

Abundancia Agroforestal

Manual de Agricultura Sintrópica



Trabaja para la naturaleza y la naturaleza trabajará para ti

Un agradecimiento especial a Dios por darme la energía infinita y la claridad mental que se necesitaba para esto y por reunir a las personas adecuadas en el momento adecuado para hacer realidad este trabajo colectivo. Docenas de personas han colaborado conmigo para hacer este libro. Gracias a todos los que contribuyeron, ustedes saben quiénes son.

Agricultura Sintrópica:

Es una forma de manejo agroforestal regenerativo impulsado por el poder de la sucesión natural y que está mas allá de la agricultura orgánica y está mas allá de lo sustentable; produce abundantemente. Representa un cambio radical para la agricultura moderna.

Introducción:

La agricultura Syntrópica es un método agroforestal desarrollado por Ernst Götsch. Su fuerza radica en el hecho de que está alineada con el poder de la sucesión natural. La sucesión natural es la tendencia de la naturaleza a rehabilitar la tierra, convirtiendo paisajes degradados en parcelas fértiles y con abundante vegetación.

Ernst se dio cuenta que este proceso evolutivo se basaba en la cooperación entre los miembros del sistema vivo de tal forma que se beneficia a la totalidad del sistema. Esto es lo contrario del modelo Darwinista, que plantea que la competencia es la base de la evolución. Lo que puede parecer como competencia o destrucción en un ambiente natural es en realidad una acción para crear un equilibrio para el beneficio del sistema en su conjunto.

Con esta perspectiva en mente, la parcela se entiende como un sistema vivo, unificado e inteligente cuya función es la de evolucionar en el tiempo. Para que esto pueda suceder hay complejas interacciones que se dan entre las plantas (y los animales) y cada ser vivo desempeña una función importante en el proceso. Cuando estas relaciones de cooperación son facilitadas adecuadamente por el agricultor, la parcela se transforma en un sistema vivo fuerte y saludable.

Para lograrlo, el agricultor cultiva algunos tipos de vegetación que no producen ningún producto utilizable, pero que contribuyen positivamente a la parcela. Estos se llaman plantas y árboles de "biomas". El agricultor incluye además plantas y árboles para obtener una cosecha valiosa. Estos se llaman plantas y árboles "objetivo". Esta combinación de vegetación crece junta y cercanamente de una manera que es mutuamente benéfica. El agricultor tiene también una comprensión profunda de cómo la vegetación responde positivamente a la poda y realiza los cortes en momentos estratégicos para promover un rápido crecimiento.

Después de unos años en sistema llega a ser parcialmente autónomo. Puede proporcionar su propio riego, fertilizante, desplazar a plantas no deseadas y resistir enfermedades. Tan solo requiere manejo de parte del agricultor.

¿Cómo resiste la enfermedad? Funciona como la flora intestinal saludable. Cuando los seres humanos tienen una comunidad fuerte de microorganismos sanos en su intestino, no hay espacio para que los organismos dañinos se establezcan. Lo mismo aplica para los sistemas sanos en la

parcela. Para que esto funcione, en sistema debe estar repleto de vida. Se requiere una cantidad de densidad biológica arriba del promedio, tal como se ve en un bosque sano. Cuando esto se logra, la parcela puede resistir las enfermedades y producir en abundancia. El agricultor simplemente debe diseñar el sistema previendo a detalle y manejando su desarrollo con podas estratégicas, y la parcela se encargará del resto.

La agricultura Sintrópica depende de esquemas de plantación inteligentes, biodiversos y densos. Los esquemas de plantación se componen de "consorcios". El término "consorcio" se utiliza para describir una combinación tanto de árboles como vegetales que pueden crecer juntos cooperativamente. Esto es similar a la asociación de cultivos y cultivos intercalados, pero más complejo porque toma en cuenta la función de las plantas en la sucesión natural del sistema.

Debido a que se basa en la sucesión natural, la combinación de plantas que crecen bien juntas se agrupa en función a su periodo de vida. Algunos consorcios estarán presentes únicamente al inicio, mientras que otros dominarán más adelante. Un esquema típico de plantación utilizará los consorcios de manera secuencial, desde las etapas iniciales de la sucesión hasta llegar a las etapas finales. El esquema de plantación es complejo porque toma en cuenta la visión futura de la parcela. Esto se hace así de forma que se optimiza la producción de "olas" de cosechas, una detrás de otra, empezando primero con verduras y posteriormente con frutas y madera de los árboles. Cada ola representa la madurez de otro consorcio. Como mencionamos antes, una parte de la vegetación se cultivará para cosecharla, mientras que otra parte se sembrará con el único propósito de podar e impulsar la sucesión hacia adelante.

La agricultura Sintrópica puede ser utilizada para rehabilitar tierra degradada "muerta" o ser introducida a parcelas productivas ya existentes. Puede ser incluso utilizada para convertir selvas en bosques de alimentos. El objetivo de éste manual es mostrar cómo introducir el método a parcelas de producción ya existentes.

La agricultura Sintrópica reconoce que las parcelas de cultivo y los bosques pueden tener diferentes niveles de vitalidad. No es posible clasificarlo como blanco o negro. Al estudiar este manual, podrás aprender a reconocer "en dónde" está la parcela en su evolución y estrategias para ayudarla a desarrollarse a partir de allí.

Estos principios se desarrollaron como una serie de aprendizajes de Ernst mientras observaba detenidamente a la naturaleza y aprendía las técnicas agroforestales de las comunidades indígenas. Sorprendentemente, él realizó inicialmente estudios de genética con el objetivo de manipular a la naturaleza para el beneficio de los seres humanos, pero posteriormente llegó a la conclusión de que la naturaleza era un sistema inteligente y que era una mucho mejor opción para los humanos aprender a adaptarse a la naturaleza.

Ernst tiene una forma muy detallada y lógica para explicar las cosas y su método funciona donde muchos otros no, pero es importante recordar que estas son las mejores conjeturas obtenidas a

través de la observación y la aplicación práctica. Las bases científicas detrás de la agricultura Sintrópica requieren de una más profunda investigación.

Lo que hace valiosa a la agricultura Sintrópica es su alto nivel de sustentabilidad. Después de cada ciclo de cultivo, la tierra está en mejor estado que antes y todo lo necesario para lograr esto puede ser cultivado en el sitio. Algunas personas pueden pensar equivocadamente que la agricultura convencional también es autosuficiente. Parecería que todo simplemente crece en el suelo, ¿cierto? No es así...los agricultores convencionales dependen totalmente de fertilizantes, pesticidas y herbicidas, así como de maquinaria que requiere de combustibles fósiles para trabajar la tierra. Incluso la mayoría de los agricultores orgánicos dependen en gran medida de insumos externos.

La agricultura Sintrópica alcanza cosechas similares o mayores sin depender de recursos que vienen de afuera de la parcela. Esto redefine lo que la mayoría de las personas piensan cuando hablan de sustentabilidad. Lo extraordinario de la agricultura Sintrópica es que va mas allá de la auto-suficiencia. La granja o parcela no solamente se sostiene a sí misma, sino que eventualmente genera un excedente sin insumos externos. Existen reportes de cosechas de 40 toneladas por hectárea al año, comparados con los mejores rendimientos de monocultivos que son de 11 a 15 toneladas por hectárea por año.

Lo que es más sorprendente es que la agricultura convencional en realidad empobrece la tierra. ¿Por qué? Las investigaciones han demostrado que a pesar de todos los insumos externos de la agricultura convencional, la calidad del suelo se degrada con el tiempo. Después de leer este manual esperamos que quedará claro porqué la agricultura sintrópica tiene éxito donde la agricultura convencional ha fallado.

Agricultura Sintrópica para Haití

La agricultura Sintrópica está siendo implementada en Haití y éste manual ha sido creado para compartir los resultados de este trabajo. Estos agricultores dependen de sus tierras para alimentarse, obtener materiales y ganar dinero. Viven en una zona climática tropical y todo el trabajo se realiza por las personas y con herramientas manuales. Los equipo de agricultura mecanizada, sistemas de riego y agroquímicos no están disponibles para el agricultor promedio. El país sufre de una severa deforestación, erosión del suelo y pérdida de la fertilidad de la tierra. Las prácticas agrícolas que actualmente se realizan no alcanzan a cubrir las necesidades básicas de la gente y la pobreza extrema persiste.



Granja comunitaria sintrópica en Haití

La agricultura Sintrópica ofrece una solución integral a estas comunidades de gente trabajadora. El método descrito en este documento puede ser implementado en cualquier zona tropical (y con algunas adaptaciones puede ser implementada en climas sub-tropicales y templados). Proporciona un método para cultivar un bosque lleno de alimento, leña y forraje animal que rehabilita la tierra y recarga los mantos acuíferos.

Es realmente auto-sostenible. El resultado es un sistema fuerte y saludable en la parcela en el que los fertilizantes químicos, los herbicidas y los pesticidas ya no son utilizados más. Las técnicas de tumba y quema no son necesarias y de hecho, son incompatibles con la agricultura sintrópica. El arduo trabajo de arar se vuelve mas fácil conforme se mejora la estructura del suelo y solamente se realiza si realmente se necesita.

La historia de la parcela de Ernst:

Si se realiza en una escala suficientemente grande, este tipo de agricultura puede transformar radicalmente toda una región. Por ejemplo, en 1984 Ernst Götsch empezó a desarrollar una superficie grande de tierra degradada en Brasil. La tierra estaba tan compactada y degradada que no se podía cultivar. Para regenerar el suelo, sembró árboles que posteriormente podaba para producir una cobertura de materia orgánica.

Después de que los árboles eran podados, todo en la parcela cambió. La temperatura bajó, la estructura y la calidad del suelo mejoraron radicalmente. La propiedad es ahora una selva tropical de 500 hectáreas. Siete hectáreas de la selva tropical albergan ahora una productiva granja de cacao. La granja de cacao de Ernst produce rendimientos similares a los de agricultores

de convencionales de cacao "de alguna manera" sin constantes insumos externos y su cacao es considerado de una calidad mucho mejor al promedio. Ernst obtiene un buen ingreso de su negocio de cacao. La cantidad de mano de obra necesaria para operar su granja de cacao es similar a la de granjas convencionales en la región.

Debido a que la agricultura syntrópica opera bajo una perspectiva holística, tanto el agricultor como la parcela se benefician. Por ejemplo, cuando una enfermedad se extendió e infectó a los árboles de cacao en Brasil, (enfermedad de la "escoba de bruja" del cacao), la granja de Ernst resultó afectada, pero mucho menos que las granjas convencionales. Los beneficios de este sistema están relacionados con el hecho de que está integrado a la selva tropical y no se pueden alcanzar al estar junto a una selva tropical simplemente. Por ejemplo, algunas granjas de cacao que se encuentran al lado de éstas 500 hectáreas de selva tropical tienen problemas tales como hormigas que atacan las hojas, mientras que la granja de Ernst se mantiene saludable y fuerte.

También el microclima ha cambiado en su tierra. Después de décadas, la precipitación pluvial ha aumentado y todos los 17 ríos en su propiedad llevan agua todo el año, incluso en la temporada de sequía. Vea éste video para ver más detalles: <https://www.youtube.com/watch?v=gSPNRu4ZPvE>.



Granja de Ernest antes - 1984



Granja de Ernest ahora - 2015

La agricultura sintrópica es un tema amplio. Hay diversos conceptos complejos, que se desarrollan uno sobre otro. Es importante tener un sólido entendimiento de estos principios, pero el verdadero aprendizaje se obtiene a través de años de manejo de la parcela. La meta de este manual es dar a las personas la confianza para que empiecen una parcela sintrópica. Esto se logrará proporcionando los principios de manera directa y estructurada, y después dando algunos esquemas concretos de plantación.

Estos esquemas solamente representan una de las posibilidades de hacerlo. En realidad, hay infinidad de maneras de aplicar estos principios. Cada región tiene factores naturales únicos que van a determinar el mejor diseño para una parcela sintrópica. Incluso en áreas cercanas unas a otras, el medio ambiente puede variar. Esto representa un desafío para el agricultor, pero también una oportunidad para los pioneros que quieran utilizar su capacidad creativa para adaptar éste método a sus condiciones locales.

Este documento no es un recurso para usarse solo. Sería muy útil contar con un asesor de agricultura sintrópica para ayudar con el diseño y el mantenimiento periódico de la parcela, especialmente alrededor del segundo año, cuando la poda radical normalmente comienza. También vale aclarar que este manual es un trabajo en proceso. Será actualizado ocasionalmente para incluir las lecciones aprendidas a lo largo del trabajo en Haití.

Pros y contras de la agricultura Sintrópica:

Beneficios:

- 1) Las cosechas son abundantes
- 2) Ingreso constante a lo largo de la temporada de cultivo. Los cultivos son seleccionados y plantados para generar cosechas a lo largo del año y a través de los años.
- 3) Los ingresos aumentan con los años a medida que los árboles frutales y maderables empiezan a madurar.
- 4) El uso de la tierra se optimiza. La producción de hortalizas se realiza al lado de árboles frutales y maderables.
- 5) Se reducen los costos (no se requieren pesticidas, fertilizantes ni equipo agrícola mecanizado)
- 6) Mejora la calidad del suelo, volviéndose más fértil, suave, aireado y manejable.
- 7) La parcela no depende tanto de la lluvia frecuente debido a que mejora la capacidad de retención del agua.
- 8) El ambiente de trabajo es agradable ya que los árboles eventualmente proporcionan zonas de sombra.
- 9) Menor desyerbe. El suelo se cubre con materia orgánica, lo que elimina pastos y plantas competitivas.
- 10) Todo crece. Conforme el ambiente de la parcela mejora, incluso pueden cultivarse especies delicadas.

- 11) Mejora la salud de las plantas y su resistencia a enfermedades debido a la fuerza que genera la biodiversidad.

Desventajas:

- 1) Los beneficios completos tardan en alcanzarse.
- 2) La parcela puede parecer desordenada para el ojo no entrenado.
- 3) Toma tiempo y energía aprender.
- 4) Cultivos productivos que requieren sol solamente pueden cultivarse los primeros 4 años.

¿Realmente funciona?

¡Sí! Numerosas parcelas sintropicas están prosperando por todo el planeta. Algunas han demostrado sorprendentes rendimientos y resistencia a enfermedades. Por ejemplo, un estudio comparativo de la granja de cacao de Ernst con parcelas convencionales encontró que producía rendimientos similares sin requerir fertilizantes ni pesticidas.

También hay resultados positivos en Bolivia. Un sistema sintrópico de naranjos tuvo rendimientos significativamente mayores que un monocultivo de árboles de naranja. Esa granja de monocultivo de naranja tenía el doble de fruta que no se lograba debido a la mosca de la fruta. En otro estudio, comparando un sistema sintrópico de cacao a uno de monocultivo se encontró que la mano de obra rendía casi el doble en la granja sintrópica! Otra comparación en cacao mostró que había mucho menos árboles enfermos (de Escoba de Bruja) en una parcela sintrópica que en parcelas convencionales y los rendimientos eran similares o más altos. Más estudios están en proceso de realizarse.

