

HEINZE, OBERMAIER, MANINTVELD, MERCKENS,
VON SCHAAFFHAUSEN

EL CULTIVO DE LA TIERRA TROPICAL



Título original: Tropische Bodenbewirtschaftung.
Schritte zur Entwicklung des biologisch-dynamischen Prinzips in tropischen Gebieten (El cultivo de la tierra tropical. Pasos para el desarrollo de los principios biodinámicos en las regiones tropicales).

Scriftenreihe (Serie) «Lebendige Erde» (Forschungsring für Biologisch-Dynamische Wirtschaftsweise, Baumschulenweg 11, D-64295 Darmstadt).

Pueden ser artículos aparecidos en la revista Lebendige Erde (Tierra Viva) y el nº 34 de la serie.

Revisión y fotocomposición: Alvaro Altés Domínguez
Publicación preparada para la Asociación de Agricultura Biodinámica de España.

Advertencia: La traducción pudiera ser de alguien de Chile, que desconocía la biodinámica según se deduce de cotejar algunas deficiencias que tenía, con la traducción francesa (suplemento nº 10 de las Lettres aux Amis des Champs et des Jardins, Mouvement de Culture Bio-Dynamique). No fue cotejada con la edición original alemana.

Contenido

Prólogo	4
El efecto del nitrógeno en la Naturaleza y en la cultura <i>Hans Heinze</i>	5
En torno a la práctica de la agricultura ecológica en serranías y zonas altas tropicales <i>Julius F. Obermaier</i>	14
Agricultura ecológica en los trópicos <i>Kees Manintveld</i>	20
Visita a una plantación biodinámica de café en México <i>Georg Merckens</i>	41
Mejora de la producción agrícola con leguminosas de raíces profundas <i>Reimar von Schaaffhausen</i>	54

PRÓLOGO

A menudo se presenta a la selva tropical como ejemplo de la inagotable fertilidad de la tierra. Pero la base del aparentemente incontrolable crecimiento es una delgada capa superficial de metabolismo edáfico. Si ella sufre tratamientos inadecuados después del desmonte, puede desaparecer fácilmente por efecto de las violentas precipitaciones y las altas temperaturas. La erosión, tanto eólica como hídrica, está muy generalizada en el mundo, y cada vez es mayor. Las temperaturas altas en la tierra traen como consecuencia la aceleración de su metabolismo, lo que disminuye su fertilidad y productividad, sobre todo donde los ciclos naturales se ven alterados.

El uso perdurable de las tierras de las zonas tropicales exige el respeto de determinadas reglas fundamentales, la principal de las cuales es proteger su capa superficial de la erosión y el calentamiento excesivo.

En numerosos países de climas cálidos comienza a practicarse la agricultura según los criterios biodinámicos, que se basan en el autodesarrollo del organismo agrícola adecuado a las condiciones naturales. Además en las zonas tropicales y mediterráneas se ha utilizado con éxito algunos métodos específicamente biodinámicos, como el de los preparados para el compost y para pulverizar. Pero en este ámbito no existen numerosas experiencias verificadas científicamente, como las llevadas a cabo en Europa desde 1924.

Esta publicación no pretende hacer una aportación completa al respecto. Por el contrario, está concebida como el comienzo de una fundamentación teórica que señala algunas directrices prácticas. El desarrollo futuro de la agricultura en los países tropicales dependerá en buena medida del grado en que la ciencia y la práctica sepan estimularse mutuamente. Un intercambio de experiencias permanente permitirá la necesaria ampliación de los conocimientos para mantener y aumentar una fertilidad de la tierra basada en las condiciones locales. Así estos conocimientos podrán contribuir al descubrimiento de una solución perdurable al problema del hambre mundial.

EL EFECTO DEL NITRÓGENO EN LA NATURALEZA Y LA CULTURA

Hans Heinze

El nitrógeno tiene un comportamiento singular en el proceso natural, y ya deparaba algunas dificultades a Justus von Liebig. En la columna de aire existente sobre un metro cuadrado de suelo hay unos 8.000 kg de nitrógeno, y por tanto este gas abunda sobre cualquier labrantío. Pero en la tierra hay tan poco nitrógeno disponible para el crecimiento vegetal, o su cantidad está en el límite mínimo necesario, que siempre hay que preocuparse de la fertilidad de la tierra desde su punto de vista, para que las plantas de cultivo se hallen abastecidas de modo suficiente. Por otra parte la tierra está -o por lo menos lo estaba- cubierta por una capa vegetal bien desarrollada, y ello indica que es posible el aprovisionamiento satisfactorio a partir de las grandes cantidades presentes en el aire. Ante esta realidad, a Liebig le costó decidirse por recomendar el abonado con nitrógeno químico, porque la Naturaleza indica que también puede suministrarlo.

Con la ayuda de los procesos naturales, es posible el abastecimiento suficiente de nitrógeno. Esto lo demuestran las buenas cosechas alcanzadas en predios manejados según el método biodinámico. Claro está que en esos predios también pueden surgir dificultades, sobre todo debido a las relaciones económicas actuales, que obligan a la especialización de las empresas agrarias y al aumento de los rendimientos. Por eso para estos predios es deseable que se comprenda por completo y se profundice en el ciclo del nitrógeno dentro de los procesos naturales, de modo que se sea capaz de regular un suministro suficiente de él.

Sin duda el abastecimiento de nitrógeno a las plantas es sólo una parte del total de tareas a las cuales deben enfrentarse los agricultores. Encontrar una solución significa para el agricultor poder desarrollar suficientemente la fertilidad de la tierra y su vida. Entender el ciclo del nitrógeno constituye una parte importante de un problema cuya comprensión puede conducir a tomar ciertas decisiones que garanticen el objetivo del abastecimiento que de él recibe la tierra y las plantas de cultivo.

Hoy se considera al nitrógeno como el principal elemento del abono químico para aumentar la producción agrícola. Sólo desde hace algunos años se puede disponer de las cantidades en que se utiliza hoy: desde que es posible su fijación a partir del aire, en las fábricas de abonos. Ello ha conducido a la aparición de problemas de sobredosis, que ocasionan ciertos efectos dañinos.

Es muy poco probable que en el proceso natural aparezcan problemas de sobredosis. Desde hace miles de años, los agricultores de diferentes lugares saben que no es posible aumentar la producción si la tierra no tiene bastante fertilidad. Así, hoy, en diferentes partes de la Tierra, especialmente en los países subdesarrollados, el aporte insuficiente de nitrógeno a los vegetales constituye un grave problema, mientras que en los países industrializados, que tienen una producción de nitrógeno químico suficiente, los problemas están en relación con la sobredosis, cuya consecuencia es el aumento del ataque de insectos y hongos.

Que el nitrógeno presente en la gran reserva atmosférica sea un gas tan inerte, es la principal garantía de que los procesos naturales no se verán afectados negativamente por concentraciones anormales de nitrógeno, o dicho de otro modo: este proceso natural sólo puede ser alterado por la existencia de un proceso químico complejo. Para la fijación artificial y su transformación en sal,

son necesarios violentos procedimientos técnicos en que intervienen elevadas temperaturas (400°C) y presiones (entre 300 y 400 atmósferas) o mediante arcos voltaicos. En la Naturaleza, la fijación del nitrógeno ocurre en procesos bióticos, sin estas violentas intervenciones. De ella se encargan bacterias libres en la tierra o en simbiosis con algunas plantas (concretamente leguminosas), o algas edáficas, especialmente en las zonas tropicales. Las temperaturas más altas existentes en algunos lugares de la Tierra estimulan la fijación natural del nitrógeno. Obviamente la fijación del nitrógeno requiere un gasto de energía, y para ello se utiliza hidratos de carbono, por ejemplo celulosa y otras fibras brutas, que son transformadas. Aun cuando la fijación biótica es limitada, el 90 % del nitrógeno aportado para el crecimiento de los cultivos se realiza mediante el ciclo natural de los organismos presentes en la tierra, y en él los problemas de sobredosis son muy improbables.

El nitrógeno puede actuar de forma dañina exclusivamente si se encuentra en la tierra o en la planta como sal soluble. Ese estado es prácticamente imposible de alcanzar en el proceso natural, cuando es fijado orgánicamente, sea en las sustancias del humus, en aminoácidos o en forma de sustancias proteicas de las células de los organismos de la tierra o de las plantas. El nitrógeno sólo estará armonizado cuando se haya unido a los otros elementos básicos de la proteína como el carbono, el oxígeno, el hidrógeno y el azufre, en donde su actividad química individual está subordinada a la acción conjunta de los demás elementos. Esta "armonización" es más importante donde el desarrollo vegetativo requiere mucho nitrógeno, por ejemplo en los meristemas, es decir en lugares donde el crecimiento es muy intenso.

Pero el proceso de armonización no sólo evita el desarrollo de procesos indeseables, también sirve como base

para la formación de órganos que cumplen la función de transmitir los arquetipos del desarrollo. De esta forma la proteína es la principal sustancia en la formación del cuerpo animal, de una vida animada que puede desarrollar vida espiritual interior.

El proceso natural actúa siempre impidiendo concentraciones excesivas de sales de nitrógeno en la tierra, y para ello puede unir sustancias inorgánicas a los compuestos del humus, o aminoácidos a la sustancia corporal de la flora y fauna subterránea en degradación o, en las fases poco estables de su transformación, liberándolo a la atmósfera como gas. Algunos agricultores que utilizan el método biodinámico han debido tener también esta experiencia al preparar su compost: que la proporción de nitrógeno en el compost, aun cuando se aumente ostensiblemente el aporte de sus fuentes -por ejemplo con estiércol de ave, o restos de pelos o plumas-, en el largo proceso de la fermentación se mantiene en una proporción de aproximadamente el 2% de la materia seca. Sólo la aplicación de algunos “trucos” como la adición de sustancias ricas en nitrógeno al final del proceso de fermentación, permiten obtener un compost con más proporción de nitrógeno. El contenido del 2% o un poco más, permite la deseada estimulación del crecimiento sin producir los efectos dañinos de una sobredosis. Por otra parte numerosos casos muestran que en la fermentación con estiércol de establo en predios de labranza medios, se produce un enriquecimiento relativo del nitrógeno, al cambiar la relación Carbono/Nitrógeno de 20:1 a 15:1. El proceso natural actúa entonces en relación al contenido de nitrógeno, de modo que se tiende a un equilibrio amortiguado, elevándose o disminuyéndose los contenidos respectivamente bajos o altos de nitrógeno.

¿Cómo puede utilizar un agricultor ese proceso que permite aumentar la fertilidad? Un punto de partida: el

aumento de la producción lograda en predios manejados según el método biodinámico, el cuidado del compost y junto al uso de los preparados biodinámicos significa un mejor desarrollo del proceso del nitrógeno, con el efecto de que la tierra de labor administra el nitrógeno y lo reconstruye. Por eso es comprensible que al comienzo del trabajo biodinámico se hubiera supuesto que en el proceso de la fermentación tenía lugar un enriquecimiento absoluto del nitrógeno. Pero las investigaciones rigurosas, especialmente de Bo Petterson y Elstrup Rasmussen, han frustrado tal idea al demostrar que esto no ocurre, es más, que puede haber pérdidas de nitrógeno, y que el enriquecimiento relativo de nitrógeno en relación con la materia orgánica se produce por la mayor disminución de esta última durante el proceso.

Por otra parte se ha debatido una y otra vez sobre las investigaciones del profesor Dhar en Allahabad (India) que demostraban que se podía lograr un aumento absoluto en la cantidad de nitrógeno. Ello era demostrable en numerosas investigaciones de laboratorio. Pero en las observaciones que realicé sobre el compost, los resultados óptimos que se señalaban no aparecieron.

¿Cómo es alcanzable ese aumento? La respuesta puede estar en que Dhar trabajó con compost que tenía muy poca proteína, de manera que al término de la fermentación sólo era del 1 a 2% de la materia orgánica seca. Ese valor es aún inferior al límite antes señalado, al cual tiende el proceso de fermentación; y según la cantidad inicial de nitrógeno, disminuye o aumenta.

