

Guía para el Establecimiento de Sistemas Agroforestales

Primera Edición. DED, Oficinas La Paz, marzo 1997

Segunda Edición. DED/nogub-cosude, Oficinas La Paz, mayo 1998

© DED Servicio Alemán de Cooperación Social-Técnica

calle Alfredo Ascarrunz 2675 (Sopocachi)

Casilla 6546, Telfs. 411450 y 413328, Fax: 415918, La Paz, Bolivia

e-mail: dedbol@compuserve.com

nogub-cosude

Av. Héctor Ormachea esq. calle 6 125, Obrajes

Casilla 4679, La Paz, Bolivia

e-mail: nogub@ceibo.entelnet.bo

Derechos reservados conforme a la Ley

Depósito Legal N^o 4-1-501-98

Edición de 1000 ejemplares (Primera edición)

Edición de 700 ejemplares (Segunda edición)

Diseño e Impresión:

Grupo Design

Prolongación Armaza 2999, Sopocachi

Telfs. 417188 y 410802, Fax: 417188

e-mail: gdesign@ns.rnegalink.com

La Paz, Bolivia

Agradecimientos

Agradezco al Señor Ernst Götsch por su apoyo, sugerencias y correcciones en la elaboración del texto, como también al equipo técnico de COOPEAGRO - PIAF de "EL CEIBO" Ltda.

Al DED por haber apoyado financieramente esta publicación.

Joachim Milz

Foto portada: árbol de yaca (*Artocarpus heterophyllus*)

Contenido

Prefacio	4
Introducción	5
Parte I: El Ecosistema Bosque Húmedo Tropical	7
Algunas características del Bosque Alto	8
El Ciclo de la Materia Orgánica dentro del Ecosistema Bosque	10
Relación entre Vegetación - Fertilidad del Suelo y el Agua	13
Consecuencia del Chaqueo sobre el Ciclo de Agua y los Nutrientes.....	17
Efectos de los chaqueos sobre el clima.....	20
Efectos de la Cobertura del Suelo sobre la Erosión	25
Parte II: Principios y ejemplos de Sistemas Agroforestales según Ernst Götsch.....	28
Los Principios de la Sucesión Natural.....	29
La Dinámica de la Sucesión Natural	39
Procesos Sucesionales	32
Consecuencias al no respetar la sucesión natural	35
Manejo del sistema para aprovechar la dinámica de la sucesión natural	37
"Plagas" y "Enfermedades" dentro del sistema	46
"Malezas" dentro del sistema.....	46
La Fertilidad del suelo	47
Como diseñar Sistemas Agroforestales?	49
Ejemplos de Sistemas Agroforestales	52
Consideraciones sobre el Cultivo de Arroz	52
Vío Jimenez - Productor Indígena de Costa Rica - Sistema Café	54
Sistema Cacao - Plantación nueva	59
Renovación de Cacaotales viejos productivos sin sombra.....	62
Renovación de Cacaotales viejos e improductivos	65
Sistema con Cítricos	65
Sistema con Caña de Azúcar	67
Sistema para Forrajes	68
Guía de Especies para la Planificación de Sistemas Agroforestales	71
Anexo 1	89
Anexo 2	90
Bibliografía	91



EN VEZ DE QUEMAR LA VIDA



CREAMOS MAS VIDA

Prefacio

La Central de Cooperativas "EL CEIBO" Ltda con el apoyo del Servicio Alemán de Cooperación Social Técnica DED y de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación COSUDE ha iniciado desde 1983 trabajos relacionado al mejoramiento del cultivo de cacao. En el transcurso de los años se ha adquirido mucha experiencia en el control de las enfermedades principales como la "escoba de bruja" (*Crinipellis perniciososa*) y a partir de 1987 se ha iniciado: un programa de producción de cacao biológico certificado. Sin embargo, no se ha podido lograr el nivel de productividad que tenían las plantaciones al inicio de la década del 70. Paralelamente se han ido incrementando los sembradíos de otros cultivos como el caso del plátano, cítricos, papaya, sandía y otros en toda la región a costa de la destrucción cada vez mayor de los bosques restantes. En consecuencia, hoy en día prolongadas épocas de sequía provocan pérdidas graves en los cultivos y el recurso agua en estas épocas se ha vuelto escaso. Dentro de "EL CEIBO" y su Programa de Asistencia Técnica - Social e Investigación Agroforestal COOPEAGRO-PIAF se ha tratado de responder a la crisis sentida en la producción agrícola mediante diferentes actividades cuyos primeros resultados se presentan en ésta publicación.

La primera parte trata de rescatar algunas experiencias hechas por el autor durante la realización de talleres con agricultores y técnicos sobre la problemática ecológica en la región. El objetivo es facilitar la interpretación y el entendimiento de las consecuencias que nos trae la actitud de los agricultores, técnicos y profesionales en destruir la base de nuestra vida, que es el suelo y el agua, mediante una agricultura de tipo "explotadora" y destructora.

La segunda parte pretende mostrar posibles alternativas de una producción agroforestal, en que se aprovecha de los procesos de vida y que nos permite vivir en armonía con la naturaleza. Todo este capítulo es el fruto de seminarios y visitas de campo con el Sr. Ernst Götsch en Septiembre de 1995 y en Septiembre de 1996 a la región del Alto Beni, Yucumo y Rurrenabaque, quién consiguió ver y usar los principios de la dinámica de la sucesión natural en base primero a sus observaciones y experiencias de trabajo con pueblos indígenas en Costa Rica y los últimos 12 años como agricultor en el Brasil.

Todos los ejemplos de sistemas de producción dados en esta publicación se basan en estos principios y han sido recomendados y discutidos durante sus visitas de campo en la región. Estos ejemplos, sin embargo, no son recetas que se pueda aplicar en cualquier lugar, sino deben ser más bien considerados como una orientación para ser adaptadas y modificadas según la característica de cada lugar.

La presente publicación trata de motivar y animar a profesionales, técnicos y agricultores en desarrollar alternativas de producción agroforestal duradera y adaptada para cada lugar.

Introducción

El hombre, una de centenarias de miles de especies de nuestro planeta tierra, extermina cada día más su propia base de vida, en vez de participar creativamente en los procesos naturales de los distintos ecosistemas del planeta viviendo en paz y armonía. La especie "Homo sapiens" empezó ya hace unos cuantos miles de años de explotar los depósitos de energía del planeta tierra, primero la madera y luego también el carbón, el gas y el petróleo. Estos depósitos sin embargo han sido los excedentes de la energía solar recibida, que han sido transformados (complejificados) mediante la actividad fotosintética de las plantas verdes en complejos de carbono. Hoy en día el hombre explota en pocas generaciones, lo que ha durado miles de millones de años en formarse y acumularse. El hombre al perder el diálogo con la naturaleza, agota los recursos naturales de los lugares que habita. En consecuencia emigra hacia otros lugares donde existen todavía recursos que explotar o roba los recursos de otros lugares del planeta. En la medida en que los recursos naturales se van acabando en una región, en un país o en el mundo, se aumentan los conflictos sociales sobre la distribución

de lo poco que queda, para una población cada día más creciente.



El aprovechamiento indiscriminado de la naturaleza nos trae solamente beneficios pasajeros a costo de un ecosistema desiruido.

En las zonas de colonización de Alto Beni, Yucumo y Rurrenabaque, emigrantes del Altiplano y de centros mineros, donde han dejado en muchos casos ya tierras degradadas o minas explotadas, empiezan a explotar los bosques y las tierras, destruyen los ecosistemas y así su base de sobrevivencia.



El hombre se crea su "desierto" alrededor de la casa. (Zona de colonización - Yucumo)

Muchos ya sienten el agotamiento de la fertilidad de los suelos, y el agua es un recurso

cada día más escaso. Sin embargo, pocos han entendido hasta ahora que son ellos mismos quienes son los causantes de todos estos problemas.

Qué alternativas existen?

Qué se puede hacer para producir lo suficiente sin destruir los recursos?

Primero tenemos que despertar nuestros sentidos, nuestros ojos y oídos para volver a entender y comprender los procesos de la vida que nos enseña la naturaleza. Los ejemplos de diferentes sistemas de producción dados en esta publicación podrían ser un inicio para una agricultura más sostenible.

A continuación están descritos formas de implementación de sistemas agroforestales partiendo de situaciones típicas y comunes de la región. A través de la instalación de sistemas agroforestales queremos enriquecer las parcelas degradadas, creando sistemas complejos y muy productivos que se mantienen por si mismos sin la aplicación de agroquímicos.

Parte I:
*El Ecosistema Bosque
Humedo Tropical*

hídrico (precipitaciones), exposición geográfica, relieve, tipo de suelos y nubosidad principalmente.

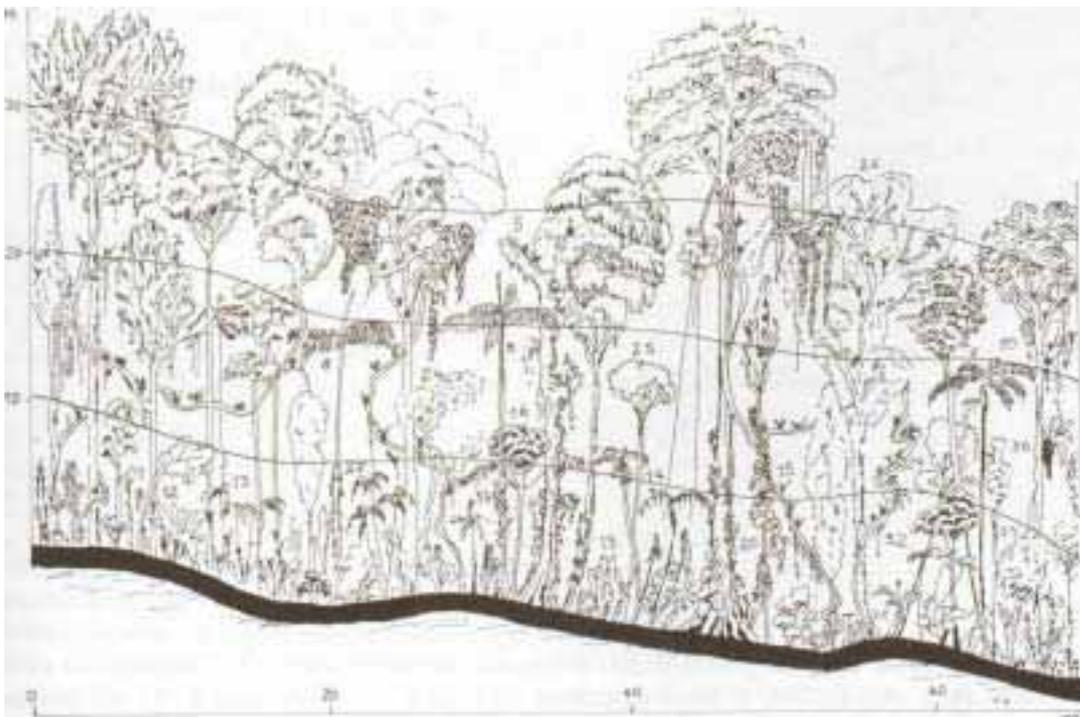
El bosque tropical tiene la característica de que hay un gran número de diferentes especies por ha.. Según estudios realizados en tres parcelas de bosque en la zona (Seidel, R. 1995) existen aprox. entre 500 a 570 árboles/ha con un diámetro altura pecho (DAP) mayor a 10 cm. En total se han registrado 209 diferentes especies de árboles de 54 familias botánicas (véase anexo) en las parcelas investigadas.

Algunas Características del Bosque Alto

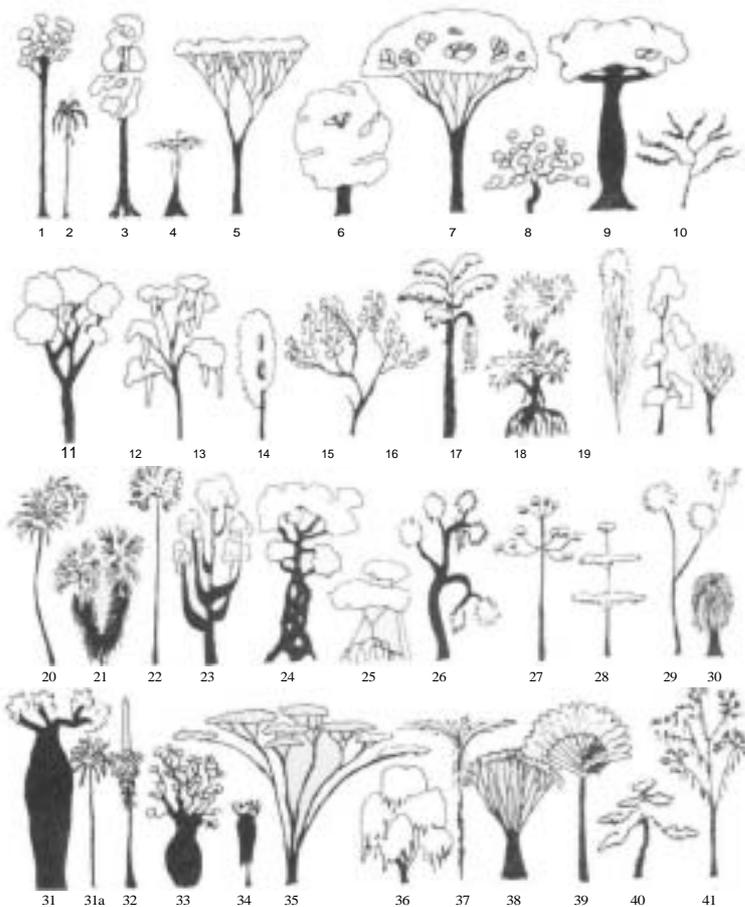
El ecosistema bosque húmedo tropical es uno de los más diversos y complejos en su composición florístico y faunístico. Dentro de una región como el Alto Beni con sus serranías de diferentes alturas y sus planicies a lo largo del Río Beni existe ya una diversidad amplia en sus bosques. Estas variaciones se deben a diferencias en la altura s.n.m.. régimen



Bosque primario en Alto Beni



Bosque estratificado



Diferentes formas de copas de árboles

Los diferentes árboles dentro de un bosque primario ocupan pisos o estratos diferentes, formando en forma simplificada un estrato bajo, un estrato medio y un estrato alto. Árboles que sobresalen todavía el estrato alto se denominan árboles "emergentes". Los árboles se complementan por su forma dentro del estrato que ocupan y muchos forman una copa típica.

Al establecer sistemas agroforestales debemos fijarnos en las características de la vegetación original del lugar, tratando de formar un bosque estratificado y diversificado que se asemeja en su forma a un bosque natural. Las especies que nosotros

introducimos en nuestro agroecosistema deberían cumplir la misma función ecofisiológica como las especies semejantes al bosque nativo. Así por ejemplo un palto (*Persea americana*) puede complementar a las especies de la familia de las Lauraceas nativas o podemos enriquecer a nuestro sistema con Mangostan (*Garcinia mangostana*) que pertenece a la misma familia del Achachairú (*Rheedia spp.*), nativo en algunos de nuestros bosques. Otras especies como el caso del cacao (*Theobroma cacao*) tampoco se encuentra en todos los bosques nativos de la región pero sí es aceptado por el ecosistema y se adapta perfectamente cuando encuentra

condiciones semejantes a su lugar de origen.

La más alta diversidad de nuestro agroecosistema nos garantiza fertilidad del suelo y sanidad de todas las especies que nosotros queremos cultivar. Nuestra meta debería ser la convivencia en armonía con el ecosistema, actuando con respeto frente a lo que la "Pacha Mama" nos ha dejado como herencia también para las generaciones venideras.

cada vez menos y el suelo empobrece rápidamente.

La fertilidad de un suelo depende principalmente de la vegetación que crece encima de él. Todos sabemos eso! Cuando una parcela que hemos chaqueado ya no da más, la dejamos durante varios años bajo barbecho. En un barbecho crece un número considerable de diferentes especies de plantas y mientras más tiempo se queda bajo barbecho, mejor recupera la fertilidad del suelo. En la implementación de las corrientes técnicas hacemos todo impensadamente destruyendo el ecosistema, quemando la materia orgánica, haciendo deshierbes con azadón y pala y dejando solamente algunas pocas especies para que crezcan en vez de que copiemos los principios de la naturaleza

El Ciclo de la Materia Orgánica dentro del Ecosistema Bosque

Analizamos algunos aspectos para entender mejor el por qué un bosque crece tan exuberantemente y cuando lo chaqueamos y sembramos, nuestros cultivos desarrollan

El Ciclo de los Nutrientes



- (1) Transpiración (2) Capa de humus delgada (3) Materia orgánica "muerta" (4) Reciclaje de nutrientes a través de microorganismos (5) Red de raicillas con micorrhiza (6) Absorción de nutrientes reciclados" (7) Incorporación de nutrientes a través del aire y agua (C,N) (8) Evaporación (9) Escorrentía (10) Capa de suelo arenoso (11) Capa de suelo arcilloso

El Ciclo de los Nutrientes

Fuente: (p. 147 Schutz der Tropenwälder) modificado

Analizamos lo que pasa con la materia orgánica y los nutrientes en un bosque?

1. En un bosque hay continuamente caída de hojas, ramas etc.
2. Esta materia orgánica se queda en el suelo.
3. Insectos, hormigas y lombrices empiezan a desmenuzar esta materia orgánica y la mezclan con la parte mineral del suelo, creando así mejores condiciones para la actividad de hongos y bacterias.
4. Se inicia poco a poco un proceso de descomposición de la materia orgánica a través de hongos y bacterias que crea condiciones favorables para la microfauna y microflora del suelo.

5. Con la actividad de los animales del suelo se afloja la tierra, lo que facilita la penetración de las raíces y la infiltración de agua y aire.

6. Al descomponerse la materia orgánica los nutrientes se vuelven otra vez aprovechables para las plantas.

7. La tierra vegetal funciona como filtro de nutrientes que no permite que el agua de las lluvias se los lleve hacia los arroyos y ríos.

Mediante una pequeña demostración se puede ilustrar este proceso.

Realizamos un pequeño experimento para demostrar la función como "filtro de nutrientes" de la tierra vegetal.



*Elagueteñida
cambia de
color*



Demostración de la función de la materia orgánica como "serrador" de nutrientes mediante agua teñida con azul de metileno.

1. Llenamos a un frasco de plástico cuya base había sido cortada con tierra vegetal.
2. El frasco colocamos con la boquilla hacia abajo (tapando con alambre milimétrico) encima de otro frasco.
3. Preparamos en una jarra, agua teñida con azul de metileno
4. Hacemos pasar el agua teñida por la tierra vegetal y recibimos el agua escurrida en el frasco base.
5. El agua con tierra pobre sale de un color azul sucio, el agua que pasa por la tierra vegetal sale de un color café claro.

El azul de metileno que tiñe el agua representa en este experimento a los nutrientes diluidos en agua. La tierra vegetal absorbe los nutrientes y deja filtrar agua desteñida, mientras la tierra pobre no tiene esa capacidad de retener nutrientes diluidos en agua.

Algo similar pasa con los nutrientes del suelo. La materia orgánica junto con los hongos y bacterias forman una especie de red tupida, un sernidor que no permite la pérdida (lixiviación) de nutrientes por el agua de la lluvia.

Por esta razón, tampoco da sentido sustituir la fertilidad de un suelo mediante abonos químicos. El suelo sin materia orgánica es un suelo "muerto" que no tiene la capacidad de retener los nutrientes que se le echa en forma de abono.

En el trópico húmedo, debido a la alta humedad y las altas temperaturas existe una tasa de descomposición y mineralización de

materia orgánica muy alta. En los lugares con poca vegetación hay poca producción de materia orgánica, el suelo pierde su fertilidad en poco tiempo.



NOTA: La fertilidad de un suelo la hace en primer lugar la vegetación que crece encima. Mientras más abundante la vegetación más fértil el suelo.

Relación entre Vegetación - Fertilidad del Suelo y el Agua

Al chaquear y quemar toda la vegetación de un lugar, mineralizamos la materia orgánica (los elementos nutritivos se vuelven solubles en agua) y evaporamos también el agua dulce



Demostración de capacidad de absorción de agua en diferentes tipos de suelo.

depositado en las plantas.

Un suelo sin una capa de vegetación densa pierde por un lado la capacidad de retener agua de lluvia y, por otro lado, ya no devuelve más agua hacia la atmósfera mediante la evaporación de las plantas. En consecuencia producto de nuestra actividad posteriormente sufrimos prolongadas sequías y los arroyos y vertientes se secan.

La importancia que tiene la materia orgánica dentro del suelo para el almacenamiento de agua nos puede ilustrar el siguiente experimento que se realizó con técnicos del "El Ceibo"

Realizamos un pequeño experimento para demostrar algunas características importantes entre tierra vegetal y tierra pobre:

Tierra fértil	Tierra pobre
<ul style="list-style-type: none">• El agua filtra rápidamente	<ul style="list-style-type: none">• El agua se estanca
<ul style="list-style-type: none">• El agua sale limpia	<ul style="list-style-type: none">• El agua sale turbia
<ul style="list-style-type: none">• Mucha agua queda absorbida dentro de la tierra	

Llenamos un frasco de plástico, cuya base había sido cortado con tierra vegetal y otro frasco con tierra pobre que los participantes recogieron de un lugar sin vegetación.

Los frascos pusimos encima de otros frascos vacíos, con la boquilla hacia abajo, tapado con alambre milimétrico.

Hicimos pasar la misma cantidad de agua por cada una de las muestras de tierra.



Arroyo del IBTA-Sapecho que se secó por primera vez en invierno 96.

Interpretación de la Práctica

Cada grupo realizó la práctica con las dos clases de suelo y dejó pasar hasta 3 veces la misma cantidad de agua que escurrió en el envase de base. Se anotó en minutos, el tiempo que tardó el agua en pasar por el frasco con la tierra y se midió la cantidad de agua que se quedó absorbido en la tierra.

Resultado:

Arcilla		Tierra Vegetal	
ml escurrido	tiempo	ml escurrido	tiempo
281	*	250	2,7 minutos

Arcilla

La primera pasada de agua por la tierra arcillosa fue muy rápida debido a que la tierra ha sido bastante seca y suelta.

No se logró realizar una segunda pasada, porque se compactó la arcilla de tal manera, que ya no dejó pasar agua hasta el día siguiente.

La capacidad de absorber agua ha sido buena, sin embargo, una vez saturado con agua se compactó tanto que perdió su capacidad de filtración.

Tierra vegetal

La tierra vegetal dejó pasar el agua con facilidad en las 3 repeticiones y su capacidad de retención ha sido buena.