Cómo funciona?

El mecanismo detrás de un sistema sintrópico exitoso se puede simplificar y describir a través de dos características fundamentales:

1. Captura y manejo de energía
2. Crecimiento y evolución acelerados

La naturaleza tiene la capacidad de generar fertilizante a partir del aire. El agricultor sintrópico sabe esto y en lugar de tratar de realizar el trabajo de la naturaleza, busca la forma de ayudarla a realizar su trabajo de una mejor forma. Muchos bosques tienen nichos vacantes por lo que su máximo potencial para capturar energía no es utilizado. También, el crecimiento y la evolución de un sistema forestal natural puede ser muy lento. El agricultor sintrópico contribuye a remediar

estos problemas cultivando estos nichos para crear un sistema forestal denso y diversificado que puede optimizar la captura y el manejo de la energía, y después acelera su crecimiento y desarrollo podando la vegetación adecuada en momentos estratégicos.

Cuando pienses en captura de energía, piensa en replicar óptimamente a la naturaleza con esquemas densos de plantación y cuando pienses en crecimiento acelerado piensa en poda y manejo de la parcela. El realidad ambas prácticas se traslapan e influyen mutuamente y por lo tanto no son excluyentes una de otra.

Captura y Manejo de Energía:

¿Qué energía captura un sistema forestal? La más importante es la energía solar. Las plantas capturan energía del sol a través del proceso de fotosíntesis. También capturan carbono y nitrógeno al asimilar gases de la atmósfera. Las plantas respiran dióxido de carbono y exhalan oxígeno. La fotosíntesis almacena la energía solar, con la ayuda del agua, convirtiendo el carbono en azúcares. El nitrógeno se extrae del aire gracias a bacterias que viven simbióticamente en las raíces de las plantas y que también podemos encontrar en la madera en descomposición. Los minerales y otros nutrientes que están atrapados en la tierra pueden ser transportados por los microorganismos del suelo para poder ser usados por las plantas.

La energía es manejada a través de complejas redes y relaciones entre la vegetación y otras formas de vida del sistema. El bosque apoya estas redes de muchas formas pero en especial, proporcionando un ambiente protegido. Así que cuando un agricultor sintrópico genera un bosque denso y con diversos estratos para optimizar la captura de energía, simultáneamente mejora el manejo energético al proporcionar una excelente protección de los elementos. La protección también es proporcionada al nivel del suelo del bosque al mantener el suelo cubierto con materia orgánica. Esta es una práctica tan importante en la agricultura sintrópica que aparecerá constantemente a lo largo del manual, pero por lo pronto veamos otros aspectos del sistema vivo del bosque.

Un sistema viviente:

Recuerda, todas las formas de vida en una parcela se juntan para crear un sistema vivo unificado e inteligente que evoluciona de manera que beneficia al sistema completo. Ernst llama a esto el "macro-organismo" para enfatizar que tiene vida por sí mismo. Sin embargo, debido a que el término "macro-organismo" tiene una definición diferente y específica en el campo de la biología, este manual utilizará en su lugar el término "sistema vivo" o "sistema forestal".

¿Cómo se ve un sistema vivo sano? Como regla general, es denso, diversificado, y bien adaptado a su ambiente. Esto significa que quieres tener muchos organismos vivos y quieres que sean

distintos. Muchas personas pueden imaginarse fácilmente lo que esto significa de la superficie del suelo hacia arriba. Este es un bosque sano con una gran diversidad de árboles, arbustos y otros tipos de vegetación. Esta parte del sistema es crucial porque mitiga los efectos de la exposición al viento, a la lluvia y al sol. Los múltiples niveles de la vegetación ayudan a que la tierra aproveche estos elementos mientras al mismo tiempo proporcionan protección en casos de eventos extremos de clima.

© Darcy Seles - Obra de arte



Encima del suelo

Debajo de la tierra

Sistemas de Vida Saludable

La parte del sistema que está arriba del suelo es solamente la mitad de la imagen. Lo que vemos arriba del suelo usualmente se refleja bajo el suelo, y lo que sucede allí es posiblemente más importante. ¿Por qué? Porque la parte de abajo del suelo juega un papel especial en el procesamiento y retención de varios factores que se necesitan para mantener todo el sistema, tales como el agua, azúcares, nutrientes, minerales y materia orgánica. El manejo de estos factores se conoce como el ciclo de los nutrientes.

Adicionalmente, el área debajo del suelo retiene la fertilidad del sistema a través de los tiempos de dificultad y transformación. Un sistema sano puede manejar varias agresiones y reponerse gracias a su fuerza oculta bajo la superficie.

Ahora que tienes una idea clara sobre el papel que juegan en el sistema tanto de la parte de arriba como la de abajo del suelo, veamos otro aspecto. Pensemos en estas tres partes del sistema:

1. La Red de Alimento del Suelo- la estructura, los elementos y los seres vivos en el suelo.
2. Criaturas - insectos y animales benéficos, incluyendo a humanos sensatos.
3. Vegetación- árboles y plantas diversos que permanecen en el largo plazo

La red de alimentos del suelo:

El suelo es diferente que la tierra inerte. El suelo de alta calidad está vivo. Tiene la mezcla correcta de propiedades físicas y químicas para mantener muchas formas de vida. Mientras más vida hay presente en el suelo, mejor. Estas formas de vida viven juntas en una comunidad subterránea y están conectadas por redes. Este conjunto completo es conocido como la red de alimentos del suelo. Una buena red de alimentos del suelo cumple diversas funciones muy importantes:

1. Modifica los nutrientes para hacerlos disponibles.
2. Contribuye a fijar el nitrógeno de la atmósfera y lo hace disponible para las plantas.
3. Mejora la estructura y la aireación.
4. Alberga organismos sanos del suelo que se alimentan de las plagas de los cultivos.
5. Hace accesible agua y nutrientes a las raíces de las plantas, que no los pueden alcanzar directamente.
6. Regula la retención y almacenamiento del agua; la humedad se retiene en tiempos de sequía. Durante los eventos de lluvia intensa dispersa y airea el agua para evitar encharcamientos.

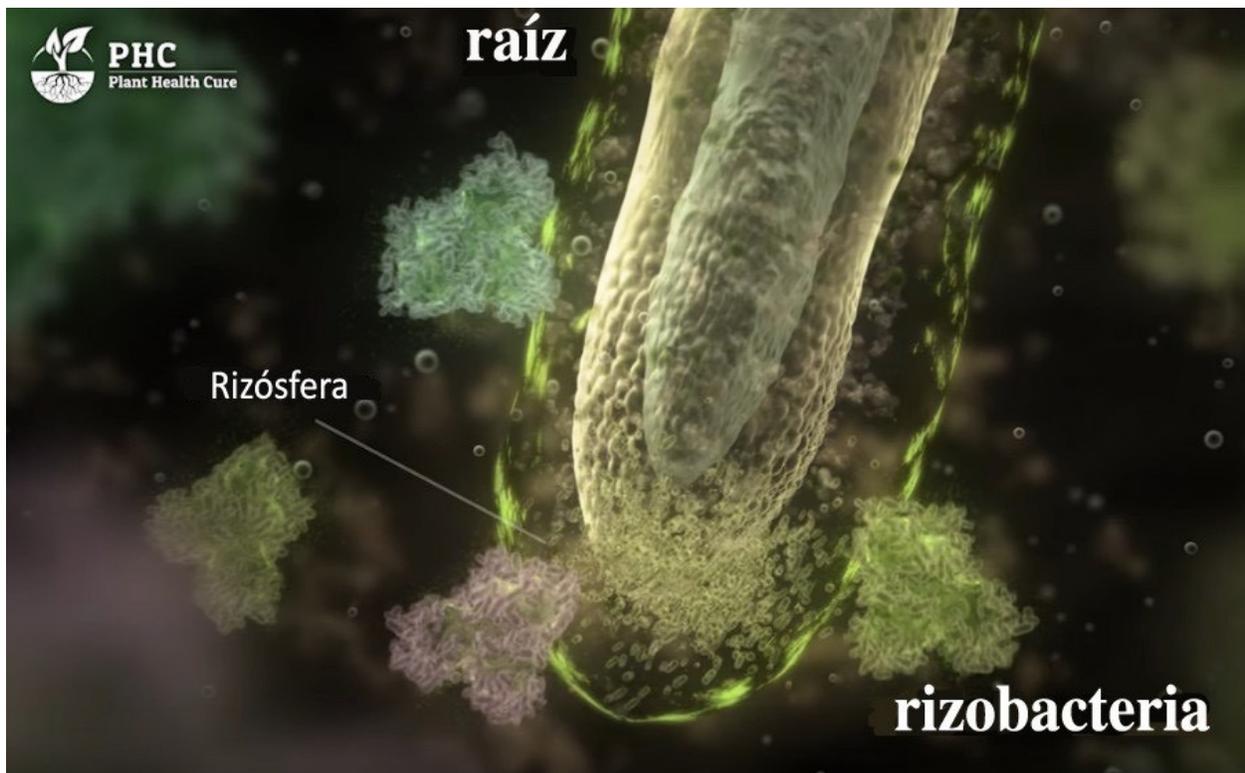
Un miembro importante de la red de alimentos del suelo son los hongos del suelo. Los hongos del suelo requieren suelos húmedos y sin perturbar, con abundante madera en descomposición y raíces vivas. Los árboles y la vegetación perenne son importantes porque sus raíces permanecen intactas y vivas una temporada tras otra, proporcionando un nicho ecológico para los hongos del

suelo. Los hongos del suelo y las raíces de las plantas son simbióticos. Los hongos crean una red de pequeños filamentos que ayuda a las plantas a absorber nutrientes y agua que de otra forma estarían fuera de su alcance, incrementando la zona de absorción 7 veces en promedio. También son importantes los hongos para la inmunidad. Al pensar en los hongos del suelo, piensa "inmunidad y red de transporte".



Los hongos del suelo y su interacción con la raíz.

Los microorganismos del suelo son también muy importantes. Ayudan a proteger y alimentar a las plantas. Los microorganismos del suelo son conocidos como "rizobacterias". Son capaces de descomponer los minerales y hacerlos disponibles a las raíces de las plantas. Algunas veces los "suelos pobres" contienen en realidad muchos minerales, pero estos están contenidos en una forma no utilizable. Los microorganismos del suelo los hacen disponibles. Las rizobacterias forma también un escudo o barrera alrededor de las raíces para prevenir que los microorganismos patógenos hagan daño; esto es conocido como la rizósfera. Cuando pienses en los microorganismos del suelo, piensa "campo de protección y proveedor de nutrientes".



Las rizobacterias y su interacción con la raíz.

La relación entre los hongos del suelo, los microorganismos y las raíces de las plantas es mutuamente benéfica. ¿Por qué? Porque las raíces de las plantas alimentan a los hongos y a los microorganismos con azúcares. Una red de alimentos del suelo sana depende de todos estos actores y más. Cuando uno de estos elementos no está o no hay suficientes, el sistema es débil y la enfermedad puede aparecer.

La mesofauna del suelo también es importante para la red de alimentos del suelo. La mesofauna del suelo es a veces demasiado pequeña para ser apreciada a simple vista. Son organismos muy pequeños (1-2 mm) que auxilian en la descomposición de la materia orgánica y por lo tanto proporcionan la estructura del suelo requerida por las plantas. Estas criaturas pueden también alimentarse de microorganismos patógenos y otros organismos indeseables. ¡Un suelo sano puede albergar hasta a 200 000 organismos de este tipo en un solo metro cuadrado!

Mesofauna del Suelo

Invisible para el ojo humano, pero valiosa para la granja.



Criaturas:

Las criaturas benéficas cumplen varios roles importantes y debemos promover su presencia en la parcela. Por ejemplo, las lombrices y cienpiés descomponen la materia orgánica. Los polinizadores tales como abejas, palomillas, mariposas, moscas, escarabajos, murciélagos y colibríes incrementan las cosechas substancialmente. De hecho, el 35% de los cultivos para consumo humano a nivel global dependen de los polinizadores. Los sapos, lagartijas, pájaros, escarabajos y arañas son controladores naturales de plagas. Animales más pequeños como pájaros y monos ayudan a dispersar y plantar semillas. Animales mayores traen estiércol a la parcela. Uno de los animales mas importantes en el paisaje es un humano inteligente, asumiendo que el agricultor comprende los principios de la agricultura sintrópica. Por último, una comunidad establecida de criaturas benéficas no deja espacio para que las dañinas plagas se establezcan. Es por esto que es importante evitar el uso de pesticidas. Pueden matar a las formas de vida tanto dañinas como benéficas, dejando a la parcela debilitada y sin protección.

Descomponedores



Polinizadores



Depredadores de plagas



Vegetación:

Una comunidad diversa de árboles y plantas constituye la mayor parte del sistema vivo. Como mencionamos anteriormente, ellas cumplen funciones importantes arriba y abajo del suelo. Es por esto que es importante que le sea permitido a la mayor parte de la vegetación permanecer en el paisaje de manera permanente.

¿Recuerdas como la red de alimentos del suelo y los hongos dependen de raíces vivas? Aquí es donde la agroforestería difiere de la agricultura convencional. Los árboles y otras plantas perennes son cultivados en abundancia. Se reconoce su alto valor incluso si son plantas de biomasa. Si bloquean demasiado el sol a las plantas objetivo, simplemente se podan, pero no se matan. El agricultor se da cuenta que el arar el suelo es dañino para las raíces y la red de alimentos del suelo, y por lo tanto limita al mínimo esta práctica. Adicionalmente, las prácticas de tumba y quema se eliminan ya que matan toda la vegetación, destruyen el banco natural de semillas y dañan en suelo. El agricultor tendría que empezar desde el principio.

El agricultor dedica mucho trabajo para cultivar un denso y fuerte banco de vegetación en la parcela, pues cumple muchas funciones para el sistema vivo unificado. Una de las claves para lograr el crecimiento de esta densa vegetación es el entender cómo se pueden cultivar múltiples capas de vegetación de manera que se beneficien mutuamente. Esto se logra a través de la estratificación.