La enseñanza que de esto se puede sacar y que se debe respetar, es que sólo cabe esperar un enriquecimiento de nitrógeno cuando se trabaja bajo ese valor límite, es decir con un material inicial escaso en nitrógeno. Por otra parte, los materiales básicos del compost o las mezclas de tierra y paja utilizadas, deben tener las

condiciones necesarias para la fijación orgánica del nitrógeno, es decir considerarse bióticamente para obtener una multiplicación rápida de los organismos edáficos, y también considerarse químicamente para que exista un suficiente aporte de nitrógeno y fósforo que permitan, junto a la formación de un humus de gran valor, que el nitrógeno pueda incorporarse a la estructura húmica.

Estas relaciones también se las puede comprobar en las investigaciones de laboratorio de Dhar (véase la tabla de la página siguiente) en las cuales trabajó con tierras de Suecia y la India colocando paja como material orgánico y en otras variantes algo de estiércol, alfalfa y fosfato. Consiguió la mayor eficacia en la captación de nitrógeno cuando no acolchó con paja, sino con alfalfa, dada su mayor proporción de nitrógeno. La captación relativa de nitrógeno puede duplicarse si en la preparación del acolchado se trabaja con paja picada y con un pequeño aporte de fosfato.

Los experimentos de Nieschlag corroboran lo anterior, en donde lo fundamental para mejorar la fertilidad de la tierra en casos de daños estructurales, además de la aportación de cal, es la mejora del contenido de nitrógeno del humus. Las leguminosas o los cultivos intercalados para ser utilizados como abono verde pueden constituir una gran ayuda. El aporte de fosfato especialmente en tierras tipo gley, marsh (pantanosas bajas junto al Mar del Norte) o podzol, puede ser importante para la formación de la estructura. Esto último puede reemplazarse por el efecto de la sílice.

Las investigaciones de laboratorio de Dhar mostraban también la importancia de otro factor que hasta ese momento no se había observado suficientemente: que la fijación de nitrógeno era el doble en los recipientes claros respecto a los opacos, aun cuando en los claros la cantidad de *Azotobacter* (bacterias que actúan como reservo-

**Fijación del nitrógeno atmosférico
en investigaciones de laboratorio del profesor Dhar en Allahabad**

	Duración del experimento (días)	Carbono combinado orgánicamente (%)	Nitrógeno total (%)	Carbono oxidado (%)	Aumento del nitrógeno (%)	Efectividad (mg N/g C oxidado)
Tierras suecas + melaza						
luz	150	1,8433	0,1656	0,8735	0,0186	21,3
oscuridad	150	1,7247	0,1554	0,6321	0,0084	13,3
Las mismas tierras + melaza + fosfato bruto						
luz	150	1,4132	0,1862	0,9436	0,0392	41,5
oscuridad	150	1,6787	0,1608	0,6781	0,0138	20,3
Tierras de Allahabad + paja de trigo						
luz	180	0,4365	0,0553	0,2991	117,6*	20,6
oscuridad	150	0,5417	0,0511	0,1939	43,7*	10,1
Las mismas tierras + paja de trigo + fosfato bruto						
luz	150	0,4181	0,0588	0,3175	215,2*	30,3
oscuridad	150	0,4851	0,0532	0,2505	90,0*	16,0
Tierra + 0,5 % C como alfalfa						
luz	180	0,658	0,0743			41,2
oscuridad	180	0,712	0,0682			20,1
Lo mismo + 0,25 % de P₂O₅						
luz	180	0,640	0,0820			67,1
oscuridad	180	0,690	0,0718			33,7

En la última columna de la tabla está el grado de efectividad en la captación de nitrógeno en relación con el consumo de energía, o sea las cantidades oxidadas y consumidas de paja (medidas en carbono), indicadas en mg de nitrógeno (N) por g de carbono (C). En términos más de uso del agricultor, significa kg de nitrógeno (N) por tonelada de carbono (C). Para una cosecha de paja de unos 1.000 kg por hectárea, además de unos 400 kg/ha de restos, corresponden alrededor de 700 kg de C/ha, y entonces podría fijarse de 7 a 42 kg N/ha, o 25 kg N/ha como media.

* en libras/acre

rios de nitrógeno) era de sólo la mitad que en los opacos.

Las dos condiciones señaladas, es decir una baja concentración de nitrógeno y una buena exposición a la luz, existen en cantidad suficiente en los suelos cubiertos con paja, estimulándose de esta manera la captación del nitrógeno. Los buenos resultados serán aún más comprensibles si el ensayo se hace bien, es decir cuando la paja se deja en la superficie. Es importante además que la vida subterránea esté lo suficientemente desarrollada para que exista el necesario "ambiente" para la captación del nitrógeno, es decir que sean favorables las condiciones materiales de estructura de la tierra, vida bacteriana, cantidad y calidad del contenido de humus, y disponibilidad de calcio y fósforo.

Los efectos favorables de la luz en la fijación del nitrógeno incitan al investigador a comprobar lo que pueden aportar los preparados biodinámicos. Por ejemplo se sabe que el preparado de cuarzo refuerza el efecto de la luz; o que se puede aportar al metabolismo del compost impulsos solares tipo Flor por medio de los preparados a base de plantas medicinales.

Como ya señalé, los experimentos de laboratorio en Allahabad fueron realizados con tierras agrícolas acolchadas con paja picada. Los buenos resultados obtenidos en la captación de nitrógeno mueven a comprobar de nuevo y a repensar el problema del aprovechamiento de la paja en predios de climas templados. Tales esfuerzos pueden ser corroborados por los experimentos que el profesor Sauerlandt hizo hace tiempo en el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas en Völkenrode. Él trabajó allí en experimentos de campo con coberturas de paja picada y concluyó que el conocido bloqueo de nitrógeno que ocurre cuando se trabaja un material con escaso nitrógeno, por ejemplo la paja, que impide el desarrollo del siguiente cultivo, no es significativo cuando se

deja la paja picada como cubierta algunas semanas antes de los trabajos de siembra. De esta manera se ahorra el abonado con nitrógeno que supone enterrarla en seguida. Al mismo resultado llegó el profesor Dhar, quien recomienda dejar la capa de paja unas seis semanas antes de sembrar el nuevo cultivo, para que ocurra un efecto de abonado positivo. Por último el profesor Sauerlandt informaba una vez en una visita a Völkenrode, que en un campo de ensayo cubierto con paja de trigo de invierno picada, después de unas semanas encontró en la superficie grandes cantidades de nitrógeno cuya procedencia no podía explicar.

EN TORNO A LA PRÁCTICA DE LA AGRICULTURA ECOLÓGICA EN SERRANÍAS Y ZONAS ALTAS TROPICALES

Dr. Julius F. Obermaier

Las ayudas de hoy para el desarrollo agrícola, al igual que en las administraciones coloniales, se centran en términos químicos y técnicos. Ese patrón y las consiguientes medidas introducidas, aplican el principio de la reposición de elementos, principio que se basa en una mentalidad industrial, y que por diversos motivos cada vez se vuelve menos aplicable. Los argumentos en contra, que los tecnócratas de la Revolución Verde deben aceptar, hablan un claro idioma cuando se considera las desventajas que han supuesto estas técnicas para los habitantes locales una vez las han utilizado.

Las ayudas en las catástrofes han enseñado que la alimentación básica debe producirse localmente en las distintas zonas de la Tierra. Por esta razón se ha de promover especialmente el mantenimiento futuro de la fertilidad de la tierra con los medios locales, lo que también se conoce como su perdurabilidad. La naturaleza de estas ayudas debe caracterizarse por su fácil acceso y estar de acuerdo con los predios y las condiciones sectoriales propias. La práctica ha demostrado que las recomendaciones agrícolas con el aporte de divisas a los bancos nacionales, no se consolidan de forma permanente.

El respeto a los factores de producción naturales y ecológicos -hecho obvio y que se seguía desarrollando en nuestras regiones hasta mediados del siglo pasado- se puede encontrar todavía en algunas culturas agrícolas de las regiones tropicales. Es un aprovechamiento exitoso, caracterizado especialmente por la aplicación del principio de la multiplicidad o diversidad.

A diferencia de la teoría agrícola del monocultivo, se basa en la coordinación a distintos niveles de las siguientes medidas:

- Estructuración del paisaje agrícola: Relación entre el bosque (considerándose también agrupaciones de árboles sueltos) con la superficie de cultivo despejada
- Diversidad de cultivos en su ubicación y en el tiempo
- Protección contra la erosión
- Uso indirecto de la vegetación circundante
- Integración de la cría de animales.

Conjunto de métodos ecológicos en la práctica

Forestación

La forestación de las cimas de lomas de escaso rendimiento y con peligro de erosión, permite aumentar la reserva de agua procedente de las precipitaciones y frenar la escorrentía superficial. Es preferible establecer bosques mixtos, ya que puros no se logra el efecto sobre la formación de tierra en la medida deseada. Es ideal el sistema de aclarado del bosque mixto de Centroeuropa.

Arboledas en las zonas de labranza

En zonas con gran radiación solar e intensidad de luz, el sombreado parcial tiene un efecto estimulante. La existencia cada cierta distancia de algunas especies de frutales o de otros árboles puede tener un efecto positivo sobre la producción, por cuanto los sistemas radiculares más profundos de los árboles solubilizan elementos nutritivos minerales de capas menos superficiales y a través del follaje son reincorporados a la superficie de la tierra. En general es posible mejorar así las condiciones microclimáticas, al igual que en la forestación.

Asociaciones de cultivos

El cuidado de la tierra se puede mejorar cuando se realiza una rotación a la vez que se asocia los cultivos. Los cultivos mixtos mejoran el sombreado de la tierra, la cual no queda completamente descubierta durante la cosecha, y por lo general esto influye de forma positiva en las plantas. Así disminuye el riesgo de ataques y se aprovecha de forma más racional el suelo. No hay procesos erosivos, al tener las especies involucradas diferentes épocas de siembra o plantación y maduración -incluso algunas de ellas son perennes.

Erosión

Los procesos erosivos que afectan a grandes superficies pueden prevenirse estableciendo de barreras de protección vivas adecuadas, como gramíneas de crecimiento enmarañado, que a su vez sirven para alimentar a los animales. Pero los procesos erosivos de poca consideración en parcelas y lomas no pueden frenarse eficazmente con este método. Las precipitaciones concentradas en cortos periodos van lavando el suelo desnudo que queda entre las plantas cultivadas, produciéndose una malla de surcos erosivos por donde se arrastran los componentes de la tierra finos y valiosos, permaneciendo la arena y las piedras. En pocos años se ha transformado tierras de selva virgen de la mejor calidad en campos sin ningún valor, de muy mala calidad. Por lo tanto es una necesidad imperiosa la protección de la erosión mediante la cobertura superficial, con el consiguiente efecto para la tierra. El uso vigilado de las malas hierbas es una posibilidad.

El acolchado

Son muy conocidos los efectos mejoradores del acolchado. Además de la humedad y la textura que aporta a

la tierra, se ha observado que da las siguientes ventajas: disminuye la proliferación de las hierbas, reduce los procesos erosivos, aumenta la captación de agua, regula las oscilaciones de temperatura, reduce la evaporación, aumenta la vida microbiana subterránea y de los pequeños animales favorables, eleva el contenido del humus de la tierra, constituye una estructura más grumosa en la tierra, reintegra permanentemente elementos nutritivos a las capas más superficiales de la tierra. Y el más importante de los aportes al sistema: la estimulación de los microorganismos fijadores del nitrógeno que necesitan los cultivos. La oferta de nitrógeno se halla en el propio lugar.

El acolchado, que no sólo se ha aplicado al cultivo de árboles y arbustos, sino también en forma de abono superficial, ofrece un entorno inicial óptimo a las plantas jóvenes. En las forestaciones el acolchado y cómo se ha hecho han resultado ser decisivos para el crecimiento. La lucha contra las hierbas se ha vuelto cada vez más difícil como consecuencia de la permanente y acuciante campaña del “cleanweeding” desarrollada en los monocultivos. Hoy se puede comprobar por doquier los daños que esta situación ha producido sobre los cultivos.