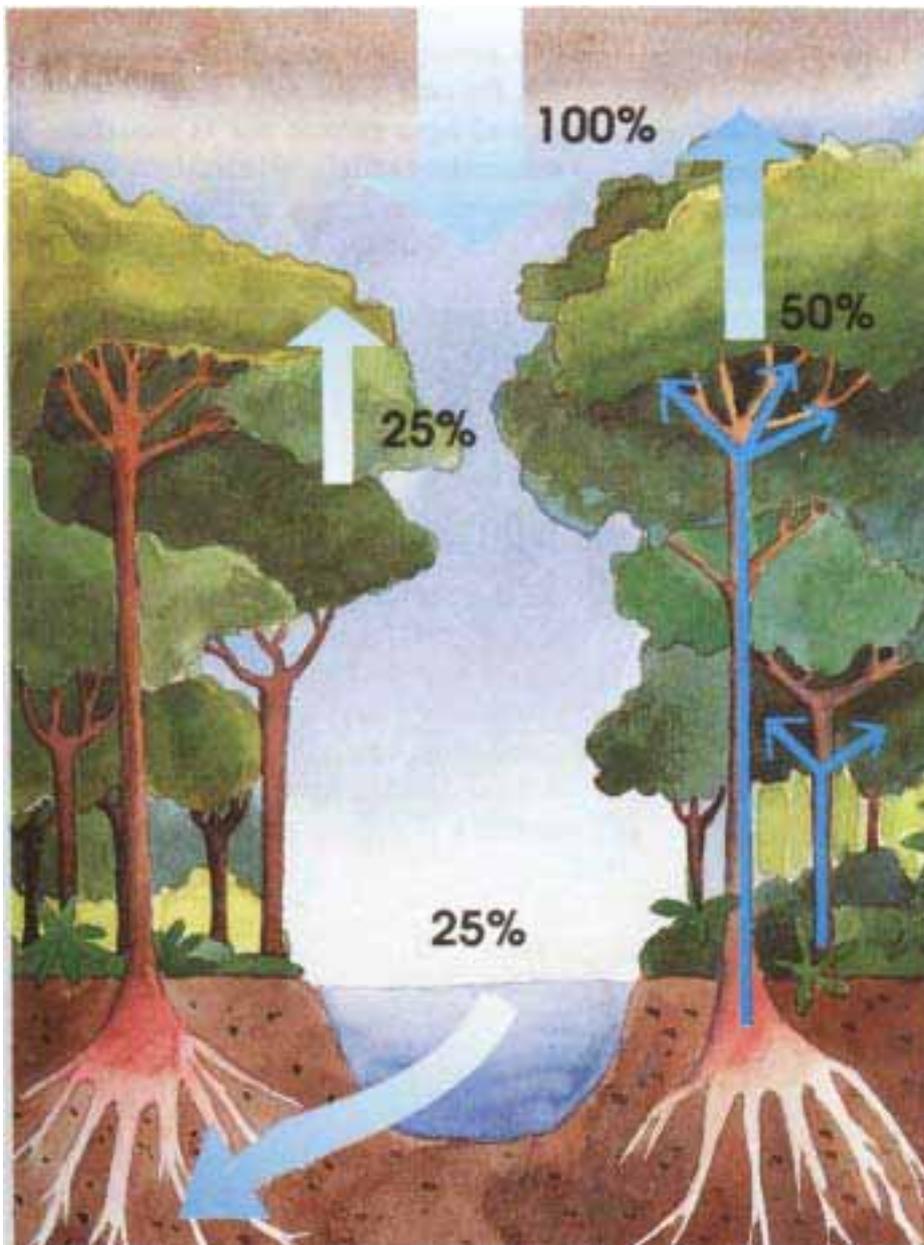
Anotamos las observaciones.

Tierra Pobre	Tierra Fértil
<ul style="list-style-type: none"> • El agua no penetra fácil • La tierra se compacta mucho • No filtra el agua, se queda mucho tiempo estancado. • Después de mucho tiempo filtra un poquito de agua bien turbia 	<ul style="list-style-type: none"> • El agua escurre primero rápidamente • Una vez que asienta la tierra escurre ya más lento • El agua que escurre es limpia • Aproximadamente la mitad del agua que echamos queda retenida en la tierra.

La tierra fértil (vegetal) tiene una gran capacidad de absorber agua. Además deja filtrar el exceso de agua lentamente hacia abajo, de modo que la tierra amarilla o roja, poco fértil, pueda recibir esta agua y absorberla también con lentitud.

Sin esta capa de tierra fértil el suelo se vuelve compacto y pierde gran parte de su capacidad de detener el agua de la lluvia.

El Ciclo de Agua



de toda la lluvia

el 25% se queda en la superficie de las hojas, por donde se pierde mediante evaporación

un 50% absorben las plantas y lo devuelven a la atmósfera, mediante la transpiración,

y solamente un 25% de todo el agua se pierde por escurrimiento a través de arroyos y aguas subterráneas.

El Ciclo de Agua.

Fuente: Schutz der Tropewälder, p.466, Modificado.

Qué pasa con el agua en un bosque cuando llueve ?

1. Las gotas de lluvia caen primero a los árboles grandes.



2. Luego escurren por el techo de las hojas hacia abajo, donde caen a otras plantas más pequeñas.



3. Hasta que el agua llegue hasta el suelo, una buena parte se queda adherida en las mismas hojas.



4. Una parte solamente de todo el agua llega hasta el suelo.



5. En el suelo cae primero a las hojarascas.



6. De ahí penetra a la tierra vegetal.



7. La tierra vegetal absorbe una buena cantidad de esta agua.

8. Una pequeña parte finalmente penetra hasta el subsuelo.



9. El suelo almacena así bien el agua y lo suelta también lentamente, alimentando los arroyos y ríos durante mucho tiempo.



10. En un bosque casi no se observa que el agua escurre por la superficie del suelo.



11. Los árboles con su sistema radicular bombean el agua subterránea en forma de vapor y humedecen así la atmósfera.

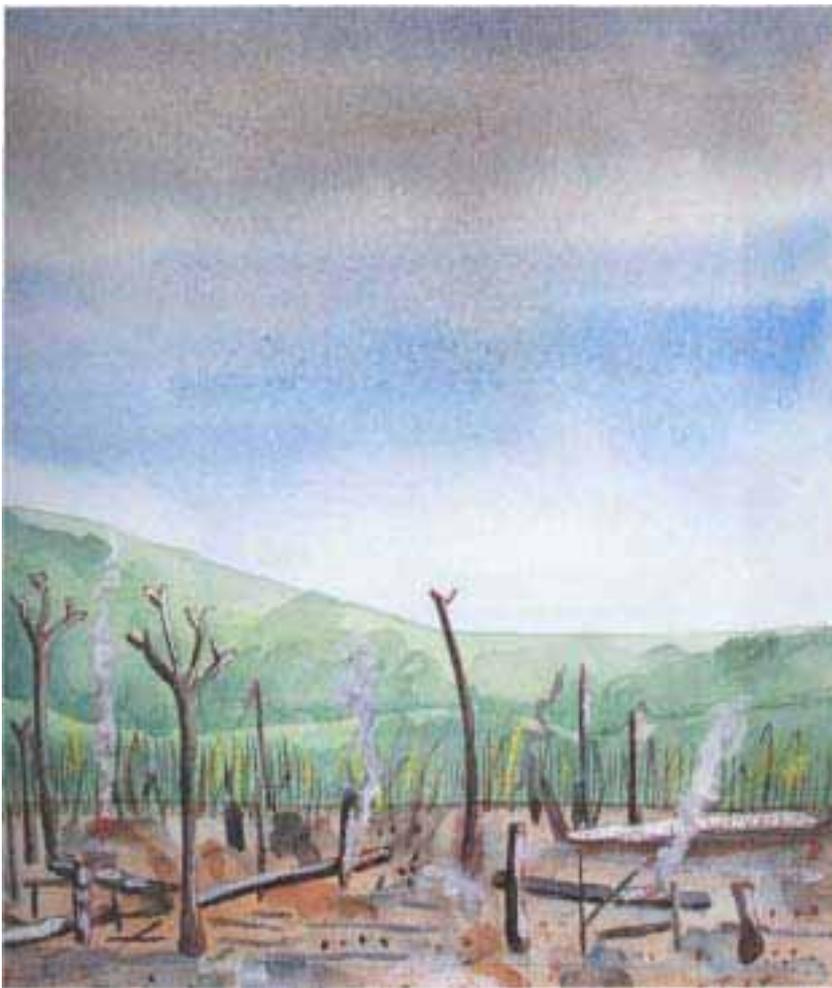


12. Este vapor se convierte en nubes que a su vez cae otra vez como lluvia o en la época seca como rocío nocturno. Cuando es suficientemente grande el área del bosque pueden haber lluvias en la mañana.

Consecuencia del Chaqueo sobre el Ciclo de Agua y de los Nutrientes

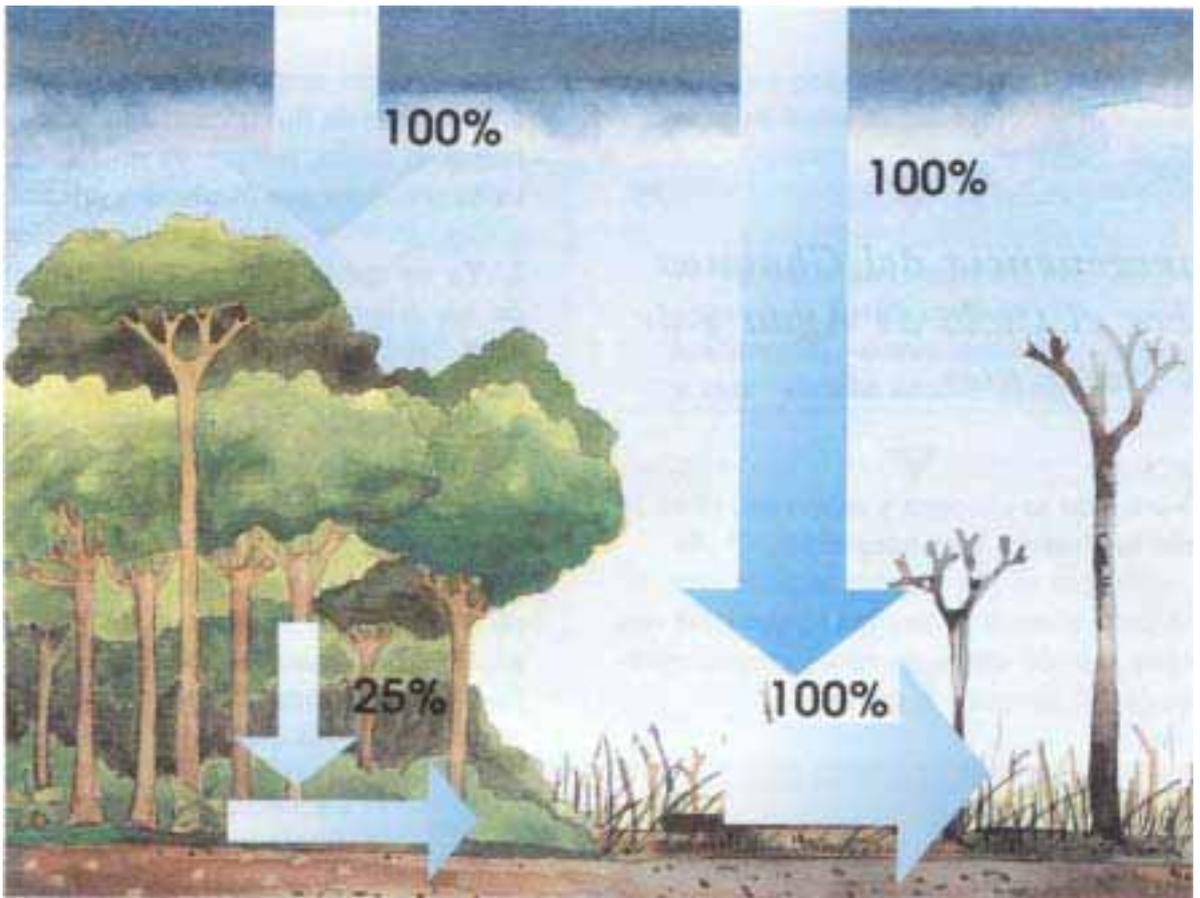
Cuando se chaquea y se quema, el suelo queda totalmente desprotegido.

A continuación se analiza lo que pasa con el agua cuando cae a un suelo desprotegido después del chaqueo y quema:

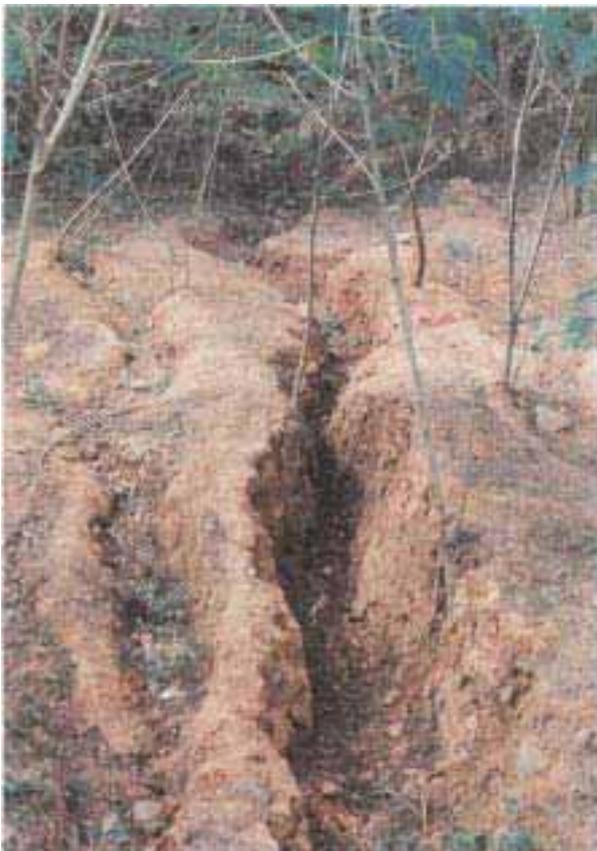


La lluvia cae directamente al suelo.

1. Las gotas de lluvia caen con toda su fuerza al suelo, porque ya no hay el techo protector que forman los árboles.
2. Ya no queda agua detenida dentro de los árboles y toda la cantidad de agua llega hasta el suelo.
3. Debido a que la tierra vegetal se quema en gran parte, la tierra amarilla o roja queda expuesta a la lluvia.
4. Como se puede demostrar con el pequeño experimento anterior, la tierra arcillosa del subsuelo (horizonte B) no tiene la capacidad de dejar filtrar rápidamente toda esta cantidad de agua.
5. La fuerza de las gotas de la lluvia compactan además la superficie del suelo.
6. Así el agua se acumula en la superficie y empieza a escurrir superficialmente.
7. Se forman cárcavas y hay un gran arrastre de la poca tierra fértil que se quedó después de la quema.
8. Los arroyos crecen rápidamente.
9. Cuando ya no hay más lluvias se secan también rápidamente los arroyos y riachuelos porque el suelo ha perdido la capacidad de retener agua.



El 100% del agua de la lluvia llega hasta el suelo y escurre por la superficie en lugares desboscados



Cárcavas de erosión causadas por escurrimiento superficial de agua.

Y qué pasa con los nutrientes?



- Toda el agua de la lluvia cae al suelo.
- Ya no hay vegetación que detiene y absorbe agua.
- El suelo está desprotegido
- La lluvia cae con toda la fuerza al suelo y lo compacta.
- El suelo ya no puede absorber en poco tiempo tanta agua.
- El agua se acumula y escurre superficialmente
- El agua arrastra y lava la tierra, y la ceniza
- Los arroyos crecen rápido y desbordan

- Esgurrimiento superficial
- Arrastre de tierra fértil
- Pérdida de nutrientes

- Mucha materia orgánica se quema.
- Se pierden nutrientes.
- ya no hay más producción de hojarasca.
- Ya no funciona más el sernidor de nutrientes porque las raíces y los hongos (micorrizas) se mueren.
- La lluvia lava los nutrientes hacia los arroyos.

El Agua y los Nutrientes después del Chaqueo

1. Todos los nutrientes se encuentran en forma de ceniza en el suelo.
2. Debido a que esta ceniza es muy liviana, el agua que cae con toda fuerza arrastra este nutriente valioso.
3. Como ya no hay árboles, tampoco hay más producción de hojarasca. Es así que el suelo empobrece y los cultivos ya no crecen bien.

Efectos de los chaqueos sobre el clima

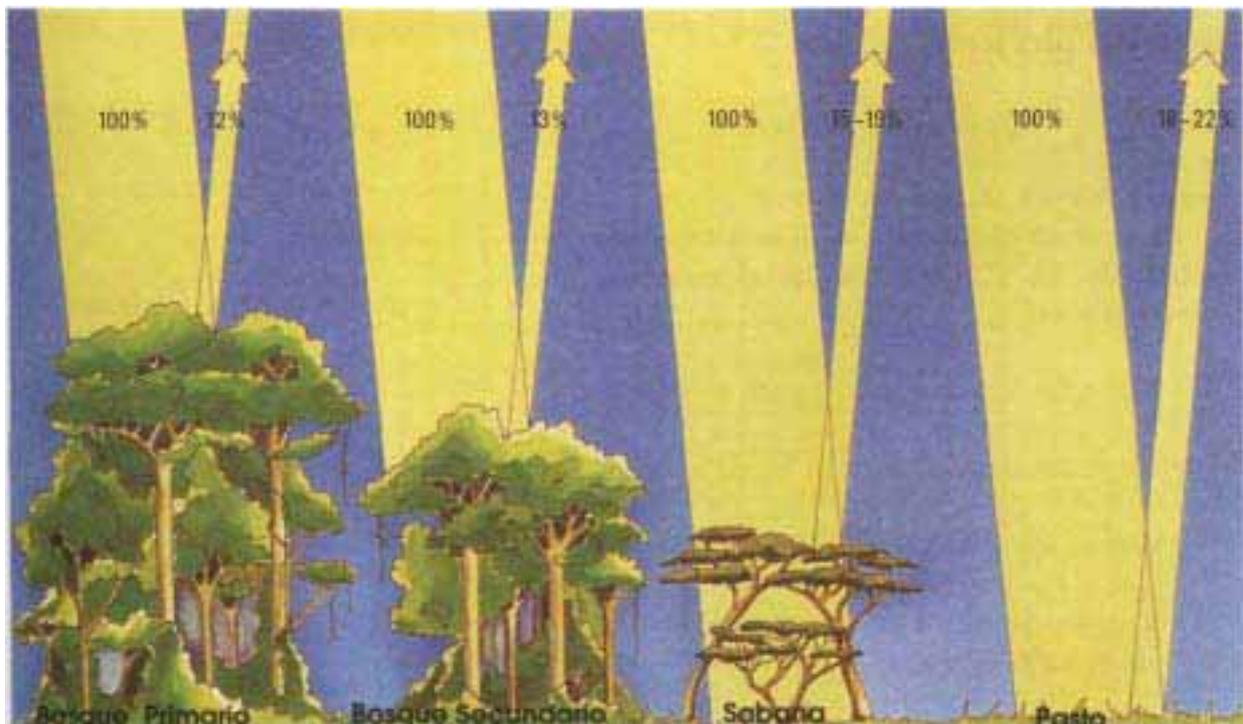
El bosque absorbe el 88% de la radiación solar recibida (radiación corta) y forma así la superficie natural más oscura en nuestro planeta. Cuando se convierte el bosque en cultivos o pastizales, se disminuye la capacidad de absorción de la radiación solar.

Con la reducción de la capa vegetal aumenta la insolación directa y así aumenta la temperatura de día. Con el aumento de la

temperatura aumenta la evaporación y la pérdida de agua de la superficie del suelo. Los extremos de temperaturas máximas durante el día y temperaturas mínimas durante la noche aumentan. También se incrementan los vientos fuertes debido a que las barreras de rompivientos naturales que son los bosques ya no existen y también debido a los extremos de temperatura en pequeñas áreas.



El destino de la Amazonía Boliviana. El bosque forma una superficie muy oscura comparado con los lugares desboscados.



Balance de la Radiación corta en la Superficie para bosque primario, Bosque secundario, Sabanas húmedas y Pastizales Fuente: Schutz der Tropewälder, p.452



Quemamos la vida, el abono, el agua y el futuro de nuestros hijos.

Durante un curso con técnicos de EL CEIBO se realizaron las siguientes observaciones:

En un día caluroso se midieron las temperaturas del aire y del suelo en diferentes profundidades y en diferentes lugares. Escogimos un bosque secundario tupido, un cacaotal y un lugar desprotegido de un vivero de cítricos para tomar los datos

Posteriormente analizamos los resultados:

Grupo I MONTE (Bosque Secundario)

El lugar se encuentra en el lote experimental de EL CEIBO con las siguientes características:

- Barbecho alto de aprox. 6 años de edad.
- Tiene árboles de hasta 10 m. de altura.
- Vegetación secundaria con 5 m. de altura.
- Vegetación baja con yerbas tupidas de diferentes especies.
- La radiación solar no llega hasta la superficie del suelo.

- El terreno presenta suelo con materia orgánica regular, arcilloso/arenoso.

Grupo II CACAOTAL



Medición de temperaturas en cacaotal

El lugar se encuentra también en el lote experimental de EL CEIBO y tiene plantaciones de cacao en producción de aprox. 3 m de altura.

- El suelo tiene cobertura de Kutzú y es húmedo.
- No tiene mucha sombra permanente.
- Troncos en descomposición y hojarasca.
- Tiene mucha materia orgánica.
- Poca "maleza" de altura baja.
- La radiación solar llega hasta la superficie de la cobertura.
- Suelo arenoso/arcilloso.

Grupo III LUGAR DESPEJADO SIN VEGETACION (Vivero de cítricos)

- Lugar despejado de tamaño 20 x 30 m. bien deshierbado.

- Tiene plantines de mandarina cleopatra para injertar.
- En los bordes tiene una plantación de cacao y un vivero nuevo para cacao.
- El suelo tiene poca materia orgánica.
- El suelo es arenoso/arcilloso.



Medición de temperatura del aire y del suelo; medición de la capacidad de infiltración de agua.

