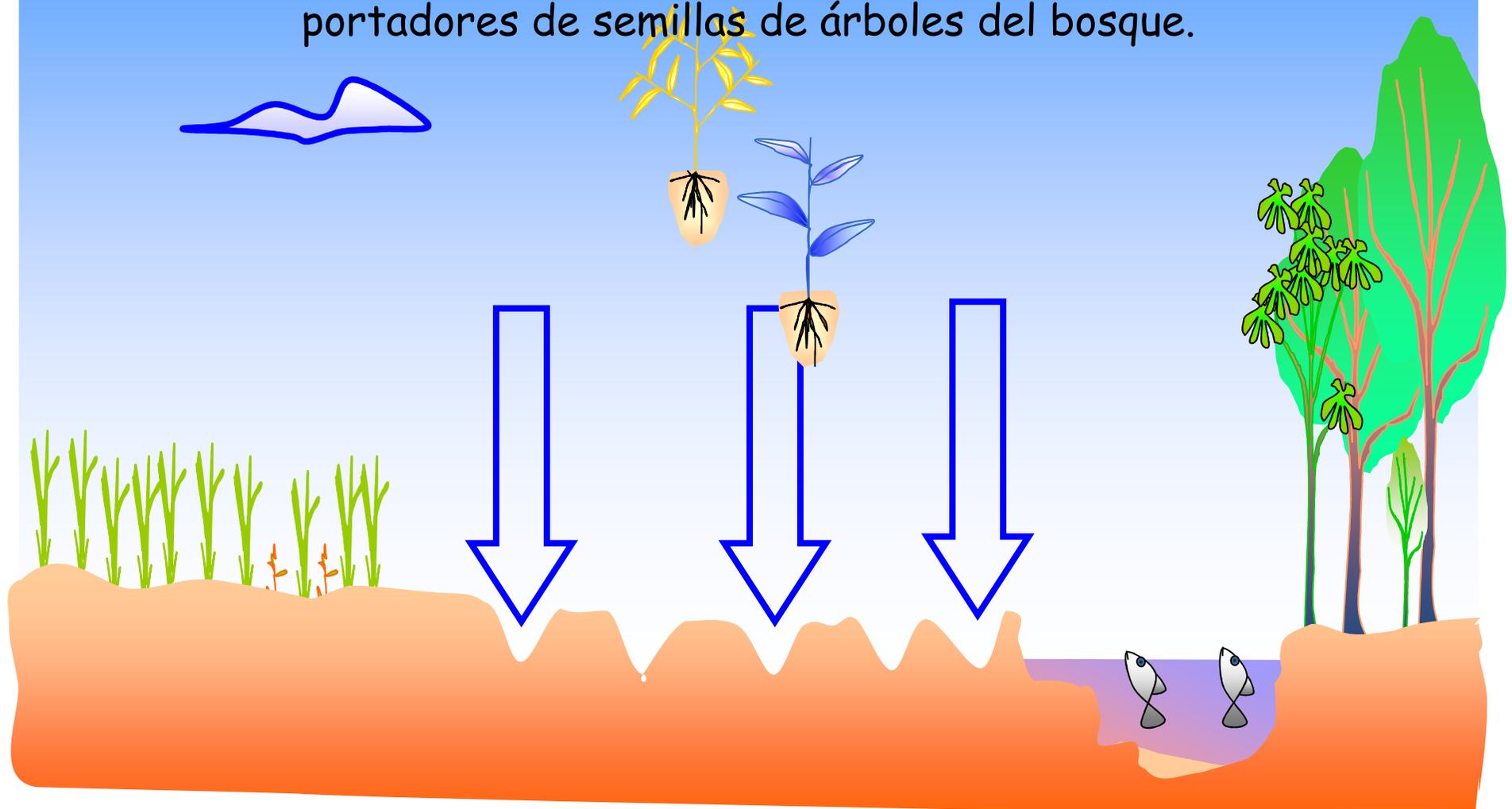


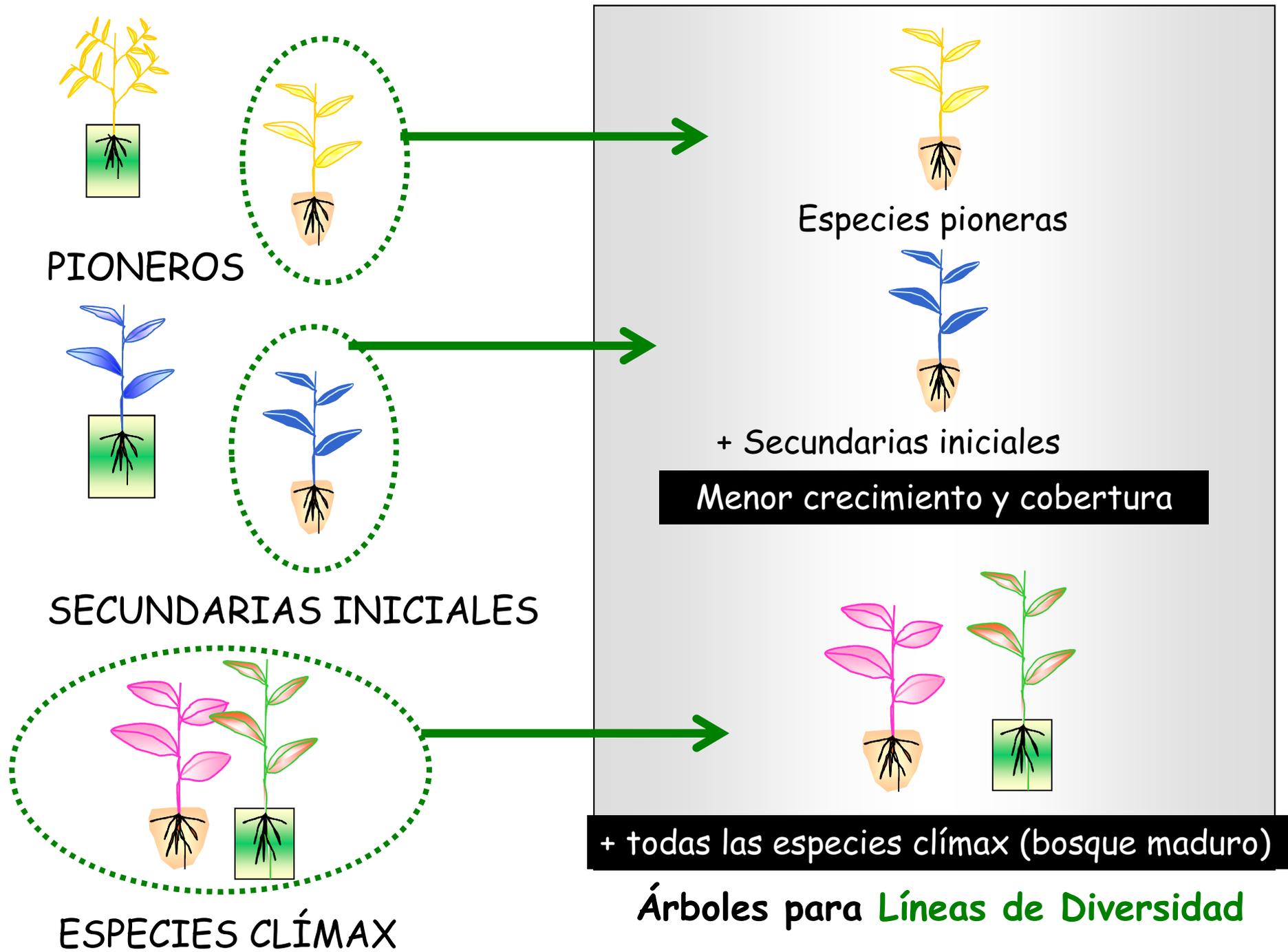
Árboles para
Líneas de Recubrimiento

LÍNEAS DE RECUBRIMIENTO

Siembra de líneas de árboles con **RÁPIDO CRECIMIENTO** y **COPA AMPLIA** (rápida cobertura).