El uso controlado de las hierbas

Esta es la pieza central para la estructuración de un método ecológico, al conducir a todas las medidas antes señaladas a un sistema integrado. Acolchar periódicamente la superficie cultivada es de importancia fundamental para mantener la fertilidad de la tierra. A su vez, la obtención del material suficiente para el acolchado se basa en el manejo correcto de las hierbas. Para producir el material acolchante se utiliza los espacios libres entre los cultivos. Se tolera el crecimiento de la hierba hasta que la competencia con las plantas de cultivo sea eviden-

te, y de esta forma se obtiene una capa de acolchado apreciable, de varios centímetros. Al descomponerse esta capa, favorecerá a los cultivos porque con ella vienen todas las ventajas ya señaladas. Se tolera los crecimientos posteriores de las hierbas dependiendo del periodo vegetativo del cultivo principal. Si se trata de cultivos de un periodo más largo, puede volverse a acolchar. El desarrollo de las semillas de las hierbas en la estación seca debe orientarse para obtener una emergencia satisfactoria posterior. También puede utilizarse a este respecto las hierbas que se ubican en los bordes de los campos. Se ha observado que aun durante el periodo de reposo se descompone la gruesa capa de un acolchado preparado con hierbas. Los restos del acolchado deben retirarse ligeramente de la hilera, procediéndose luego a la plantación o siembra del cultivo deseado en la forma usual. Mantener cubierta parte de la superficie recién sembrada impide en parte el desarrollo de las hierbas y da a las plantas del cultivo una ventaja necesaria. También se puede utilizar las superficies que existen entre los campos de cultivo, según la naturaleza de los barbechos. El sistema descrito asegura una protección contra la erosión sin fallas, basada en la cobertura de la superficie y en el uso de los diversos tipos de hierbas.

Ganadería

El confinamiento de los animales, es decir un acceso reducido a la pradera y el traslado de la alimentación al establo, mejora eficazmente no sólo su estado nutricional sino también la situación ecológica. La conservación del estiércol, que contiene sustancias activas y elementos nutritivos fundamentales, debe hacerse en lugares sombreados, donde además se debe acumular los otros restos del predio. Con la adición de cal, fosfato mineral o escorias en polvo, puede reincorporarse al ciclo biótico.

Las bandas contra la erosión con gramíneas y los cultivos forrajeros adecuados como parte de la rotación, determinan la naturaleza y el número del ganado de una finca pecuaria.

Conclusión

Una producción variada conduce a paisajes bien estructurados. En el organismo agrícola, los animales domésticos y los cultivos se interrelacionan según las características del lugar, teniendo como punto central de todos los esfuerzos la protección y el cuidado de la tierra.

En los altiplanos densamente poblados, donde la situación de la fertilidad de la tierra, la erosión y los monocultivos ha llegado a ser extremadamente crítica, mediante cambios del tipo señalado es posible alcanzar a largo plazo la meta de mantener y mejorar las condiciones básicas de la vida humana. Durante varios años he desarrollado estas medidas con campesinos de Ruanda y Zaire, y aún están muy próximas a sus concepciones tradicionales, lo cual es de importancia fundamental para la receptividad y el reconocimiento de estas medidas. Un anciano africano expresaba su aceptación de la siguiente forma: “Así lo habíamos hecho nosotros también, antes de la llegada de los extranjeros blancos”.

AGRICULTURA ECOLÓGICA EN LOS TRÓPICOS

Kees Manintveld

En todo el mundo crece la conciencia de que las fuentes necesarias para abastecer a la humanidad son limitadas y, más aún, se hallan en rápida disminución. Además del petróleo y el carbón escasea el agua, desaparece la tierra de cultivo, los elementos minerales, diferentes variedades y tipos de seres vivos, y otra fuente energética: la madera.

El expansionismo de los países industrializados, del comercio mundial, de la industria y del consumo han contribuido significativamente a que aparezca esta situación. La industrialización ha deteriorado los términos del intercambio, influyendo negativamente en las economías de los países no industrializados, por cuanto éstos requieren cada vez más divisas para obtener sus bienes de producción. Al depender la economía de estos países en gran medida del comercio de productos agrícolas, el deterioro de los términos de intercambio (Terms of Trade) es más evidente en la agricultura. Los precios de los productos importados, como los abonos químicos, la maquinaria y los plaguicidas, suben más rápido que los precios de los productos agrícolas. Por ello la situación de la agricultura y por lo tanto de los campesinos es cada vez más difícil. La situación se torna más aguda si consideramos además las deficiencias de infraestructura, las distancias del mercado, las posibilidades de competencia con regiones mejor ubicadas, el uso abusivo de las tierras, y el desmonte de las selvas con sus consecuencias sobre la retención del agua y la erosión de la tierra.

En ese sentido es quizás comprensible, y aun más, justificada y necesaria, desde el punto de vista de la promo-

ción eficaz del desarrollo de su población, la llamada a la auto-ayuda a que algunos países no industrializados han recurrido, y que puede llevar a una especie de autarquía. La agricultura moderna introducida desde los países desarrollados se basa en el principio de llevar al máximo el beneficio y para ello requiere fuertes inversiones de capital para maquinaria, abonos químicos y fitosanitarios. Se especializa en monocultivos y no desea la condición natural de multiplicidad, que por tanto combate.

La agricultura ecológica intenta, con la ayuda de esa multiplicidad o diversidad, lograr la mejora y el aumento de la producción. Evidentemente los seres humanos, al propiciar esa diversidad, tienen como objetivo imitar a la vegetación original y encargarse de sus funciones ecológicas.

Las bases

En cualquier lugar natural, la comunidad vegetal y animal existente tiende a vivir en una especie de equilibrio. Esto significa que la asociación y la diversidad natural de las especies permanece casi constante o sólo se modifica lentamente. Las comunidades vivas, es decir los sistemas ecológicos, varían de lugar en lugar según el clima, la naturaleza de la tierra y la conformación topográfica.

Cuando el ser humano actúa en ese sistema, sea por roza, trabajo de la tierra, cosecha, abonado, etc., crea un nuevo sistema ecológico. Conociendo las relaciones naturales, él puede intentar tender a un nuevo equilibrio. O no hacerlo, sea por desconocimiento o desinterés, con lo cual se abandona la idea natural de la diversidad y se crea un nuevo sistema, con escasas variedades vegetales. Un sistema de esta naturaleza no tiene las funciones

reguladoras que la diversidad natural supone para el mantenimiento del equilibrio, y por ello en él se generan problemas relacionados con la fertilidad de la tierra, la erosión y las plagas. Y como de estas últimas no se considera sus causas determinantes, sólo se las puede frenar con la aplicación de métodos de tipo medicinal.

Según los últimos conocimientos, se sabe que un sistema ecológico dispone de los elementos nutritivos necesarios para el crecimiento de las plantas y los animales, que se movilizan en un ciclo cerrado y en forma interdependiente. La economía también es compatible con la observación de ese ciclo. Por ejemplo, con una oferta de nutrientes no excesiva pero equilibrada, se puede lograr cosechas satisfactorias a la vez que se reduce al mínimo el vertido de elementos químicos. Esto puede conseguirse de forma equilibrada mediante un sistema dirigido basado en la diversidad, dado que los distintos tipos de vegetales se diferencian considerablemente en su capacidad de solubilizar los elementos nutritivos de las reservas de la tierra, reservas que con el acolchado -pues se hallan en las raíces en descomposición- o también a través de la alimentación animal -pasando al estiércol-, son nuevamente llevadas a la tierra y puestas a disposición de otras plantas.

Dadas las diferentes velocidades de crecimiento de los distintos tipos de plantas, casi siempre es posible mantener el suelo cubierto. Esto reviste especial importancia para protegerlo contra la erosión. La fuerza con que impacta la lluvia en la superficie terrestre puede reducirse, disminuyendo la posibilidad de destruirla y propiciando la infiltración.

Una estructura grumosa y estable de la tierra favorece considerablemente la infiltración. Dicha estructura depende claramente de la cantidad de materia orgánica, que a su vez puede regularse mediante plantas que

cubran el suelo, restos de hierbas cortadas, abono verde, compost, etc.

La presencia de materia orgánica también ayuda a evitar la erosión eólica, al dar una estructura estable a la capa superior de la tierra en el periodo seco. La velocidad del viento en la superficie puede disminuirse con una capa de acolchado o una cubierta vegetal capaz de permanecer el máximo tiempo verde durante el periodo seco. Evidentemente, la diversidad adecuada supone la existencia de cortavientos o bosquesillos que ayudan a evitar la erosión eólica.

Los aspectos de la diversidad

La diversidad dirigida se caracteriza por una serie de elementos. Como ya he señalado, los sistemas ecológicos se diferencian para cada lugar cuando las condiciones ambientales varían. Por esta razón, cuando se intenta practicar una agricultura basada en métodos ecológicos, se debe considerar los siguientes aspectos sólo como criterios. No constituyen por lo tanto conceptos estáticos, sino directrices básicas, que se debe tener en cuenta junto con otras condiciones locales del predio como las sociales, económicas y ecológicas.

Diversidad de productos

La diversidad de productos ofrece una buena posibilidad de división del trabajo, por cuanto se obtienen cosechas continuas derivadas de los diferentes periodos de maduración. También supone una buena seguridad económica al estar repartidos los riesgos del clima, las plagas o el mercado, en múltiples productos con diferentes sensibilidades.

Cultivos asociados

La asociación de cultivos permite utilizar mejor la luz y la tierra, y una mejor cosecha total. La cobertura más rápida y permanente de la tierra da mayor efectividad contra la erosión y disminuye la propagación de las plagas. Es evidente que esta práctica es más factible cuando se valora la idea de la diversidad.

La cobertura del suelo y el abono verde

Ambos están muy interrelacionados. Se puede sembrar en los barbechos o entre los cultivos diferentes mezclas de gramíneas y leguminosas para cubrir el suelo. O desherbar de forma controlada entre los cultivos, mediante cortes periódicos, acumulando el follaje y preparando un acolchado. Así, además de mantener el suelo cubierto, se reincorpora a la tierra los elementos nutritivos en forma orgánica. También las raíces en descomposición aportan elementos nutritivos en solución.

Mantener el suelo permanentemente cubierto combate la erosión. Algunas plantas de crecimiento rastrero, con un sistema radicular amplio, denso y poco profundo, pueden tener un efecto protector importante contra la erosión, ya que protegen del impacto de la lluvia sobre las partículas de tierra, que se mantienen unidas. Contra la erosión eólica es muy importante disminuir la velocidad del viento en el suelo. Ello puede lograrse perfectamente con arbustos o mediante un simple acolchado.

Una combinación de arbustos no leñosos de crecimiento rápido con leguminosas rastreras, puede dar una cubierta lo suficientemente gruesa que cumpla con las funciones señaladas.

Tolerar las hierbas

Se puede utilizar también las hierbas como cobertura del suelo si no se las corta muy pronto o de forma drásti-

ca. Es cierto que ello no permite obtener cosechas máximas a corto plazo, pero ofrece a la tierra las ventajas ya mencionadas. Para que las hierbas sean capaces de crecer posteriormente, el primer corte se puede realizar de forma relativamente superficial, reservando cortes más drásticos para cuando los cultivos asuman las funciones protectoras.

Rotación cultural

Aun cuando se practique una producción diversificada, existan asociaciones de cultivos, se practique el abono verde y se tolere las hierbas, nunca se podrá imitar completamente las condiciones naturales. Por estas razones, una rotación de cultivos equilibrada constituye en una medida complementaria interesante para una agricultura que intenta tener en cuenta las condiciones locales. Aquí adquieren gran importancia las leguminosas y las bacterias fijadoras del nitrógeno que viven simbióticamente en sus raíces.

Integrar los bosques

Integrando los bosques se puede alcanzar muy bien un sistema ecológico natural acorde con las características de su ubicación. En regiones donde existen pocos bosques, se recomienda realizar algunas reforestaciones, no en monocultivo sino asociando diversas especies de árboles, dados sus efectos sobre la formación de la tierra y la regulación y retención del agua. Además los pequeños bosques permiten una mejor articulación de las diferentes superficies. También se debe valorar positivamente sus efectos sobre la flora y fauna, así como sobre las plagas y animales útiles a la agricultura. Además nos ofrecen agradables y múltiples posibilidades. Por último, y no por ello menos importante, destaca su utilidad como leña y material para la construcción.