Estratificación:

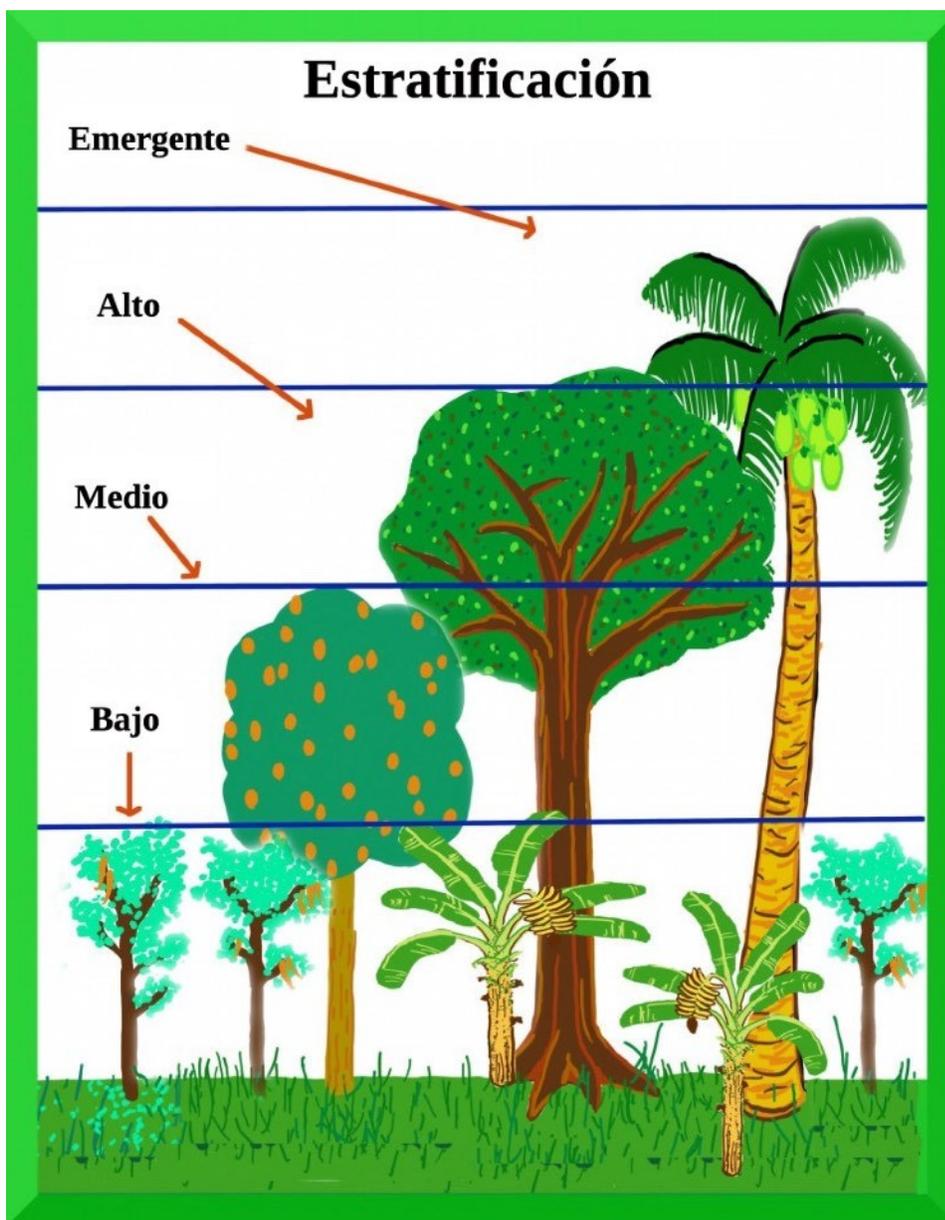
En un consorcio de árboles, el nivel de estratificación se refiere a las diferentes alturas relativas de los árboles. Los niveles para la agricultura sintrópica se clasifican como: emergentes, altos, medios y bajos. Estos niveles pueden dividirse aún más cuando sea necesario, tales como altos/medios a medios/bajos. Determinar el estrato de los árboles no es algo sencillo. Algunos árboles pueden jugar el papel de dos estratos diferentes...por ejemplo, las palmas de coco algunas veces ocupan el estrato emergente o el nivel alto. La naturaleza no siempre obedece las categorías que creamos.

Cuando comparas a los árboles del mismo consorcio unos con otros, el nivel de estratificación, o los estratos, siempre estarán en relación con la altura del árbol, pero esa altura no es el factor determinante. El estrato al que pertenece el árbol se determina por su necesidad de luz solar. Aquellos árboles que necesitan más luz son los emergentes, y los que necesitan menos son los bajos.

Normalmente la necesidad de luz solar y la altura del árbol van de la mano, pero no siempre. Algunos consorcios de árboles maduros son más altos que otros. Compara las secuoyas gigantes con otros bosques clímax. Los árboles emergentes como las secuoyas gigantes en éste ejemplo,

serán mucho más altos que los de un bosque típico. A pesar de la gran diferencia de altura, ambos son del estrato emergente y ambos necesitan luz solar completa. Por esta razón no es posible clasificar a los estratos por una altura determinada. Una vez que sabemos esto, veamos otras características de los estratos.

Los árboles emergentes son los que sobresalen del dosel del bosque. Le siguen el estrato alto y más abajo el estrato medio. Muchos árboles frutales crecen a la altura de los estratos altos y medios. Por último, el estrato bajo está abajo de todos los otros estratos y es el que recibe más sombra (piensa en el café). El cacao es un árbol de estrato intermedio que crece hasta alcanzar el nivel medio/bajo. Proporcionaremos una lista detallada de los estratos en la sección práctica de este manual.



¿Por qué es importante aprender acerca de los niveles de los estratos? Porque los niveles te dicen la distancia correcta a la que debes colocar los miembros de tu consorcio. Aún cuando es posible modificar muchos aspectos de un diseño agroforestal, la distancia correcta de siembra debe ser mantenida ya que se determina en base a las características naturales de las plantas. Los árboles del mismo nivel necesitan suficiente espacio para que sus copas puedan crecer hasta madurar sin tocarse unas con otras. En algunos casos, se les dará todavía más espacio para asegurar que la luz solar pueda penetrar hasta los estratos más bajos de la parcela. Sin embargo, árboles de diferentes niveles pueden sembrarse mas cercanamente porque sus copas crecerán a diferentes alturas y por lo tanto pueden compartir el mismo espacio verticalmente. Si sus copas terminan estando demasiado cerca unas de otras, siempre se pueden podar.

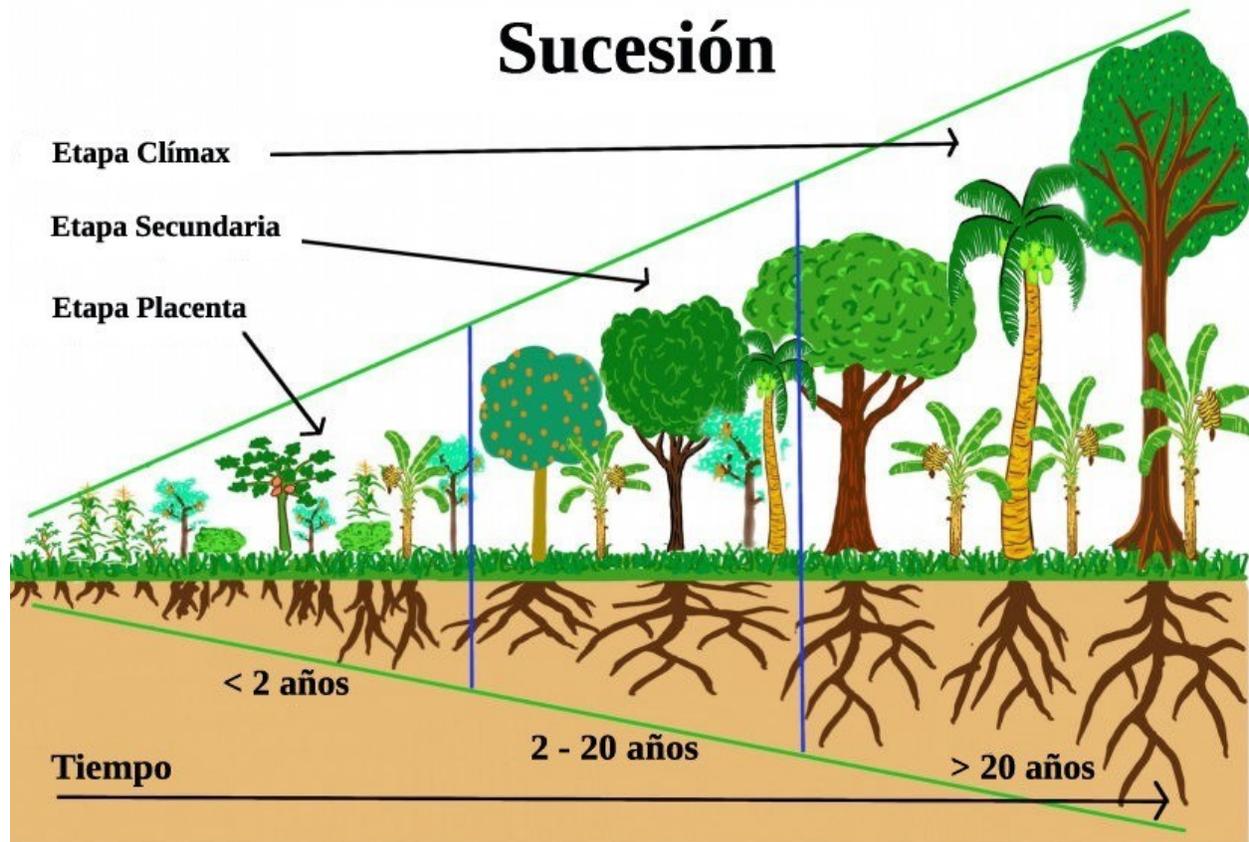
Para que la parcela absorba la mayor cantidad de energía solar, es mejor mantener una proporción específica entre los 4 estratos. Esta es una guía aproximada, pero como regla general es mejor mantener estas proporciones:

Proporciones de los estratos			
Emergente	Alto	Medio	Bajo
20%	40%	60%	80%

Cada porcentaje se refiere a la cantidad total de la superficie de tierra que está cubierta por el dosel de la vegetación a determinado nivel. La razón por la que los porcentajes suman más del 100% es porque los estratos se traslapan. Por ejemplo, en algunos casos los estratos emergentes, altos, medios y bajos pueden cubrir la misma superficie de tierra.

Estas proporciones se logran gracias tanto a una correcta plantación al inicio como podando más adelante. En realidad, los árboles siempre están creciendo y la parcela siempre está cambiando. La cobertura del dosel es dinámica. Así que si los árboles empiezan a ocupar más espacio del planeado, sencillamente se podan al tamaño necesario nuevamente. Estas proporciones ayudarán a guiar las prácticas de poda del agricultor pero no deben ser tomadas como una regla.

Hemos cubierto mucho material para ayudarnos a ver cómo el sistema vivo captura grandes cantidades de energía. La estratificación nos dice cómo maximizar la densidad de plantación. ¿Recuerdas como la captura de energía se logra con esquemas densos de plantación? Pero esa es solamente la mitad de la ecuación. La otra mitad se logra a través del poder de la sucesión natural.



Sucesión:

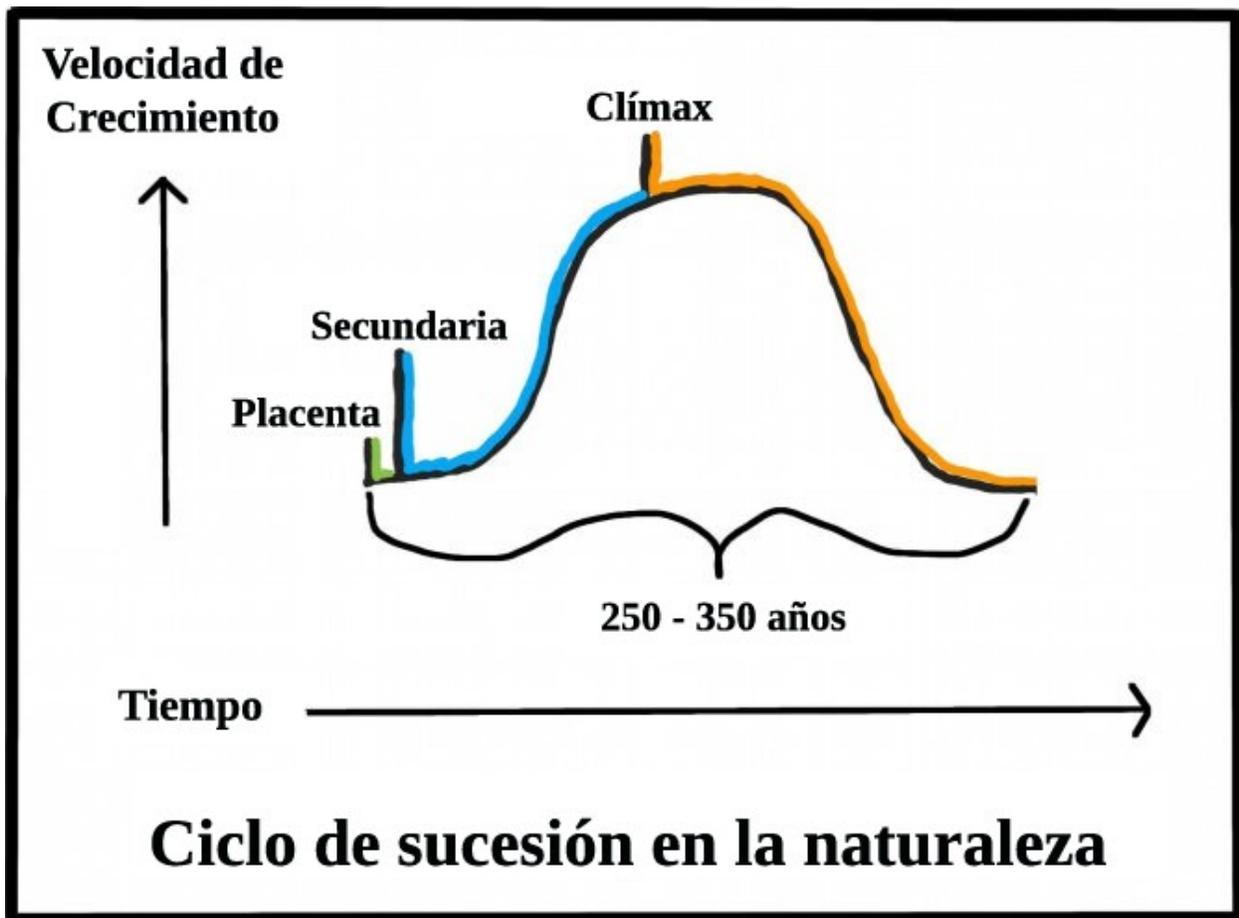
La sucesión es la tendencia de un sistema natural para evolucionar de lo simple a lo complejo. A través del proceso de sucesión, la vida en las plantas se mueve hacia especies que son capaces de capturar y almacenar más y más energía. Esto da como resultado una concentración de energía, que es precisamente lo que significa el término "sintropía". Manejar el poder de la sucesión natural es fundamental en la agricultura Sintrópica.