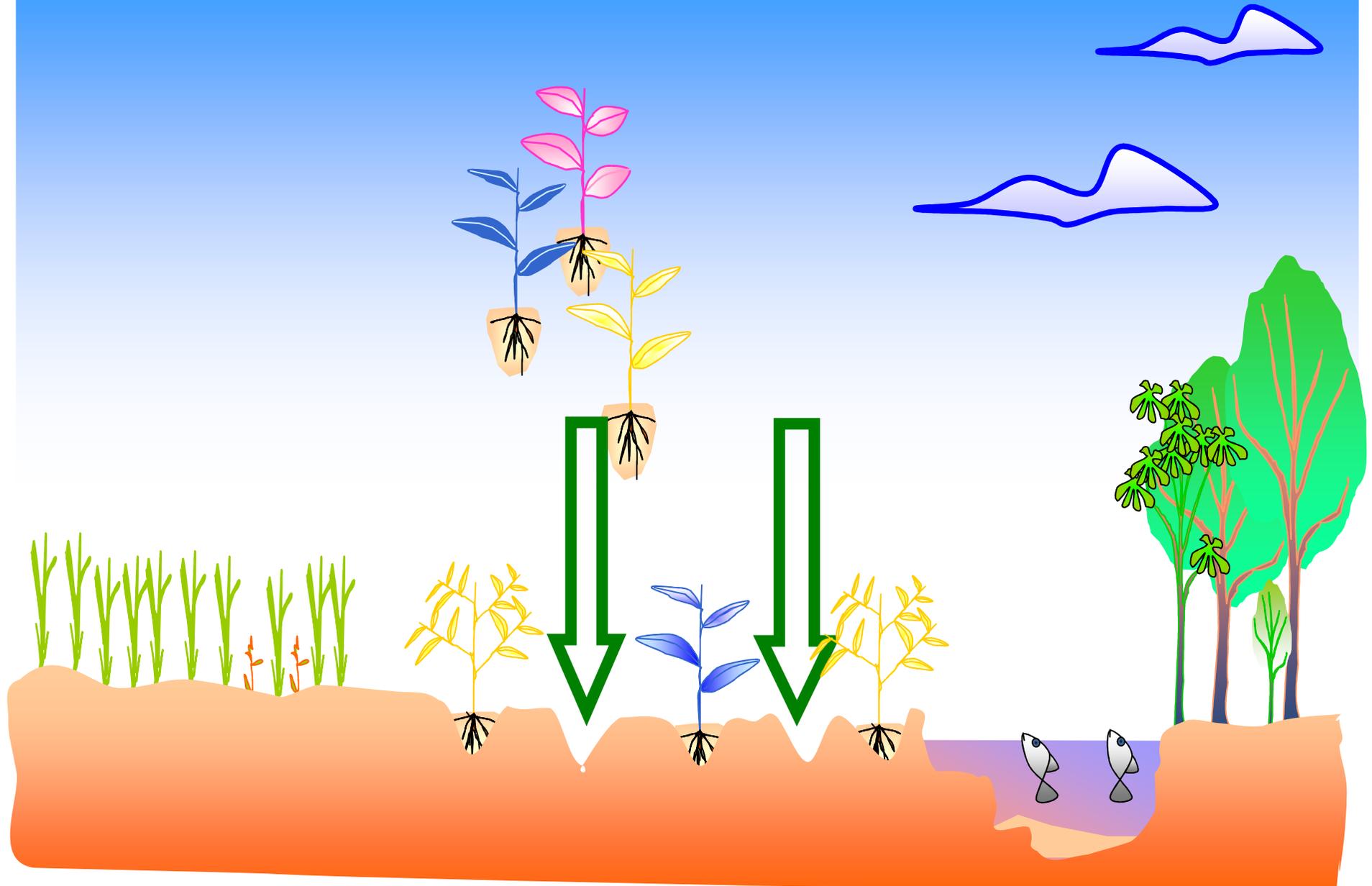
Sembrar árboles de frutos carnosos para atraer pájaros y murciélagos portadores de semillas de árboles del bosque.