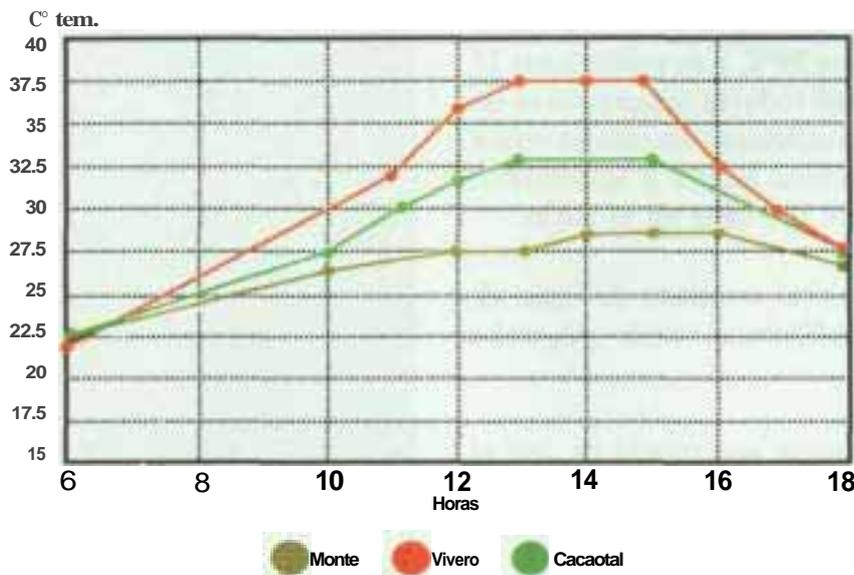
Resultados Resumidos

TEMP. max. °C	MONTE (Barbecho)	CACAO	VIVERO
AIRE	28,5°	33,0°	37,5°
SUELO 0cm	25,0°	30,0°	39,0°
SUELO 5cm	25,0°	26,0°	32,0°
SUELO 15cm	24,0°	25,0°	32,0°
Temp. min.	22,5°	22,5°	22,0°
VARIACION max/min del aire	6,0 K	10,5 K	15,5 K

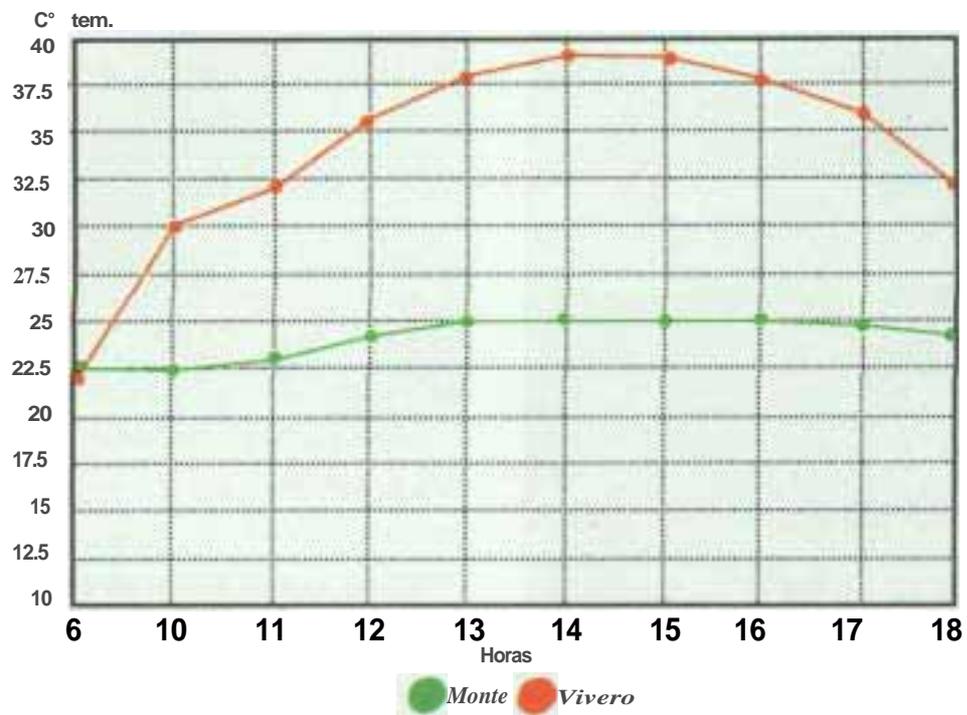
(K=Kelvin: expresa diferencias de temperatura)

Como se pudo observar, en los lugares despejados hubo una mayor variación entre las temperaturas máximas del aire diarias y las mínimas nocturnas. La vegetación amortigua las temperaturas fuertes del día y el ambiente se mantiene más fresco.

Efecto de la Vegetación sobre la Temperatura del Aire



Efecto de la Vegetación sobre la Temperatura del Suelo en la Superficie (0cm)



En los lugares con una vegetación densa prácticamente no se notaba variación de las temperaturas en el suelo, mientras que en el vivero de cítricos, las temperaturas alcanzaban durante el día hasta 39°C y se medía a los 15 cm de profundidad todavía temperaturas de 32°C. Bajo estas condiciones las plantas sufren mucho y rápidamente llegan a marchitarse por el agotamiento del agua en el suelo.

Para demostrar el consumo de agua de una planta realizamos otra pequeña demostración.

Medimos mediante una pipeta de 1 ml el consumo de agua de una ramita de maracuyá y anotamos el tiempo que tardaba en consumir 0,1 ml de agua.



Medición del consumo de agua de una ramita de maracuyá.

HORAS	MINUTOS	ml.
9:40	inicio	
10:17	37	0.1
10:45	28	0.1
11:05	20	0.1
11:25	21	0.1
11:42	17	0.1 salió el sol
11:52	10	0.1 y llevamos
12:03	11	0.1 afuera la
12:14	11	0.1 ramita
12:26	12	0.1
12:37	11	0.1

Interpretación

Iniciamos la práctica en la mañana cuando no había sol todavía y cuando la humedad relativa del aire estaba muy alta. El consumo de agua ha sido por lo tanto poco en las primeras horas. Cuando salió el sol se aceleró el consumo de agua y hubo un consumo de 0,1 ml de agua en 10 a 12 minutos.

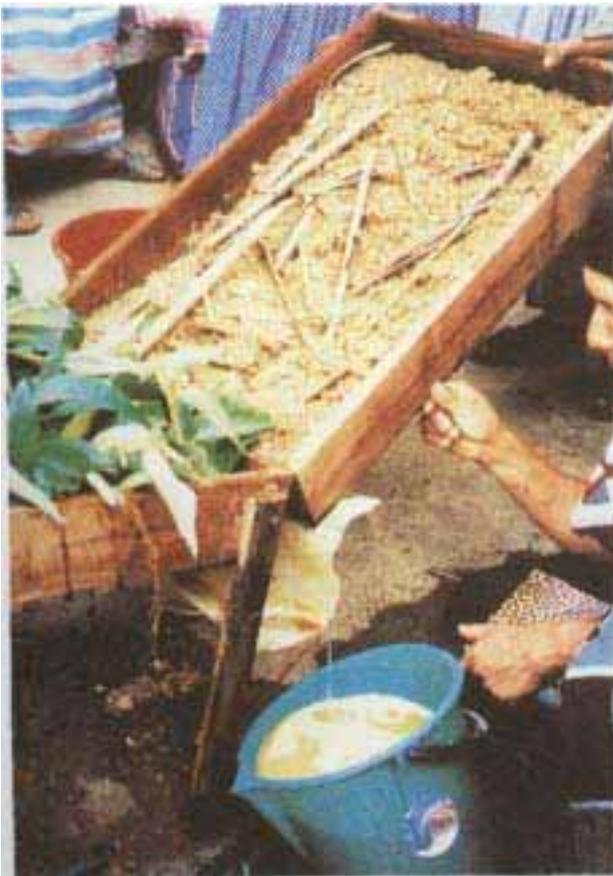
Las plantas están compuestas principalmente por agua. El agua les da estabilidad a las plantas (una planta marchitada se dobla) y les permite absorber los nutrientes. Las plantas absorben sus nutrientes en forma de líquido, una planta que sufre por escasez de agua hambrea porque ya no puede absorber nutrientes.

También necesitan agua para enfriar sus superficies en días calurosos. Las plantas transpiran al igual como nosotros. El agua que transpira de sus hojas disminuye la temperatura de las mismas. Una vegetación tupida como es el caso de un bosque refresca el ambiente y no sentimos tanto calor como en lugares pelados sin vegetación.

El 83% de agua dulce del planeta tierra está organizado dentro de sistemas vivos.

Efectos de la Cobertura del Suelo sobre la Erosión

Realizamos otra pequeña demostración para mostrar el efecto de la cobertura del suelo sobre la erosión y la capacidad de retener agua.



Caja de erosión, lado izquierdo con materia orgánica y vegetación, lado derecho sin vegetación. El agua está escurriendo del lado "chaqueado"



Caja de erosión con diferentes grados de cobertura del suelo, al centro: La capa de humus y hojarasca protegen el suelo y absorben una gran cantidad de agua.

Práctica con Caja de Erosión.

En la caja de erosión (foto izquierda) se preparó un lado con vegetación que presentaba un "bosque" y el otro lado se quedó sin cobertura, que presentaba a una "parcela chaqueada". A cada lado se regó mediante una regadera la misma cantidad de agua. El agua que escurrió se recibió en un balde, cada lado por separado

Los participantes hicieron las siguientes observaciones:

El lado "bosque"

- Tardó en salir el agua al balde.
- No se vio arrastre superficial de tierra.
- El agua escurrió lentamente y durante mucho tiempo.
- El agua salió limpia.
- Una tercera parte de la cantidad de agua que echamos quedó absorbida en la tierra.

El lado "chaqueado"

- El agua ni bien cayó, escurrió superficialmente.
- El agua salió con mucha velocidad.
- Hubo mucho arrastre de tierra.
- El agua salió muy turbia.

- Poco después de que "dejó de llover", también se "secó el arroyo", ya no hubo más escurrimiento.
- En el balde recibimos casi la misma cantidad de agua que echamos
- Encontramos en el balde mucho lodo

Lugar chaqueado	Monte
<ul style="list-style-type: none">• El agua escurre muy rápidamente.• El agua escurre por la superficie.• El agua arrastra mucha tierra.• El agua sale turbia y con mucha sedimentación.• Hay mucha erosión y formación de cárcavas.• Recibimos casi la misma cantidad de agua en el balde que regamos por encima (no hubo absorción de agua)	<ul style="list-style-type: none">• Tarda en salir el agua.• El agua escurre despacio.• El agua sale limpia.• No se nota escurrimiento superficial.• Observamos escurrimiento por largo tiempo.• No escurrió tanta agua al balde como en el lado sin vegetación. (hubo mucha absorción de agua)

Pudimos observar, que la vegetación influye en gran manera sobre la erosión del suelo y también en la capacidad de retener y mantener la humedad.

100 t/ha de pérdida de suelo por erosión significa aproximadamente una capa de tierra de 1 cm de grosor.

Entendiendo la función del bosque en el trópico húmedo y las consecuencias que trae nuestra actitud en convertir el bosque en monocultivos y pastizales, debería preocuparnos y estimularnos para buscar alternativas en la producción agrícola.

Las raíces de los árboles sujetan la tierra



Parte II:

Principios y ejemplos de Sistemas Agroforestales según Ernst Götsch

Los siguientes principios y ejemplos descritos han sido presentados por el Sr. Ernst Götsch durante sus visitas a las regiones de Alto Beni, Yucumo y Rurrenabaque y han sido discutidos durante seminarios y visitas de campo.

Muchos sistemas agroforestales practicados por diferentes pueblos Indígenas del trópico húmedo y el sistema desarrollado y practicado por el Sr. Ernesto Götsch usan los principios y aprovechan de la dinámica de la sucesión natural de especies.

Los Principios de la Sucesión Natural

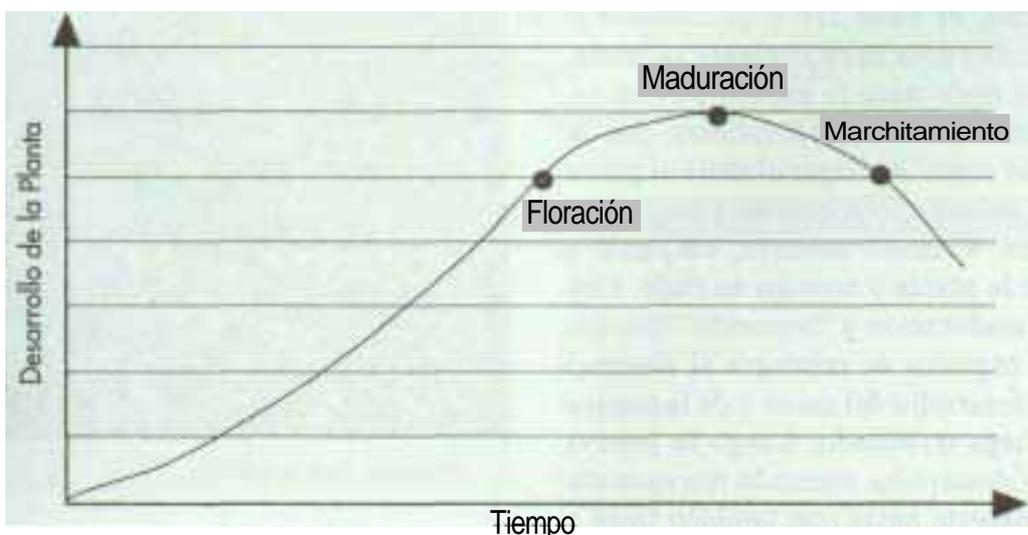
La vida es un proceso dinámico, es un flujo. En un lugar chaqueado predominan al principio después de nuestro abandono especies como el Ambaybo (*Cecropia* spp.) y la Balsa (*Ochroma pyramidale*). En el transcurso de los años llegan a predominar otras especies hasta que (sin intervención del hombre) se establezca nuevamente un bosque primario. Queriendo obligar a la naturaleza a quedarse en un mismo estado durante mucho tiempo, que es el caso de nuestra agricultura de monocultivos, los procesos naturales de la sucesión no pueden avanzar y la naturaleza reacciona mediante las llamadas "enfermedades", "plagas" y "malezas". Todos ellos sin embargo son simplemente indicadores

que reflejan que nuestra agricultura no es adecuada. Cuando insistimos en mantener un sólo cultivo en un mismo lugar aparecen estas "enfermedades", "plagas" y "malezas", y nosotros empeoramos la situación al combatirlos mediante agroquímicos tóxicos. En vez de participar en la dinámica natural que siempre trata de desarrollar sistemas complejos con el resultado de más vida y suelos más fértiles, los combatimos por no entender a la misma naturaleza aplicando insecticidas, herbicidas y fungicidas.

Entendiendo y empleando los principios, aprovechamos de la sucesión natural para lograr una producción agroforestal abundante sin fertilizantes químicos, y sin la necesidad de combatir a "enfermedades" y "plagas".

La Dinámica de la Sucesión Natural

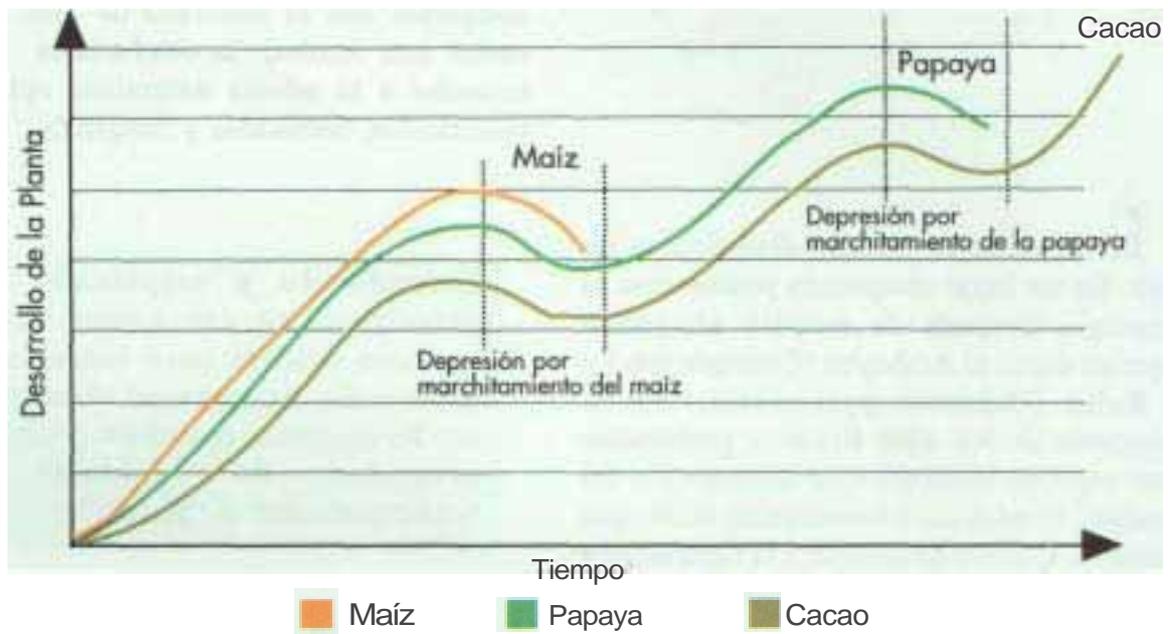
El desarrollo de una planta puede ser expresado mediante una curva de crecimiento y de maduración.



Ciclo de vida de una planta anual

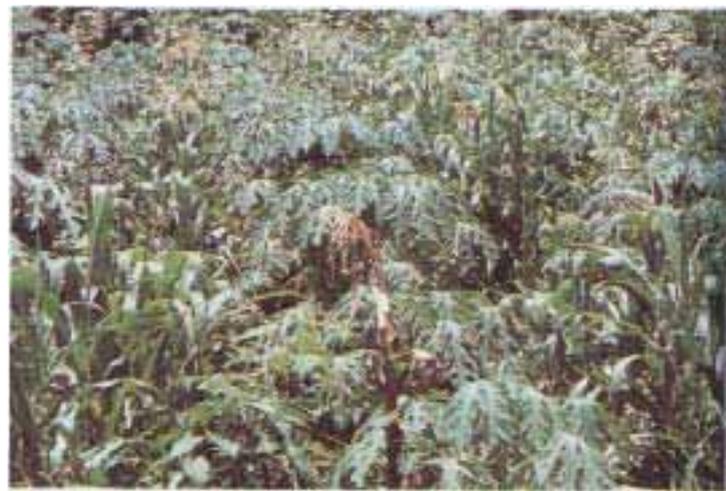
En la naturaleza sin embargo no crece una sola especie, sino muchísimas especies crecen en forma conjunta.

Al analizar los procesos de la sucesión natural, podemos observar y diferenciar distintas etapas o ciclos de desarrollo.



Dinámica de desarrollo de maíz, papaya y cacao creciendo en forma conjunta

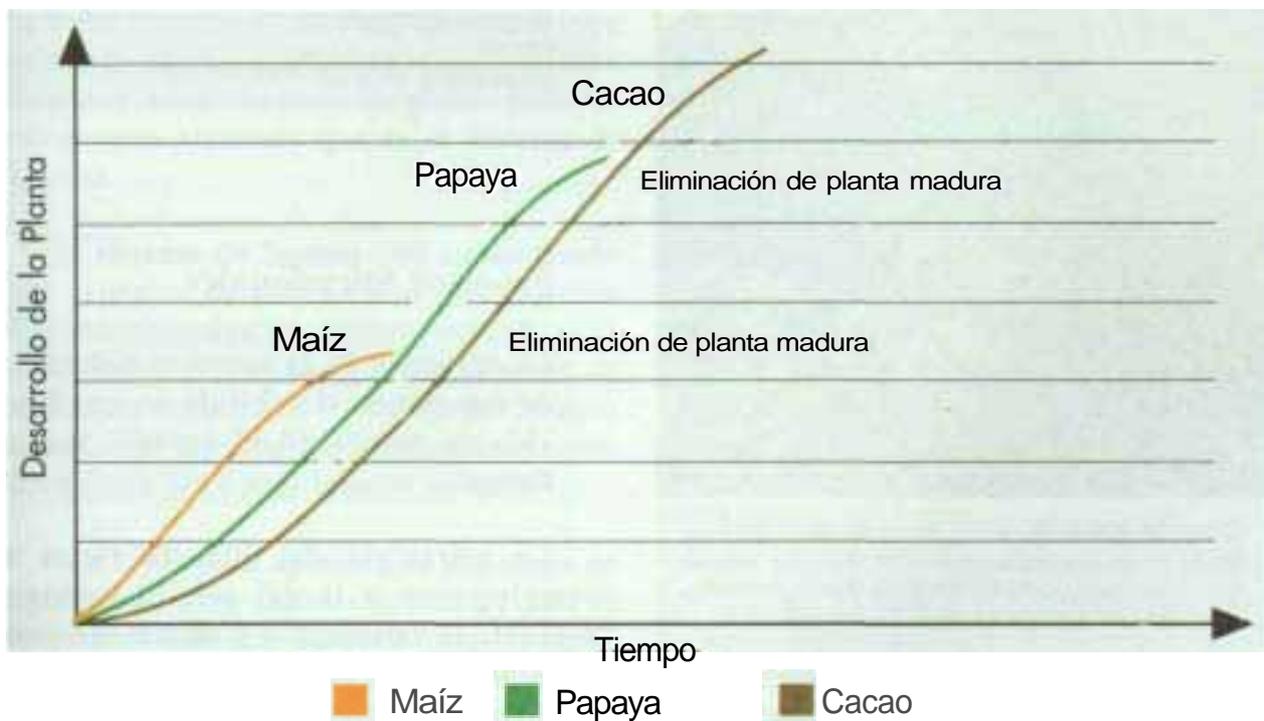
Al plantar por ejemplo maíz junto con papaya y cacao, el maíz crece primeramente muy rápido. Su curva de crecimiento asciende. Junto con el maíz crece la papaya y el cacao, que son influenciados positivamente por la dinámica del maíz. Al llegar el maíz al punto de florecer, reduce el crecimiento y disminuye la dinámica. Cuando madura, empieza a marchitarse la planta y termina su ciclo. Este proceso de maduración y "resorción" (porque su materia orgánica se reintegra al sistema) deprime el desarrollo del cacao y de la papaya hasta que haya terminado. Luego la papaya continúa su desarrollo, tomando nuevamente un impulso fuerte hasta que también llega a madurar.



Papaya, maíz y cacao

El momento de la depresión en el desarrollo, cuando madura una especie podemos sobrepasar, cuando cosechamos o podamos en el momento oportuno. En caso del maíz, cuando está en "choclo" habría que quebrar su flor macho y la espiga respectivamente. Con esta actividad estaría

"neutralizada" su influencia depresiva y el desarrollo de las otras especies continúa con la misma dinámica como antes. Cuando la papaya concluye su vida después de pocos años la cortamos de igual manera, para que el cacao junto con las otras especies que le acompañen continúe su desarrollo con vigor.



Dinámica de desarrollo de maíz, papaya y cacao con intervención en el momento de maduración.



El cacao desarrolló el doble de tamaño debajo de la yuca, (comparando con la parte donde solo creció sin yuca) dentro de la misma parcela. (Parcela de Miguel Mayta - Covendo)

Para aprovechar adecuadamente esta dinámica de procesos sucesionales tenemos que combinar especies que se complementan en el tiempo y en el estrato que ocupan, tratando de imitar en la mejor forma posible la dinámica y estructuración de un bosque. Antes de que una especie entre en proceso de maduración (cuando concluye su ciclo de vida), que en caso del maíz dura aprox. 4 a 5 meses y en caso de la papaya 36 a 48 meses, debemos cortarlas o, tratándose de especies arbóreas o arbustivas, podarlas para rejuvenecerlas. Así aprovechamos nuevamente su dinámica para todas las especies que le rodean.



El sistema "rejuvenecido" después de las podas (parcela: E Götsch, Bahía-Brasil)

Procesos Sucesionales

La dinámica de la sucesión natural de especies es el vehículo en que la vida se mueve en el espacio y el tiempo.

La estrategia del planeta tierra es complementar a la del sol. El convierte mediante la vida vegetal y animal la energía radial del sol en complejos orgánicos. Cada ser vivo tiene su función específica contribuyendo directamente en estos procesos mayormente a través de la fotosíntesis o quemosíntesis hecho por las plantas, bacterias y algas verdes o indirectamente, cumpliendo funciones de transformación, intermediación, transporte, optimización y aceleración de procesos sucesionales. El excedente de energía solar transformada en complejos orgánicos está siendo depositado en los pantanos (formando carbono en el transcurso del tiempo) y en los fondos de los mares tropicales (formando petróleo y gas).