La sucesión mejora la calidad del suelo, la biodiversidad y mueve el sistema hacia una vegetación que vive más tiempo. Si la dejamos, la naturaleza transformará el suelo descubierto en una selva o un bosque prósperos y lo mantendrá por sí misma. La selva es mucho más productiva y diversa que un campo. Este proceso se logra a través de la madurez de una comunidad de diferentes plantas, cada una de las cuales cumple funciones específicas, en ocasiones de corto plazo.

Para ayudarnos a entender la sucesión, la dividimos en diferentes etapas, pero en realidad ocurre de forma ininterrumpida. En la agricultura Sintrópica, la primera etapa es llamada "placenta". La siguiente etapa es llamada "secundaria". La etapa final es llamada "clímax". Cada etapa mejora

las condiciones de crecimiento de la siguiente, así que paso a paso la tierra se vuelve más fértil y más llena de vida hasta que alcanza la etapa clímax.

En este punto la velocidad de crecimiento disminuye y el sistema envejece. Los árboles de niveles inferiores mueren por falta de luz solar. Esto produce los bosques abiertos que es muy agradable atravesar caminando. Estos sistemas clímax viven muchos años y los árboles que han sobrevivido están muy bien adaptados genéticamente al lugar, pero eventualmente incluso esos árboles remanentes mueren por envejecimiento natural. Pero las cosas no terminan aquí; un nuevo ciclo empezará, más fértil que el anterior. Este tópico será cubierto a mayor detalle abajo, en la sección " 3 fases de evolución".



La naturaleza progresa muy lentamente a través de cada ciclo, desde la placenta hasta la etapa clímax. ¡Un ciclo puede tomar de 250 a 350 años en la naturaleza! Afortunadamente en la agricultura Sintrópica se puede lograr en tan poco tiempo como 20 años acelerando los procesos naturales.

La etapa placenta es dominada por vegetación que puede crecer en ambientes y condiciones de suelo muy arduas. Estas plantas frecuentemente te crecen rápido y producen una gran cantidad de semillas. Cuando pienses en placenta, piensa en hierbas y "especies invasivas" e imagina un contexto de pastizal o campo. La mayoría de las personas piensa en las especies invasivas como dañinas, pero en realidad cumplen una función en la naturaleza. Traen balance y fertilidad a la tierra. Cuando el agricultor aprende a manejar estas especies, de pronto se vuelven útiles.

Las especies placenta frecuentemente cumplen un papel temporal para mejorar las condiciones para las etapas posteriores y después mueren. Usamos el nombre "placenta" para transmitir esta cualidad de dar vida. El término placenta también describe en hecho de que frecuentemente todas las otras especies están presentes, pero sin desarrollarse durante este periodo, tal como un bebé en el vientre.

Una etapa secundaria tendrá mayor vegetación y árboles. Su tiempo de vida es mayor y requieren condiciones más fértiles para crecer.

Por último, la etapa clímax puede tener plantas y árboles muy longevos. Son algunas veces muy delicados y producen muchas menos semillas. Durante la etapa clímax ocurre un proceso de selección que favorece a las especies mejor adaptadas al ambiente del sistema. Esto puede resultar en una relativa disminución en la biodiversidad de las plantas cuando lo comparas con la etapa secundaria.

Los estratos y las etapas de sucesión :

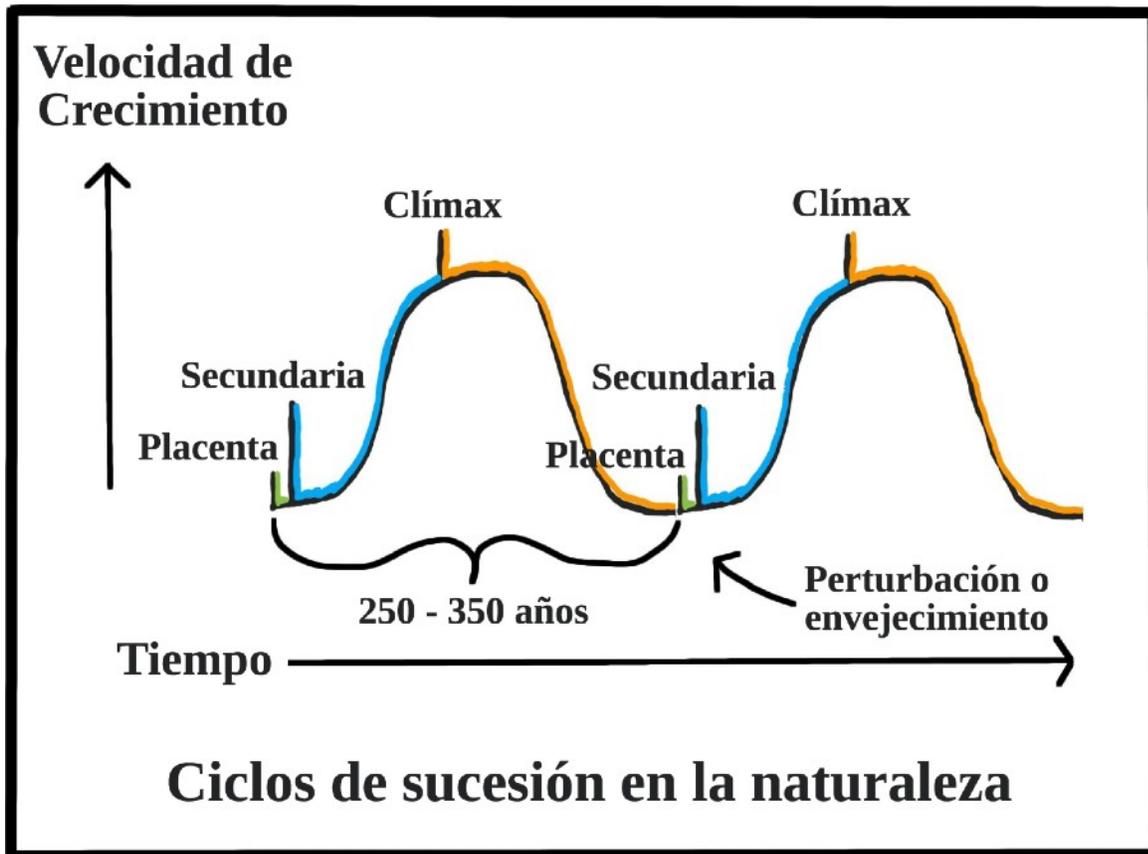
Es importante aclarar aquí que el nivel de estrato de la vegetación está además definido por el nivel de sucesión que ocupa al alcanzar la madurez. Por esta razón, es importante referirnos a la etapa de sucesión cuando hablamos sobre los estratos. Por ejemplo, en la etapa de placenta los estratos están ocupados principalmente por hortalizas. Mientras que en las etapas secundarias y clímax están ocupados por árboles.

Consortios Basados en Niveles de Estrato y Sucesión				
	Placenta I	Placenta II	Secundario	Climax
Emergente	Maíz	Papaya	Eucalipto	Mahogany
Alto	Tomate	Cassava	Mango	Cashew
Medio	Frijol trepador	Water yam	Lima	Mandarina
Bajo	Calabaza	Piña	Annatto	Café

3 Fases de Evolución

Ernst reconoce que la etapa clímax no tiene fin. Después que el bosque o selva clímax está completo, el proceso de sucesión puede empezar nuevamente con una etapa placentaria más fértil. Entonces el sistema evoluciona a etapas secundarias y clímax que son también más fértiles. Las especies vegetales en el suelo pueden ser totalmente distintas que durante el primer ciclo y mejoran con el tiempo. La fertilidad aumenta con cada ciclo hasta que hay suficiente para producir una abundancia de cosechas para mantener a las formas de vida más grandes en esa área.

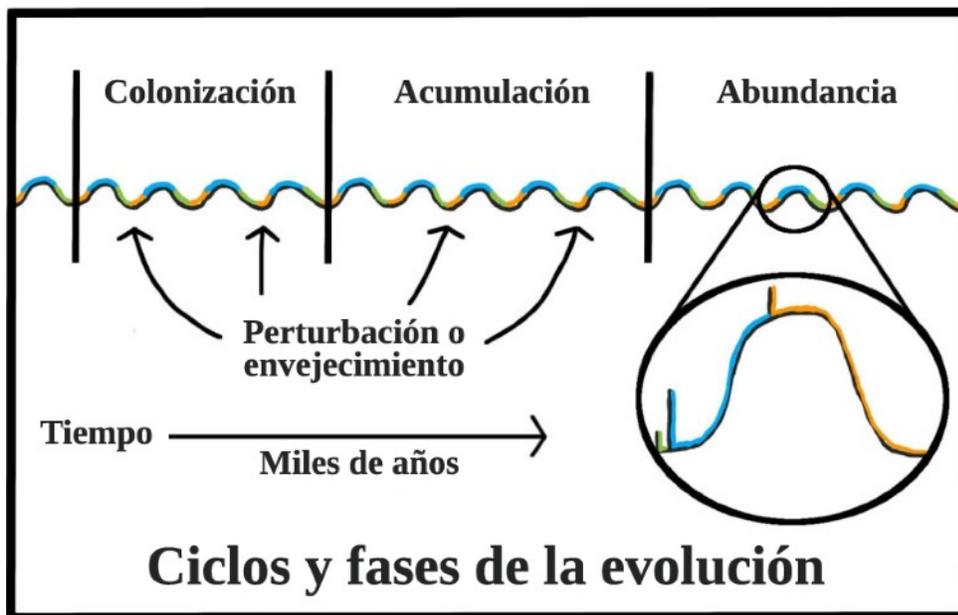
La principal causa por la que se termina una etapa clímax es el envejecimiento de los árboles. Pero también, fuerzas tales como el clima, el fuego, plagas y animales son disturbios naturales que pueden afectar el ciclo de un sistema forestal. Ernst vio que cuando los árboles caían regresaban la fertilidad al suelo y provocaban una fuerte respuesta de crecimiento que beneficiaba a todo el sistema. Esto solamente es así cuando el bosque ha alcanzado al menos una etapa secundaria de sucesión y la porción del sistema que está abajo del suelo permanece viva. Un disturbio demasiado grande no es benéfico si acaba totalmente con la vida o sucede cuando la tierra no se ha desarrollado, como sucede en la etapa placentaria. En este caso, el sistema vivo debe reiniciar desde el principio.



Con disturbios benéficos constantes, la sucesión natural seguirá sus ciclos hasta pasar por 3 fases. En la naturaleza esto toma miles de años. En la agricultura syntrópica estas fases son conocidas como "colonizadora, acumulación y abundancia". La fase colonizadora es un intento de la naturaleza de establecer vida en una tierra mas o menos muerta. Esta etapa esta dominada por formas de vida que pueden crecer en condiciones difíciles y servir el propósito de preparar la tierra para vegetación más grande al generar materia orgánica y alterando la química del suelo.

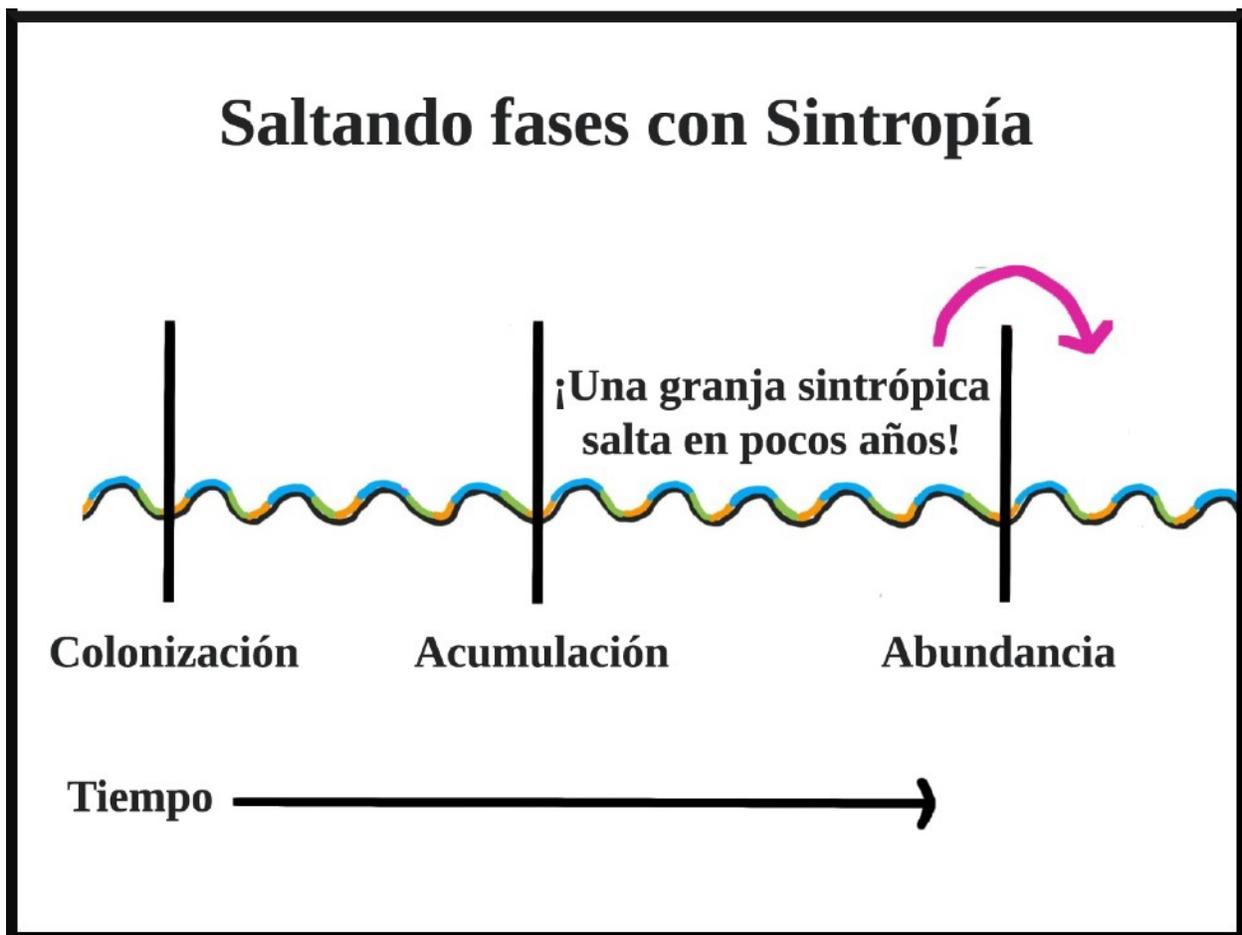
Después sigue la fase de acumulación. En este punto el sistema es capaz de sostener la vida de animales pequeños (hasta del tamaño de una gallina). Aquí empieza a haber algo de fertilidad, pero las cosas apenas empiezan a desarrollarse y el sistema no puede sostenerse a sí mismo, necesita almacenar grandes cantidades de carbono para fortalecerse. Las necesidades relativas de agua y nitrógeno para el sistema son bajas en este punto. La mayoría de las tierras de cultivo del planeta están atoradas en la fase de acumulación porque la agricultura moderna constantemente respeta el sistema a través del arado, de remover plantas perennes y de otros disturbios. Esto evita que el sistema pueda evolucionar a la fase de abundancia. Es importante aclarar que la agricultura moderna hace posible alimentar a animales de mayor tamaño durante la fase de acumulación, pero depende de la aplicación continua de fertilizantes para lograrlo.