Integrar la ganadería

Donde es posible criar animales, es perfectamente factible relacionarlos directamente con la producción agrícola, por medio del abono de gran calidad que proporcionan. El compost adecuadamente fermentado tiene un efecto regulador y estimulador de la formación del humus y de la tierra, que limita la acción de los agentes patógenos y vuelve a las plantas más resistentes.

Diversidad de especies

El cultivo de variedades de gran rendimiento, trae consigo fuertes exigencias de elementos nutritivos, así como ataques mayores de plagas. Por el contrario, las variedades más resistentes y robustas, que en teoría no permiten conseguir cosechas máximas en condiciones no óptimas, en la práctica se comportan mucho mejor. La diversidad permite aquí limitar las enfermedades y ataques.

Sanidad vegetal

Cuando se consideran y aplican en la práctica completamente los aspectos ya señalados, los ataques de las plagas casi no revisten importancia. En caso de que se supere el umbral soportable, cabe utilizar medios naturales inofensivos, como derris, cuyo principio activo es la rotenona, o pelitre, cuyo principio activo son las piretrinas. No se practica un combate total, evitándose el riesgo de formación de resistencias.

Indicaciones prácticas

¿Cómo se puede aplicar en la práctica las ideas señaladas? He aquí en forma resumida algunas indicaciones en relación con los temas de diversidad de productos,

cultivos asociados y tolerancia de las hierbas; cubierta vegetal y abono verde; rotación cultural; y compost. Al final presento el método de van der Meulen. No es posible dar indicaciones más específicas respecto a cómo se debe organizar el predio, por cuanto cada campesino ha de hacerlo de acuerdo con sus propias ideas, orientándose siempre hacia el equilibrio natural. Existen numerosos factores que varían según la ubicación del predio y que pueden significar diferentes formas de organización. Entre ellos cabe destacar el clima, la flora, la tierra y la topografía. La introducción de la agricultura moderna ha traído como consecuencia la eliminación de muchos métodos ecológicos tradicionales, que se basan en experiencias de varios siglos. Pese a ello y por el valor demostrado por algunos, se mantienen todavía en el recuerdo. Por esta razón no se trata de introducir nuevos métodos, sino más bien de redescubrir los que se ha ido probando durante largo tiempo y reconocerlos plenamente en su valor, quizás volviéndolos a aplicar hoy de una forma diferente o adecuada a las nuevas circunstancias, pues no todo lo antiguo puede ser aplicado en la actualidad sin variaciones.

Diversidad de la producción, cultivos asociados y tolerancia a las hierbas

Para un agricultor, una producción diversa significa no cultivar un número limitado de productos de gran rendimiento, sino tener una gama de cultivos variada dentro de lo posible. Son de primera importancia los cultivos de autoconsumo, como arroz, mandioca, ñame, judías, maíz, frijoles, hortalizas, bananas, frutas en general, especias y hierbas. También ha de considerar los cultivos comerciales como el caucho, palma de aceite, cocotero, té, café y tabaco. En pequeños predios es posible desarrollar estos cultivos unos junto a otros sin dificul-

tad, debiendo para ello imitarse la formación escalonada del bosque natural.

Es obvio que no se puede alcanzar las altas densidades ni los grandes rendimientos de los monocultivos, pero la cosecha total por hectárea es superior. Por ejemplo bajo cocoteros, palmas de aceite y árboles frutales grandes, puede introducirse un segundo nivel de árboles frutales de menor altura, como papayos y guayabos; más abajo, como tercera capa puede cultivarse mandioca, judías, maíz y frijoles trepadores; y por último, hortalizas, especias, frijoles no trepadores, hierbas, colocasia, Xanthosoma u otros tubérculos de corta permanencia. Cuando además de esto la hierba cortada se deja en el campo (como acolchado) entonces se protege mejor el suelo. Este método utiliza la luz de forma óptima y pone a trabajar a la tierra en todo su perfil, dadas las diferentes profundidades que alcanzan los sistemas radiculares de estos vegetales. Esto último no ocurre en los monocultivos, en los cuales la luz no se utiliza íntegramente y se pone a trabajar la tierra de forma unilateral.

Las raíces de los árboles solubilizan elementos nutritivos de capas más profundas y los llevan a la superficie, sea en la descomposición de las raíces superficiales o en la caída del follaje. Las hierbas también solubilizan los elementos nutritivos, pero de capas más superficiales. Cuando se cava o corta las hierbas para preparar un acolchado, sus elementos se reincorporan a la tierra. En las fases iniciales del desarrollo de los cultivos es posible dejar crecer por un tiempo las hierbas -ya que ellas cumplen la misión de proteger la tierra-, o no cortarlas muy drásticamente la primera vez para no impedir su regeneración. Una vez los cultivos están bien desarrollados, se puede atacar a las hierbas más enérgicamente.

Dadas las características particulares del cultivo del arroz, es difícil aplicarle estas ideas, además de que

puede tenerse largo tiempo como un monocultivo sin reducirse significativamente su rendimiento. Sin embargo es posible asociar al cultivo del arroz algunos arbustos (por ejemplo la leguminosa gallito *Sesbania* spp.) plantados en los márgenes, utilizándose su follaje en el abono verde. Con el uso de la lenteja de agua *Azolla* (véase el apartado siguiente) o de la diversidad y de la rotación cultural, puede mejorarse la fertilidad de la tierra y con ello los rendimientos. Una rotación cultural, por ejemplo con hortalizas, hierbas, especias o abonos verdes (como frijoles), sólo es posible si los campos de arroz no están cubiertos todo el año con agua. Para ello el nivel de agua debe disminuir de forma natural o ser regulable.

Cobertura del suelo y abono verde

Disponer de una cobertura del suelo permanente es de importancia fundamental para combatir la erosión eólica e hídrica. Esto se puede lograr aplicando material orgánico picado -como ramaje, paja, pastos o hierbas-, que puede dejarse sobre el campo; y desperdicios domésticos. La descomposición de estos materiales permite aumentar la fertilidad de la tierra. La capa de acolchado es especialmente útil en el caso de nuevos cultivos que no han alcanzado su desarrollo máximo, ya que puede proteger el suelo. Bajo plantaciones de árboles como el del caucho o las palmas, cabe introducir con éxito algunos arbustos y hierbas, que además de dar el efecto descrito, pueden frenar el desarrollo de algunas hierbas indeseables (por ejemplo alangilán). Las más indicadas son las leguminosas, que al mismo tiempo son capaces de abastecer de nitrógeno al cultivo principal, dada su capacidad de fijar el nitrógeno del aire. Además del nitrógeno, las raíces más profundas acarrean otras sustancias nutritivas como fósforo, potasio, magnesio,

calcio y oligoelementos, que se depositan en las raíces y las hojas. Cuando el follaje se siega o corta periódicamente y se deja sobre la superficie, los elementos nutritivos se reincorporan al cultivo principal. Al mismo tiempo, la materia orgánica contribuye a la formación del humus y de este modo favorece la estabilidad y la fertilidad de la tierra.

El recubrimiento vegetal ideal debe tener raíces profundas y no competir por elementos nutritivos o agua con el cultivo principal; debe tener pocas exigencias de abono, solubilizar en buena forma elementos nutritivos y en lo posible desarrollarse rápido; durante los meses de pocas precipitaciones debe mantenerse verde para disminuir de esta forma el riesgo de incendio, y debe tolerar bien la sombra. Ya que no existen plantas que reúnan todo, a menudo se utiliza mezclas de diferentes tipos, por ejemplo raspacanilla (*Mimosa invisa*, extremadamente poco exigente pero en el periodo de sequía se marchita) con kudzú tropical (*Pueraria phaseoloides*, sinónimo: *P. javanica*) y bejuco de chino (*Centrosema pubescens*). Este último presenta una mejor tolerancia a la sombra. También han dado buenos resultados asociaciones de arbustos de crecimiento vertical, por ejemplo *Eupatorium pallescens* (una compuesta), *Tephrosia candida*, *Leucaena leucocephala*, cascabel espigado (*Crotalaria anagyroides*), cáñamo de Bengala (*C. juncea*), guisante de Angola (*Cajanus cajan*), gallito (*Sesbania grandiflora*), con plantas de crecimiento rastrero como *Centrosema*, amor seco (*Desmodium ascendens*), alfajilla (*D. triflorum*), frijol verde (*Dolichos biflorus*), judía de Egipto (*D. lab-lab*), *D. bulbosus*, falso añil (*Indigofera hirsuta*), *Mimosa invisa*, judián (*Phaseolus lunatus*), frijol arroz (*P. calcaratus*, sinónimo: *Vigna umbellata*), kudzú (*Pueraria*), judía de Sarawak (*Vigna oligosperma*, sinónimo: *V. hosei*). Estas especies, por su producción

masiva y largo periodo de vida, permiten mantener el suelo cubierto. La elección de los tipos utilizables debe estar condicionada por la situación ecológica local, la tierra, el clima y el tipo de crecimiento del cultivo principal. En el cultivo del té, se debe evitar las plantas que desarrollan mucho sus zarcillos, como la judía aterciopelada (*Stizolobium* spp., sinónimo: *Mucuna* spp.), *Pueraria* y *Centrosema*, ya que pueden cubrir a las plantas del té. Para estos casos se recomienda plantas de crecimiento menos agresivo como *Indigofera spicata* o *Vigna hosei*.

En regiones húmedas es importante la protección del suelo que permita debilitar el efecto erosivo del agua. Para la protección de pendientes aterrazadas es recomendable el uso de hierbas que constituyan una densa masa de raíces, preferentemente por ejemplo pasto africano (*Pennisetum clandestinum*), vetiver (*Vetiveria zizanioides*), y citronela (*Cymbogon* spp.). Se puede asegurar los declives de las zanjas con plantas rastreras, por ejemplo con ayapaná (*Eupatorium triplinerve*), *E. ripalum*, *Althernanthera amoena*, *Centella asiatica*, *passiflora hedionda* (*Passiflora foetida*). Se puede proteger arroyos y acequias con hierbas de crecimiento poco agresivo como *Urochloa* spp., *Paspalum* spp. y grama común (*Cynodon dactylon*).

En zonas de mucha precipitación es importante dejar el suelo muy poco tiempo sin cubrir. Si se prevé realizar un barbecho con cobertura, es recomendable sembrarlo antes de la cosecha, pues de este modo se obtiene tras la cosecha una cobertura cerrada. Cuando se ha terminado con el barbecho, es posible sembrar en esa cobertura árboles jóvenes de caucho o estacas de mandioca. Antes de la siembra o plantación puede acolcharse. Para favorecer el crecimiento juvenil de las plantas, se recomienda dejar libres hoyos cada cierta distancia si se va a plantar, o dejar hileras libres en caso de siembra.

Algunas coberturas vegetales tienen gran valor como forraje, como pica-pica manso (*Calopogonium mucunoides*), bejuco de chino (*Centrosema pubescens*), kudzú tropical (*Pueraria javanica*), alfalfilla (*Desmodium triflorum*), *D. gangeticum*, guisante de Angola (*Cajanus cajan*), frijol verde (*Dolichos biflorus*), soja perenne (*Glycine javanica*, sinónimo: *G. wightii*), *Phaseolus aureus*, judía aterciopelada (*Stizolobium* spp.), y *Vigna hosei*. A través de los animales y sus proteínas, estos vegetales se ponen a disposición de la alimentación humana, y el estiércol de aquéllos permite su reincorporación a la tierra con el consiguiente efecto positivo sobre su fertilidad.

Se puede cortar e incorporar a los campos la materia orgánica de las plantas dedicadas a abono verde, o incorporarse al compost. De esta forma también contribuyen a aumentar la producción agrícola los vegetales que no utilizan directamente la superficie cultivable, por ejemplo los ubicados en pendientes, diques y orillas de camino.