E. Götsch muestra que la vida en cada lugar se organiza en sistemas. La vida de cada lugar complejifica y se transforma en sistemas cada vez más complejos y por lo tanto estos sistemas no son algo estático sino muy dinámico.

El primer paso hacen los **colonizadores** que se encuentran en terrenos completamente destruidos, barrancos, quebradas y lugares superexplotados. En rocas peladas por ejemplo pueden colonizar primero diferentes bacterias que crean condiciones para el desarrollo de algunos musgos y líquenes. Cuando ellos a su vez han creado suficientes condiciones para permitir el desarrollo de especies más exigentes, entran las llamadas plantas pioneras del sistema siguiente que es el Sistema de Lignina.

El sistema de lignina está caracterizado por especies de plantas con una relación Carbono/Nitrógeno muy amplia. El componente de lignina en la composición de la materia orgánica es elevado y por lo tanto la descomposición de la materia orgánica como las hojas y las partes leñosas es lenta.

Los árboles que aparecen en el sistema de lignina no tienen frutos comestibles para el hombre o animales de porte grande. Es el lugar de insectos nocivos para nosotros y de animales pequeños como ratones, culebras venenosas y pájaros pequeños. Cuando las condiciones de vida fueron mejoradas a través de la dinámica de la misma vida (procesos sucesionales), comienzan a surgir otras especies que forman **sistemas intermedarios**.

En suelos formados por rocas graníticas nuevas o en basalto, la vida tiene más facilidad para llegar a este estado. En el sistema intermedario existen ya mejores condiciones de vida para especies, dadas por su composición carbono/nitrógeno ya más estrecho con frutas y semillas mejores y animales de porte mediano. En su culminación de la complejificación, la vida pasa - generalmente con más facilidad en bosques ciliares, bosques aluviales, en hoyadas y cuencas hidrográficas- para sistemas de lujo. Es el lugar y constituye el hábitat para animales de porte grande y donde la vegetación se halla caracterizada por su estrecha relación de C/N.

El **sistema de lujo** ha sido denominado así por E. Götsch, en función al hombre. Las especies del sistema de lujo están caracterizadas por tener frutas grandes con bastante contenido en carbohidratos, grasas y proteínas y que dan el hábitat para animales de porte grande. El hombre como "animal grande" necesita condiciones del sistema de lujo para poder existir.

Los procesos de transformación en el sistema de lujo son muy intensivos y el flujo de carbono es muy alto (mayor actividad de microorganismos).

Dentro de cada sistema descrito existe una secuencia en la dominancia de diferentes consorcios de especies.

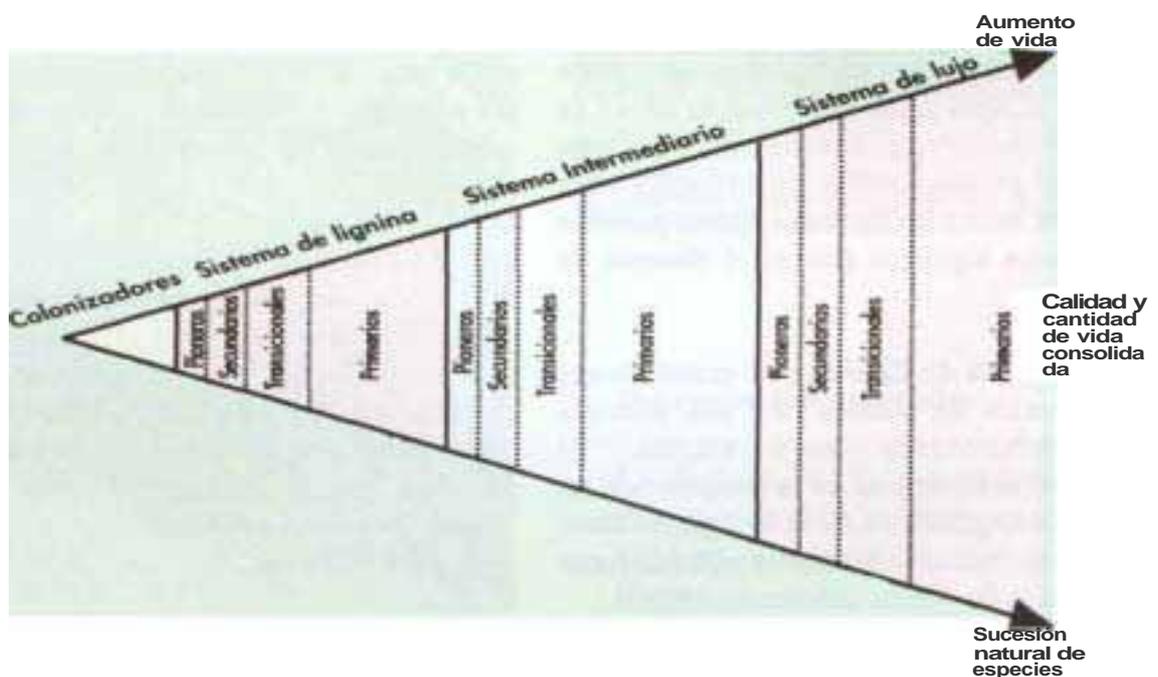
Los consorcios de especies que caracterizan las diferentes etapas son:



El grado de desarrollo de cada Sistema puede estar caracterizado por la etapa y sus respectivas especies que predominan dentro de la sucesión natural. Así, cada sistema tiene sus propios consorcios de pioneros, secundarios, intermediarios y primarios característicos, que además varían según las características ecológicas del lugar.

Los principios de la sucesión sin embargo, son los mismos en cualquier ecosistema.

El entendimiento de los principios de la sucesión y los conocimientos de sus respectivas especies que los caracterizan en cada etapa y en cada ecosistema, son la clave para el manejo exitoso de sistemas agroforestales dinámicos y estratificados.



La sucesión natural, según E. Götsch.

1. Pioneros

Después de la eliminación de la capa vegetal primaria (cuando se cae un árbol emergente deja un claro muy grande; después de chaqueos y quemas) aparecen muchas plantas pioneras, junto con todas las especies de las siguientes sucesiones.

La mayoría de nuestros cultivos del ciclo corto pertenecen al grupo de los pioneros del sistema de lujo como por ejemplo:

Maíz, Arroz, Camote, Soya, Frijol, Zapallo, Tomate y Sandía



Regeneración natural en un claro.

2. Secundarios

Junto con los pioneros nacen también ya los secundarios quienes los dominan después de uno o dos años. Dentro de los secundarios existen especies con diferentes ciclos de vida que varía de tres, cinco, diez, quince, veinte, treinta y cincuenta años aprox.

Los más conocidos en nuestro medio son:

Yuca, Maíz, Piña, Caña de azúcar, Papaya, Palillo, Plátano, Maracuyá, Morera, Hibisco, Xuxu, Cardamomo, Palo barbecho, Balsa, Pacay, Guazumo, Toco, Chima y otros más.

3. Transicionales

Especies que forman parte del bosque transicional son por ejemplo:

Asaí, Motacú, Naranja y otras especies de Citrus, Papaya del monte, Ceibo, Pan de árbol, Guanábana, Lima limón, Mandarina criolla y Palto.

4. Primarios

Los primarios están conformados por especies que forman el bosque primario y que dominan a los transicionales formando luego también el estrato superior y los árboles emergentes del bosque. Los primarios nacen también junto con los pioneros, los secundarios y los transicionales, y necesitan ser criados y llevados por ellos.

Ejemplos de especies del bosque primario (y de cultivos) del sistema de lujo en nuestra zona: Cacao, Copuazú, Achachairú, Café, Cayú, Mara, Flor de Mayo, Solimán, Ficus, Goma, Castaña, Ajoajo, Majo y otros.

Para llegar dentro de la sucesión hasta la formación del bosque primario es necesario

pasar por cada etapa prevista en la sucesión natural. No es posible saltar una de las etapas sucesionales.

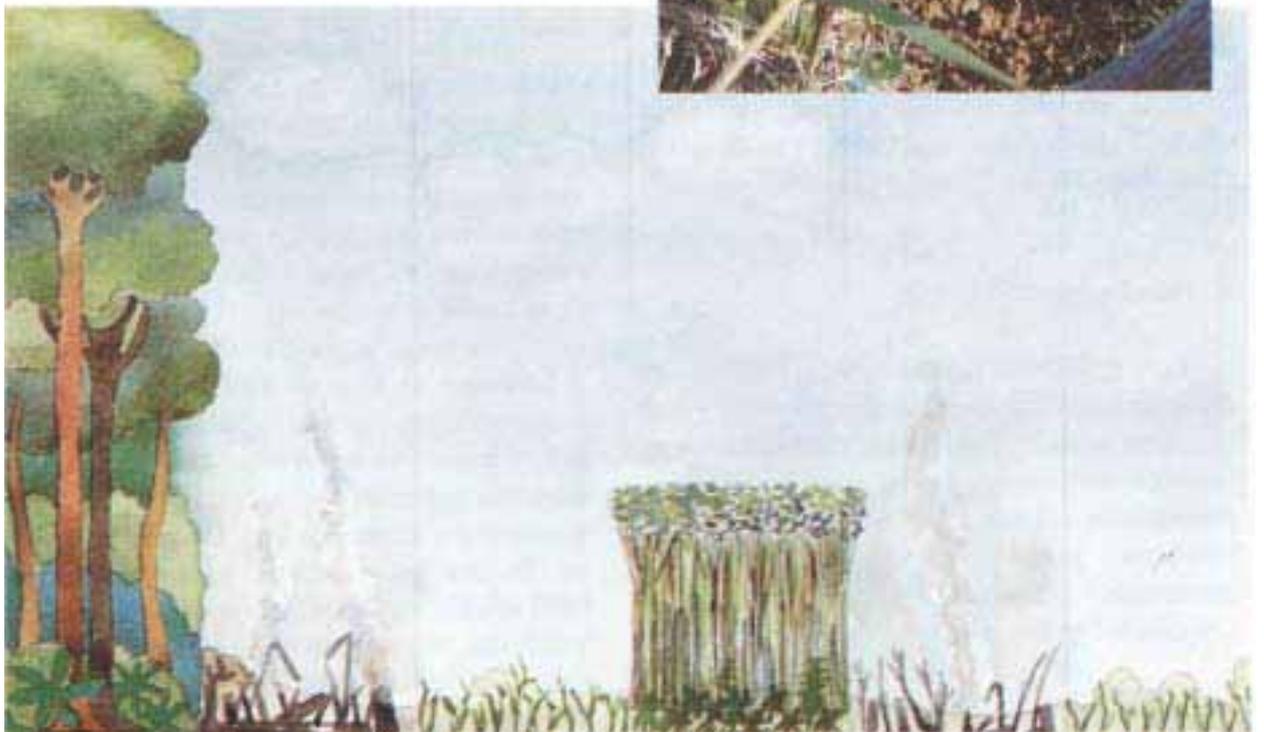
Para tener éxito con la implantación y productividad de sistemas agroforestales, habría que plantar las especies de todos los que forman un sistema de cada lugar en un momento determinado.

Consecuencias al no respetar la sucesión natural

La forma de explotar la tierra en nuestro medio es tumbar el bosque primario para crear condiciones para nuestros "pioneros". Cuando ya no se puede cultivar más a estos pioneros se deja el terreno en descanso o en barbecho, quiere decir que crecen las especies del bosque "secundario". El bosque secundario se chaquea y se lo quema después de 5 a 7 años y otra vez se cultiva especies que pertenecen a los consorcios de los pioneros. Según las condiciones de suelo y clima, esta actividad tiene como consecuencia que el sistema de lujo se degrada hacia el sistema intermediario o peor aún al sistema de lignina. Habiendo retrocedido ya hasta el sistema intermediario o de lignina, ya no resulta más el cultivo de nuestras especies que son principalmente pioneras del sistema de lujo. Durante un tiempo se insiste en muchos casos en seguir cultivando, aplicando abonos químicos y pesticidas, hasta que el ecosistema está tan degradado que ya no da ningún cultivo. En estos casos muchos agricultores plantan pioneros del sistema intermediario que son las gramíneas (pastos), que son expulsados finalmente por pioneros del sistema de lignina como el sujo (*Imperata spp.*). Llegando a este punto, tampoco ya no da más siquiera la ganadería. Como consecuencia de la degradación de los suelos y ecosistemas

completos, surgen los llamados "desastres naturales" como sequías, inundaciones y huracanes.

En suelos frágiles, el sujo ocupa el espacio después de haber eliminado la vegetación boscosa.



Bosque primario

Tumba y Quema

Cultivo (pioneros)

Barbecho de 5 a 7 años (Secundarios)

Tumba y Quema

Cultivo (pioneros)

Producción agrícola dentro del esquema de sucesión.

Manejo del sistema para aprovechar la dinámica de la sucesión natural

Conociendo de cada especie la función que ella cumple y el lugar, el nicho que ella ocupa dentro los procesos de la sucesión natural uno puede hacer y duplicar lo que la misma naturaleza también sin la presencia del hombre hace.

Para poder aprovechar de la dinámica de la sucesión natural hay que saber y considerar los aspectos detallados a continuación:

Plantaciones densas

Plantar policulturas con espaciamiento de cada especie usada como si fuera cultivado en monocultivo, tratándose de pioneros y de secundarios de ciclo de vida corta y , 5, 10 o 20 veces más denso tratándose de especies arbóreas y arbustivas.

- Incluir desde el inicio las especies de todos los consorcios que forman un sistema, que son los pioneros, secundarios, transicionales y primarios.
- Plantar la mayor diversidad posible de especies para aprovechar todos los nichos que el ecosistema del lugar ofrece.

- Anticipar y considerar la sucesión de los diferentes consorcios (los pioneros hasta los primarios) de un sistema en el transcurso del tiempo, asimismo, la estratificación de las especies de cada consorcio. De esta manera no hay competencia entre las especies, sino más bien se dinamizan entre ellas - una especie complementa a otra, y las especies de los consorcios anteriores crían los que siguen.

Ocupar todos los nichos

Todos los espacios, todos lo nichos que nosotros no ocupamos con nuestras plantas cultivadas, la naturaleza los ocupa. Estas especies ayudan para optimizar las condiciones de vida del lugar. Bajo condiciones naturales, normalmente no existen lugares donde el suelo esta descubierto. Cuando ya hay un desequilibrio, en muchos casos, son justamente, los "chijis" - las gramíneas y otras hierbas - que ocupan estos espacios. Nosotros intervenimos, realizando deshierbes para controlar estas "malezas". Sin embargo, no resolvemos la causa del problema arrancando las "malezas" y, por eso, tampoco mejoramos las condiciones de vida en el lugar de la intervención: al contrario, el suelo queda más pobre.



El arroz no se quedará durante mucho tiempo solo.



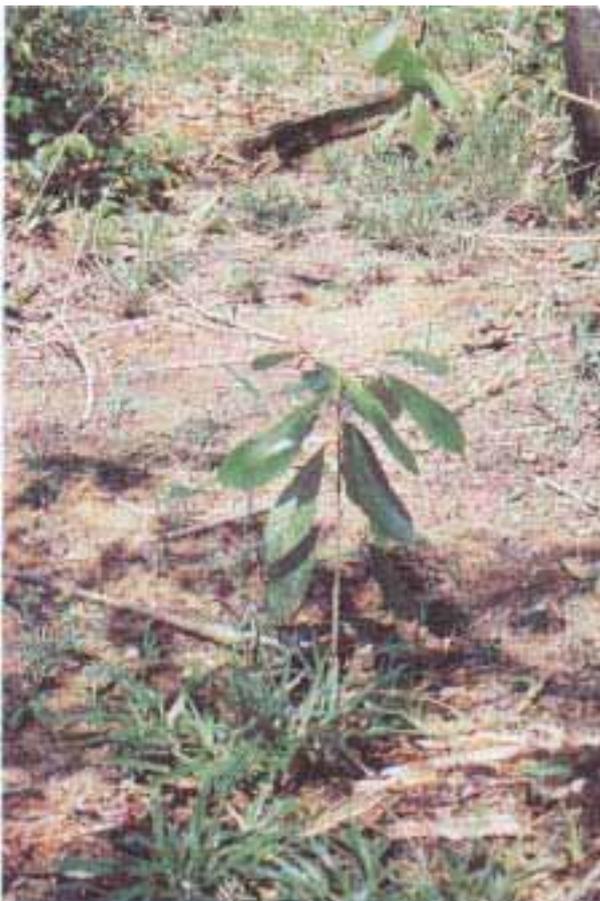
La naturaleza manda los ayudantes para cubrir rápidamente el suelo.

Si nosotros ocupamos todos los nichos con cada una de las especies adecuadas, entonces la naturaleza ya no necesita ayudar mediante las gramíneas y otras "malezas", y la intervención de tales "limpiezas" o "deshierbes" quedará innecesaria.

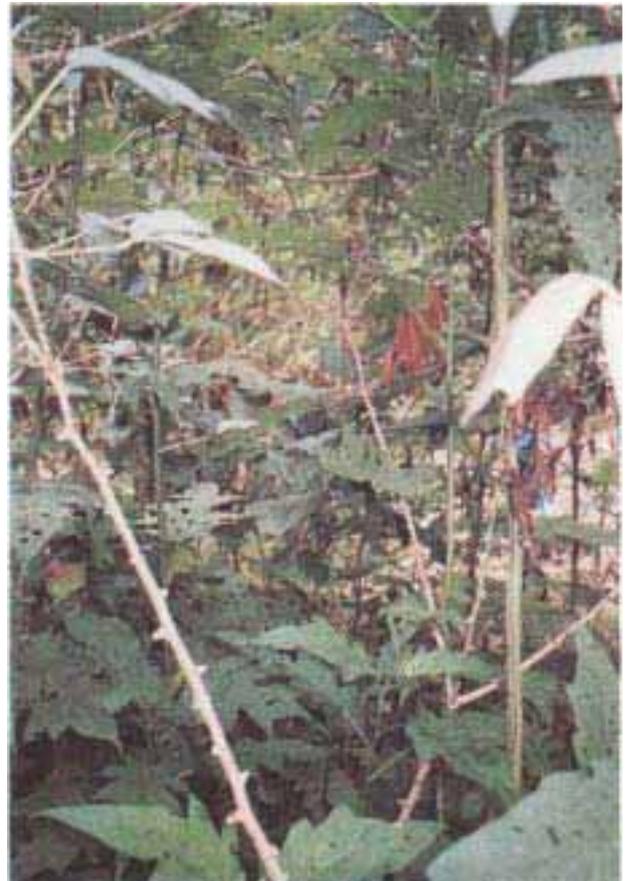
Cuando aparecen "malezas" en nuestros cultivos, quiere decir que no hemos aprovechado bien el espacio, que no hemos ocupado todos los nichos que el sistema ofrece.

Deshierbes selectivos

En vez de hacer limpiezas indiscriminadas se debe dejar las plantas jóvenes del futuro y hacer solamente deshierbes en forma selectiva, con la finalidad de reciclarlos, cortando solamente las gramíneas y herbáceas en fructificación .



El "chiji" no es del sistema del cacao. Cada lugar vacío quedará cubierto por especies de la naturaleza si nosotros no lo ocupamos adecuadamente.



Cacao joven aplicando solamente deshierbes selectivos.



Una limpieza que consiste solamente en arrancar la hierba.



..crea las condiciones para que vuelva a crecer la hierba en el mismo lugar. Aquí falta cubrir el vacío causado por arrancar la hierba con materia orgánica o llenando el nicho con otras especies.



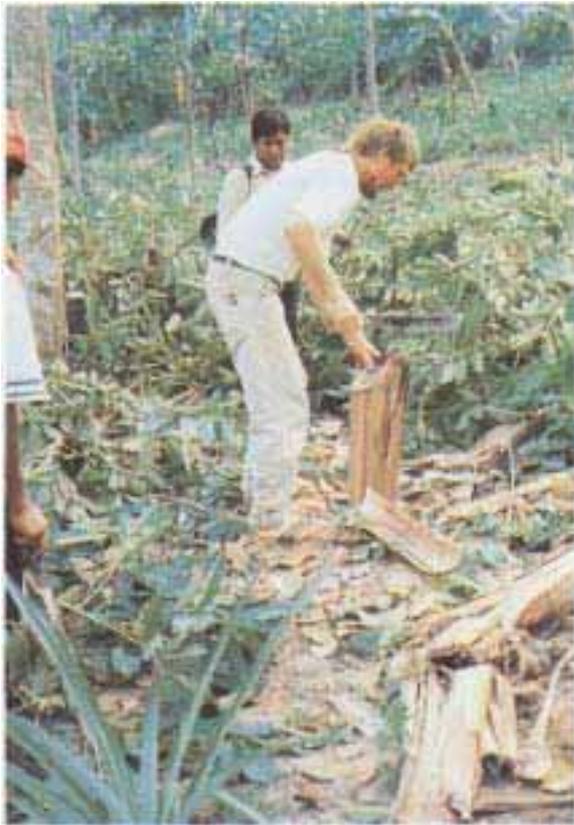
Injertos de cacao de 9 meses plantados dentro de un bqrbecho. Vista después de limpieza selectiva.
(parcela: Joaquín Milz, Sapecho)



La misma parcela 11 semanas después. Los espacios vacíos han sido llenados con maíz (junto con semillas de árboles), waluza, canavalia, papaya y plátano.

Acelerar el flujo de Carbono mediante la incorporación de materia orgánica al suelo (podas).

La productividad de un sistema crece en función al flujo de carbono. Mientras mayor éste flujo de transformación, más vida tiene el suelo y más fértil se vuelve. Quiere decir que mientras más recicla cuanto más crece y cuanto más crece cuanto más el potencial para reciclar.



El pseudo tronco del plátano se parte transversalmente.



Y se lo acomoda alrededor de las plantas.

A través de las podas de los árboles y los deshierbes selectivos de todas las plantas maduras, se puede reciclar una gran cantidad de materia orgánica y reincorporarla al sistema.

Estratificación, Consorcios adecuados y Sincronización del Sistema mediante Podas

Cuando establecemos un agroecosistema por ejemplo como en nuestro caso con cacao como cultivo principal, es importante tratar de "sincronizar" todas las especies usadas en el sistema con el ritmo de crecimiento y desarrollo del cacao primero, y más tarde, cuando llega a fructificar, con el ritmo de floración y maduración del mismo cacao.

El cacao donde crece en forma natural ocupa el estrato bajo o medio bajo. Encima de él se encuentran muchos árboles del estrato medio, alto y los emergentes que sobresalen



Una planta de Solimán o Ochóo (*Hura crepitans*) que recibió un tratamiento especial.

en el bosque. Antes de que el cacao entre en floración, la mayoría de los árboles del estrato alto y los emergentes pierden sus hojas. La mayor entrada de luz induce (estimula) la floración en el cacao. El brotamiento de estos árboles posteriormente de igual manera estimulan el crecimiento del cacao y todo el sistema adquiere una dinámica muy fuerte.