Si se permite que el sistema vivo evolucione y pase por suficientes ciclos, la tierra aumenta su fertilidad y eventualmente entra a la fase de abundancia. En este punto libera grandes cantidades de fósforo, pero ahora necesitará nitrógeno y agua. Su fertilidad alcanza un punto en el que puede sostener la vida de animales mayores y puede hacerlo indefinidamente. La biomasa, la biodiversidad y la variabilidad genética de cada especie en el sitio se incrementa. Es tan grande que es capaz de absorber la energía y nutrientes que necesita del sol, el aire y también hacerla disponible de donde esté almacenada en el suelo.



Toda la agricultura syntropica se trata de alcanzar la fase de abundancia. Aquí es cuando los procesos suceden fácilmente y lo bueno es que no debes esperar décadas para llegar ahí. Si el agricultor empieza con buena tierra y puede cubrir el suelo con materia orgánica desde el primer día, ¡puede alcanzar esta fase en tan poco tiempo como un par de años!

¿Cómo puede el agricultor acelerar este proceso evolutivo? Con podas estratégicas y manejo. La poda de vegetación tiene beneficios múltiples que influyen en la rapidez del crecimiento en la parcela. También el arroje que se crea aporta grandes cantidades de carbono a la red de alimentación del suelo. Al hacer esto, el sistema se alimenta de lo que necesita mucho mas rápidamente que lo normal y es llevado de la fase de acumulación hasta la fase de la abundancia.



3 Puntos Clave de la Agricultura Syntrópica:

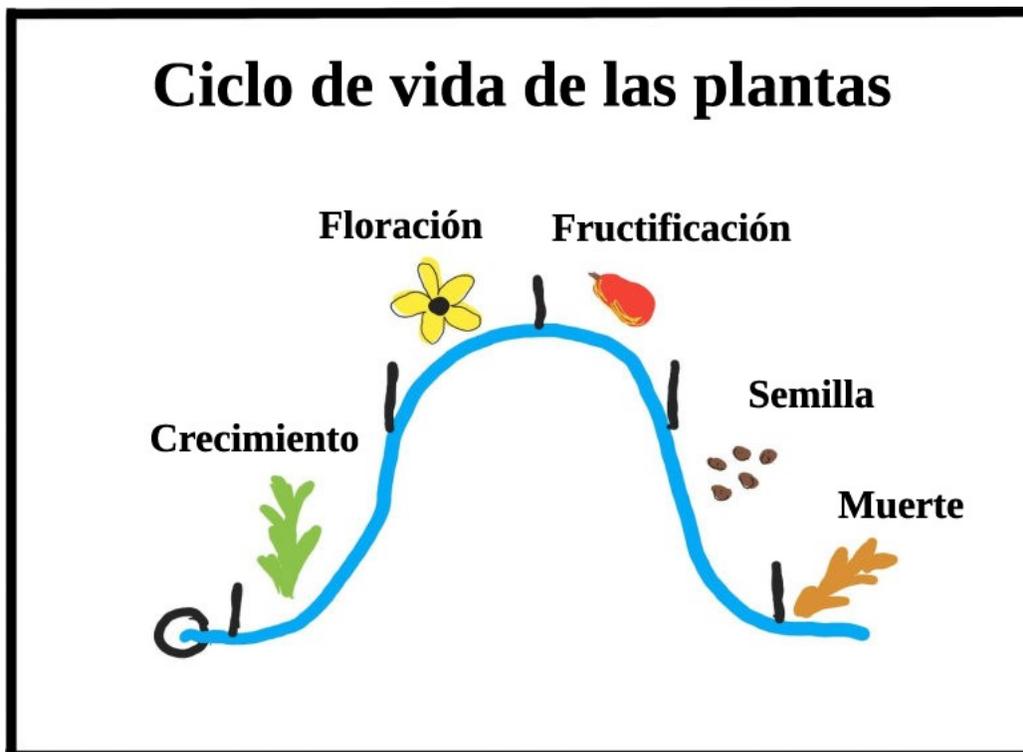
Veamos ahora 3 puntos clave de la agricultura Syntrópica . Los primeros dos son relevantes porque son prácticas de poda y manejo que ayudan a acelerar el crecimiento y la evolución. Al combinar los 3 puntos clave el agricultor tiene las piezas fundamentales del rompecabezas para construir un sistema vivo saludable. Estas son:

1. Podar para estimular el crecimiento; 2. Cubrir el suelo con materia orgánica ; 3. Plantar consorcios de árboles inteligentemente.

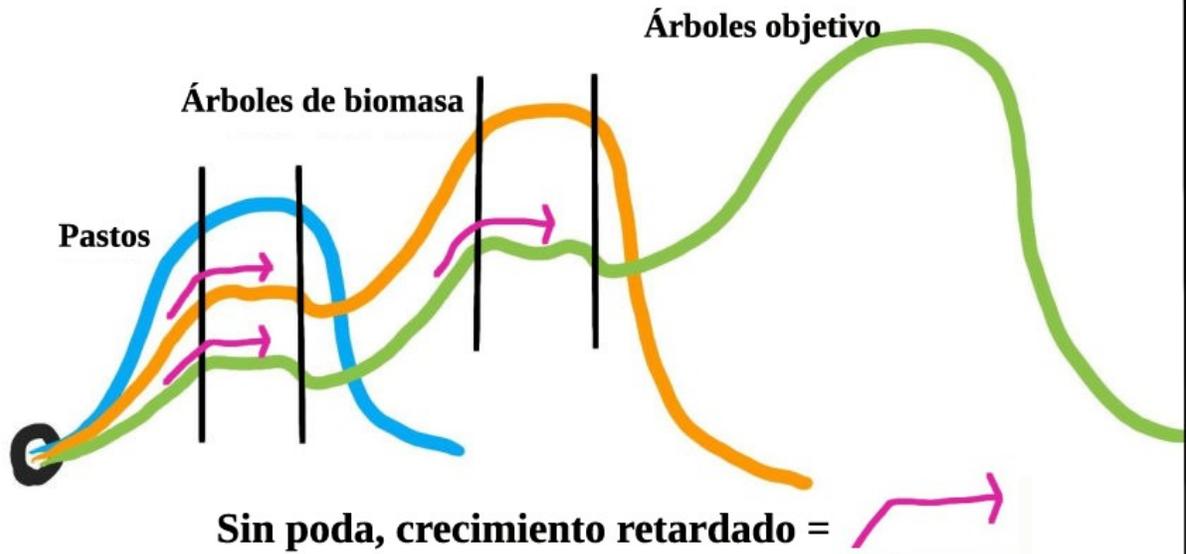
1. Podar para estimular el crecimiento

Podas de gran escala dan un gran impulso al sistema. Las plantas viejas hacen más lento el crecimiento de todo el sistema. Pero si lo podas, empiezan una nueva fase de crecimiento. Así que podar quita el pié simbólico de este pedal de freno pero es todavía mejor que eso, ya que pone el pié en el acelerador! Envía un mensaje de crecimiento al liberar grandes cantidades de hormonas de crecimiento de las plantas de todo el sistema. Esta respuesta de crecimiento influye no solamente a los árboles podados, sino a todas las plantas en la cercanía

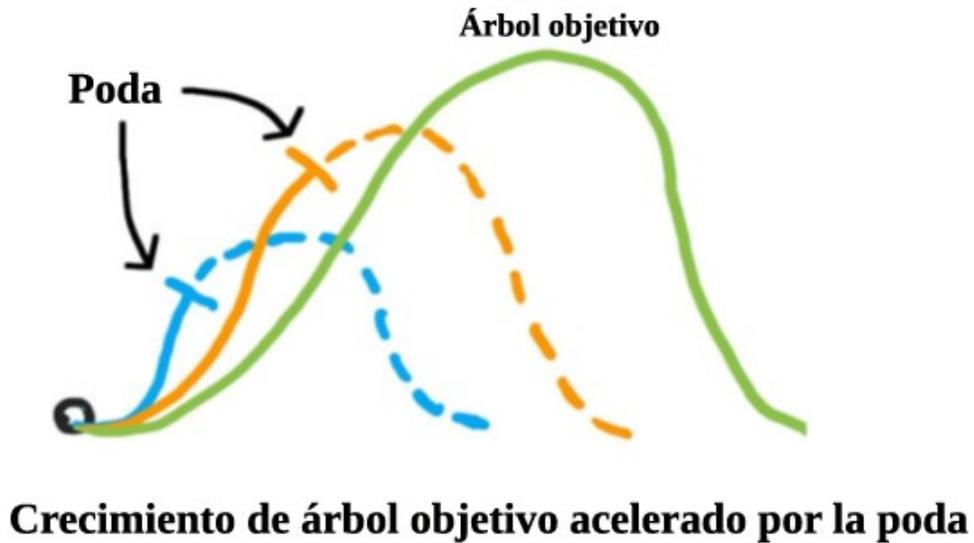
Para entender cómo funciona esto, es importante saber que todas las plantas pasan por un ciclo de vida. Primero es un periodo de rápido crecimiento. Después las cosas empiezan a hacerse mas lentas cuando la planta florece. Después de esto la planta se prepara para hacer fruta y semillas y se vuelve relativamente seca. Cuando el crecimiento de una planta se hace lento, tiene una influencia negativa en las plantas circundantes también. Este efecto de "alentamiento" se evita en la agricultura Sintrópica con la poda. Las plantas de biomasa se podan a la primera señal de senescencia, antes de que la formación de flores haya iniciado. Se debe permitir la fructificación de las plantas objetivo, ya que esa es la función de su presencia. Sin embargo, deben podarse tan pronto sea posible después de la cosecha.



La senescencia retarda el crecimiento de todas las plantas



La poda promueve el crecimiento de todas las plantas



Los árboles y plantas de biomasa serán los principales colaboradores para esta respuesta de crecimiento. Son podados intensamente en los primeros años. Los árboles objetivo cultivados por su fruto se podarán menos, aunque estos también aportarán al pulso de crecimiento. Por último, el desyerbe selectivo ayuda a la parcela. Toda la vegetación en la propiedad debe ser monitoreada y podada al identificar signos de envejecimiento. De esta manera, cada planta puede contribuir con el pulso de crecimiento. A pesar de que Ernst primero utilizó árboles y arbustos como plantas de biomasa en su finca, ahora él también recomienda el uso de ciertas especies de pasto.

Las plantas de biomasa usualmente se colocan en una hilera junto a los árboles frutales. Dicha hilera es llamada línea A. El espacio entre dos hileras es llamada área-B y se utiliza para sembrar hortalizas o pastos de biomasa.



Plantas de biomasa en Líneas - B, antes de la poda.

La liberación de la hormona de crecimiento empieza al momento en que la vegetación es podada y su impacto depende del tamaño y las características de la planta o árbol podado. Si el agricultor tiene una línea A densa y biodiversa, entonces toda el área-B recibirá un intenso pulso de crecimiento. La siembra del área-B debe realizarse inmediatamente luego de realizar la poda. Si las plantas ya están establecidas, a menudo un incremento en su crecimiento puede percibirse en tan solo una semana. Las hojas de cacao se expanden y los árboles incrementan su producción de fruta. ¡El maíz puede crecer hasta 30 cms adicionales!



Los árboles de biomasa se podan de forma severa

La poda tiene muchos otros beneficios. Algunas de las raíces de las plantas mueren, lo cual le proporciona materia orgánica al suelo y crea una red abierta para que la red de alimentos del suelo la utilice. Además, el área recibirá más luz solar y el sistema recibirá una gran dosis de materia orgánica. Pero el rápido estirón de crecimiento no se debe al compostaje de la cobertura de materia orgánica, lo cual toma muchas semanas, sino más bien a la liberación de la hormona de crecimiento.

Secuencia de Gestión con Poda para el Crecimiento



Si el agricultor tiene árboles frutales maduros, la poda puede ser realizada de manera estratégica para apoyar la producción de fruta. Muchos árboles frutales prefieren recibir más luz solar durante las etapas de floración y fructificación. Por lo que la poda de la vegetación de biomasa se planifica para al momento de floración para abrir el dosel y permitir mayor entrada de luz solar. Esta práctica se conoce como poda de sincronización. En las zonas tropicales, la poda sincronizada suele realizarse en la temporada seca, lo cual impide que haya un pulso de crecimiento con dicho disturbio. El pulso de crecimiento requiere que haya una buena cantidad de agua en el sistema.

Por otro lado, se puede verificar en las imágenes anteriores la presencia de muchas plantas de banano. A menudo Ernst dice: si quieres vegetales, siembra banano. El banano es una gran fuente de biomasa. Esta planta es tan valiosa para el suelo que algunos productores la siembran únicamente por su biomasa y no por su fruto. El pseudotallo del banano se corta verticalmente primero y luego en pedazos más pequeños y se coloca en el suelo, por ejemplo, al lado de hortalizas recién sembradas.

Los pedazos de tallo de banano también funcionan como trampa mortal para el gorgojo del banano. El gorgojo del banano es un escarabajo que ataca y daña las plantas. Es atraído por el banano recién cortado y cuando pone sus huevos en los pedazos de banano, las larvas no logran realizar su ciclo de vida y mueren.

Es importante señalar que la poda es beneficiosa mucho más allá de la simple producción de materia orgánica. Por ejemplo, si toda la materia orgánica necesaria para cubrir el suelo de la parcela se trajera de otro lugar, le estaría faltando la respuesta de crecimiento generada por la poda intensa. Es imprescindible sembrar dentro de la parcela plantas que puedan ser podadas. El agricultor debería realizar esta práctica al menos dos veces al año y más que eso en algunos años.

Existen razones adicionales para podar, además de la respuesta de crecimiento y la producción de cobertura de materia orgánica. La poda puede utilizarse como un mecanismo de limpieza. Debe realizarse con frecuencia para remover las partes secas, enfermas o poco productivas de una planta. De igual forma, la poda también permite mantener los niveles de los distintos estratos y por último, sirve para generar más espacio en el sistema, por ejemplo, cuando toca remover una planta o árbol permitiéndole un mayor espacio a las demás.