Asimismo cabe utilizar algunas plantas acuáticas para el compost, el acolchado o como abono verde. Por ejemplo el jacinto acuático (*Eichhornia crassipes*) y otras plantas acuáticas -capaces de asfixiar fácilmente los arroyos y estanques si no se las retira- pueden suponer hasta en una cuarta parte del total del compost. Dado su gran contenido de agua (alrededor del 93%) es mucho menos necesario incorporar agua al compost de zanja o en montón, en los periodos de sequedad.

Entre las plantas acuáticas, ocupan un lugar especial la lenteja de agua (*Azolla*) y las algas verde-azuladas *Anabaena azolla*, que viven en las cavidades de las hojas de la lenteja y son capaces de fijar el nitrógeno del aire. La lenteja combina bien con el arroz ya que necesita aguas poco profundas, quietas y tibias (más de 35 °C le va mal); se reproduce de forma vegetativa y duplica su

peso en 3 a 5 días. Cada 10 a 15 días debe ser enterrada a mano en los campos de arroz, para que no prive de oxígeno al arroz.

Rotación cultural

La rotación de cultivos consiste en disponer gradualmente en el tiempo las asociaciones de cultivos. Se alterna plantas de sistemas radiculares profundos con otras de sistemas más superficiales; se sucede leguminosas y no leguminosas, cultivos poco exigentes con otros más exigentes, plantas tuberosas con otras que dan sus productos en la superficie. Puede constituir una parte importante de la rotación los barbechos, con o sin abono verde. El acolchado ocasional durante el barbecho puede ser de utilidad al evitarse que la población vegetal se vuelva exuberante y surjan problemas en un nuevo ciclo productivo.

Una rotación cultural variada evita que se extiendan más los ataques de las plagas a un determinado cultivo. Se los puede evitar o restringir a límites aceptables, especialmente en el caso de las enfermedades cuyos gérmenes están en la tierra y que surgen cuando un cultivo se repite de forma monótona en un mismo lugar.

La utilización de asociaciones de cultivos debe seguir también los principios de una rotación cultural equilibrada. Una rotación de cultivos adecuada puede solucionar los problemas que se den aun cuando se utilicen asociaciones de cultivos, porque nunca se puede imitar completamente el equilibrio ecológico natural y local.

El compost

De forma resumida, el compost es material orgánico en proceso de descomposición. Se hace con desperdicios vegetales como hierba, paja, hojas, tortas de oleaginosas, serrín, cáscaras, etc., y residuos animales, como deyec-

ciones, orina, cama vieja del establo mezclada con tierra, sangre, huesos, pelos, cuernos y vísceras. Para obtener una descomposición adecuada debe disponer de agua y aire, y de otros elementos básicos como cenizas de madera, carbonato de calcio (piedra caliza en polvo) o tierra, que permiten que la mezcla en fermentación no se acidifique. La presencia de aire en la primera fase de proliferación micótica es de gran importancia. Posteriormente se avanza hacia la formación del humus, lo que realizan las bacterias que actúan en presencia de escaso oxígeno, por lo cual la aireación pierde importancia en esta etapa.

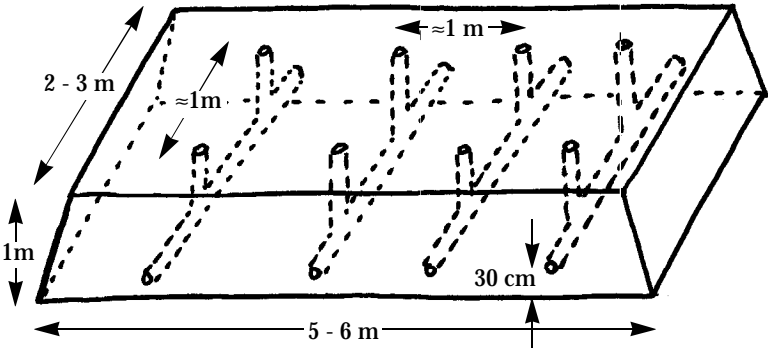
Entre otras, esta fermentación presenta las siguientes ventajas:

- Contiene casi todos los elementos nutritivos asimilables necesarios para las plantas.
- Los elementos nutritivos no están en forma de sales fácilmente solubles, sino que son solubilizados lentamente a través de la actividad biótica de la tierra, con un ritmo de aportación similar a las necesidades del crecimiento vegetal.
- Tiene una función fundamental en la formación del humus y por lo tanto en la estabilidad de la tierra, con el consiguiente efecto favorable contra la erosión.
- El abono resultante no produce retrasos en el crecimiento motivados por el nitrógeno movilizado ni por productos indeseables de la descomposición, como es posible que lo haga un material fresco. En el caso del acolchado ello ocurre mucho menos o no ocurre en absoluto.
- Su importancia en la formación del humus y su efecto estimulante para la tierra de labor son la base de una diversidad edáfica que regula el crecimiento las plagas y las frena.

Es posible utilizar dos métodos en la preparación de compost: en fosa o en montón. Si el compost tiende a secarse (por ejemplo durante el periodo seco) es recomendable la fosa. Si ello no ocurre, se puede utilizar el montón, por el ahorro de trabajo que supone. En ambos casos la fermentación debe hacerse en lugares sombreados y protegidos de fuertes lluvias y vientos. Se puede cubrir por ejemplo con paja, ramas u hojas de bananera. Ya que en un compost el aire no penetra más allá de 50 cm, es recomendable colocar cada metro, horizontal y verticalmente, caños de aireación de unos 10 cm de diámetro, de bambú o de paja (véase la figura 1).

Después de 2 a 3 semanas, el compost debe removerse colocando fuera el material que estaba en el interior y viceversa. Si es necesario, puede mojarse. Esta operación debe repetirse al cabo de 2 a 3 semanas. Entonces la etapa fúngica casi está llegando a su fin y las bacterias se encargan de darle la madurez definitiva. Un compost en fermentación avanzada se torna grumoso y cada vez es menos difícil mantenerlo húmedo. La humedad ideal de la masa en el primer tiempo viene a ser la mitad de su saturación, es decir como la de una esponja estrujada.

Figura 1. Esquema de compost apilado con tubos de aireación



La fermentación puede acelerarse con una proporción relativamente elevada de componentes animales e incorporando al comienzo del proceso una porción de compost ya fermentado.

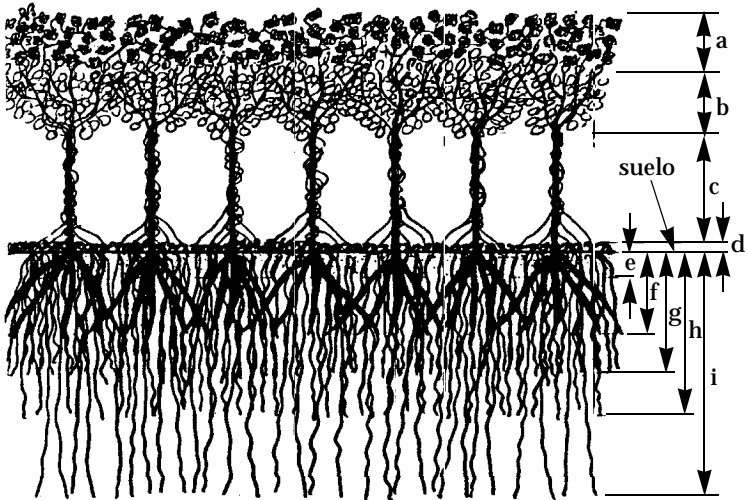
El método de Van der Meulen

Van der Meulen ha desarrollado un método especial aplicable particularmente a tierras lixiviadas y secas, mediante la utilización de arbustos no leñosos, por ejemplo *Eupatorium odoratum*, *Cajanus cajan* o *Crotalaria anagyroides*, en combinación con leguminosas trepadoras y de crecimiento rastrero, como *Centrosema pubescens*, *Pueraria javanica* o *Mimosa invisa*. Las características principales de las plantas utilizables son las siguientes:

- Gran capacidad de solubilización gracias a su muy profundo sistema radicular.
- Su vegetación puede producir gran cantidad de sustancias orgánicas.
- Asfixia de gramíneas y hierbas perjudiciales así como de sus sistemas radiculares.
- Capacidad de captación de la humedad atmosférica, que les permite seguir creciendo durante el periodo seco.
- Floración estacional y no durante todo el año, para que su germinación natural no se convierta en una plaga en la fase de utilización agrícola -se corta estas plantas cuando no llevan semilla.

La regeneración ocurre en varias fases. En la primera fase, entre 6 y 7 meses tras la siembra, se desarrolla una capa vegetal de 2,5 a 3 m (véase la figura 2). Para esta etapa debe aprovecharse el período lluvioso.

Figura 2. Fase 1, entre 6 y 7 meses después de la siembra. Método de Van der Meulen



- a = Capa espesa de follaje de leguminosas trepadoras.
- b = Densa capa de follaje de arbustos no leñosos.
- c = Zona umbría, donde los tallos y zarcillos en una altura de casi 1,5 m no tienen follaje. Densidad arbustiva: 8 por m².
- d = Capa de follaje descompuesto.
- e = Capa superior de la tierra, donde se acumula la materia orgánica y que mediante la actividad de los microorganismos es transformada en humus (aproximadamente 30 cm).
- f = Profundidad radicular de los arbustos = aprox. 1 m.
- g = Profundidad radicular de las leguminosas = aprox. 1,5 m.
- h = Profundidad radicular de las leguminosas = aprox. 2 m.
- i = Profundidad radicular de las leguminosas = aprox. 3 m.

Al final de esta etapa se debe cortar el frondoso follaje a unos 30 cm sobre el cuello de la raíz, troceándose las ramas y zarcillos en fragmentos de unos 30 cm de largo. La corta debe realizarse antes de la aparición de los frutos en las plantas. El material orgánico se deja extendido, permitiéndose a los microorganismos de la tierra su acción transformadora hasta convertirlo en humus. Eventualmente dicho material puede ser enterrado, lo que, claro está, demanda más trabajo.

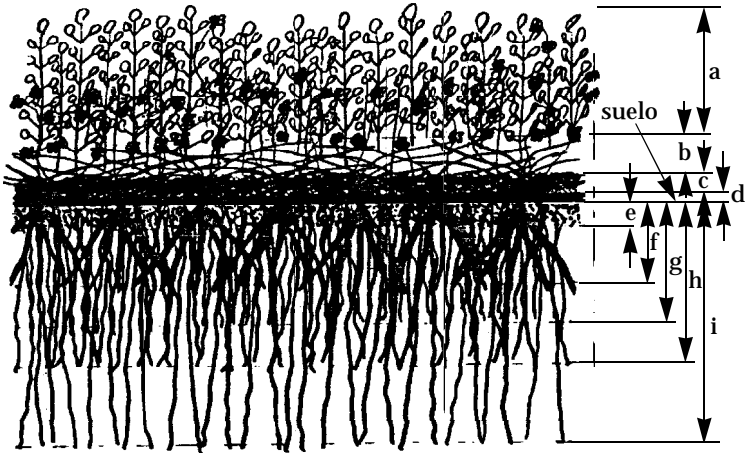
En la segunda fase (véase la figura 3) vuelven a brotar los muñones de los arbustos y las leguminosas. Cada muñón forma de 8 a 12 vástagos horizontales, que en unos seis meses alcanzan longitudes de 1,5 m. A su vez cada rama forma de 3 a 4 brotes verticales secundarios, que a los seis meses alcanzan alturas de 2 m. En esta fase las leguminosas brotan menos que en la primera. Aun cuando trepan por los brotes verticales, su desarrollo ya no es tan exuberante y forman una capa muy similar a la de los arbustos.

Esa nueva capa crece en Java en seis meses hasta aproximadamente 2 m. Pese al periodo seco, dicha cobertura verde se mantiene.

Según el nivel de regeneración deseado, puede realizarse una nueva corta, es decir una tercera fase similar a la segunda, o la superficie se puede usar ya agrícolamente, para lo cual se debe volver a cortar desenraizando además las plantas, para impedir crecimientos no deseados posteriores de las plantas. Luego se puede hacer los hoyos para la plantación o despejar las hileras para la siembra.