Arbol de flor de mayo (Ceiba spp.) sin hojas en mes de septiembre/octubre en medio del plátano.

En nuestros agroecosistemas trataríamos entonces de duplicar este mismo fenómeno, plantando árboles del estrato alto que pierden sus hojas en la época seca del año y los que no lo hacen como el pacay (Inga spp.) se lo poda fuertemente cortando un 80% de sus ramas (manteniendo la estructura del árbol) en la época en que los árboles del estrato alto pierden también sus hojas. Así estaríamos sincronizando el sistema para que el cacao tenga óptimas condiciones de producción y en el mismo tiempo aprovechemos y optimicemos esta especie con su fabulosa capacidad de producción de materia orgánica y de rebrotamiento después de la poda.

Lo mismo vale también para los cítricos, el café u otros cultivos dentro de nuestros sistemas agroforestales.

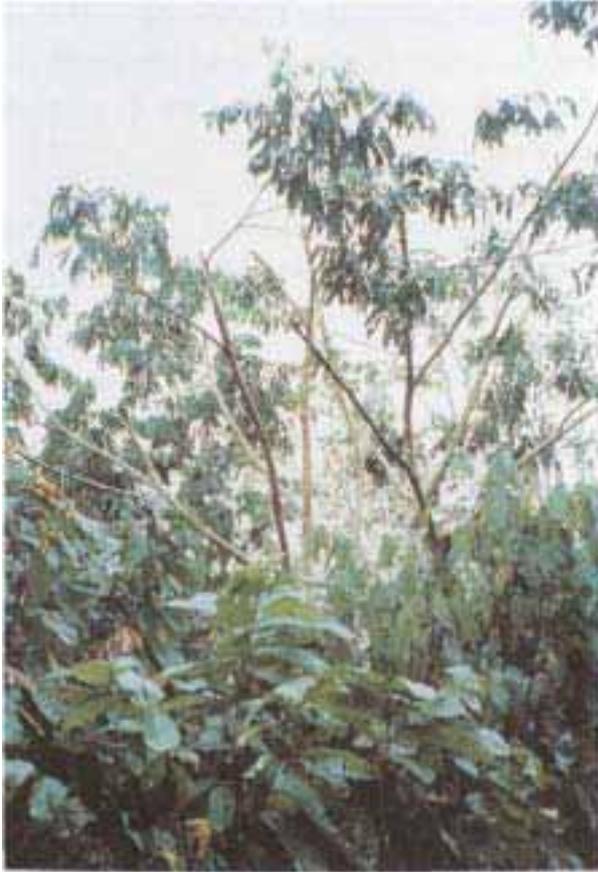
Acelerar los procesos de la sucesión natural a través de podas de rejuvenecimiento y de la eliminación de individuos que ya han cumplido su función.

Es imprescindible plantar desde el inicio todos los consorcios de un sistema, desde los pioneros hasta los primarios. Para mantener el sistema bastante dinámico, es importante intervenir cuando una especie está madurando. Muchas veces en los árboles podemos darnos cuenta que pasa eso, cuando algunos insectos empiezan a comerse las hojas, cuando empiezan a secarse las puntas, cuando ramas o plantas enteras se llenan con "parásitos" como el "jamillo" o cuando aparecen enfermedades en alguna planta. En este caso podemos cortar las partes afectadas o eliminamos toda la planta.



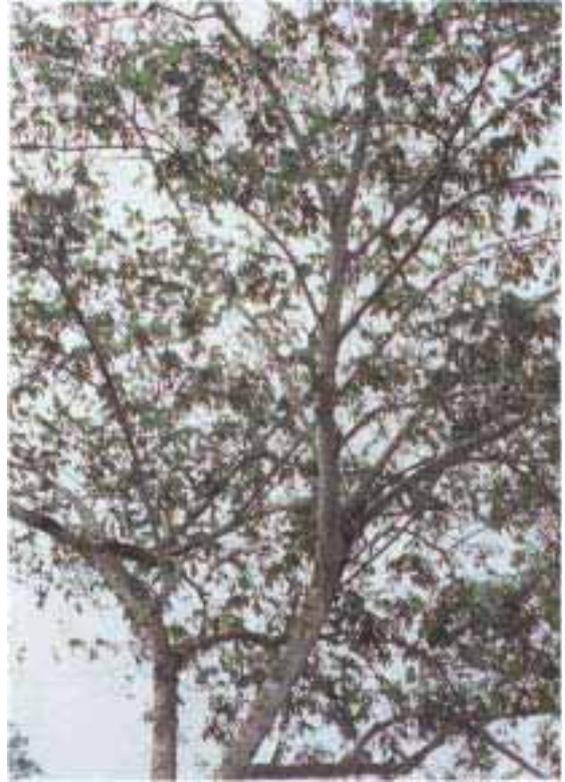
El jamillo en ramas de un árbol de palto (Persea americana).

Dinamizar el sistema mediante el rejuvenecimiento a través de podas.

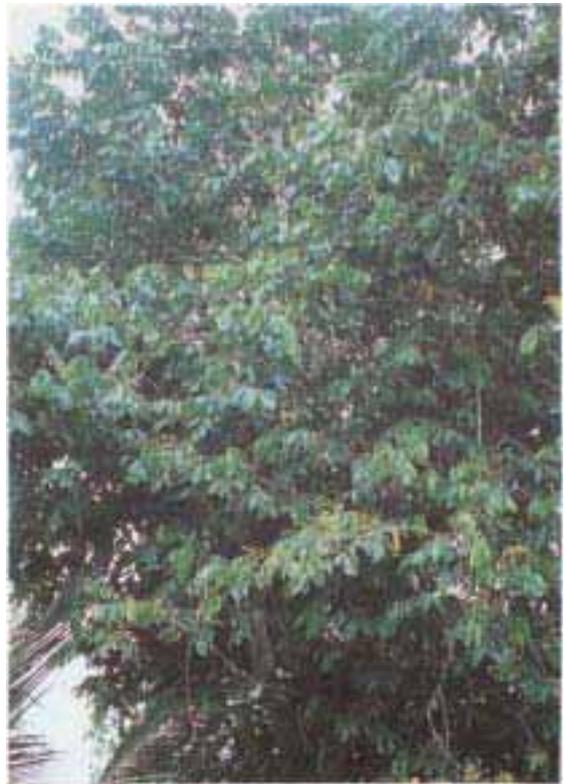


Arboles de sombra después de la poda

Como ya ha sido explicado anteriormente, las podas tienen una función muy importante para sincronizar el sistema y para acelerar el flujo de circulación de materia orgánica dentro del sistema. Por otro lado las podas también provocan un nuevo lanzamiento de hojas bastante fuerte y el follaje posterior sale más denso. El efecto es un estímulo para todas las plantas y sus alrededores como también una mayor producción de materia orgánica.



Pacay sin poda pierde dinámica y envejece.



Pacay con poda rejuvenece y produce mucha materia orgánica.



Motacú antes de la poda

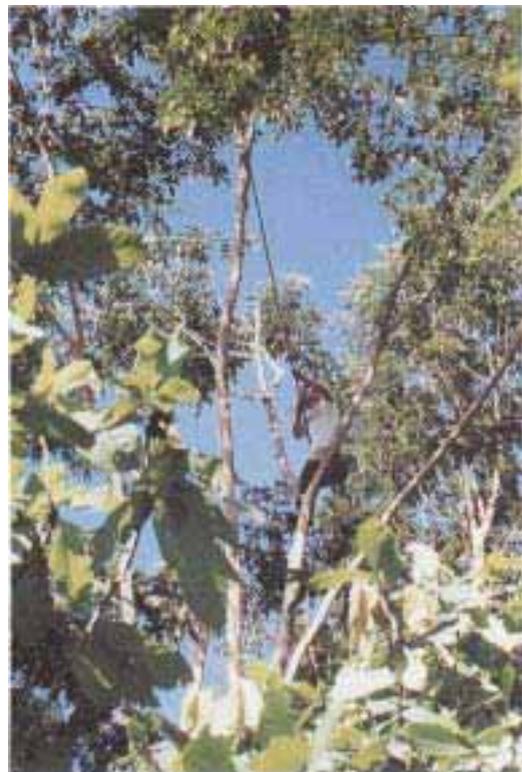


Motacú después de la poda

Muchas veces se escucha el comentario de que el cítrico o el cacao no crece al lado o debajo de un pacay, de un motacú o de cualquier otro árbol. Y esto es cierto cuando el pacay, el motacú o cualquier otra planta está ya vieja y sin dinámica.



Trabajo de poda.



Trabajo de poda con "cosechadora de cacao" tipo media luna.

Debajo de una sombra vieja no desarrollan los cultivos

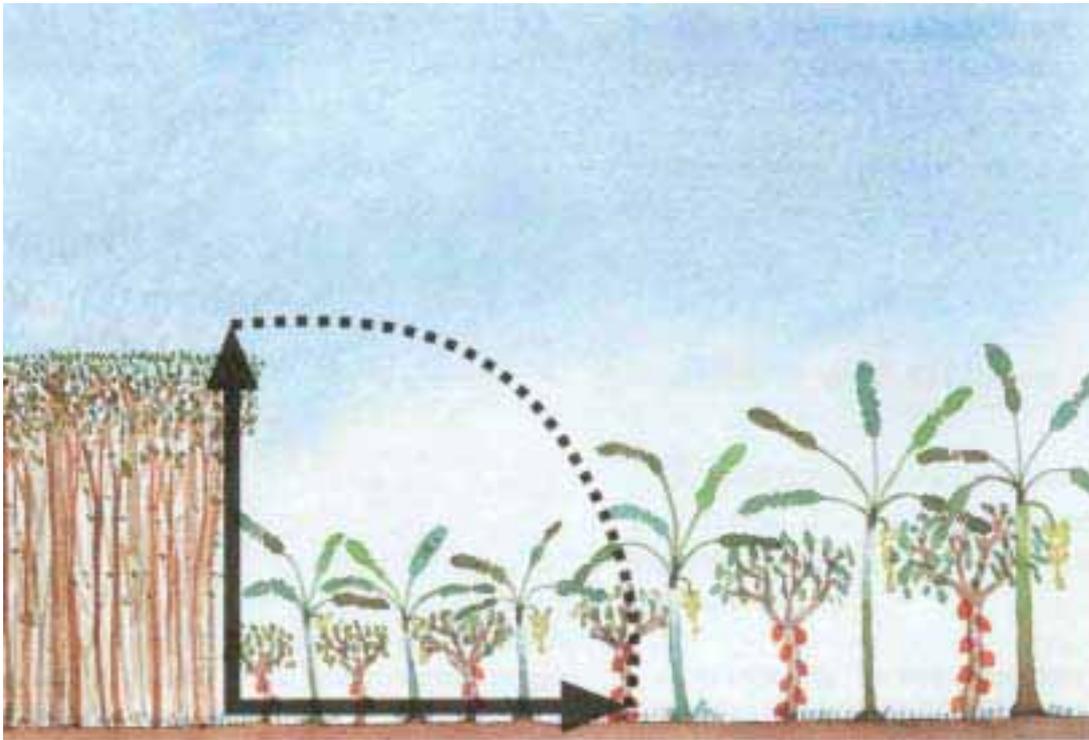
Sin embargo cuando realizamos una poda fuerte, entonces empieza a reaccionar también nuestro cacao o cítrico, debajo o al lado y debajo de una sombra nueva sí puede desarrollar bien.

Manejo de los linderos y bordes de parcelas vecinas

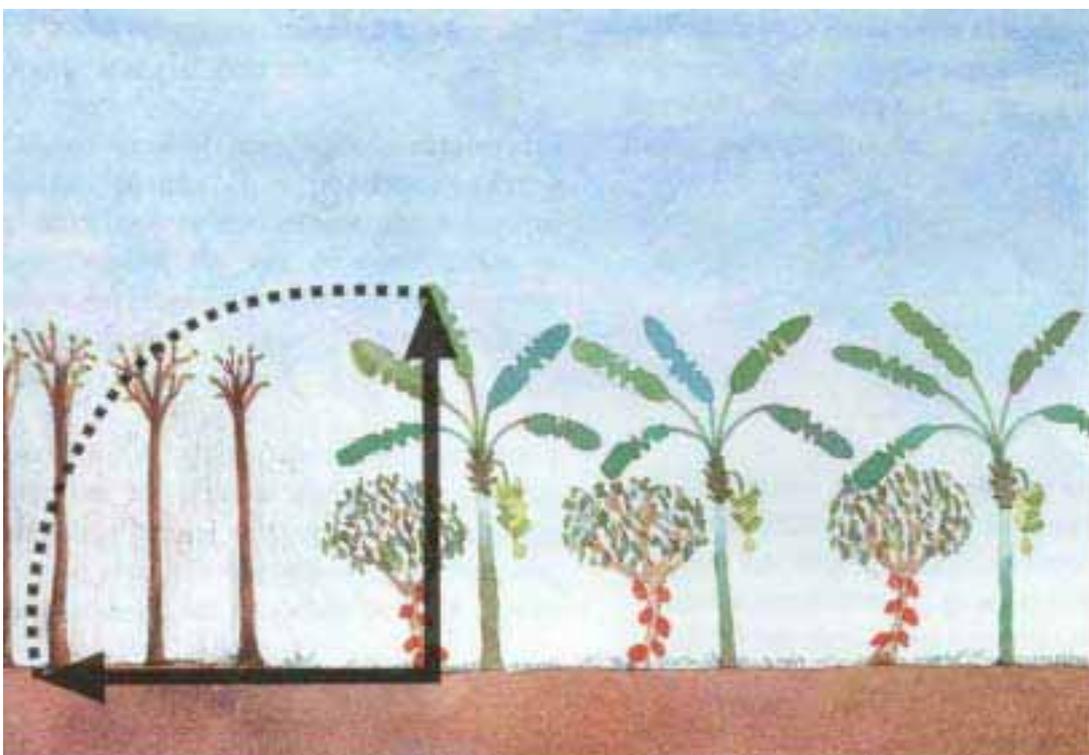
La vegetación que colinda con nuestra parcela agroforestal influye considerablemente sobre el sistema y viceversa. Una parcela agroforestal por ejemplo que colinda con un barbecho viejo quedará influenciado en forma negativa. El barbecho viejo influye más o menos a una distancia que corresponde a su altura sobre el sistema vecino.

Por otro lado, una parcela agroforestal dinámica influye también en forma positiva sobre su alrededor.

Los bordes de parcelas vecinas que colindan con nuestras parcelas agroforestales deberían ser podados, entrando aproximadamente a una distancia igual a su altura (ver dibujo siguiente).



Influencia de la vegetación colindante sobre el agroecosistema



Parcela con borde manejado

que hay una especie adelantada dentro de la sucesión, que una especie ha cumplido ya su función o que hay algún error que hemos cometido en diseñar el sistema.

No existen "plagas" en la naturaleza

"Plagas" y "Enfermedades" dentro del sistema

El hombre por no entender los procesos naturales interpreta a los insectos que comen a sus cultivos como "plagas". De igual manera no entendemos la función de una "enfermedad" y tratamos de curarla mediante insumos agrotóxicos. En consecuencia nos encontramos en una lucha permanente **contra** la naturaleza en vez de trabajar con ella.

Dentro de sistemas agroforestales las llamadas "plagas" nos pueden ayudar a identificar lugares con problemas o lugares desequilibrados. En vez de combatirlos se debería tratar primero de entender porque están ahí. Las entonces "plagas" se convierten así en nuestros "profesores".

Las "plagas" atacan, debilitan, eliminan y transforman las plantas que en el momento determinado no se encuentran en el lugar correcto o que han cumplido ya su función, optimizando así los procesos de vida dentro del sistema.

Lo mismo vale para enfermedades, que son nada más que la expresión del sistema; que la asociación de especies es insuficiente,

"Malezas" dentro del sistema

La naturaleza trata de llenar los lugares que no han sido ocupados por nosotros con especies de ella, lo que interpretamos como "malezas".

Las especies "no deseadas" en un momento determinado -las "malezas" - ocupan nichos no ocupados por otra especie nuestra en el sistema. En vez de combatir a estas especies las aprovechamos para aumentar la vida, dejándola para enriquecer el suelo con materia orgánica y cortándola antes de que entre en floración, mientras no tengamos otra especie mejor para sustituirla.

El intento de la naturaleza en ayudarnos mediante las plantas que nacen espontáneamente se debe aprovechar, y no combatirlo al hacer deshierbes generales.

La Fertilidad del suelo

Un parámetro principal para caracterizar la fertilidad de un suelo es su vitalidad biológica quiere decir la cantidad de vida dentro de él o la transformación de materia orgánica. Estrechamente relacionado con la

fertilidad de un suelo y su vida, es el flujo de carbono dentro de él (el elemento principal del esqueleto de la materia orgánica es el elemento Carbono - C). Todos los organismos del suelo se alimentan de una u otra manera de las hojarascas y de la madera de árboles muertos. Mientras más alimento para ellos, mayor reproducción y así más vida hay en el suelo. Muchos insectos y las lombrices; perforan y estructuran el suelo, y permiten con más facilidad la entrada de agua, aire y raíces. Las lombrices mezclan la parte mineral con la parte orgánica del suelo y dejan sus heces enriquecidas con vitaminas, hormonas, sustancias antibióticas, fermentos, enzimas y otros. Además, mejoran la estructura y neutralizan el pH del suelo ya que sus heces, tanto en suelos ácidos, como en suelos alcalinos tienen un pH en torno a 7.

El incremento de vida del suelo significa:

Bacterias

Hongos
y otros microorganismos

Lombrices

Insectos



- enzimas
- vitaminas
- hormonas
- antibióticos
- fijación de nitrógeno
- mejoramiento físico del suelo
- aproximación del pH en torno a 7
- mejor y mayor disponibilidad de nutrientes



El suelo alrededor del cacao cubierto con pedazos del pseudo tronco de plátano parte de abajo ha sido descubierto para mostrar la tierra húmeda y negra que se desarrolla debajo de esta cobertura.

Los Microorganismos que viven del material leñoso (Actinomycetas) tienen la capacidad de asimilar en forma directa el nitrógeno del aire y lo vuelven así aprovechable para las plantas. En el metabolismo de ellos se producen grandes cantidades de vitaminas, enzimas, fermentos y antibióticos que a su vez son muy importantes para: a) la salud de las plantas, b) para las bacterias y los hongos responsables para la movilización del fósforo. También interactúan en todo el sistema nutricional de la flora y fauna. Ciertas especies de hongos forman junto con las raicillas de árboles una red tupida (micorrizas) que actúa entre otros como sernidor de nutrientes que impide la pérdida por lixiviación (lavado).

Para facilitar y acelerar la descomposición de la materia orgánica la ponemos en contacto con el suelo.

Y además

La vida en el suelo y mucha cantidad de materia orgánica ayudan a mantener la humedad. Así, las llamadas sequías o épocas secas que suelen ser prolongadas no nos afectan tanto, como cuando nuestros suelos están desprotegidos.



Madera en descomposición por bacterias y hongos.

Cómo diseñar Sistemas Agroforestales?

Cuando queremos establecer un sistema agroforestal es importante considerar antes algunos aspectos. El suceso nuestro depende y crece con nuestra capacidad de duplicar y de replicar en cada uno de los pasos los procesos naturales del ecosistema original del lugar. En nuestras condiciones, Alto Beni/ Beni es el bosque húmedo tropical.

1. Crear sistemas y no plantar un solo cultivo

Cuando logramos establecer una plantación con todos los posibles elementos que el ecosistema del lugar ofrece, la dinámica del mismo sistema llevará nuestros cultivos y las especies hacia adelante; también los que son de interés económico para nosotros prosperarán y producirán.

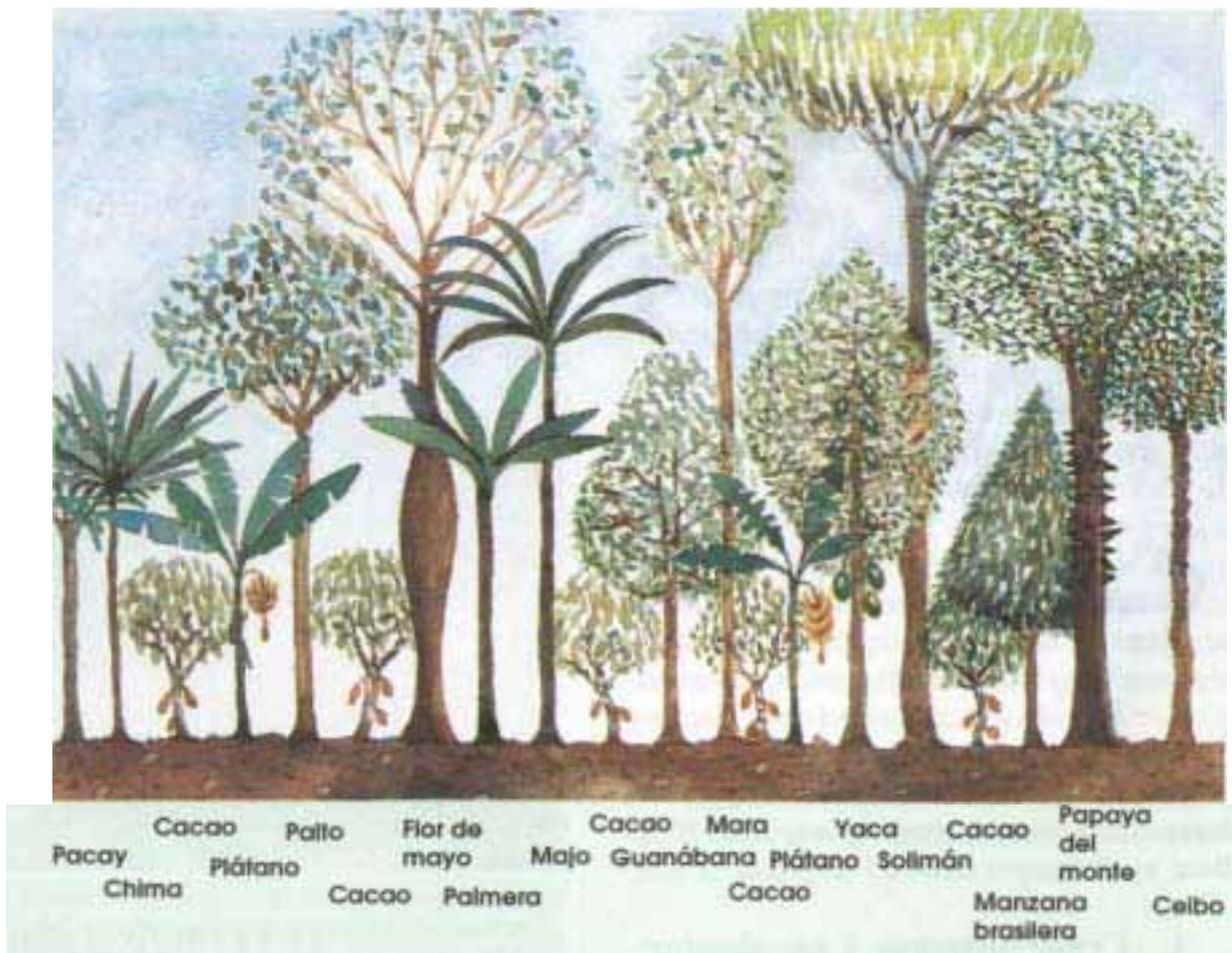
Cuando tratamos de maximizar, quiere decir sacar todo el provecho posible a través de un solo cultivo, después de poco tiempo de rendimientos altos se agota la fertilidad del suelo, el cultivo se enferma y nos quedamos sin nada.