LÍNEAS DE DIVERSIDAD

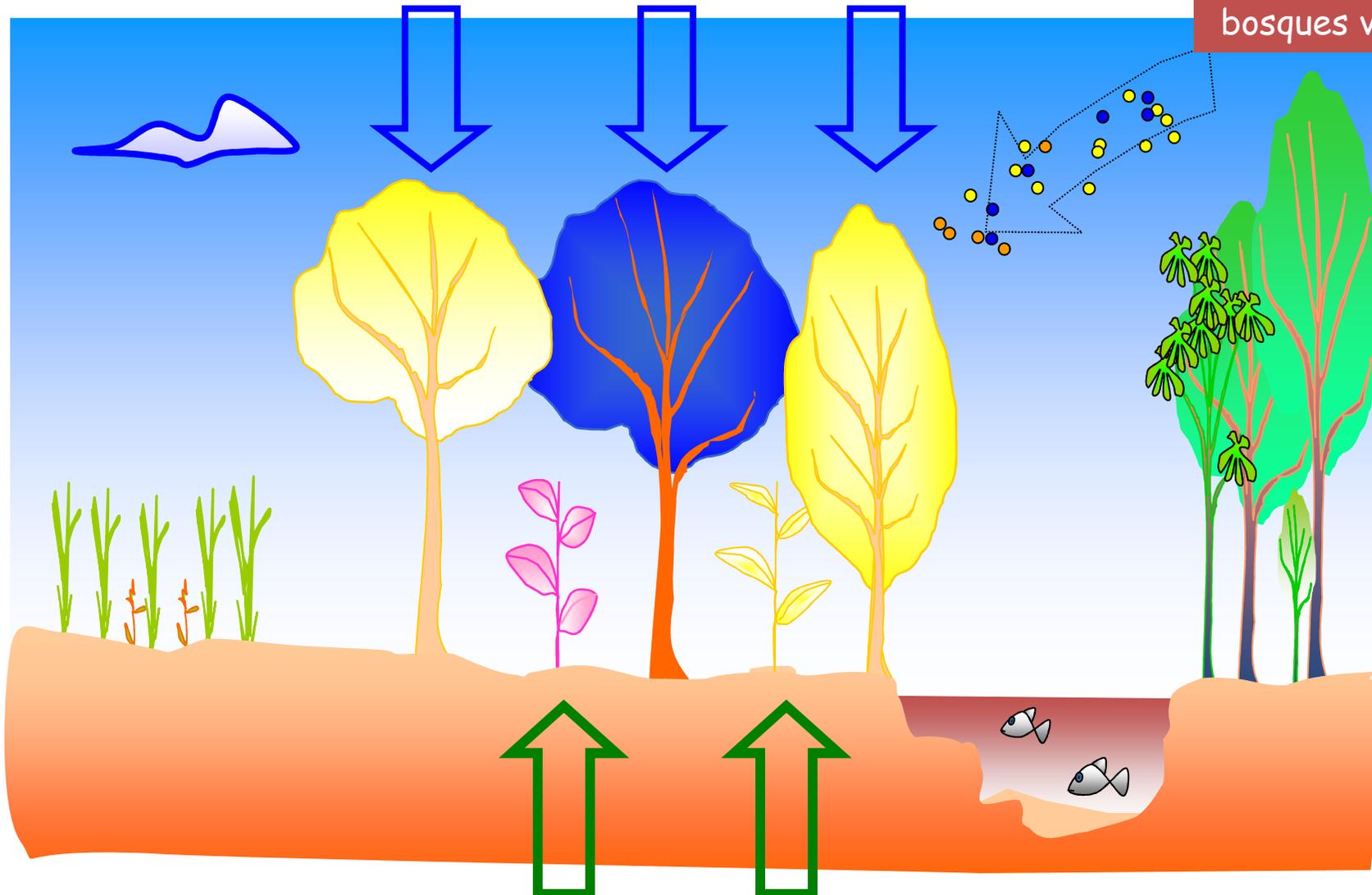
Líneas de árboles de crecimiento más lento y menor cobertura



Rápido crecimiento y copa amplia (rápida cobertura)