Obviamente este método puede variarse a lo largo del tiempo, a discreción. Puede alternarse con el uso agrícola en la rotación cultural, para mantener la fertilidad de la tierra. Un aspecto importante de considerar en cuanto a la rotación es, dos a tres meses antes de la cosecha del

Figura 3. Fase 2, entre 6 y 7 meses después del primer corte. Método de Van der Meulen



a = Brotes secundarios verticales que salen de los brotes horizontales de los arbustos, y leguminosas trepadoras, más o menos asfixiadas. Longitud = aprox. 2 m.

b = Brotes horizontales primarios de la base del arbusto. Longitud = aprox. 1,5 m.

c = Capa de sustancias orgánicas trituradas de el primer corte

d = Capa de estructuras del follaje descompuestas.

e = Capa superior de la tierra, donde se acumula la materia orgánica y que mediante la actividad de los microorganismos es transformada en humus (aprox. 30 cm). En esta segunda fase existe más material orgánico que al final de la fase 1.

f = Profundidad radicular de los arbustos = aprox. 1 m.

g = Profundidad radicular de las leguminosas = aprox. 1,5 m.

h = Profundidad radicular de las leguminosas = aprox. 2 m.

i = Profundidad radicular de las leguminosas = aprox. 3 m.

cutivo sembrar la semilla en la esa superficie. Esto no perjudica al crecimiento del cultivo principal, y tras la cosecha se dispone de una cobertura vegetal bien desarrollada. Esta capa permanece verde aun durante el periodo seco, dando una buena protección contra los incendios y la erosión eólica. La superficie se puede volver a utilizar agrícolamente después de que comience de nuevo la estación lluviosa y la vegetación se haya cortado bajo el cuello. La gran cantidad de materia orgánica le permite a la tierra adquirir un estado físico, químico y biótico adecuado, pudiéndose aprovechar de forma permanente para la agricultura, y dando buenos rendimientos.

VISITA A UNA PLANTACIÓN BIODINÁMICA DE CAFÉ EN MÉXICO.

Georg Merckens

La finca Irlanda se encuentra aproximadamente unos 15 grados al norte del Ecuador, cerca de la frontera con Guatemala, en la ladera oeste de la Sierra Madre de Chiapas, cadena montañosa de granito, muy resquebrajada, que se extiende a lo largo de la costa del Pacífico. Los volcanes Tacana y Tajumulco, ambos de más de 4.000 m, caracterizan el paisaje, y su antigua actividad contribuyó a la formación de la tierra de cultivo. De Tapachula, es el centro de comunicaciones y comercial, parte una carretera de unos 40 km hasta la base de la cordillera. Por unos 30 km de caminos particulares y elevándose unos 1.000 m, se llega a la finca Irlanda.

La zona es montañosa, tiene abruptas pendientes y queda a una altura de unos 900 a 1.200 m sobre el nivel del mar. Su anterior propietario, de nacionalidad irlandesa, la convirtió en un rancho ganadero. Desde 1928, los hermanos Rodolfo y Walter Peters instalaron una plantación de café. Actualmente el hijo de Rodolfo Peters, Walter, maneja el predio, quien de las 800 hectáreas originales dispone actualmente de sólo 300, por obra de la Reforma Agraria. Para el trabajo de la finca se requieren de forma permanente dos empleados y 68 trabajadores (indios), que viven en el predio. En la época de cosecha (de octubre a enero) son empleados adicionalmente unos 230 recolectores.

270 ha se destinan al cultivo del café, de las cuales poseen el certificado de calidad Demeter 50 ha desde 1963 (Sector Oriente) y 20 más desde 1972 (Sector Marimba).

Se dispone además de 46 ha fuera de la finca destinadas al ganado: 26 ha en la costa, a unos 60 km de distancia, con 56 vacas adultas en corrales; y 20 ha a unos 20 km en una región de torrentes, con 21 vacas adultas.

Y un rancho de 12 ha para el cultivo de cacao, a unos 20 km.

Cerca de la mitad del estiércol de vaca (de los corrales) se transporta a la finca Irlanda para hacer compost.

La temperatura media anual es de 21 °C. La precipitación anual de 4.500 mm se concentra en la estación lluviosa, de abril a noviembre. Por las mañanas el tiempo es claro y despejado, y por las tardes y noches lluvioso. El primer mes más lluvioso es junio, el segundo es septiembre. De diciembre a febrero o marzo, el total de lluvia es 30 mm.

La humedad relativa del aire en el periodo lluvioso es del 86 %, y en el periodo seco el 70 %.

Durante el periodo seco hasta el 20 de febrero, las tormentas que vienen del Norte pueden amenazar a los cultivos.

Las tierras de la finca Irlanda

La base geológica está constituida fundamentalmente por granito y andesita de origen volcánico, y de ellos se han formado parte de las típicas arcillas de color rojo vivo. La erosión producida por la lluvia y los desprendimientos en las pendientes han desarrollado, a partir de estas arcillas rojas, mullidas tierras humíferas de color café oscuro o medianamente oscuro, más o menos gruesas según la pendiente y su exposición norte o sur. En los cortes del camino se puede encontrar a veces una capa volcánica de formación reciente, desde unos dos dedos de espesor hasta medio o un metro de profundidad.

Excavamos en puntos representativos para observar los perfiles de la tierra. Bajo la delgada capa de follaje y otro material vegetal en descomposición muy rápida («moder»), encontramos 40 cm de tierra grumosa de color café oscuro con un gran contenido de humus y de bordes indefinidos, sobre la base rojo-arcillosa del perfil. En cambio en las cimas esta capa es de sólo 20 cm de profundidad. Las laderas de exposición al norte muestran una mejor capa de follaje y un «mull», mejor crecimiento vegetal y mantenimiento del humus. Las pendientes de exposición al sur tienen menos humus y requieren más plantas sombreantes para conservar la estructura de la tierra. La circulación de elementos nutritivos entre la capa de material en descomposición y planta es muy rápida.

A continuación tomo las siguientes cifras de un completo informe del profesor Koepf hecho en 1963, de las pendientes erosionadas:

Arcilla	≈ 26 %	39 %
Limo	16 a 23 %	32 %
Arena	55 a 58 %	29 %
Materia orgánica	3,4 a 5,5 %	0,5 %
pH	4,2 a 4,9	4,2 %
NO ₃	1,0 a 1,8 mg/100 g	1,0 mg
P ₂ O ₅	1,2 a 2,4 mg/100 g	2,0 mg
K ₂ O	4 a 5,2 mg/100 g	4,0 mg

El problema de la erosión en las laderas merece especial atención. Si las hierbas que se obtienen periódicamente a lo largo del año de limpiar en torno al cafeto, se colocan por el lado pendiente abajo de la planta, se puede formar terrazas que disminuyen la acción erosiva. La dosis de compost obtenida por cada arbusto se reparte por el lado pendiente arriba de la mata.

El profesor Koepf, en su primera visita, consideró completamente erosionadas las cimas en las que incluso aparecía la capa roja arcillosa, como no-cultivables en el futuro. Pero Peters intentó realizar en esas tierras algunos cultivos. Con el cultivo de plantas-piloto poniendo una capa de compost, obtuvo los primeros retoños. Después, paralelamente a la línea más alta, cavó zanjas de 40 cm de profundidad y las llenó con compost, colocando previamente cafetos jóvenes. Ahora, tras aproximadamente diez años, se encuentra una plantación de café que satisface las exigencias básicas, con buen rendimiento. En la superficie hay una capa de 20 a 25 cm de tierra mullida, con un buen contenido de humus.

Características básicas del cultivo del café

En una cama de siembra ligeramente sombreada se coloca el arbusto joven en una bolsa de plástico de 5 kg, llena con una mezcla de compost y tierra. Ahí se deja crecer durante uno o dos años.

El trasplante se realiza después de un tiempo de haber hecho el hoyo en el fondo arcilloso. Esta medida, junto con el mantenimiento inicial en compost, permite un crecimiento rápido. Es posible que de esta forma se logre al comienzo un mejor crecimiento de la raíz pivotante. El 90 % de las raíces se extienden en los 30 cm más superficiales de la tierra, aproximadamente 1,5 m hacia todos lados, requiriendo para ello tierras grumosas, con buena proporción de humedad y humus. La regulación del agua durante la estación seca exige la preparación de un acolchado de hierbas y sombra mediante árboles. Esas dos medidas impiden, o mejor dicho disminuyen, aun en la estación lluviosa, el arrastre de la tierra por la erosión.

Aproximadamente dos años después del trasplante se debe doblar y amarrar las ramas que habían crecido verticalmente, lo que debe repetirse anualmente. La poda estimula a las mejores varas y ya con cinco años cabe esperar una cosecha del 50%, y llegar al 100% a más tardar a los ocho años.

La densidad de la plantación es de aproximadamente 1.000 cafetos por hectárea, de unos 2,5 m de altura. Además se utiliza para el sombreado unos 40 árboles chalum (*Inga sp.*), leguminosos. Si se les arranca antes de que hayan crecido completamente, el nitrógeno de las raíces queda a disposición del cultivo. La regulación de la sombra constituye un arte que debe ejercerse con cuidado.

Los cultivos sin sombreado (que en Irlanda no son factibles dado el riesgo de erosión) aumentan considerablemente los rendimientos, pero el crecimiento de hierbas hace necesaria la utilización de herbicidas y con ello después de siete años de cosechas el cultivo llega a su fin y la superficie no puede volver a dedicarse durante varios años al cultivo del café. Un manejo correcto del sombreado da menos rendimiento pero también crecen menos hierbas y el cultivo puede permanecer 80 años en producción. De esta forma se cuida 200 hectáreas de cafetal en la finca Irlanda, con el 6 % de aumento de la producción en promedio en los últimos 11 años.

La materia orgánica se obtiene del cuidado del ciclo del acolchado con hierbas, las hojas caídas y las raíces del chalum.

A modo de comparación, según antecedentes proporcionados por Peters para el Sector Oriente, la aplicación del abono de compost permite en promedio el 20 % de elevación del rendimiento. Comparado con una base 100 al comienzo, el efecto del compost llega ahora al 148 %.

En el recorrido se pudo observar sólo un leve ataque del hongo identificado como argenio, en los cultivos tra-

tados de acuerdo con las normas Demeter. Este hongo aparece cuando la sombra es demasiado fuerte, y puede evitarse con la poda. Los fungicidas no se emplean en ningún lugar.

Preparación de compost y abonado

Es una experiencia única encontrar los montones de compost en el recorrido de los sectores certificados por Demeter. Preparan aproximadamente 800 toneladas de material al año.

El componente principal, alrededor del 80%, lo constituye la pulpa, es decir la parte carnosa del fruto del café, que mediante un procedimiento húmedo se separa de los dobles granos de café. Un canal de salida permite acumular la pulpa en lugares de acopio, que poseen un sistema de drenajes (construido según indicaciones del profesor Koepf) que hacen posible el escurrimiento del agua y a la vez impiden los procesos de putrefacción. Desde allí se transporta la pulpa hasta los lugares de preparación del compost, donde se le agregará otros componentes.

El estiércol de vaca secado al sol y al aire, sin mezclarse con la paja del establo, constituye del 15 al 20 % de la masa del compost. Para mejorar el contenido de potasio se agrega del 6 al 10 % de granito triturado, y para lograr una textura más mullida del compost se agrega además hojas de chalum. Ya que la pulpa es acidificante, se mezcla un 4 % de cal apagada. Los montones tienen unos 3 m de ancho y 1,20 m de alto, y para iniciar la fermentación se incorpora el activador del profesor E.E. Pfeiffer u otra que yo envié. Una pequeña cantidad de estiércol de ave completa el compost. Se puede cubrir los montones con hojas de bananera, y durante la fase inicial de la fer-

mentación, que dura de 3 a 6 meses, debe vigilarse la evolución de la temperatura. Puede mojarse eventualmente, con un camión con bomba. Además se voltea una vez.