2. Emplear la dinámica de la sucesión natural (como instrumento para hacer agricultura)

Para poder hacer esto es imprescindible conocer las especies que dominan en las distintas etapas sucesionales. Observando las especies que crecen en los barbechos de diferentes edades nos podemos dar cuenta cuales son. En el anexo figura una lista de especies que puede ayudar a identificar las plantas según el sistema a que pertenecen, la sucesión en que dominan, el estrato que ocupan y la formación de terreno en que crecen. Esta lista sin embargo requiere correcciones según las observaciones propias de cada uno y debe ser complementado por otras especies de nuestra región.

3. Replicar en la construcción de su agroforestería la composición y la estratificación de la vegetación natural y original del lugar

Un principio en el trabajo de nuestro futuro agroecosistema es la implantación en un espaciamiento muy denso con especies arbóreas. Eso sin embargo solamente tiene el resultado esperado cuando combinamos especies que ocupan diferentes estratos.

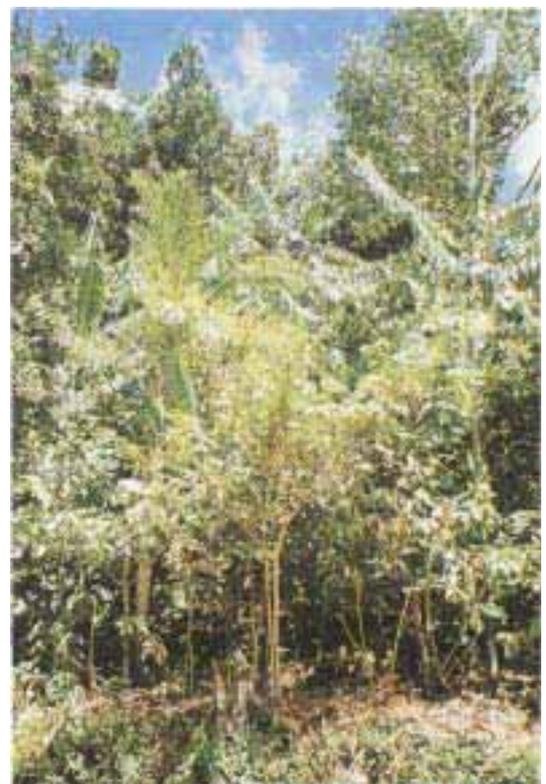


Sistema agroforestal replicando un bosque estratificado.

4. Biodiversidad, la fuente de riqueza

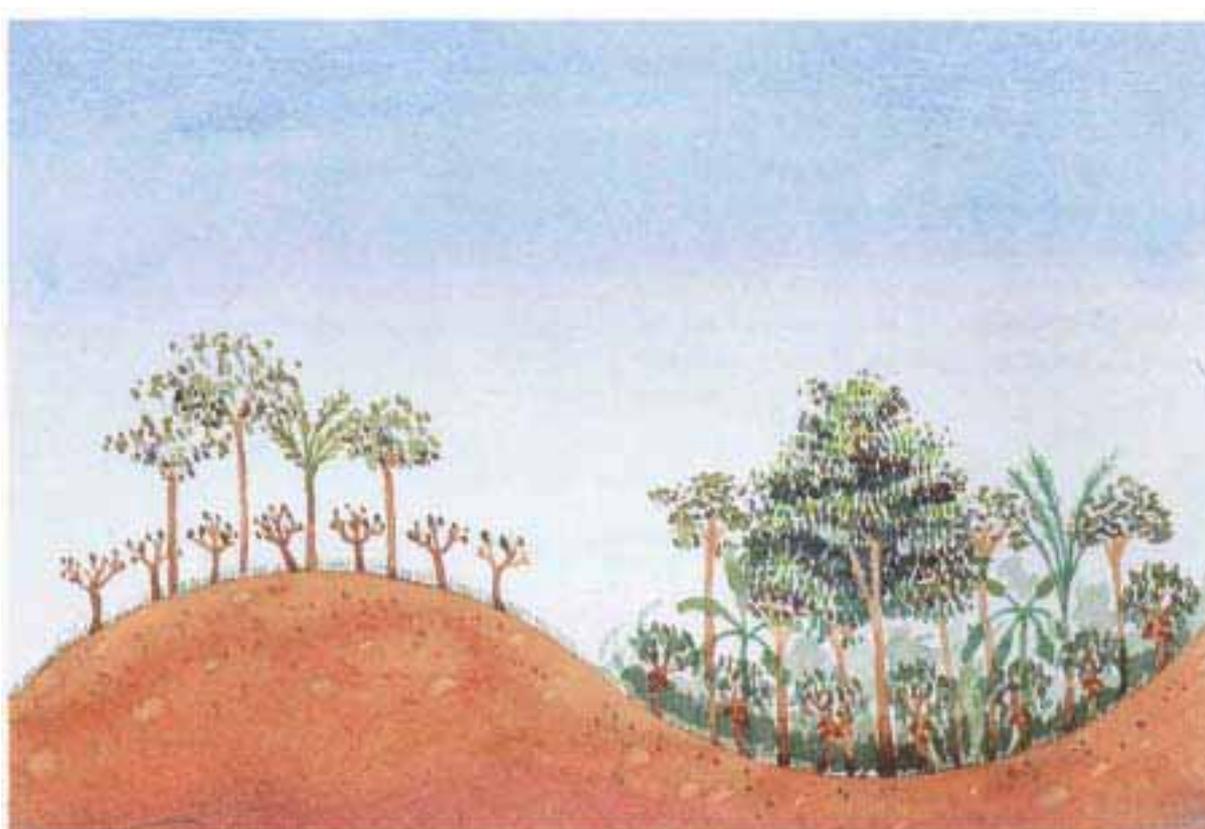
Mientras más completo el juego de especies que empleamos para nuestras plantaciones, menos problemas tendremos en cuanto a "plagas", "malezas" y "enfermedades" en los cultivos de interés económico. El agroecosistema se automantiene con mucho más facilidad que cuando esta compuesto por pocas especies diferentes.

Agroecosistema estratificado y altamente diversificado
(Parcela: E Götsch, Bahía-Brasil)



5. Selección de especies adaptadas al lugar (bajío, altura, curichi, secarón etc.)

Otro aspecto importante es escoger las especies según su adaptación para cada tipo de suelo, para cada lugar y para cada microregión donde nos encontramos. Así no vamos a plantar el cacao y el plátano encima de una loma esperando una buena producción, ya que el cacao y el plátano son de lugares aluviales, de bajíos y cuencas hidrográficas con bastante humedad y contenidos altos en materia orgánica.



Cacao encima de loma con problemas.

Cacao en lugar adecuado.

NOTA: No se debe copiar modelos agroforestales de un lugar para otro. Sin embargo, se puede adoptar los principios usados en la construcción de sistemas agroforestales en un determinado lugar.

Ejemplos de Sistemas Agroforestales

Los siguientes ejemplos de sistemas agroforestales tienen el objetivo de ilustrar y

de facilitar el entendimiento de los principios que sirven para guía en su establecimiento. De ninguna manera son recetas que se puede aplicar en cualquier lugar. La agricultura es un arte y el agricultor necesita una alta capacidad de observación, criterio y arte en sus intervenciones diarias. Déjese inspirar por los ejemplos abajo diseñados y aplique los principios con creatividad, cada uno en su lugar.

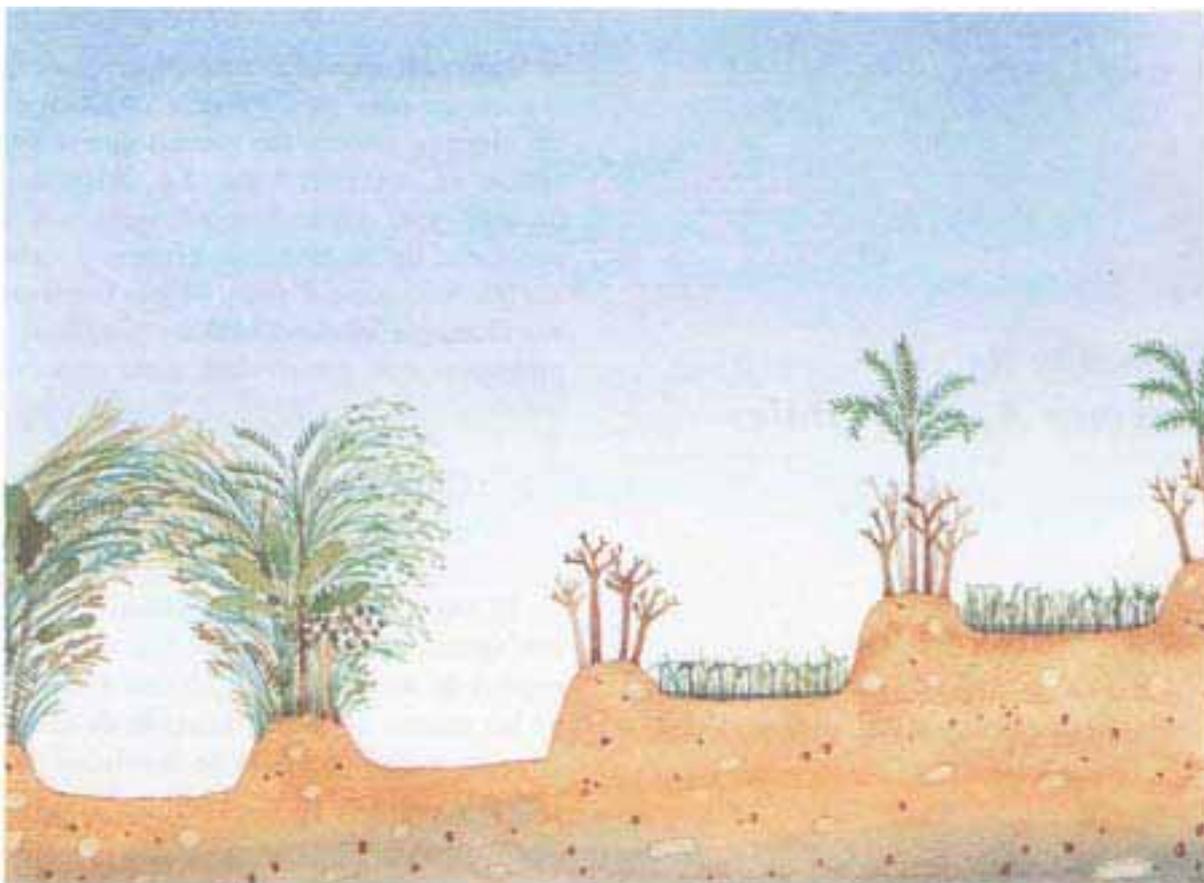
Consideraciones sobre el Cultivo de Arroz

El arroz es un alimento básico en la dieta del agricultor de la región. Sin embargo el cultivo de arroz es algo problemático y una de las causas de la depredación de nuestros bosques y de la pérdida de fertilidad de los suelos.



cultivo de arroz en Alto Beni

El arroz aparece naturalmente en las riberas de los ríos en Asia y crece durante muchos meses dentro del agua, aprovechando el desborde durante la época lluviosa. En la cultura asiática han desarrollado sistemas sostenibles de cultivo de arroz, que se aproximan mucho al estado natural en que crece. Para ampliar el espacio para este cultivo los agricultores han construido terrazas y desvían arroyos para inundar las parcelas.



Agroecosistema de arroz inundado en Asia

Cada parcelita, una de otra, esta dividida por unos camellones donde cultivan plátano, coco, rambután, *Sesbania grandiflora* y otros árboles y arbustos. Al inicio de la época de lluvia podan drásticamente la vegetación de los camellones y siembran el arroz. Toda la vegetación rebrota hasta que el arroz madure fisiológicamente. Después de la cosecha del arroz siembran todavía el frijol asuki. Cuando se cosecha el frijol, la sesbania y los otros árboles cierran totalmente el espacio. Al final de la época seca o sea antes de volver a sembrar arroz, cortan otra vez la vegetación de los camellones aprovechándola como abono verde.

Este sistema de cultivo de arroz se ha practicado durante miles de años. Recién con la "tecnología" moderna y las variedades llamadas "mejoradas", se está perdiendo ésta

cultura y muchas veces se ven ya obligados a aplicar agrotóxicos para poder seguir produciendo arroz.

El arroz no es de nuestro ecosistema y a la fuerza el hombre lo ha adaptado para poder producirlo en secano. Sin embargo, al establecer nuestro agroecosistema podemos partir del cultivo de arroz como planta pionera, introduciendo junto con él ya casi todas las especies del futuro. En la medida que producimos arroz o también maíz para el autoconsumo podemos ampliar así las parcelas agroforestales en forma paulatina.

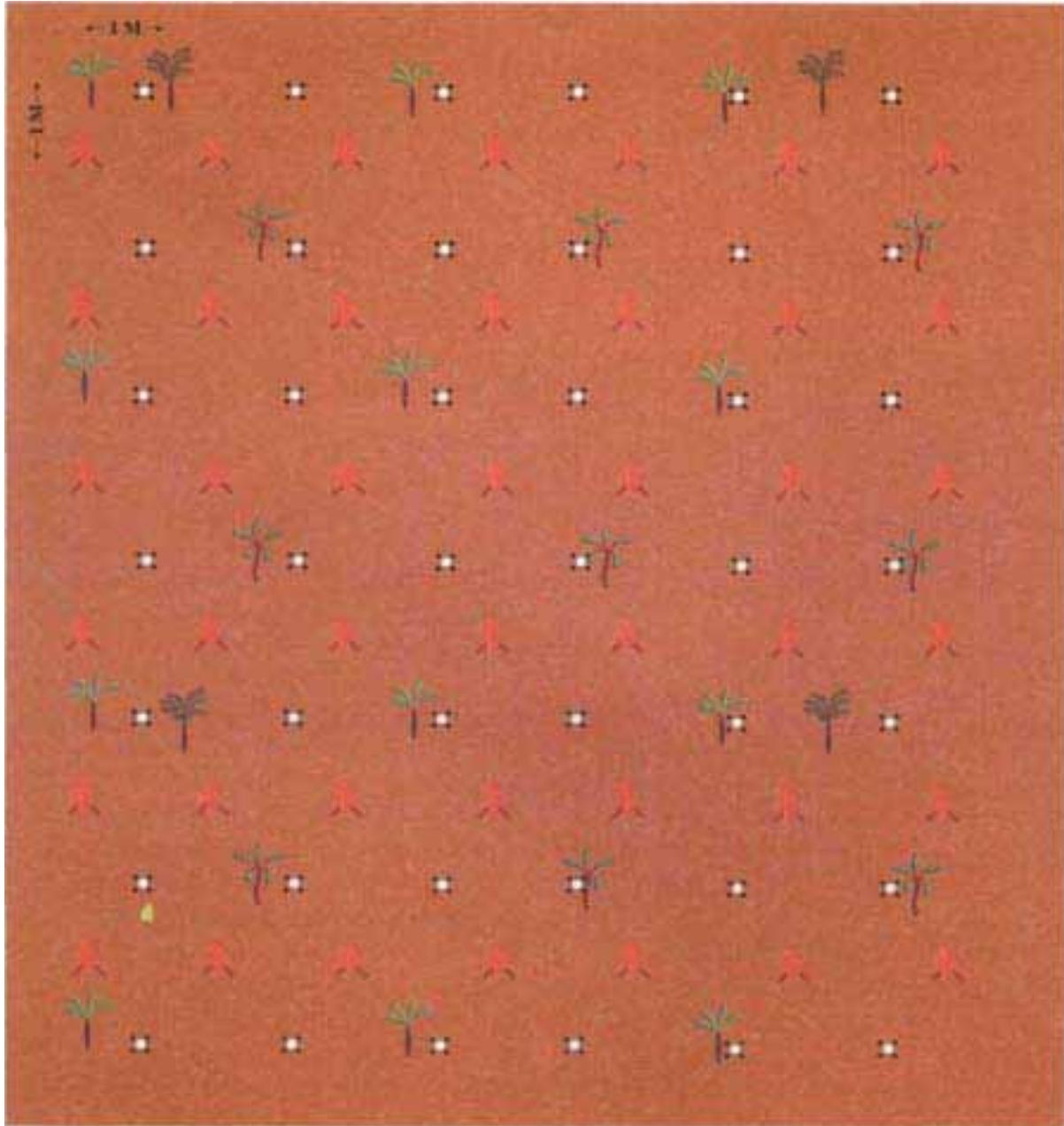
Con toda la riqueza que produce nuestro agroecosistema podemos también enriquecer nuestra dieta con otros productos fuera del arroz.

Vío Jimenez - Productor Indígena de Costa Rica - Sistema Café

Al iniciar sus trabajos con sistemas agroforestales E. Gótsch conoció a un agricultor de origen indígena en Costa Rica quien cultivaba café por tradición en sistemas agroforestales.

Después del chaqueo y la quema (no se recomienda quemar) El Sr. Vío Jimenez plantó las siguientes especies:

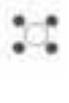
Maíz (1m x 1m), Frijol ([spp. vigna] 40cm x 50 cm) Frijol común ([phaseolus] ambos lados del maíz una semilla), Tomate*, Rabanito*, Cebolla verde*, Repollo*, Culandro*, Chicharilla (1m x 1m)*, Mostaza*, En algunos lugares en vez de frijol puso zapallo	Xuxu , Name ([Dioscorea spp] 5m x 5m), Waluza (2m x 2m), Papaya (2m x 2m), Plátano postre (4m x 4m) Plátano porte alto (4m x 4m entre medio del postre) Yuca (1,40m x 2m),	Café (1,40m x 2m), Inga (6 a 8 diferentes especies junto con papaya, cedro, roble, quinaquina y otros), Palta, Chima, Rambután, Naranja, Flor de Mayo * en islas más fértiles
--	---	--



 Café
(1,40m x 2,00m)

 Yuca

 Plátano de freir
(4m x 4m)

 Papaya con semillas
de árboles alrededor
(2m x 2m)

 Plátano
(4m x 4m)

 Chima
(8m x 8m)

Croquis de la plantación del Sr. Vío Jimenez

Primero plantó el plátano, la chima, el postre (plátano de freír). Luego sembró maíz, los frijoles y las hortalizas junto con todas las demás especies.

La asociación de maíz y frijol da cada uno 30% y 40 % más de rendimiento respectivamente que cuando se los cultiva en monocultivo, disponiendo de variedades adecuadas para cultivarlas en este sistema.

El manejo de esta plantación lo realizó de la siguiente manera:

- Importante es cosechar en el tiempo correcto. Para tener repollo, hay que cosechar en el momento oportuno los rabanitos y para tener tomate hay que cosechar antes el repollo;
- doblar las mazorcas y la flor masculina del maíz cuando está en estado de "choclo";
- cortar (podar) la chicharilla (Cajanus



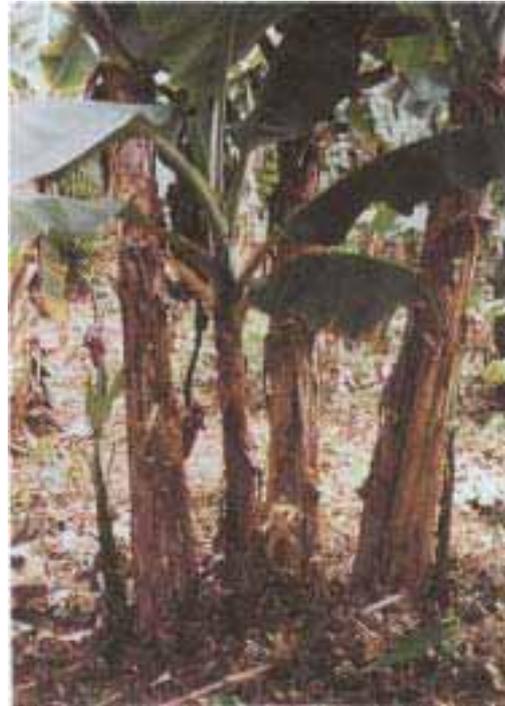
Manejo del plátano: Planta madre con tres hijos.

cajan) de manera que mantenga su forma;

- cortar la yuca antes de que entre en floración.

Manejo del plátano

- No dejar más de 3 hijuelos del primer plátano;
- de estos 3 hijuelos que desarrollan dejarles posteriormente uno solo, así se llega a una densidad de aprox. 2000 plantas/ha;
- el plátano de freír aguanta la sombra de la papaya en la fase de su crecimiento, más tarde, solamente la sombra densa de los árboles no resiste.
- los primeros años hay que retener el banano; cuando sale el plátano de freír del sistema, recién se lo deja entrar en producción.

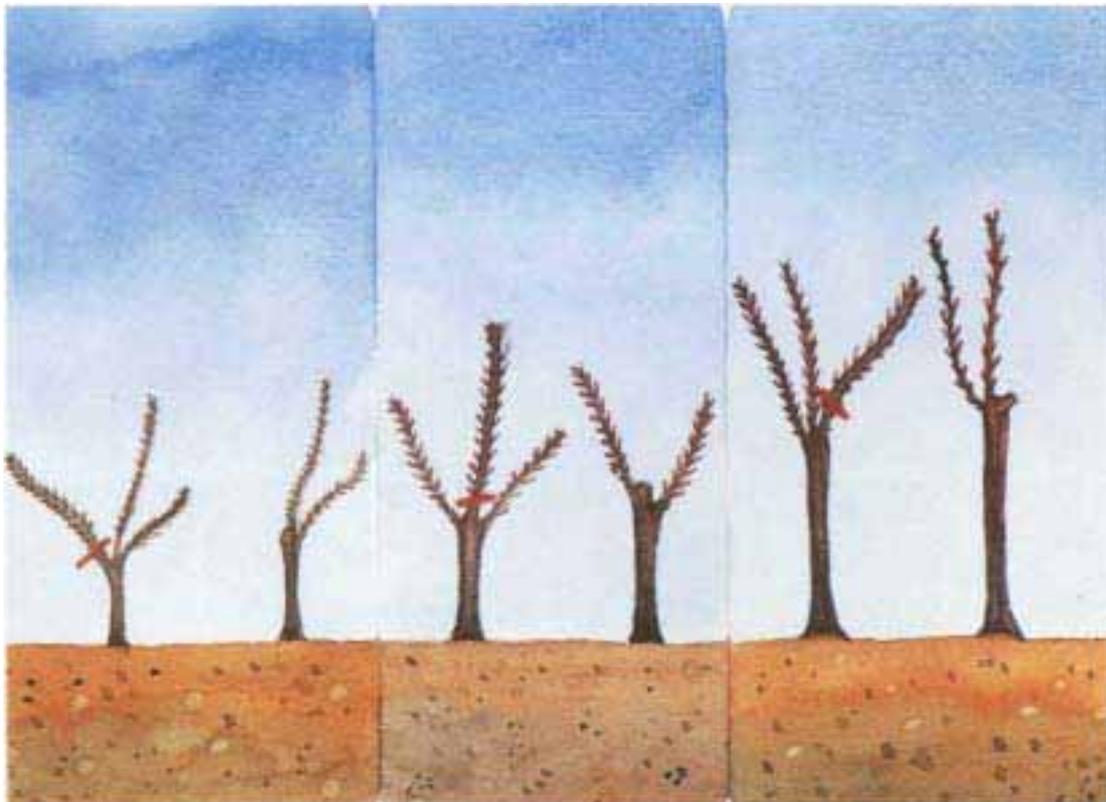


A cada hijo se le deja posteriormente un solo hijuelo.