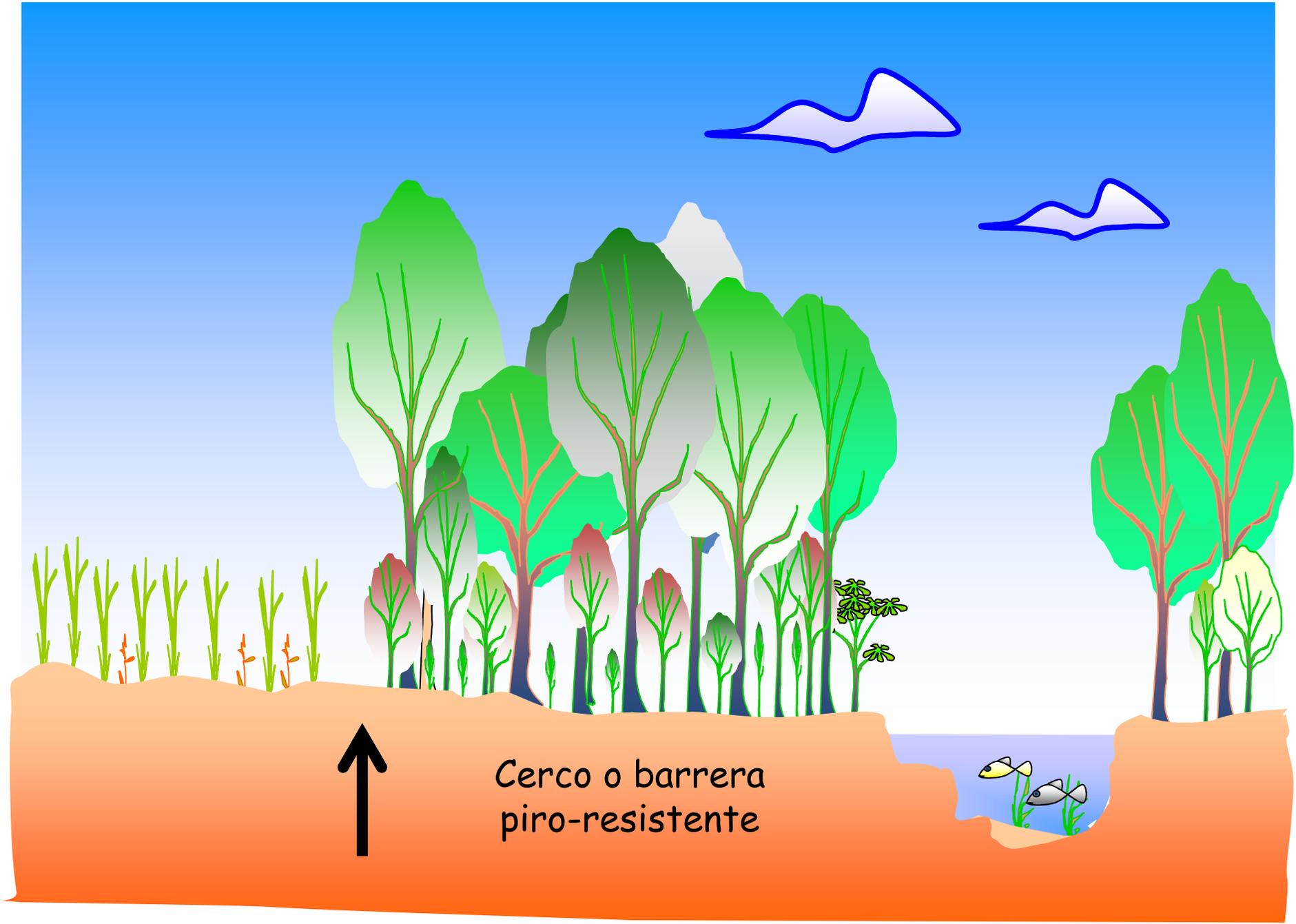
LÍNEAS DE RECUBRIMIENTO

Lluvia de semillas de bosques vecinos



Crecimiento lento y vida larga

LÍNEAS DE DIVERSIDAD



Cerco o barrera
piro-resistente