Ya que los costos por tonelada de compost han aumentado desde 1963 en un 70 % a causa de los aumentos de los salarios, y los costos de transporte no se han modificado sustancialmente, debe buscarse métodos para preparar el compost que ahorren trabajo. Mis propuestas para ello son las siguientes:

- Mezclar la cal con la pulpa ya en los lugares de acopio, le da esta última una textura más grumosa, capaz de influir positivamente en la preparación del compost.
- Se puede modificar el método de confección del compost en montones en el sentido de levantar primero una pirámide con capas horizontales, y luego en sus lados inclinados se agregan otras capas con la inclinación de la pirámide. Esto simplifica el trabajo y la colocación de los materiales, en comparación con el sistema de capas horizontales. Además la experiencia señala que la mezcla es mejor en el compost preparado en capas inclinadas. La carga y el acarreo del abono final se efectúan de forma inversa.
- El sistema de capas inclinadas ahorra la tarea de voltear el compost.
- Según la experiencia, el material utilizado hasta ahora tiene buena capacidad abonante. Para evitar pérdidas de nitrógeno o reducirlas al mínimo se debe vigilar la temperatura y el riego. En algún montón pude observar la presencia de hongos (callampas) en la superficie, cuyos micelios captan nitrógeno libre. Por tanto es deseable que todo montón pueda estar cubierto por dichos hongos, y recomendé tomar parte de un compost base con bastantes de esos hongos, mezclarlo en proporción 1:1 o 1:2 con un compost medianamente

fermentado y administrarle el doble de preparados biodinámicos para el compost. Para 800 toneladas anuales de abono se requeriría de 6 a 8 metros cúbicos de este compost específico, para cubrir los nuevos montones a razón de unos dos baldes por metro, para permitir un buen desarrollo del hongo en la superficie. Quizás bastaría repartirlo sobre la pulpa almacenada en los centros de acopio, de modo que el material para el compost lo contuviera ya. Un estudio comparativo podría aclarar qué es mejor. El abono listo se transporta entre marzo y mayo a las cercanías del lugar de aplicación mediante camiones, y se le agrega eventualmente un poco de cal al ser ensacado. Posteriormente puede aplicarse al cafeto en una cantidad de aproximadamente 4 kg por arbusto, con canastos. Por desgracia este método vuelve intransitable la superficie de la plantación.

- Vista la rápida descomposición del follaje y del acolchado, se puede pensar si no sería preferible realizar una fermentación de superficie en vez de en montón. Podría buscarse para ello las tierras mejor desarrolladas y realizar un estudio comparativo. La mezcla de los materiales puede hacerse en los camiones, y la descarga y el ensacado completarán la mezcla. Mediante este método, la extensión de la mezcla es mayor, debiéndose acolchar o recubrir con follaje para disminuir el desecamiento, o realizarse a comienzos de la estación lluviosa. En este caso se debe utilizar 5 kg en vez de 4 kg por arbusto.

La bibliografía cita los siguientes requerimientos de elementos nutritivos para el cafeto: 10 de nitrógeno, 2,3 de fósforo y 14,5 de potasio. Koepf, hablando de las necesidades de calcio del cafeto, ha encontrado en las tierras de Oriente Casco no sólo una baja cantidad (4,8 mg/100 g) sino una variación de su concentración con la

profundidad. A los 35 a 40 cm de profundidad, es decir bajo la zona radical del cafeto, la concentración aumenta a 9,2 mg/100 g. De ello resultó por lo tanto la necesidad de moler el granito disponible en la región y agregarlo al compost. Ya que no se ha podido encontrar una trituradora, se utiliza una pequeña grava de erosión aunque contiene cuatro veces menos potasio.

El aumento del rendimiento

Hasta ahora se ha buscado de forma moderada, es decir basada exclusivamente en el manejo de la sombra y del acolchado en la superficie abonada. Al comienzo se estudió qué abonos fundamentales comprar, así como qué restos industriales incluir. De ahí viene la siguiente lista:

- Desperdicios de semilla de algodón*
- Sangre en polvo
- Estiércol de predios costeros (gratis)
- Harina de pescado
- Granito y algas marinas calcáreas en polvo
- Murcielaguina
- Cuernos y pezuñas del matadero de Tapachula
- Ceniza de leña
- Torta de ricino
- Desperdicios del cacao*
- Tortas de semillas oleaginosas
- Bagazo de caña

Antes de nada debe determinarse qué cantidades son obtenibles de cada material y qué sustancias se encuentran en ellos. Así se puede saber qué costo tiene la unidad de abono y si el transporte vale la pena. En caso de

que las condiciones sean favorables y que no exista en la bibliografía análisis de estos productos, se puede experimentar. Sin lugar a dudas el estiércol de establo es utilizable y está justificado transportarlo, especialmente cuando los camiones vienen de vuelta vacíos del embarque de café en Huixtla. Los desperdicios señalados con un asterisco (*) debe probarse que estén libres de restos de plaguicidas.

Si después de seguir las notas señaladas sobre los rendimientos se creyera que aún se puede producir más, debe dedicarse el tiempo a realizar cálculos y estudios de viabilidad para la próxima temporada de abonado, a los cuales yo ayudaría con mucho gusto, de acuerdo con mis posibilidades. Sería interesante considerar el efecto abonante de los cuernos y pezuñas en polvo durante un periodo continuado de 5 a 7 años, enterrados con una azada o con el pie de 1 a 1,5 kg de ellos a unos 10 cm de profundidad y a un metro de distancia del cafeto.

Las hierbas

El rendimiento de los cafetos se ve afectado por el crecimiento de hierbas altas, dado lo superficial de sus raíces, pero se puede tolerar las hierbas bajas que cubran el suelo. La aplicación de herbicidas no va sólo contra las normas de calidad de Demeter, sino que también alteraría la descomposición de la paja y la actividad radicular, con consecuencias sobre la capacidad productiva de la planta y su periodo de vida. Por ello se siega con machete la hierba según la costumbre, de 2 a 3 veces al año, y se deja muy corta. Arrancar las hierbas, especialmente las ubicadas en la zona radicular, sería de gran utilidad por permitir un mayor mullimiento de la tierra y el aireado de sus capas superiores.

Se ha intentado hacer pastar ovejas en la zona de hierbas. Ello ha dado buenos resultados, pero los cafetos también son ramoneados. Sería posible desarrollar la cría de gansos, de los que se espera junto con el consumo de hierbas un efecto tan alto de pisoteo como el que se logra con las ovejas. Para evitar que sólo consuman las hierbas más apetecibles, el pastoreo se puede controlar con un cerco móvil.

Se ha descubierto que sobre el compost se multiplican dos tipos de Tradescantia, y tras su aplicación continúan creciendo sobre la tierra formando una capa vegetal baja. En algunas partes aparecen interesantes efectos de competencia con otras hierbas, dominando la Tradescantia. Este procedimiento sería recomendable. También sería útil como cubierta vegetal la utilización de leguminosas rastreras, que actúan acumulando nitrógeno; eso sí, deben ser capaces de desarrollarse en tierras mullidas. Los tipos de tréboles encontrados en la finca Irlanda crecían principalmente a orillas de los caminos, es decir en zonas de tierras más compactas. Recomendé realizar experimentos con variedades de trébol como Lotus corniculatus (loto de los prados) e incluso con Lotus uliginosus (loto de los pantanos). También podría ser adecuado para cubrir el suelo Lathyrus cicera (almorta de monte). Si no existieran las semillas en México, se las podría comprar en Alemania. Eventualmente podría ensayarse con variedades de trébol de la flora mexicana.

Utilización de los preparados biodinámicos

Desde que los primeros sectores del predio fueron transformados en 1963, se ha utilizado un activador para el compost, según las recomendaciones del profesor Koepf, hecho a base del preparado de boñiga así como el

activador de E.E. Pfeiffer para zonas tropicales. Estas medidas han mostrado ser de gran utilidad y se las debe continuar aplicando. El preparado de sílice se dinamiza según la forma tradicional y se pulveriza tras 4 o 5 semanas de la floración, desde mediados de abril hasta comienzos de mayo.

Elaboración y venta

Los frutos frescos del café son elaborados en forma húmeda ya que este proceso mejora la calidad comparativamente con la elaboración en seco. En un estanque con sifón se efectúa una primera selección y a su vez se limpia los frutos maduros. En la despulpadora se elimina la parte carnosa del fruto, siendo éste transportado posteriormente a los lugares de almacenaje. Los restos de pulpa se desprenden en tinas de fermentación. Un sistema de canales y tinas de lavado y flotación sirven para lavarlos y seleccionarlos por gravedad. Se traspalea al sol, en grandes eras inclinadas. Eventualmente puede hacer falta un secado posterior, para lo cual se emplea dos secadoras de tambor. Los granos de café están rodeados por una delgada membrana apergaminada y se guardan con ella hasta el momento de prepararlos para el mercado en recipientes de madera. Posteriormente la membrana se retira mecánicamente y se puede seleccionar los granos según su forma, peso y tamaño; y luego se les pule con escobillas. Se ensaca y etiqueta a la vez. Se transporta los sacos en camiones hasta la estación ferroviaria de Huixtla, distante a unos 30 km, desde donde después se llevarán al puerto de embarque de Coatzacoalcos, en la costa del Golfo, a unos 550 km.

Resumen

La finca Irlanda es de vocación ganadera. En ella se cultiva a la antigua 200 ha de cafetal y unas 70 ha con el método biodinámico, que se desarrolla con especial cuidado. Es de primera importancia la fabricación de unas 800 toneladas de compost. Para simplificar el trabajo hice algunas propuestas. El éxito de las medidas adoptadas ha redundado en un significativo aumento de los rendimientos. Mediante el compost pudieron reincorporarse a la actividad productiva las pendientes de los cerros. Di algunas recomendaciones para la transformación de otras superficies al sistema biodinámico. En futuros ensayos se debe considerar el control de las hierbas y su eliminación biótica mediante leguminosas.

MEJORA DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA CON LEGUMINOSAS DE RAÍCES PROFUNDAS

Reimar von Schaaffhausen

Las modernas técnicas biodinámicas de cultivo, que introdujo Rudolf Steiner en 1924, han dado buenos resultados en las zonas de clima templado. La tierra mejora con el humus que proviene del compost, de estiércol de establo y de leguminosas. Se recomienda la rotación de cultivos. La aplicación o incorporación al compost de preparados especiales, estimula la vida de las bacterias y hongos edáficos favorables y de las lombrices de tierra.

En los trópicos se ha reconocido el buen efecto dinamizador de estas técnicas, y experimentos y observaciones vuelven a ratificarlo una y otra vez.

Las condiciones para la vida pueden plantear problemas. La temperatura y humedad elevadas estimulan mucho la actividad de los microorganismos de la tierra. La materia orgánica se descompone en unos pocos meses, en vez de en años. En las fincas extensivas no se puede producir estiércol de establo ni compost en suficiente cantidad; por el contrario, es más conseguible en superficies menores, donde los productos orientados al mercado se cultivan más intensivamente y su venta cubre los gastos suplementarios.

Desde 1956 he intentado buscar algunas soluciones que permitan aportar materia orgánica en suficiente cantidad y barata. En mi hacienda Estación Val de Palmas, en Bauru, Sao Paulo, Brasil, ensayé varias leguminosas recomendadas para zonas templadas. No dieron buen resultado y no se mantuvieron en tierras ácidas o con escasos elementos nutritivos, y tampoco en la estación seca. En condiciones experimentales pude mantener algunas sin considerar su rentabilidad.

Finalmente realicé algunos experimentos con leguminosas tropicales que entonces se conocían poco. *Cajanus cajan* o *C. indicus*, conocido con los nombres de guisante de Angola, guandú, guandul, guandures, quinconcho, pigeon pea, arhar, pisello arbóreo, pois Congo, pois d'Angola, etc., dio los mejores resultados. También *Dolichos lab-lab* o *Dolichos purpureum*, llamado judía de Egipto o hyacinth bean.