Manejo del café

- El café se siembra en almácigo posteriormente se realiza un repique;
- cuando las plantitas llegan a tener 6 hojitas, se las despunta, dejando crecer posteriormente 3 ramitas.
- Se hace el transplante al lugar definitivo junto a la yuca.

- Después de la 1ra. cosecha de café, el Sr. Jimenez corta la rama más fuerte y de los rebrotes deja el más fuerte.
- Después de la 2da. cosecha, corta de las dos primeras ramas, la más fuerte, y deja de los rebrotes nuevamente el más fuerte. Así cada año hay un rejuvenecimiento de la planta.



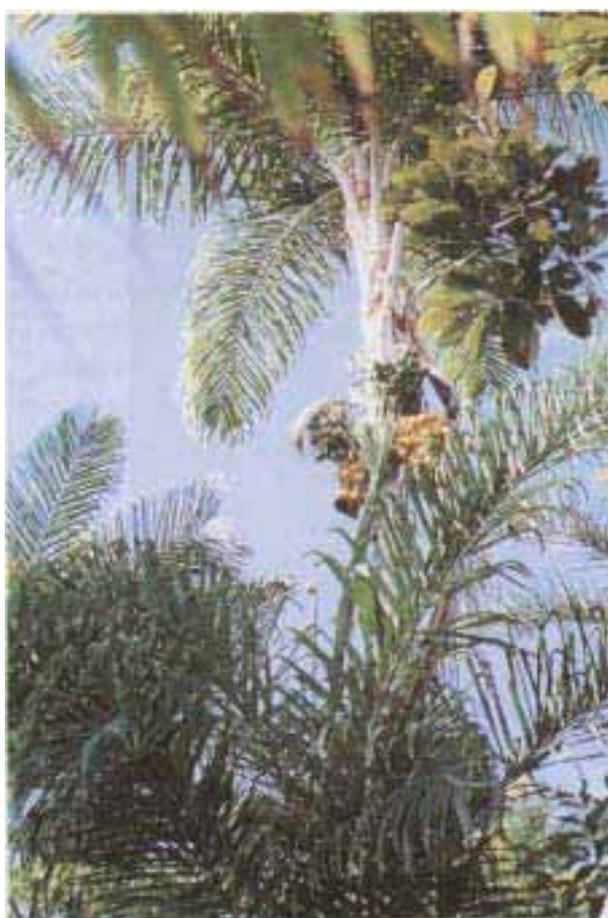
Manejo de café por el Sr. Vío Jimenez

Manejo de Ingas

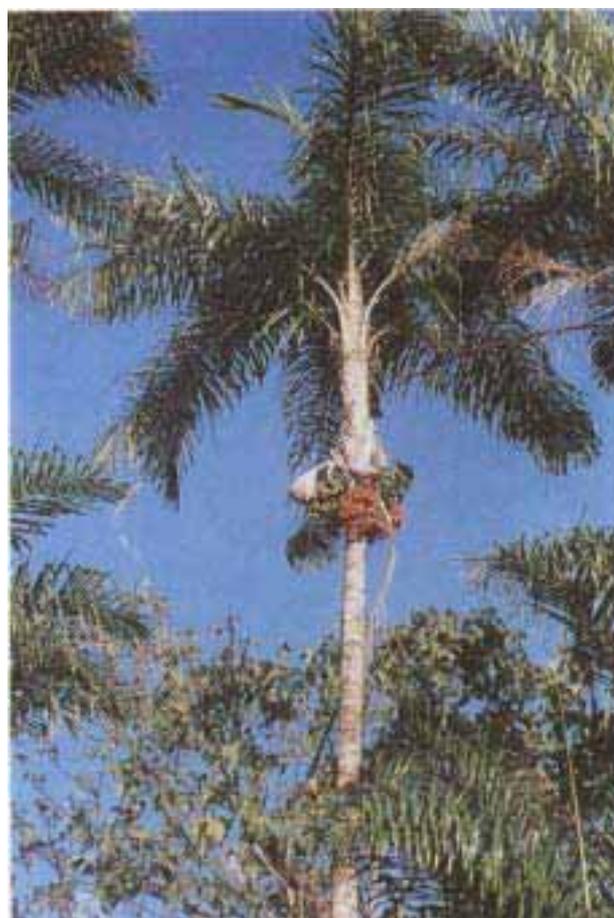
- La densidad inicial es aprox. 2000 a 5000 semillas de pacay/ha. Después de 2 a 3 años se ralea de 1000 a 1500 árboles; al final de la cosecha de café se realiza una poda del pacay, cortando el 90% de las ramas.
- El pacay sirve también de escalera para subir y tener así más facilidad en cosechar las chimas.

La Chima o Tembe

La chima, tembe, pehebey o pupunha es un alimento importante en Centroamérica y Colombia. En Alto Beni/Beni existen variedades nativas de tamaño del fruto pequeño a mediano. La chima aparte de ser un excelente alimento para el hombre, puede ser aprovechado para la alimentación de gallinas (y sustituye completamente el maíz) y chanchos. El rendimiento de la chima en estos sistemas es de 10.000 a 30.000 kg de frutos/ha. por año, lo que equivale en calorías hasta 15.000 kg de maíz pero con mejor valor nutritivo (ácidos fosfatados libres y grasas vegetales). En muchos sistemas agroforestales propuestos a continuación se considera a esta especie como un elemento muy importante.



La Chima, Tembe Pehebey o Pupunha (*Bactris gasipae*) produce 200 kg por macollo dentro del sistema agroforestal.



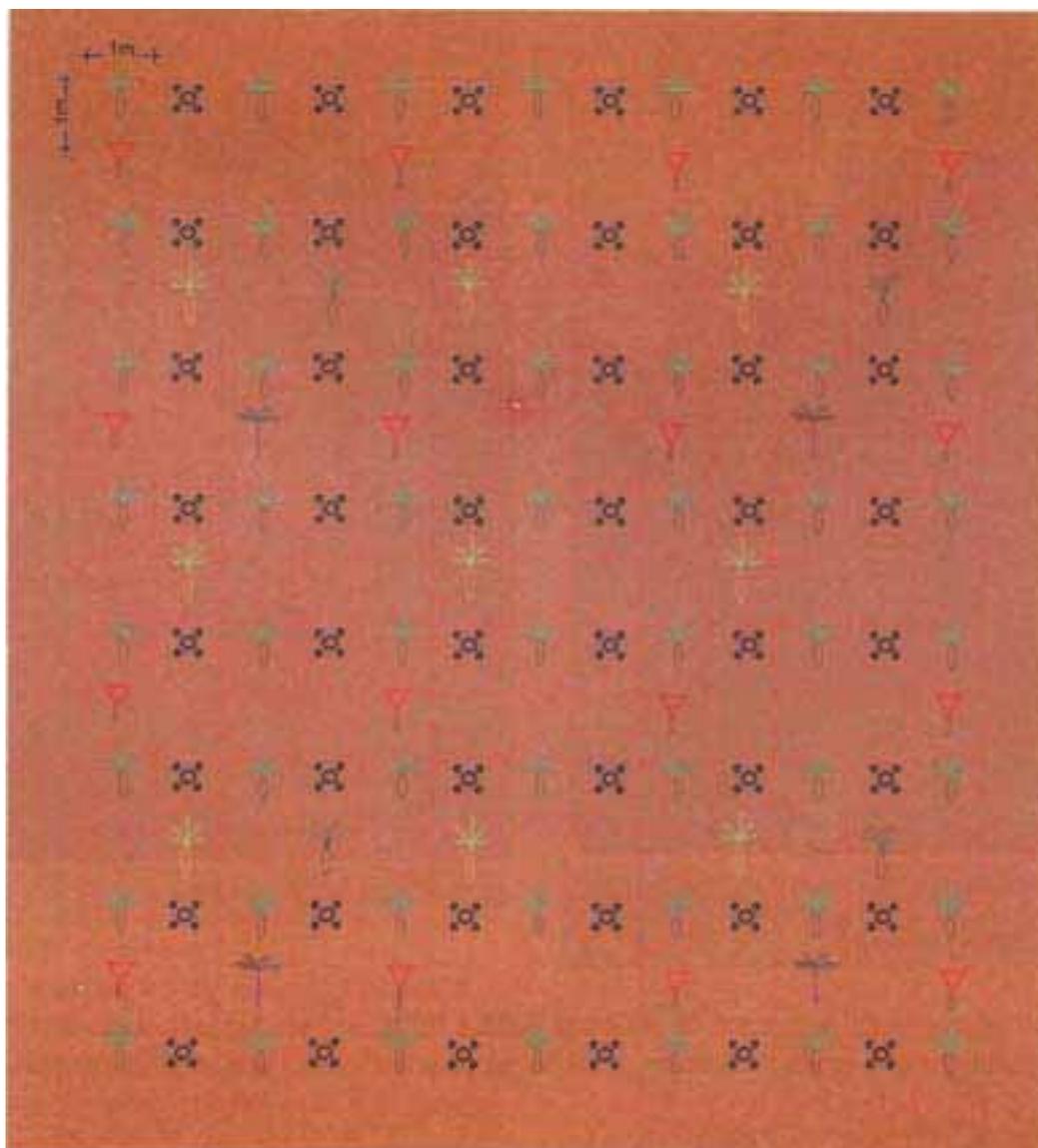
Chima con fruto rojo.

Cuando la chima ya no produce más (de 20 a 50 años), los agricultores renuevan todo el sistema aprovechando la madera.

Sistema Cacao Plantación nueva

La plantación de arroz puede servir de almácigo para una plantación de cacao.

Instalando una parcela agroforestal antes de la siembra de arroz
(Personal de EL CEIBO en la parcela del Sr. Lucio Aduviri, Popoy-Alto Beni)



Plátano guayaquil, manzano, seda.
4m x 4m

Enano
2m x 2m

 Cacao
4m x 4m

 Chima
8m x 8m

 Asái o majo
8m x 8m

 Papaya
2m x 2m
con semillas de árboles de lista de especies

Ejemplo de croquis de una parcela nueva de Cacao 4m x 4m

Instalación de la plantación

- Primero se planta el plátano y el enano.
- Luego se planta la papaya, si es posible aplicando un puño de estiércol o bosta de gallina.
- Con cada papaya se coloca 4 semillas de árboles disponibles en el momento (véase la lista de especies). En el mismo lugar se puede sembrar todavía algunas hortalizas como rábano, tomate o pepino.
- Sembrar el arroz o el maíz.
- Plantación de cacao (injertos o híbridos) en febrero/marzo o por semilla cuando haya disponibilidad (mayo a septiembre). Si se planta el cacao por semilla, colocarlas junto con las papayas. En caso de injertos, o híbridos plantarlas junto al plátano cuando no hay papaya.
- Junto con las semillas de cacao puede sembrar rabanitos y otras hortalizas.
- Las chimas, el majo y el asaí tienen que ser plantadas del vivero ya con cierto tamaño.



Papaya con plátano

Manejo de la plantación

- Manejar el plátano, dejando 3 hijos. Luego se deja solamente 1 hijo por planta. Podar las hojas dobladas.



Hijuelo de plátano listo para plantar

- Cuando quiere producir el plátano de freír (postre), se corta la primera cosecha del plátano de porte alto (manzano, seda, guayaquil).

Manejo del motacú

- Después de la cosecha principal de cacao hay que podar siempre las hojas del motacú, dejando solamente la guía más dos hojas nuevas.

Manejo de la chima

- Se corta la chima madre, cuando los hijos entran en producción, dejando 3 hijuelos. De la planta cortada se puede aprovechar el palmito.

Manejo del pacay

- La poda del pacay hay que realizar en la época de días cortos (julio/agosto/

septiembre en nuestro medio) para sincronizarlo con los árboles caducifolios. Esta época corresponde además con un lanzamiento fuerte de nuevas hojas de cacao y en el mes de octubre inicia la floración con las primeras lluvias.

Utilice para el estrato alto de las especies primarias, árboles de especies caducifolios, que pierden sus hojas en la época seca como Mara, Mapajo, Cedro y otros.

Para el estrato medio/alto poner yaca (20m x 20m), zapote, caimito, ceibo para el estrato medio; pacay, naranja criolla, lima naranja, toronja y otros; los cítricos excepto la lima deben ocupar el estrato encima del cacao pero se recomienda de no plantar demasiados cítricos junto con el cacao.

Vea también la lista de especies detalladas en el anexo.



La Yaca, un elemento importante del agroecosistema. Se la consume como fruta fresca, cocido y también es excelente para la alimentación animal.

Tratamiento de la semilla de papaya

- Poner la semilla de papaya después de haberlas retirado del fruto en un lugar fresco y sombreado encima de una tablita de madera, para que los insectos puedan comer el mucílago de las semillas. Cuando están limpias se las puede sembrar.

Las papayas de las mismas variedades se dejan distinguir a través de la forma de sus primeras hojitas. Estas hojitas de papayas machos son más alargadas que de las plantas hembras. Cuando están ya más crecidas las plantas machos desarrollan pequeñas hojitas en las axilas de las hojas verdaderas que son diferentes a las de las plantas hembras.



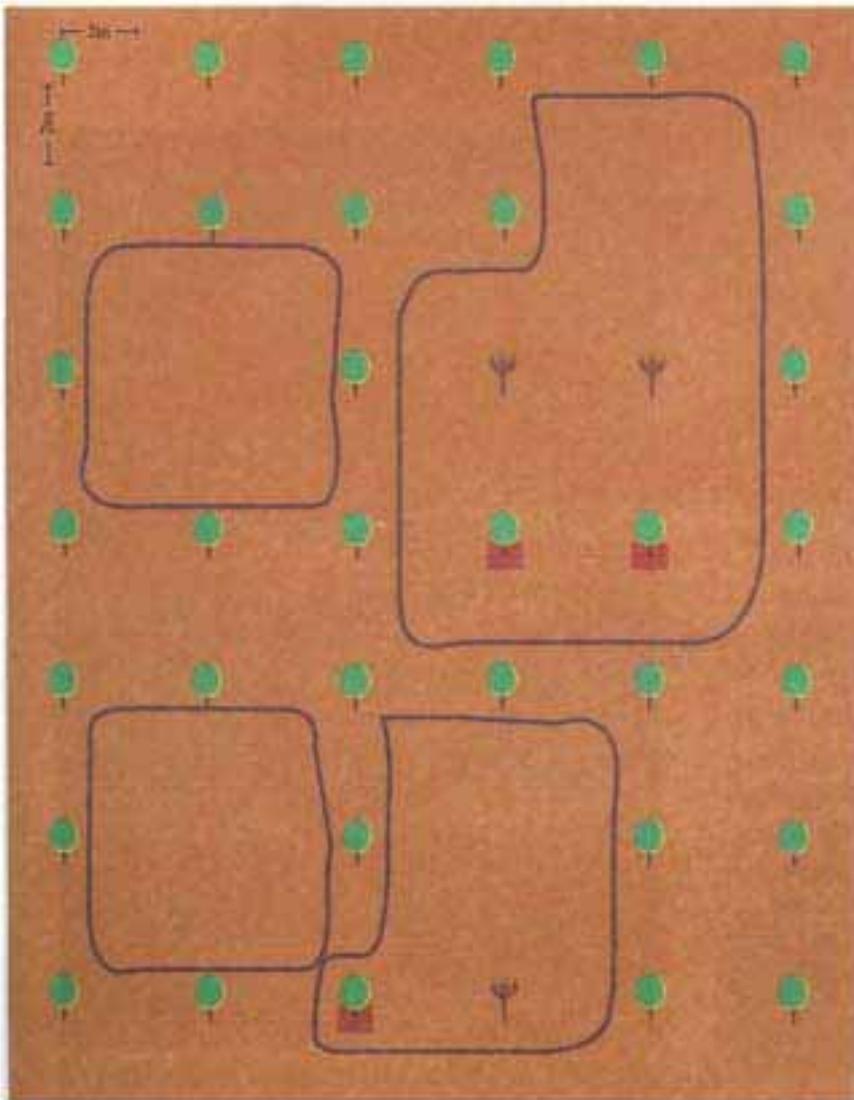
Papaya hembra.



Papaya macho

Requerimiento de mano de obra para la implantación y manutención de una agroforestería propuesta arriba.

- *1er año*
1 ha/persona para la preparación, implantación, cosecha y manutención.
- *2do año de plantación*
2 ha/persona para manutención, replante y cosecha.



Cacao



Cacao sin frutos



Cacao enfermo

- *3er año de plantación*

4 ha/persona para manutención, replante y cosecha.

- *4to año de plantación*

6 a 7ha/persona para la manutención.

Renovación de Cacaotales viejos productivos sin sombra

Cuando una plantación de cacao ya es vieja pero todavía con una producción aceptable se puede proceder de la siguiente manera para mejorar la plantación.

Plantación de cacao vieja con buena producción todavía, pero con algunos árboles enfermos, algunos sin producción y otros refallos.

Pasos a Seguir

Crear islas dentro de la plantación con consorcios de las especies recomendadas.

1 - Realizar un deshierbe selectivo dejando todos los árboles nuevos y hierbas de hojas anchas.

2 - Podar las hierbas con hojas grandes en cuanto estén maduras.

3 - Podar severamente las ramas secas y enfermas y habilitar aquellos lugares débiles que fueron atacados por plagas para crear "islas de renovación".

4 - En las "islas" plantar luego tanto los pioneros como canavalis ensiformis y merquerón (*Penisetum purpureum*), donde hay materia orgánica puede entrar todavía la papaya, plátano de variedades poco exigentes (motacucillo, seda u otros) y árboles de rápido crecimiento como toco, ceibo, cedro, mara, flor de mayo y otros.

El toco ayudaría en hacer crecer a las otras especies, sin embargo debería ser podado cuando pasa 8 a 10 m de altura. - en caso del merquerón - cuando comienza a endurecer el cuello hay que cortarlo.

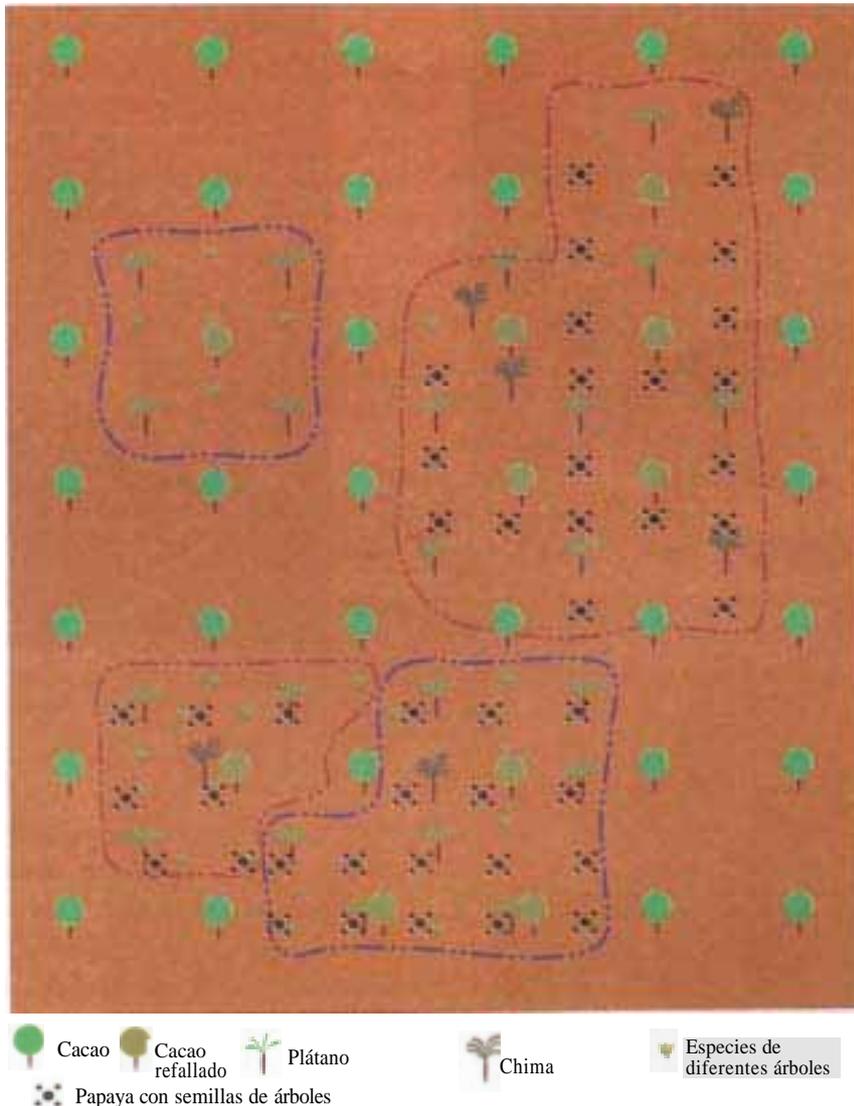
5 - En caso de que hubiera plantas de motacú entremedio, podar las hojas, dejando solamente la guía y dos hojas nuevas. De ninguna manera se debe eliminar el motacú porque puede tener como consecuencia el debilitamiento y muerte posterior del cacao. Las palmeras dentro del sistema agroforestal tiene una función importantísima en organizar los metales nocivos para las plantas en el

suelo. Además muchas palmeras tienen la capacidad de asimilar el fósforo del suelo - en simbiosis con hongos que forman la micorrhiza - en forma activa y lo vuelven así aprovechable para otras plantas que no tienen esa capacidad.

6 - En las faltas o vacíos mayores (3 o más árboles) puede entrar todavía la chima (por macetas), pacay, ceibo, achachairú, yaca, palto, guanábana, banano enano (cada 2 m) o plátano enano gigante (3m x 3m), plátano de porte alto (4m x 4m) y otras especies a parte de la planta de cacao.



Parcela de cacao después de haber eliminado el motacú (*Scheelea princeps*) con espacios vacíos. (Parcela del Sr. Juan Gutiérrez, Remolinos-Alto Beni)



Plantación de cacao con especies de árboles y refallos de cacao en los lugares vacíos

En el estrato bajo se puede plantar todavía waluza (en vez del plátano enano), palillo y/o cardamomo.

En lugares pobres (poca materia orgánica) se puede plantar yuca o merquerón (que tiene una capacidad fabulosa de producir materia orgánica en poco tiempo), morera e hibisco (por estacas a distancia de 50cm x 100cm) o también chicharilla (*Cajanus cajan*).