2. Cubre el suelo con materia orgánica

Cubre el suelo con una capa gruesa de materia orgánica y mantenlo cubierto. ¿Cuánta materia orgánica necesitas? ¡Mucha! , la necesaria para impedir el crecimiento de malas hierbas y pastos. La cantidad exacta necesaria para esto varía según el material utilizado pero a menudo requiere una capa de 10cm o más de grosor.

Ernst dice que un suelo descubierto es como una herida en la tierra. Una capa gruesa de materia orgánica es sanadora. Con el tiempo se convierte en un rico compost, que actúa como un fertilizante orgánico. También protege el suelo del sol y previene la evaporación del agua, reduciendo la necesidad de lluvias frecuentes. Al bloquear la competitividad de los pastos y malas hierbas, le facilita la vida al agricultor. Además, mantiene limpia la cosecha.

Por último, ¿recuerdas la red de alimentos del suelo? A ésta le encanta una capa gruesa de materia orgánica. Los microorganismos, hongos y lombrices prosperan en un ambiente así. Mientras más madera se incorpore, mejor crecerán los hongos. La madera se coloca en el suelo directamente, para facilitar su descomposición, mientras que las hojas y el pasto se colocan arriba de ésta. Si la materia orgánica disponible es limitada, entonces utiliza la mayor parte para cubrir alrededor de las plantas y los árboles objetivo.

Los agricultores que puedan importar materia orgánica al inicio adelantarán el proceso en su sistema. Si esto no es posible para el agricultor, deberá esperar a que la vegetación de biomasa madure. Los árboles de biomasa generalmente tardan 2 años, mientras que los pastos tardan 1 año.



Cubra el suelo con materia orgánica, especialmente alrededor de los árboles.



Note que todo el suelo está cubierto.



© Steven Werner

La vegetación crece más vigorosamente cuando el suelo está cubierto. Aquí todos los surcos están sembrados igual, pero note los que tienen acolchado.

3. Siembra consorcios inteligentes

Un consorcio es una comunidad de plantas que crece en cooperación, llena todos los niveles de estrato y madura con el tiempo para pasar por todas las etapas de sucesión.

Esto quiere decir que el sistema debe diseñarse con anticipación. Imagina cómo evolucionarán las plantas y los árboles con el paso del tiempo. Esto requiere un conocimiento preciso sobre las distintas plantas y su ciclo de vida. El diseño sintrópico es altamente complicado, pero cuando se realiza correctamente, ofrece muchos beneficios. La parte práctica de esta guía te facilitará dicho diseño. Pero analicemos ahora un escenario potencial de cómo puede desarrollarse un consorcio inteligente.

Si asumimos que estás empezando con una parcela con campo abierto, inicialmente las hortalizas y el pasto van a ser dominantes, pero con el tiempo la parcela se convertirá en un bosque comestible. Las hortalizas sembradas en los primeros años le generan ingresos al agricultor, pero también proveen un ambiente protector a las plántulas recién sembradas.

Los consorcios sintrópicos se destacan por tener esquemas densos de asociación de cultivos que producen cosechas en oleadas. La cosecha de vegetales puede empezar en tan solo 3 semanas y continuar más allá del primer año, un ciclo de cultivo tras otro, dependiendo de qué plantas sean sembradas. Cuando se elimina una planta de la etapa de placenta, se genera un espacio que será ocupado por plantas de etapas secundarias. De esta forma se optimiza el uso del terreno y se impide el desarrollo de plantas competitivas.

Las hortalizas pueden sembrarse una ronda tras otra, si la temporada de lluvia lo permite hasta que el espacio tenga demasiada sombra. Para el primer año el pasto estará listo y para el segundo, los árboles de biomasa pueden ser podados para obtener hojas y madera. En los países en desarrollo los postes de madera son muy valiosos, así que el agricultor puede elegir si usarlo para construcción y leña, pero resulta beneficioso dejar una parte de la madera en el suelo para apoyar un buen desarrollo de los hongos del suelo.

Al cabo de 4 años el suelo empezará a estar sombreado. La parcela puede evolucionar de distintas maneras a partir de este momento, según como haya sido sembrada en un principio. Por lo general hará una transición hacia cultivos que requieren sombra, tal como las verduras de hoja verde, la piña y hacia los árboles que requieren la sombra, como el café y el cacao.

Si se sembraron árboles maderables, estos también empezarán a dominar el escenario. Al incorporar todos esos elementos en el arreglo de siembra inicial, año tras año se incrementarán y diversificarán los rendimientos. Durante los dos primeros años, puede resultar viable podar fuertemente el sistema completo, lo cual permitirá resembrar cultivos comerciales que necesiten mucho sol.

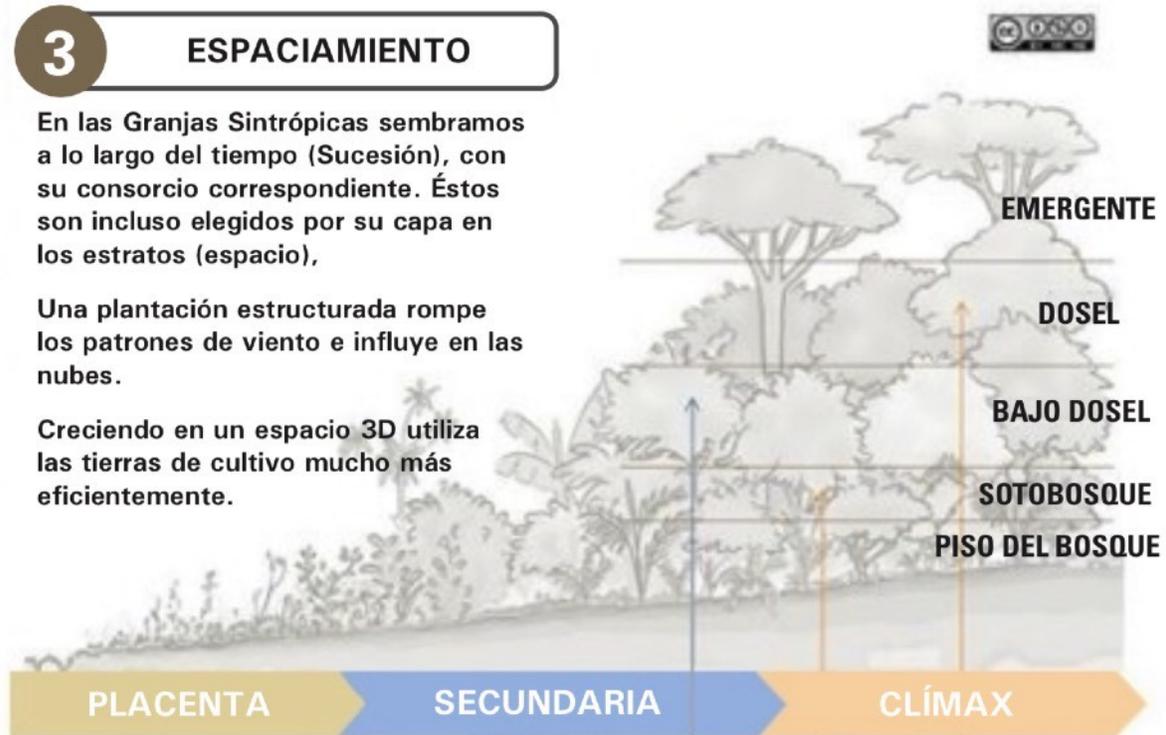
3

ESPACIAMIENTO

En las Granjas Sintrópicas sembramos a lo largo del tiempo (Sucesión), con su consorcio correspondiente. Éstos son incluso elegidos por su capa en los estratos (espacio),

Una plantación estructurada rompe los patrones de viento e influye en las nubes.

Creciendo en un espacio 3D utiliza las tierras de cultivo mucho más eficientemente.



2

SIEMBRA EN EL TIEMPO



Elegimos especies que tienen ciclo de vida asincrónico, así, cuando sembramos al mismo tiempo, cada especie tiene su propio pico de tiempo. Las especies son incluso elegidas por sus necesidades y funcionan en el consorcio.

El consorcio está conectado a lo largo del proceso de sucesión.



Evolución de la Granja



4 meses:
maíz, frijol de enredo y arroz.



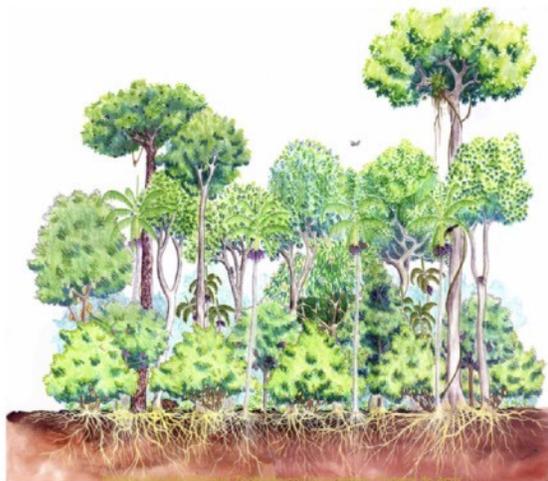
1.5 años:
plátano, papaya y piña.



5 años:
banana, durazno, cacao,
limón, aguacate y leña.



18 años:
banana, durazno, cacao,
plátano, café, caucho y leña.



40 años: lo mismo que arriba
más bacaba, nuez, de Brasil y
muchas otras frutas.

© Darcy Seles - Artwork

Logística de la siembra:

Lo ideal es introducir todos los árboles y plantas para el sistema viviente al mismo tiempo desde el inicio, si el terreno es lo suficientemente fértil. ¿Por qué? Porque a medida que los árboles maduran se dificulta integrar nuevos miembros. Usualmente hay un margen de dos a tres años que permite la incorporación de nuevos árboles, después de ese punto se necesitaría una poda importante para poder introducirlos. Por esto lo ideal es empezar con todos los árboles y plantas desde el inicio.

De igual manera, es preferible reproducir y sembrar los árboles de semilla en abundancia para después eliminar a los miembros más débiles hasta alcanzar el espaciamiento ideal para los que llegarán a la madurez. Las semillas son ventajosas ya que requieren de menos trabajo comparado con la siembra de plántulas en viveros. Son menos costosas y permiten una mayor diversidad genética. Además, al utilizar árboles, el agricultor permite que sea el sistema vivo el que determine cuáles especies crecerán de manera vigorosa en cada ubicación.

Sin embargo, existen algunas excepciones. Algunos árboles no pueden reproducirse a través de sus semillas (el árbol del pan por ejemplo -*Artocarpus altilis*-) y otros árboles frutales no garantizan la calidad de sus frutos al reproducirse por semillas (como el mando, el aguacate, etc.) por lo que deben ser injertados. Algunos árboles crecen vigorosamente al reproducirse mediante esquejes y sembrarlos de esta forma puede facilitar su establecimiento. Por otro lado, algunas semillas deben sembrarse inmediatamente luego de ser cosechadas; si el sistema aún no está listo para recibirlas, entonces éstas deben sembrarse como plántulas de antemano. Por ejemplo, en algunas partes de Haití las semillas de cacao maduran en la temporada seca y las semillas prefieren ser germinadas inmediatamente, por lo que se deben germinar como plántulas de cacao. En conclusión, si bien es preferible la siembra por semilla, en algunos casos resulta necesario establecer plántulas.

Resulta importante identificar a las plantas nativas que puedan introducirse como integrantes del consorcio. Durante la etapa placenta algunas malezas tenderán a crecer y podrán ser utilizadas como plantas de biomasa a ser podadas. Algunas semillas de árboles podrán nacer en la parcela. A menudo son semillas sembradas estratégicamente por aves u otro animal silvestre para satisfacer una necesidad específica del sistema. De no ser así, pueden ser eliminados. ¡Pero lo mejor es siempre esperar y observar! Estos árboles no deseados pueden aportar biodiversidad y pueden llenar un nicho que el agricultor no sembró inadvertidamente. Es mucho más fácil remover un árbol, una vez se está seguro de que compite con otro, que introducirlo más tarde al sistema.

Retroalimentación de la fase de abundancia:

Si el agricultor sintrópico ha incorporado todos los principios fundamentales aquí presentados. Si ha partido de un buen diseño y ha manejado el sistema de la parcela desde una perspectiva holística, esta se irá transformando al cabo del tiempo. Muchos agricultores y agricultoras pueden darse cuenta cuando las cosas andan bien, pero resulta útil tener algunos indicadores objetivos para la retroalimentación. ¿Cómo saber cuándo la parcela está entrando en la fase de abundancia?

Aquí algunos indicadores:

- Mejoría general en los colores, desde tonalidades grises hasta tonos de verde brillante.
- La estructura del suelo mejora, con una presencia dominante de hongos.
- Presencia mayor de malas hierbas presentes en los bosques y reducción de aquellas con presencia en los campos abiertos.
- Especies más exigentes empiezan a crecer.
- Especies de árboles longevos maduran hacia la etapa clímax.



El color de la vegetación cambia a verde brillante



Etapa de placenta



**Sin materia orgánica
o suelo fúngico**



**Etapa tardía
de placenta**



**Algo de materia orgánica
y suelo fúngico**



Cambio del paradigma agrícola:

La agricultura sintrópica representa un cambio radical de paradigma con la agricultura convencional, incluyendo la agricultura orgánica típica. Recuerda: en la agricultura sintrópica las parcelas de cultivo se consideran un sistema vivo unificado e inteligente donde las acciones llevadas a cabo en la parcela deben beneficiar al sistema en su totalidad.

Desde esta perspectiva holística, cualquier tierra puede producir abundancia, pero a veces está destinada a producir algo distinto a lo que el agricultor desea. Es bueno tener un plan, pero también es importante estar dispuesto a modificarlo si las cosas no salen bien. Cuando puedes percibir qué es lo que la parcela de cultivo puede producir con mayor facilidad, todo resulta más fácil. Donde hay abundancia, la parcela es económicamente viable. Pero donde hay que luchar con ella se desperdicia mucha energía.

Mantener una perspectiva holística también significa que la vegetación de biomasa recibe el mismo valor que las plantas y los árboles objetivo. Cada uno cumple funciones distintas, pero son igualmente importantes. Ambos cooperan y se necesitan mutuamente para desarrollarse exitosamente. Cuando el sistema vivo se mantiene fuerte y saludable se cuida a sí mismo. Eventualmente la tierra necesita menos mantenimiento a la vez que incrementa sus rendimientos. El suelo se regenera y hay una ausencia de plagas y enfermedades.

La presencia de enfermedades, plagas y bajos rendimientos es una señal de que el sistema está débil y desbalanceado; ¿recuerdas la necesidad de una flora intestinal saludable? Si tal es el caso, el agricultor sintrópico debe entender la causa y tomar acción para restablecer el balance: la poda estratégica, introducir más biodiversidad o depredadores naturales son algunos ejemplos.