El guisante de Angola y la judía de Egipto reúnen una serie completa de cualidades especiales, que en condiciones tropicales desfavorables son interesantes:

- Poseen raíces pivotantes profundas, que les permiten alcanzar parte de sus necesidades nutritivas de la tierra profunda. Por lo tanto no compiten con cultivos anuales, sino que aportan adicionalmente reservas nutritivas.
- El guisante de Angola crece en zonas marginales, donde otras plantas no prosperarían.
- Enriquecen la tierra con una apreciable cantidad de materia orgánica y elevan su contenido de nitrógeno gracias a sus nudosidades.
- Se utiliza sus semillas para la alimentación humana en la India, África y otros lugares. La judía de Egipto tiene un contenido infrecuentemente elevado de lisina.
- Pero sus propiedades más significativas son poco conocidas: ambas leguminosas permanecen verdes durante la estación seca, es decir que producen un alimento rico en sustancias nutritivas. Por tanto ayudan a solucionar uno de los problemas más complejos que debe enfrentar la ganadería, sea de carne, leche o lana.

Hasta el momento no se ha encontrado otras plantas que reúnan tantas ventajas y sean utilizables en las regiones tropicales. Se había creído que no sería posible

encontrar plantas que a la vez de producir grano comestible para la alimentación humana, se las pudiera utilizar como abono verde y en la alimentación animal, sin requerir para ello gastos adicionales. Los experimentos y observaciones han demostrado que ello es posible.

En 1961, en la hacienda Estación Val de Palmas y con la judía de Egipto se obtuvo el primer aumento de peso de ganado vacuno en el período seco. En 1963 se utilizó el guisante de Angola en la alimentación de ocho cebús durante cinco meses del periodo seco, obteniéndose un aumento promedio de 35 kg/animal en 93 días (entre 21 a 52 kg). Se sembró el guisante de Angola en franjas en una pradera (véase: Proceedings IX International Grassland Congress, Sao Paulo 1965).

En 1974 se mantuvieron en pradera 30 cebús de dos años de raza Nelore y 10 bóvidos cruzados de las razas Suiza y Guzera. Un tercio de la superficie de pradera eran bandas de guisante de Angola. Los cebús Nelore se mantuvieron junto a becerros de un año de la raza Lavinia. Este fue el engorde promedio en 98 días, según la fecha de nacimiento:

10 bóvidos nacidos entre:	kg/animal	kg/día
4 de abril y 12 de junio de 1972	61,7	0,63
13 de junio y 14 de julio de 1972	54,5	0,56
15 de julio y 11 de agosto de 1972	53,8	0,55
10 de un año Lavinia nacidos entre:		
22 de enero y 12 de septiembre 1973	60,6	0,62

Las pequeñas diferencias en el crecimiento no son significativas. Dadas las diferencias de edades, no se puede achacar los resultados a las razas. Cabe señalar que las

diferentes razas pueden aumentar de peso durante el periodo seco, cuando anormalmente ocurre lo contrario: que durante esta estación los animales pierden de peso. En resumen, puede aumentarse el peso si se crean franjas de guisante de Angola en la pradera.

También se probaron otros procedimientos, por ejemplo el siguiente, que en el momento de escribirse el informe (1963) se había mostrado durante cinco años como digno de considerarse. Los terrenos de cultivo pueden utilizarse en la estación seca como praderas con un buen rendimiento, mediante del cultivo de maíz (durante la estación lluviosa) y judía de Egipto. El año anterior se debe trazar las curvas de nivel en las terrazas, luego se siembra el maíz mezclado en una proporción del 10 al 20 % con judía de Egipto. Se abona el maíz con estiércol de ave, previamente mezclado con fosfato (las tierras de la zona son extremadamente pobres en fósforo). La cosecha del maíz permite cubrir los gastos de la preparación del campo. Según la experiencia, la cosecha de maíz no se ve afectada por la presencia de la leguminosa. Durante los dos primeros meses, el crecimiento de la judía de Egipto es lento y no compite con el maíz. Cuando el maíz madura y se cosecha, crecen más intensamente los brotes de la judía de Egipto, cubriendo en muy poco tiempo el suelo con una capa verde de varios palmos de altura. En el Estado de Sao Paulo, el maíz se siembra entre octubre y diciembre, y al comienzo del periodo seco (de marzo a mayo) se cosecha. Las semillas se cosechan en junio. Las variedades disponibles hasta ahora, continúan floreciendo y desarrollando la vaina durante varios meses. Además del uso como pradera invernal, la judía de Egipto ha mostrado también su utilidad como abono verde. El efecto que tiene sobre la siguiente cosecha de maíz es muy importante. Para mejorar la tierra siempre se señala que se utilice como cultivo principal la judía de Egipto

con un 10 % de guisante de Angola. Es posible pastar parcialmente esta pradera. Además la judía de Egipto se utiliza a menudo con buenos resultados para preparar un acolchado en las plantaciones de café y frutales. Investigaciones del Instituto Agronómico de Campinas, en el Estado de Sao Paulo, hechas antes de 1960, determinaron que el uso de ocho toneladas por hectárea de material orgánico de diferentes leguminosas tropicales permitía elevar el rendimiento del maíz de 29 a 51 sacos y el de frijoles de 5,4 a 10,3 sacos (los sacos son de 60 kg).

A pesar de los interesantes resultados obtenidos, las investigaciones no continuaron en la década de los sesenta, y fueron reemplazadas por las que tenían relación con el abonado mineral. Los informes que hicieron algunos agricultores progresistas fueron rechazados y sus observaciones fueron atribuidas «al entusiasmo» y a deficiencias de conocimientos en «materiales y métodos». El valor potencial de las leguminosas se ha redescubierto recientemente y se ha puesto en marcha algunas investigaciones sobre ellas.

En la India se desarrollan también algunas investigaciones. En ese país se cultiva unos dos millones de hectáreas de guisante de Angola para consumo humano. Las plantas crecen en zonas marginales, donde otras habichuelas no están en condiciones de producir de forma rentable. El Instituto de Investigaciones de Cultivos en Areas Semiáridas Tropicales (ICRISAT, 1.11. 256 Begumet, Hyderabad 500 016, A.P.) ha puesto en marcha un amplio programa de selección basado en estudios anteriores, para diferentes tierras y condiciones climáticas, tendente a desarrollar diferentes variedades. El objetivo es escoger variedades que garanticen un rendimiento en condiciones difíciles.

La gran variabilidad del guisante de Angola hace realmente posible la selección de variedades adecuadas

para climas templados. En la Universidad de Florida en Gainsville, se ha cultivado con buenos resultados durante varios años. Killinger (1968) recomienda su cultivo para los Estados del sur de los EEUU y además para una serie de usos diferentes:

- Se utiliza en alimentación humana y animal, así como planta esciófila (amante de la sombra) en América Central, del Sur y en otros lugares. Una nueva variedad, Norman, promete producir suficientes semillas en Florida, que la haría viable económicamente. Además se puede cosechar mecánicamente.
- En Florida se cultiva el guisante de Angola para la obtención de heno y además como cortaviento. En Gainsville se ha cosechado entre 1.700 y 2.250 kg de semilla por hectárea y de 6.700 a 7.800 kg/ha de materia vegetal seca.
- Los posibles usos son el abono verde y el acolchado, la protección contra el viento, como forraje verde para ganado vacuno, para la producción de heno -cortándose la planta cuando todavía está en el periodo vegetativo o se corta la parte superior durante la formación de flores y vainas-, y bajo condiciones especiales es posible su uso como pradera. Se utiliza también en el cultivo de cítricos y duraznos como acolchante; es útil además en apicultura; y como fruto comestible se puede utilizar sus vainas verdes o las semillas maduras.

Bibliografía

- Boucher, J. (1968) *Précis de culture biologique, Agriculture et Vie*, Angers.
- Briejer, C.J. (1970) *Silberne Schleier*, Editorial Biederstein, Munich.

- Dhar, N.R. (1961) Nitrogen problem, Forty-eighth Indian Science Congress, Roorkee.
- Egger, K. (1977) Ökologischer Landbau in den Tropen, en: Symposium biologische Landwirtschaft, Universidad de Göttingen.
- Egger, K., B. Gleser (1975) Politische Ökologie der Usambara-Berge in Tanzania, Fundación Kübel, Bensheim.
- FAO (1953) Legumes in agriculture, Agricultural Studies N° 21, Roma.
- FAO (1974) Organic materials as fertilizers, Soils Bulletin N° 27, Roma.
- FAO (1977) Organic materials and soil productivity, Soils Bulletin N° 35, Roma.
- FAO (1977) China: recycling of organic wastes in agriculture, Soils Bulletin N° 40, Roma.
- Haller, W. von (1976) Die Wurzeln der gesunden Welt, 2.Tomo Ökologie im Landbau, Langenburg.
- Howard, Sir Albert (1979) Mein landwirtschaftliches Testament, Siebeneicher, Editorial München. Existen traducciones al inglés y francés.
- Kabisch, H., Praktische Anleitung zur Anwendung der biologischdynamischen Präparate, Lebendige Erde, Darmstadt. Traducido con el título: Guía práctica para los preparados biodinámicos.
- Killinger, G.B. (1968) Pigeon Peas (*Cajanus cajan* (L) Druce), an useful crop for Florida, Soil and Crop Science Society of Florida Proc. Vol. 28.
- Koepf, H., B.D. Petterson, W. Schaumann (1974) Biologische Landwirtschaft, Editorial Eugen Ulmer, Stuttgart. Traducido al inglés.
- Krauss, F.C. (1920 y 1932) Pigeon Peas and its uses, Hawaii Exp. St. Bull. 46 y 64.
- Lebendige Erde (1977) Biologisch-dynamischer Land und Gartenbau, Tomo 1, Darmstadt.
- Lovadini, L.A.C. (1974) Estudos sobre o Guandu, visan-

- do a producao de forragem, *Bragantia*, Vol. 33, Nota 15 jul.
- Meulen, G.F. van der (1976) *Die ökologischen Methoden*, Edición propia. La Haya.
- Otero, J.R. (1952) Vamos plantar Guandu, o Zebu das leguminosas Quacaras e Quintais, *Vamos para o Campo*, Nº 66.
- Rhem, S., G. Espig (1976) *Die Kulturpflanzen der Tropen und Subtropen*, Editorial Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Saint Hénis, A. de (1972) *Guide pratique de culture biologique*, Agriculture et Vie, Angers.
- Schaaffhausen, R. von (1963) Economical methods for using the legume *Dolichos lab lab* for soil improvement, food and feed, *Turrialba*, 13(3) 171-179.
- Schaaffhausen, R. von (1963) *Dolichos lab lab* or Hyacinth bean, *Economic Botany*. Vol. 17 Nº e. 146-153.
- Schaaffhausen, R. von (1965) Weight increase of Zebu cattle grazing on the legumes *Dolichos lab lab* and *Cajanus cajan*, *Proc. IX Intern. Grassland Congress 1965-1968*, Sao Paulo.
- Schaaffhausen, R. von (1967) En Brasil, las leguminosas tropicales de arraigamiento profundo estan solucionando las problemas de abastimento de alimentos e forragem en sequias periodicas, *Asociacion General de Agricultura, AGA, Guatemala, ILO, Julio*.
- Schaaffhausen, R. von (1968) Recuperacao e economica de solos em regioes tropicais com o emprego de leguminosas e microelementos, 2. Congr. Latino Americano de Biologia do Solo, Universidade Federal de Santa Maria, RGS, 1968, Publ: *Progressos em Biodinamica e produtividade do solo*, 483, 1968 e *Revista dos Criadores Sao Paulo*, Outubro.
- Steiner, R., *Geisteswissenschaftliche Grundlagen zum Gedeihen der Landwirtschaft*, Rudolf Steiner Editorial, Dornach, Suiza, 1975. *Curso sobre agricultura bio-*

lógico-dinámica. Ed. Rudolf Steiner, Madrid.
Webster, C.C., P.N. Wilson (1966) Agriculture in the tropics, Longmans, Green and Co. Ltd., Londres.

Revistas

Bio-Dynamics, Journal of the Bio-Dynamic Farming and Gardening Association, P.O. Box 253, Wyoming, Rhode Island 02898, EEUU.

Lebendige Erde, Forschungsring für Biologisch-Dynamische Wirtschaftsweise, Baumschulenweg 11, D-64295 Darmstadt.

Star and Furrow, Journal of the Bio-Dynamic Agricultural Association, Broome Farm, Clent, Stourbridge, West Midlands, DY9 OHD, Reino Unido.