Cuando ha crecido el merquerón se lo corta (en el momento en que endurece el cuello del

tallo) y se lo acomoda alrededor de las plantas para abonarlas. Después de aprox. 3 cortes desaparecerá por sí solo, cuando hay suficiente acumulación de materia orgánica y cuando las otras especies hayan sombreado el lugar.

Las islas renovadas dentro del cacaotal viejo influyen en forma positiva sobre las plantas vecinas.

Renovación de Cacaotales viejos e improductivos

La renovación de un cacaotal viejo e improductivo se realiza de la misma manera como el establecimiento de una plantación nueva. Hay que diseñar sin embargo el sistema según las distancias del cacao viejo. Si el cacao ha sido productivo anteriormente se corta el cacao y se puede dejar crecer un chupón. En caso de que el cacao haya mostrado deficiencia de calidad u otros defectos, entonces se puede injertar en los chupones variedades mejoradas.

Sistema con Cítricos

El diseño ha sido elaborado para el mejoramiento de un citrinal ya establecido de 6 años de edad, plantado 6m x 6m en un suelo aluvial cerca a Sapecho. El contenido de materia orgánica ha sido muy poco y el suelo ha sido degradado por el escarbamiento de gallinas.



Citrinal con requerimiento de ser mejorado. Se puede observar la poca materia orgánica y los daños causados por gallinas.
(parcela: J. Milz, Sapecho-Alto Beni)



El agroecosistema forma un bosque estratificado. Adelante se ve un vacío que falta "rellenar"
(Parcela: E. Gotsch. Bahía-Brasil)

Tal como indica el croquis se pone una hilera de piña entre medio de la naranja (50 cm. de distancia entre plantas). Con cada piña se coloca una mezcla de semillas de árboles como Ceibo (*Eritrina ssp.*), Pacay (2/5 del total de la semilla); semillas de las especies como mara (*Swetenia macrophylla*), solimán (*Hura crepitans*), ajo ajo (*Gallesia integrifolia*), flor de mayo (*Ceiba spp.*) y otros (2/5 partes del total de la semilla) y la quinta parte de esta mezcla con papaya del monte (*Jacaratia digitata*), preferiblemente cada vez con un puño de estiércol o compost orgánico para favorecer el crecimiento inicial de estas especies.

El plátano puede ser de las variedades guayaquil, seda o manzano. El asaí debería ser preferiblemente de variedades que no macollean o, en cambio se puede poner coco de porte alto.

Para incrementar la producción de materia orgánica se debe incorporar merquerón y *Canavalia ensiformis*.

Manejo de la plantación

El pacay requiere un manejo mediante poda, quitándole aproximadamente un 90% de sus ramillas en los meses julio/agosto. Los árboles del porte alto deben ser especies que pierden las hojas entre julio y septiembre.

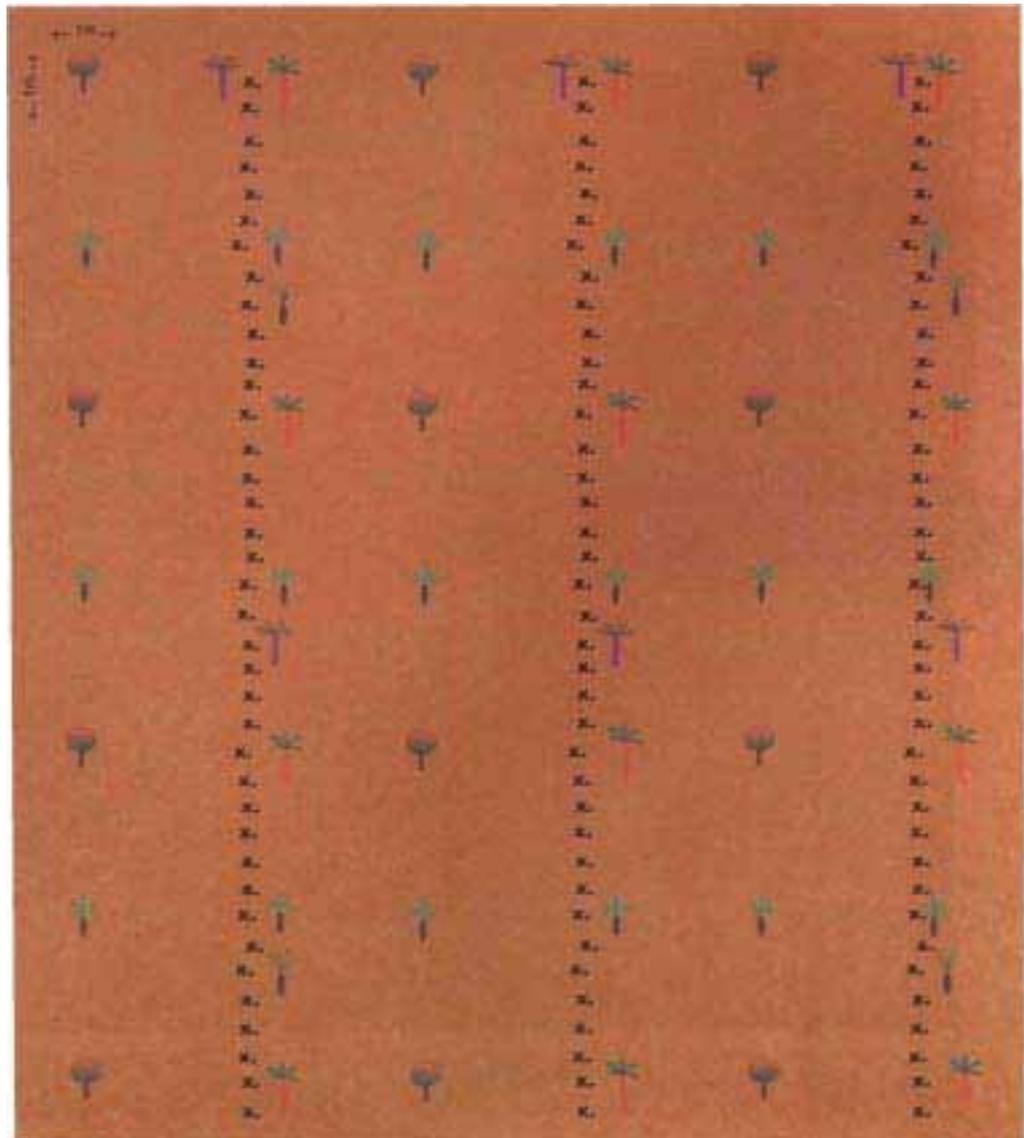
El plátano una vez establecido debería cortarse en el mes de julio, dejando solamente los hijuelos verdaderos para "sincronizar" posteriormente la cosecha del plátano con la floración del cítrico.

Bajo este tipo de manejo la naranja recibe aprox. 2 meses antes de la floración un fuerte impulso de luz y en el mismo tiempo bastante materia orgánica. Ambos estimulan (inducen) la floración y mejoran la fructificación.

Los cítricos se pueden asociar perfectamente con café.



Citrical (Valencia tardía) 10 meses después de la incorporación de plátano y diferentes especies de árboles.



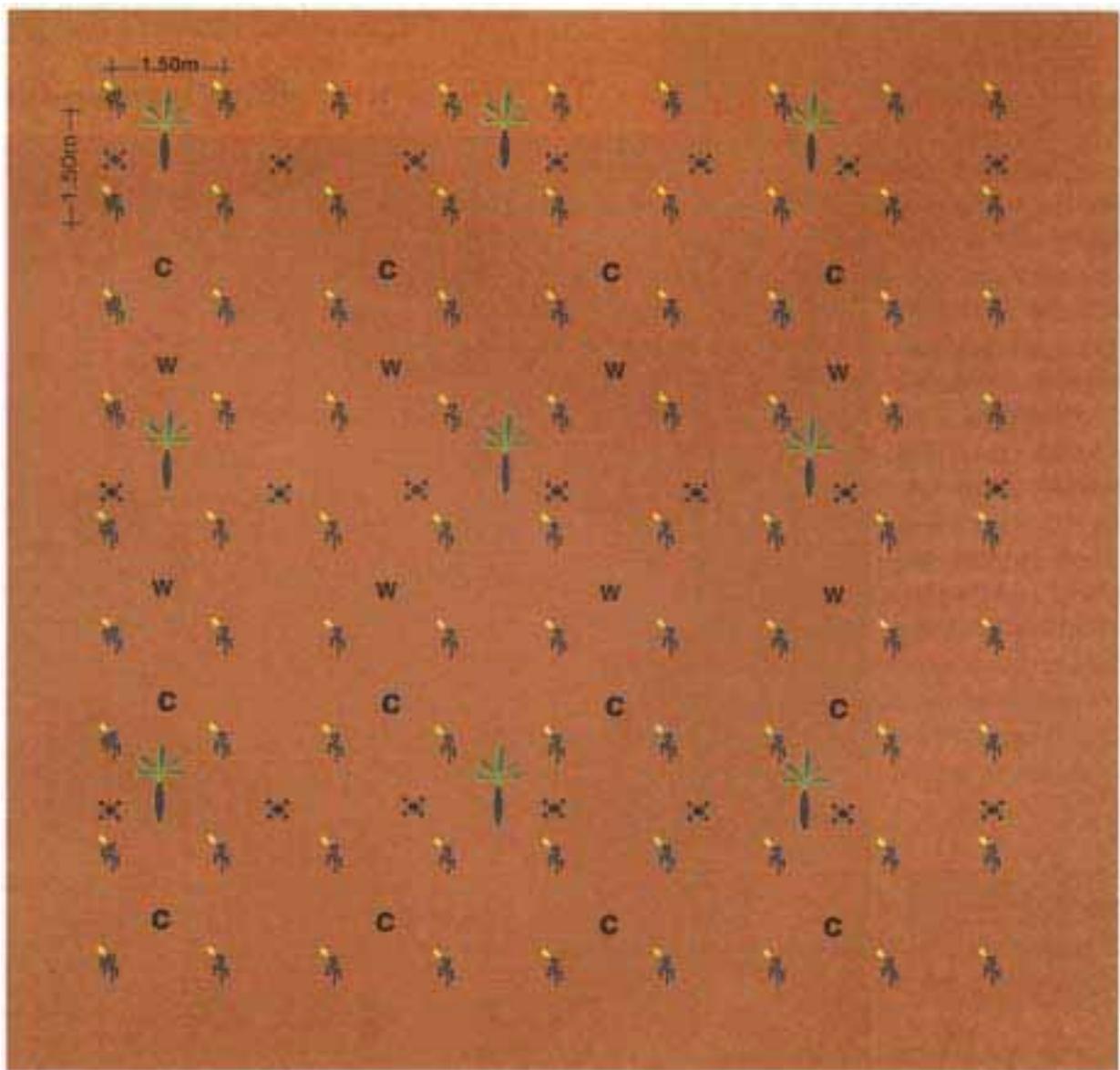
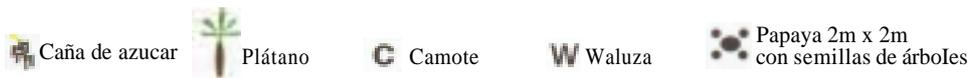
Croquis de plantación de cítricos mejorados.

Sistema con Caña de Azúcar

El diseño ha sido elaborado para suelos aluviales en Carmen Soledad - Rurrenabaque.

Para establecer sistemas con caña de azúcar, se necesita variedades de caña de crecimiento alto y recto. Importante en el manejo de la caña es, cosecharla siempre cuando esté madura. La caña se puede asociar con yuca, plátano, maíz, waluza, camote, papaya y especies maderables y frutales.

En este tipo de sistema de cultivo la caña no endurece tanto que, cuando uno la produce en monocultivo.



Sistema agroforestal con caña de azúcar.

La papaya se pone en la línea del plátano junto con una mezcla de semillas de árboles cada 2m. Es preferible usar primordialmente árboles con hojas de rápida descomposición como la chamba (Leucaena), gliricidia, ceibo, toco, morera y otros.

Sistema para Forrajes

El diseño de sistemas agroforestales para fines del manejo de ganado es un compromiso, puesto que el bosque húmedo tropical no es el lugar apto para ganadería.

El objetivo del diseño agroforestal para el establecimiento de callejones forrajeros es tratar

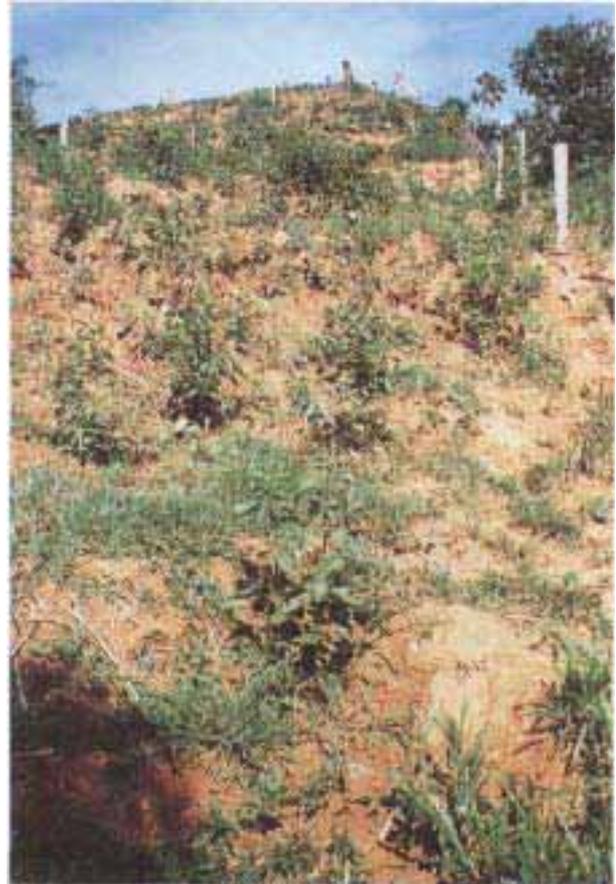


Vaca en pastizal degenerado

de reconciliar la actitud del hombre con sus cultivos y animales domésticos con el potencial del ecosistema.

1er año

Antes de plantar el arroz o el maíz se planta a una distancia de 1,50 m a 1,80 m hileras con todas las especies que le gusta comer al ganado, p.e. guazuma (*Guazuma ulmifolia*), ceibo (*Erythrina spp.*), chamba (*Leucaena leucocephala*), malva blanca, morera (*Morus alba*), hibisco (*Hibisco spp.*) y otras, colocando cada 5 cm una semilla. Seguidamente se siembra el arroz o el maíz. En vez de arroz se puede incluir hileras con semillas de sésamo (ajonjolí) sembrando las últimas dentro de surcos.



Pastizal degradado

Cada 7 a 8 callejones se deja un espacio de 2m para plantar especies arbóreas como la yaca (también es un excelente alimento para el ganado), árboles maderables y frutales.

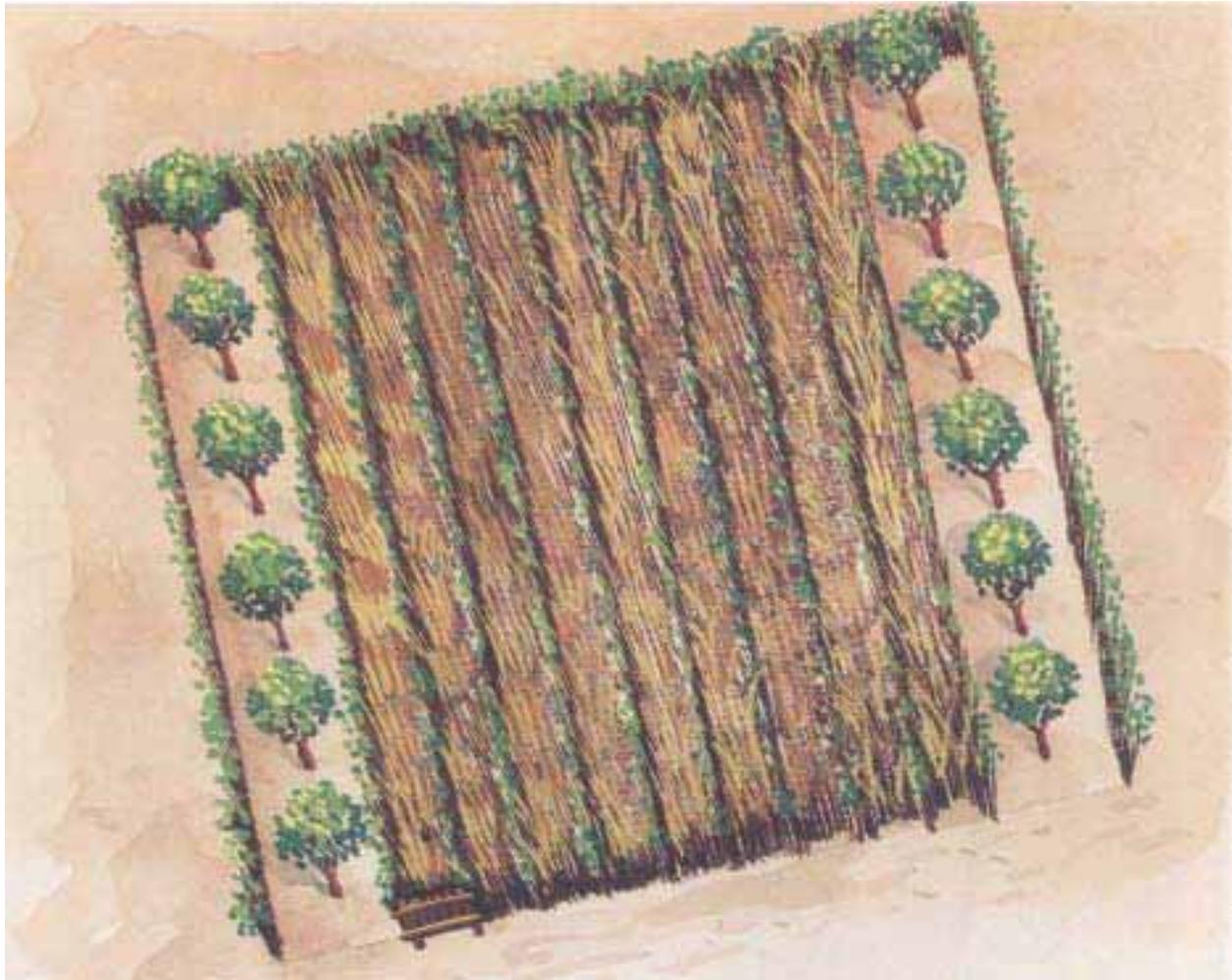
El final de la parcela debe cerrarse los callejones, sembrando las mismas especies.



2^{do} año

Al final de la época de lluvia se realiza una poda drástica de los callejones a una altura de 30 cm. Todo el material se repica y se lo distribuye dentro de los callejones en el suelo. Luego se planta el maíz. Junto con el maíz se planta el pasto, preferiblemente siempre verde o Panicum máximum por su buen comportamiento bajo sombra. Al cabo del 2do año ya están establecidos los callejones forrajeros. En caso de que los callejones no estuvieran todavía suficientemente cerrados, se debería volver a podar a una altura de 80 a 100 cm de altura para iniciar en el 3er año el "pastoreo".

Croquis de siembra de callejones forrajeros antes de la siembra de maíz o arroz.



Este sistema alimenta aproximadamente 4 a 5 unidades de vacas adultas por/ha, pastizando cada callejón cada vez un día, 3 a 4 veces al año.

A los callejones con frutales y árboles maderables no se lo deja entrar al ganado, pero se hace una poda en las cercas forrajeras de lado de ellos, usando la materia orgánica para abonar los mismos frutales. Se realiza también en este momento - si fuera necesario - una poda de los plátanos, frutales y los maderables de los callejones. Esto con la finalidad de rejuvenecer y de sincronizarlos con los árboles y los arbustos que constituyen los cercos forrajeros y para dinamizar todo el sistema. Al cabo del 7^{mo} a

Callejones forrajeros listos para el pastoreo con la entrada cerrada del 2do. callejón pastoreado.

10^{mo} año la parcela ya no dará más para el pastoreo pero tendrá ya establecido un agroecosistema con frutales y maderables en vez de tener un pastizal degradado con suelos empobrecidos.

Guía de Especies para la Planificación de Sistemas Agroforestales

La siguiente guía es un intento de caracterizar especies nativas y "exóticas" para nuestros sistemas agroforestales en la región. El objetivo es de orientar la planificación de parcelas considerando la importancia de agrupar correctamente los consorcios de especies según la sucesión en que dominan y considerando el estrato que ocupan. Se ha tratado también de indicar el tipo de terreno en que se puede desarrollar adecuadamente cada especie. Esta guía sin embargo no es nada completa y falta tanto ampliarla con otras especies nativas del lugar como también con especies exóticas de interés y se requiere complementar las observaciones respecto a las descripciones del tipo y formación de terreno en que se encuentran naturalmente.

Leyenda:

Nombre:

Indica el nombre común en nuestro medio

Nombre Científico:

Indica el nombre latín de la especie.

Familia: Indica el nombre de la familia botánica a que pertenece

Estrato:

Indica el estrato que ocupa la especie dentro del consorcio a que pertenece. El arroz o el maíz por ejemplo es una especie pionera que ocupa el estrato alto dentro del consorcio de los pioneros. El arroz no crece debajo de otras especies. El camote por otro lado también es un pionero pero ocupa el estrato bajo y puede crecer dentro del maíz. Por lo tanto el maíz ocupa el estrato alto y el camote el estrato bajo del consorcio de pioneros del sistema de lujo.

Sistema:

Indica las condiciones de vida en que la especie puede formar parte del sistema. La mayoría de nuestras especies cultivadas pertenecen al sistema de lujo y, por lo tanto, exigen condiciones favorables en lo que se refiere a tipo de suelos y agua.

L= Sistema de Lujo

I= Sistema Intermediario

Lig= Sistema de Lignina

Consorcios:

Cada etapa sucesional está caracterizada por diferentes consorcios de especies. Así tenemos especies que conforman consorcios de pioneros, de secundarios, transicionales y de primarios.

Tipo de terreno:

—Terreno plano (sin estancamiento de agua)



Terreno en faldas de cuencas

hidrográficas

Ahoyadas, cuencas

Lomas, cabeceras

arc: Suelos con características más arcillosas

aren: Suelos con características más arenosas

Bibliografía

Enquete.Komission
"Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre"
des Deutschen Bundestages (Hrsg.)
Schutz der Tropenwälder
Bonn, 1990

Gótsch, Ernst
Homem E Natureza
Cultura Na Agricultura
Centro de Desenvolvimento Agroecológico
Recife/PE-Brasil, Janeiro 1995

Götsch, Ernst
Breakthrough in agriculture
ASPTA, Rio de Janeiro (1995)

Götsch, Ernst
Resumen de Seminarios en 1995 y 1996 en
Sapecho, Alto Beni y comunicaciones
personales.

Seidel, Renate
Inventario de los árboles en tres parcelas de
bosque primario en la Serranía de Marimonos,
Alto Beni
en: Ecología en Bolivia
Revista del Instituto de Ecología
No. 25- La Paz, Octubre 1995