En algunas ocasiones el sistema completo debe ser talado y el agricultor debe empezar desde cero con un sistema totalmente nuevo. En algunos casos la “plaga” es en sí misma una acción correctiva. Está atacando la parte de la vegetación que está debilitando el sistema. Cuando esto sucede el agricultor sencillamente debe permitir que el ataque de la plaga suceda para luego observar la mejor manera de trabajar con el sistema una vez mejore la situación.

Esta perspectiva difiere enormemente de lo que la mayoría de los agricultores conocen. Normalmente se enfocan en su planta objetivo al costo y la exclusión de casi todo lo demás. Excluyen las plantas perennes, árboles y las prácticas de preservación del suelo que ayudan a construir la fertilidad natural del suelo. El resultado es un sistema viviente debilitado, susceptible a ser atacado y a la competencia.

En lugar de reconocer que la parcela está debilitada, los ataques de plagas son percibidos como el principal problema. La respuesta usualmente consiste en contraataques a través de la aplicación de plaguicidas y herbicidas. Los bajos rendimientos son explicados por una falta de fertilizantes sintéticos, lo cual lleva a la aplicación de enmiendas al suelo.

Aún cuando este enfoque convencional produce temporalmente resultados positivos, lo hace a un alto costo. Por un lado, están los costos económicos de los insumos externos y por otro está el costo mayor: el no reconocimiento de la debilidad de la parcela, que se exagera a medida que los plaguicidas impactan los organismos del sistema vivo. Una parcela en estas condiciones incrementará su dependencia en fertilizantes sintéticos y plaguicidas y año tras año la calidad del suelo se irá deteriorando.

La anterior es una problemática grave que enfrenta nuestro planeta en la actualidad. Las consecuencias de la degradación del suelo son inmensas, ya que incluyen la pérdida a nivel mundial de la seguridad alimentaria y el incremento del cambio climático (el suelo actúa como un sumidero de carbono idóneo). Espero que esta guía ayude a más personas a ver cómo la agricultura convencional es miope y a motivarles a apoyar los principios de la agricultura sintrópica de una manera u otra.

Guía de Plantación Sintrópica

Selección del terreno:

Esta guía se enfoca en el uso de tierras agrícolas existentes. Los esquemas de plantación desarrollados aquí son para regiones tropicales, especialmente para el área montañosa de Haití o zonas similares. Para utilizar este plan de siembra, la tierra debe ser capaz de soportar los árboles aquí presentados. Aunque esta técnica permitirá generar un suelo sano, donde no lo había anteriormente, este diseño en particular no está destinado para terrenos severamente degradados o desérticos.

Cuando exista la oportunidad de seleccionar un terreno, las siguientes son buenas características:

- Existencia de algunos árboles o vegetación (que se pueden eliminar para cobertura de materia orgánica);
- Fuentes naturales de agua;
- Protección de animales que se alimentan de árboles (especialmente cabras y vacas).

Orientación de las hileras:

La dirección idónea para plantar las hileras de árboles es norte/sur. Esto crea una "pared" de árboles que reciben la mayor absorción solar. La pared recibe una buena exposición al sol, incluso cuando el sol está bajo en el cielo en el este y el oeste.

Si existe una preocupación por la erosión del suelo, considere plantar las hileras de árboles en el contorno. Esto significa que la fila es perpendicular a la pendiente, o que abraza la misma para retener el agua de lluvia. Puede considerar esta estrategia si hay una pendiente notable y el suelo no puede cubrirse completamente desde el primer día. Si se puede cubrir el suelo y se usa un esquema de siembra denso, como el de esta guía, el sistema retendrá el agua de lluvia, en terrenos inclinados, incluso si las hileras se siembran en paralelo a la pendiente.

Sin embargo, en gran parte de Latinoamérica el agricultor promedio no podrá lograr cobertura total de materia orgánica desde el principio, por lo que es importante considerar plantar las filas o hileras de árboles en contorno.

Una herramienta de baja tecnología (el aparato o nivel “A”), pero muy precisa, puede ser utilizada para encontrar las líneas de contorno en el terreno. Con un poco de entrenamiento, el agricultor puede aprender a marcar su tierra y plantar las filas de árboles perfectamente en el contorno. Un excelente video tutorial que muestra cómo construir y usar la herramienta Nivel A se puede encontrar aquí:

[https://www.youtube.com/watch?](https://www.youtube.com/watch?v=logEDX2aTjo&list=PLcD1caiNhf5NBtguN19ja2ytJREf47e59&index=3)

[v=logEDX2aTjo&list=PLcD1caiNhf5NBtguN19ja2ytJREf47e59&index=3](https://www.youtube.com/watch?v=logEDX2aTjo&list=PLcD1caiNhf5NBtguN19ja2ytJREf47e59&index=3)



Si el terreno tiene una pendiente pronunciada se recomienda utilizar una cerca viva de vetiver como planta de biomasa, con dos hileras de árboles. El vetiver es eficaz en la prevención de la erosión desde el primer año y también puede formar terrazas gradualmente si se siembra como una barrera completa en contorno.

Sistema Vetiver - Fotos



La sección transversal muestra una formación de terraza de 60 cm, la cual se formó en un poco más de 2.5 años.



Aquí las terrazas fueron creadas manualmente y el vetiver fue usado para estabilizarlas.



En una granja de Haití, el vetiver ha formado una terraza reteniendo el suelo. Ésta se formó en sólo 8 meses.



Un seto de vetiver maduro, en medio de una granja llana, mejora las cosechas.



Un seto de vetiver (derecha) ha reducido la corriente de agua y ha atrapado suelo en la granja.

Preparación del terreno:

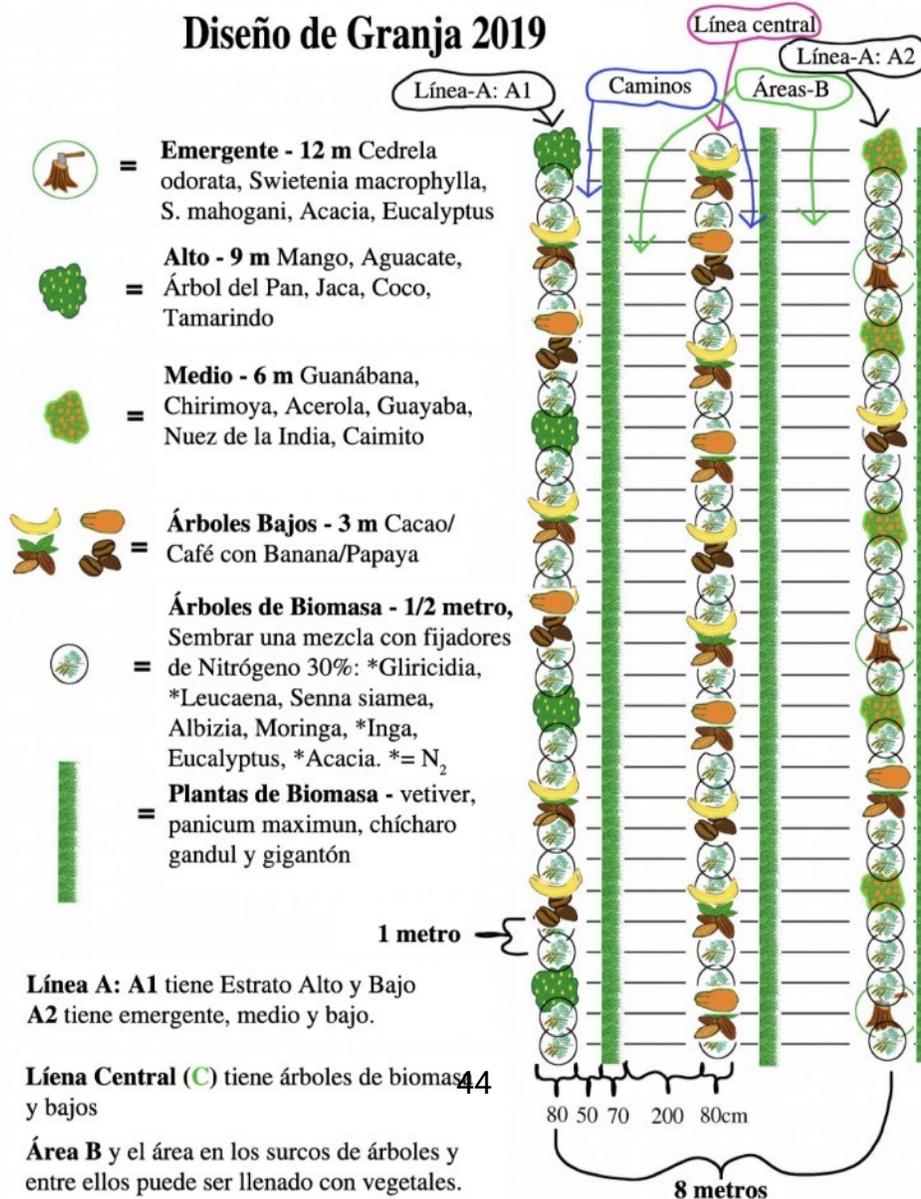
- Elegir una ubicación para comenzar. Si planea desarrollar la parcela poco a poco a lo largo de varios años, piense en comenzar en un lugar que no le haga sombra al terreno en el futuro.
- Eliminar una buena parte de los árboles y plantas existentes, creando así el espacio para que el nuevo sistema crezca. Mantenga cualquier árbol deseable, como los árboles frutales y de valor ecológico, pero sus ramas más bajas puede que deban ser podadas para permitir el paso de luz solar. Otros árboles pueden ser podados más profundamente para que sólo la parte superior del dosel quede intacta. Los árboles que pueden volver a crecer luego de eliminarles la parte superior del dosel se pueden podar de esta manera y manejar como árboles de biomasa.
- Cercar el área o protegerlos de animales que se alimentan de árboles, cuando sea necesario.
- Hacer o comprar compost, que se usa al sembrar plántulas de árboles frutales.
- Reunir la mayor cantidad posible de cobertura de materia orgánica.
- Definir y marcar las hileras en la orientación preferida. Este diseño utiliza filas separadas a 4 metros de distancia.
- Arar o remover el suelo exclusivamente en los lugares donde estará sembrando.
- Marcar el terreno para delimitar la ubicación individual de los árboles.

Diseño de siembra de los árboles:

Siguiendo como guía el diseño que aparece a continuación, el agricultor puede sustituir por otro cualquiera de los árboles específicos dentro de una categoría de estrato. Consulte el diseño, las claves de los símbolos de los árboles y los marcos de siembra mínimos. Resulta importante:

- Tener todos los estratos representados
- Tener la mayor diversidad posible
- Incluir especies longevas (de clímax)
- Hacer el mayor esfuerzo para sembrar todo al mismo tiempo
- Siempre que sea posible, usar semillas en lugar de plántulas y esquejes.

DISEÑO DE CONSORCIO 2019				
Estrato	Placenta I	Placenta II	Secundaria	Clímax
Emergente	Maíz, oca	Papaya, caña de azúcar	Eucalipto, acacia	Caoba, cedro
Alto	Lechuga, arroz, calabacín, brocoli	Yuca, banan	Mango, inga, gliricidia, leucaena	Tamarindo, coco, mango, aguacate, yaca, árbol del pan
Medio	Frijol de enredo, tomate, berenjena	Ñame, malanga, chícharo gandul	Guanábana, chirimoya, acerola, naranja, limón, toronja, lima	Mandarina, nuez de la India, jobo
Bajo	Calabaza, camote	Piña	Achiote	Café, cacao



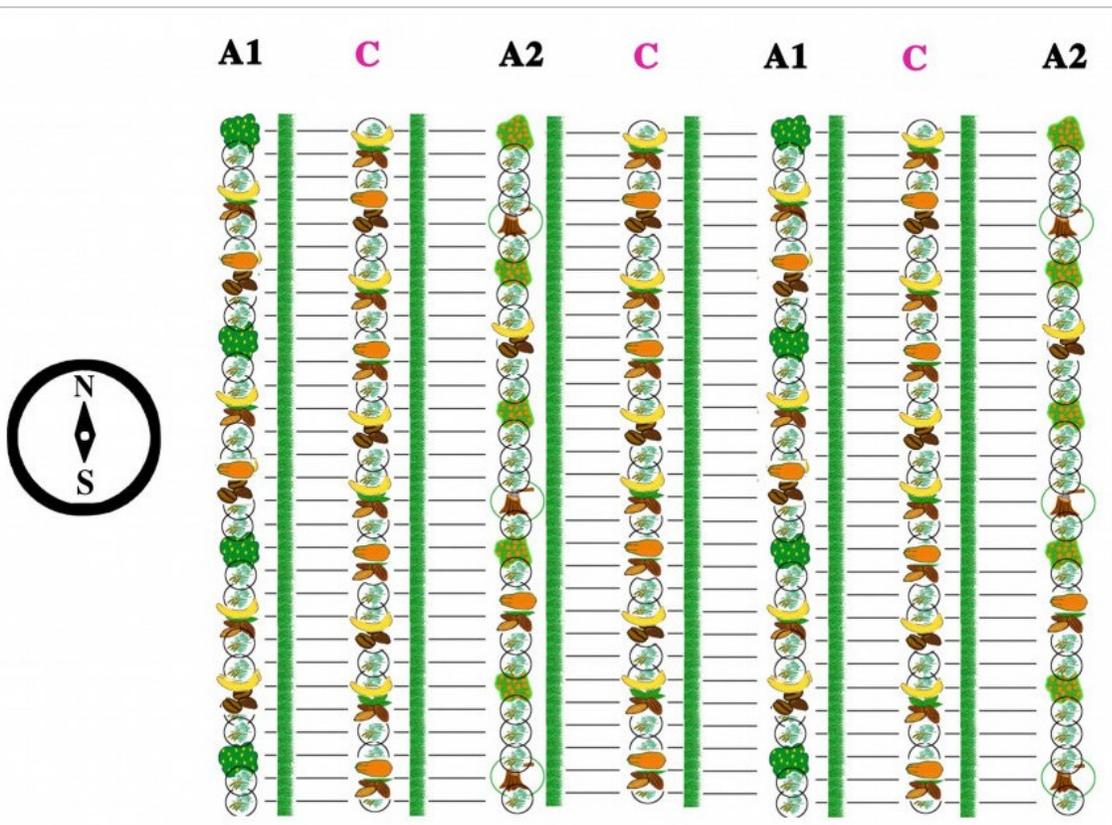
Los árboles bajos son sembrados junto a un banano o papaya con un propósito. Estos le ofrecen sombra cuando el árbol es joven. Deben sembrarse en el lado noroeste del cacao o café para protegerlo del sol de la tarde. Es importante utilizar al menos un 50% de banano ya que son una fuente importante y única de biomasa.

Ilustración del diseño

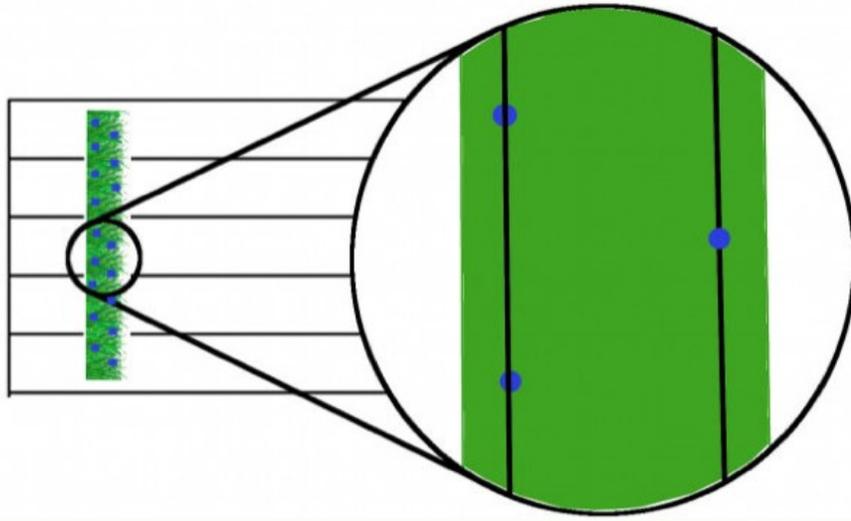
El diseño está pensado para ser repetido. Puede ser expandido a lo largo y a lo ancho. Pero es importante verificar que cada hilera de árboles es diferente y mantener la consistencia del patrón.

El patrón es A1, C, A2, C, A1, C, A2, C, etc.

Cada hilera de árboles tiene un corredor y una hilera de plantas de biomasa no maderables. También verificar que la hilera céntrica se mantendrá en nivel bajo. En ella solo se sembrarán plantas de biomasa y de estrato bajo. A las plantas de biomasa se les podará la copa, y los demás árboles se mantendrán pequeños. No se debe sembrar árboles altos en esta hilera, ya que de hacerlo la parcela tendrá sombra en exceso.



Espaciamiento de las plantas de biomasa



Vetiver, *Panicum maximum*, chícharo gandul (*Cajanus cajan*) o gigantón

(*Titonia diversifolia*) = 30 cm

(más o menos el largo de un pie)



Claves de Símbolos de Árboles



Emergente
12 m



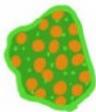
Caoba (Swietenia mahogoni, S. macrophylla), Eucalipto, Acacia, Cedro (Cedrela odorata).



Alto - 9 m



Mango, Aguacate, Coco, Fruta del pan



Medio - 6 m



Guanábana, Acerola, Guayaba, Nuez de la India, Chirimoya, Caimito



Bajo - 3 m



Cacao, Café, Banana, Papaya



Árboles de Biomasa - 1/2 m



Gliricidia, Inga, Eucalyptus, Moringa, Acacia, Cassia (Senna), Leucena

Clave de espaciamiento mínimo entre árboles



Entre árboles emergentes - **12m**



Entre árboles bajos - **3m**



De árbol emergente a medio - **2m**



De árbol emergente a biomasa - **1/2m**



Entre árboles altos - **9m**



De árbol alto a bajo - **2m**



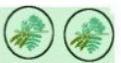
De árbol alto a biomasa - **1/2m**



Entre árboles medios - **6m**



De árbol medio a biomasa - **1/2m**



Entre árboles de biomasa - **1/2m**

Lista de suministros:

Lo ideal es definir el marco de plantación exacto para toda la parcela y hacer una lista basada en el mismo, pero para ayudar a obtener una estimación aproximada de los números, puede consultar la información detallada a continuación. La siguiente estimación es para 18 m de longitud de 3 filas (A1, C, A2) y asume que cada fila tiene la misma longitud:

Emergente: 2

Alto: 3

Medio: 4

Bajo: 11

Árboles de biomasa: alrededor de 100.

Plantas de biomasa: 240 esquejes de pastos u 80 semillas de gandul (aproximadamente 1/2 kg)

Si las semillas de los árboles de biomasa no están disponibles para la venta, la siguiente tabla puede ayudarle a saber cuándo estarán maduras y disponibles para su recolección en el campo. Además, algunos árboles pueden ser sembrados por esquejes.

CARTA DE PROPAGACIÓN DE PLANTAS DE BIOMASA - HAITI			
Especie	Semilla	Corte	Madurez de la Semilla
Gliricidia	X	X - solo en abr/may	Mar
Inga	X		Abr
Eucalipto	X		Ene/Feb
Moringa	X	X	Nov/Dic
Acacia	X		Feb
Cassia	X		Feb
Leucaena	X	X	Feb
Albizia	X	X	Feb

Manejo:

Nota aclaratoria: Esta sección también corresponde a un trabajo en progreso. Con una mayor experiencia de primera mano en la gestión de parcelas, se seguirá desarrollando en el futuro.

La eliminación de partes de plantas mediante la poda, la eliminación de malas hierbas o el raleo es el principal enfoque en el manejo de la parcela. Hay muchas razones para podar, y el agricultor debe tenerlas todas en mente. A menudo una sola poda puede servir a distintos propósitos a la vez. Aquí hay unos ejemplos:

- Para permitir más luz solar (sincronización).
- Crear un pulso de crecimiento (no válido en la estación seca)
- Remover las partes muertas o enfermas de la planta.
- Eliminar las plantas y árboles indeseables (deshierbar y hacer raleo)
- Para prevenir la senescencia.
- Generar la cobertura de materia orgánica necesaria para cubrir el suelo.
- Para asegurar haya un espacio entre las copas de los árboles.
- Para mantener un árbol a la altura idónea para el agricultor pueda cosechar fruta o madera

A continuación, algunas estrategias específicas a considerar para algunos de los árboles y plantas que forman parte del diseño aquí presentado.

Árboles de biomasa:

Esperar hasta que los árboles tengan unos 3 metros de altura. Cuando comience la temporada de lluvias, cortar la copa de cada árbol a nivel del pecho. Hacer un corte limpio hacia arriba, en un ángulo. Esto mantiene el árbol saludable. Cortar las hojas de las ramas. Poner los troncos primero en el suelo, luego las hojas arriba del mismo. El agricultor puede querer mantener algo de madera para combustible y construcción, pero cuanto más madera quede en el suelo, más fuerte será el suelo, especialmente los hongos presentes en el mismo.

A lo largo de la temporada, corte las ramas laterales de los árboles según sea necesario para que los cultivos en el área B tengan suficiente luz solar y espacio.

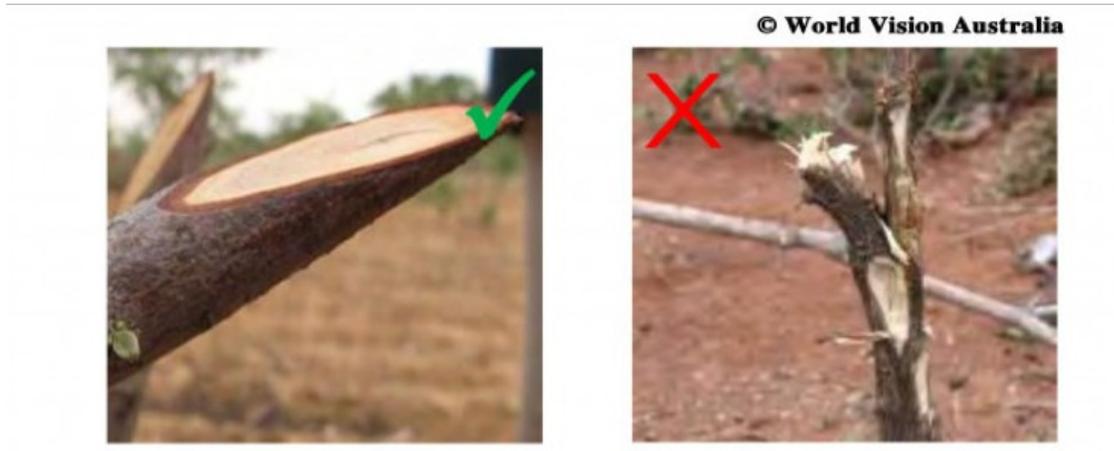


1. Siembra de árboles

2. De 2 a 3 metros de altura (2 años)

3. Poda a la altura del pecho

Tips de poda saludable



Corte limpio hacia arriba y en diagonal, usando una cuchilla afilada. Herramientas sin filo y cortes hacia abajo pueden dañar los árboles

Plantas de biomasa:

El banano es una muy buena planta de biomasa. Se recomienda sembrarlas en abundancia, más allá de su espaciamiento según el diseño anterior. Cuando el pseudotallo pueda ser cosechado, se debe cortar a lo largo y cortar en partes pequeñas. Colocar dichas partes alrededor de árboles y plantas deseadas. Esto es particularmente útil para la retención de agua.



Después de la poda, tallos de plátano cortados en trozos y materia orgánica dispuesta alrededor de los árboles.

Cuando se utilizan otras plantas de biomasa, como pastos, gandul o el Gigantón (*Titonia diversifolia*), córtelos cuando se vean los primeros signos de floración. Los pastos pueden ser cortados hasta el nivel de la canilla, las otras plantas se cortan a nivel de la rodilla. Coloque la materia orgánica donde desee, por ejemplo, alrededor de los árboles frutales. A menudo se requiere repetir la poda durante la temporada de crecimiento.

Cítricos:

Los cítricos como la naranja, el limón, la lima y el pomelo son árboles de estrato medio. Son un excelente integrante de este sistema, pero requieren una formación y herramientas especiales. Los árboles de estratos más altos plantados junto a los cítricos requerirán una poda más pesada. Es importante evitar que los árboles frutales den sombra a los cítricos.

Se necesita una poda más fuerte por dos razones. Primero, a los cítricos no se les pueden cortar la copa, así que los árboles circundantes deberán ser podados para permitir el espacio del dosel los cítricos en crecimiento. De igual forma, los cítricos necesitan más sol temporalmente durante la etapa de floración. Así que los árboles de sombra junto a estos deberán ser podados anualmente. Para este tipo de manejo se requiere realizar una poda alta en el árbol.

Esto puede ser peligroso y requiere capacitación adicional, así como herramientas más especializadas. Tales prácticas de poda solo deben ser realizadas por personas con experiencia. Es por dichas razones que los cítricos no están incluidos en la lista de árboles presentada anteriormente.

Una alternativa para evitar esta poda especializada es utilizar árboles emergentes deciduos (que pierden sus hojas en la estación seca). En algunas partes de Haití (y Latinoamérica), *cedrela odorata* (y probablemente *swietenia mahagoni*) se comportan de esta manera, convirtiéndose en compañeros idóneos para los cítricos. Estos dejarán caer sus hojas naturalmente cuando se requiere una mayor exposición al sol. En este sistema, el agricultor debería elegir un buen árbol de estrato alto que podrá ser podado intensamente (*moringa*, *inga* y *gliricida* son buenas opciones)

Años futuros

La etapa de placenta del sistema dura aproximadamente 2 años. Si algunos árboles mueren, o si desea agregar más variedad, no hay preocupación, se puede hacer durante esta fase. Después de

eso no es posible añadir árboles sin realizar una poda intensa, ya que el sistema ha comenzado a definirse.

Durante los primeros 2 años, el agricultor puede agregar especies clímax. Lo mejor es sembrar las semillas directamente. A Ernst le gusta arrojar las semillas ampliamente y dejar que el sistema decida cuáles crecerán. De esta manera con el tiempo la parcela pasará de un sistema de siembra en callejones a un bosque de apariencia más natural.

Las especies nativas a menudo también crecerán espontáneamente en el sistema. Esto es positivo, debería promoverse y, a menudo es la manera en que la naturaleza llena nichos que quedan abiertos en el esquema de siembra original. Trabaja con la naturaleza y la naturaleza trabajará para ti.

¿El futuro de la agricultura?:



Autor: Roger Gietzen, MD

Referencias:

1. Cooperafloresta, Associação dos Agricultores Agroflorestais de Barra do Turvo a Adrianópolis, nd, Fixação de carbono nas agroflorestas e muito mais (Secuestro de carbón en agroforestería y mucho más), <https://www.cooperafloresta.com/publicaes>.
2. R.L. Mulvaney, S.A. Khan, and T.R. Ellsworth, “Synthetic Nitrogen Fertilizers Deplete Soil Nitrogen: A Global Dilemma for Sustainable Cereal Production,” *Journal of Environmental Quality*, November/December 2009.
3. Schulz B, Becker B, Götsch E (1994), Indigenous knowledge in a “modern” sustainable agroforestry system – a case study from eastern Brazil. *Agrofor Syst* 25:59-69.
4. Götsch E (1992), Natural succession of species in agroforestry and in soil recovery.
5. CEPLAC (Comissao Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira), the Brazilian cacao Research Center
6. Milz J (2010) Produccion de Naranja (*Citrus sinensis*) en sistemas agroforestales sucesionales en Alto Beni, Bolivia – Estudio de caso. In: Beck S (ed) *Biodiversidad y Ecología en Bolivia*, Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), La Paz.
7. Armengot et al (2016) Cacao agroforestry systems have higher return on labor compared to full-sun monocultures. *Agronomy for Sustainable Development*. 36, 70.
8. Andres et al (2016) Cocoa in Monoculture and Dynamic Agroforestry. In: Lichtfouse E (ed) *Sustainable agriculture reviews*. Springer, Cham, pp 121-153.

Créditos de imágenes:

1. Felipe Pasini; <https://lifeinsyntropy.org>
2. Ursula Arztmann; <https://www.facebook.com/soulfood.ag/>
3. Scott Hall; <http://syntropical.com/wordpress>
4. Darcy Seles; developed by Arboreto Project, Zoo-botantic Park, Acre Federal University with the help of local farmers and Ernst Götsch.

5. Steven Werner; <https://web.facebook.com/AgricultureSyntropiqueFrance/>
6. TVNI (The Vetiver Network International); www.vetiver.com
7. Rich Denyer-Bewick; <https://richdbpdc.wordpress.com/2014/04/02/building-an-a-frame/> 8. Inga Foundation; <http://www.ingafoundation.org/>
9. World Vision Australia; <https://www.worldvision.com.au/>

Derechos de autor:

© 2016 Roger Gietzen. Todos los derechos reservados. Esta publicación será gratuita para su distribución a todas las personas en todo el mundo. Este documento se puede compartir proporcionando copias en papel o electrónicamente enviando el pdf, siempre que se haga de forma gratuita o con un reembolso justo. No debe usarse con fines comerciales ni distribuirse para hacer dinero. El documento debe permanecer en su forma original con contenido original. Las traducciones de la guía son bienvenidas, sin un permiso especial. Envíenme una copia para que pueda ayudar a compartirla con otros (roger@healthy-mind-body.com).

Traducción al español:

Altair Rodríguez

Juan C. Olivera

Pablo Ruiz Lavalle