

CATIE



TURRIALBA

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales

INTRODUCCION A LA AGRICULTURA DE CULTIVOS TROPICALES PERENNES

Jorge Soria V.

Turrialba, Costa Rica
1975

INTRODUCCION

La agricultura tropical es el arte y la ciencia que, mediante la aplicación de recursos técnicos, prácticos y administrativos modernos permite aumentar económicamente la producción y productividad de los cultivos tropicales.

La eficiencia de la agricultura dependerá, por tanto de la cantidad de conocimientos disponibles sobre cómo lograr incrementos de producción en un cultivo específico y de la información disponible sobre el medio ecológico en que se desarrolle el cultivo. Esta sería la ecuación planta ↔ medio = ecosistema.

En este curso no se pretende cubrir la agricultura de todos los tipos de climas tropicales, sino solamente la referente a los cultivos perennes del trópico húmedo. Sin embargo, para ayudar a ubicar al estudiante dentro del medio tropical se presenta de inmediato una ligera descripción de las modalidades de climas tropicales y sus correspondientes formaciones vegetales. Luego se discute el estado general de conocimientos técnicos actuales sobre las plantas y el medio ecológico del trópico húmedo, como base para discutir los sistemas o modalidades de agricultura tropical.

EL CLIMA TROPICAL

La persona que ha viajado dentro de los límites geográficos de los trópicos entre los 27° Norte y Sur de latitud, conoce que es imposible dar una sola definición de clima tropical.

* Documento presentado en el Curso Intensivo sobre Sistemas de Producción Agrícola para el Trópico, Turrialba, Costa Rica, 1975.

** Ph. D., Jefe, Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales, CATIE.

La intensidad, duración y cantidad de los principales elementos del clima varían de un lugar a otro, según se localice más cerca o más lejos del Ecuador y según el plano altitudinal considerado, en combinación con la latitud. Las corrientes marinas y las corrientes de aire son otros factores modificadores del clima.

Los elementos meteorológicos más importantes considerados para definir el clima de una región son: temperatura, precipitación, humedad, luz y vientos. Todos estos elementos del clima son diferentes manifestaciones de la energía radiante del sol que penetra la atmósfera terrestre.

Ha habido dos enfoques generales para definir los climas: 1) Mediante la utilización de la temperatura media del aire y la cantidad de lluvias caídas en un año o período. Con estos dos elementos ~~se hacen relaciones~~ o combinaciones de sus intensidades para definir condiciones climáticas térmicas y de humedad en varias combinaciones, 2) El segundo enfoque usa los componentes de elementos climáticos principales, solos o produciendo índices. Para precipitación, por ejemplo, se usan estimaciones de los excesos o deficiencias de agua, medidos con las diferencias entre la precipitación y la evapotranspiración.

Dentro de este concepto se ha desarrollado más recientemente la ciencia de la climatología agrícola o agroclimatología (1, 2, 3) que permite definir tipos climáticos y áreas que tengan la misma aptitud agrícola, usando parámetros meteorológicos o índices agroclimáticos.

Según Burgos (3) el agroclima expresa el conjunto de condiciones climáticas principales, que genera otras, como resultado de sus valores en

intensidad, duración, frecuencia y época, que posibilitan el desarrollo económico de un cultivo específico.

Lo que se busca es determinar las áreas que reúnan las condiciones climáticas adecuadas para uno o varios cultivos seleccionados.

Los advogados de esta metodología prefieren no usar, en lo posible, los elementos del clima simples en forma de medias, sino en forma de índices. Por ejemplo, para evaluar temperaturas es preferible usar la sumatoria de temperaturas sobre la mínima requerida por una especie (cero biológico) o el ámbito de tolerancia máxima y mínima para estimar las constantes hídricas, la magnitud de exceso o deficiencia, medida con la diferencia de la precipitación y la evapotranspiración en suelo del área estudiada, lo que se expresa también en déficits de saturación del aire. En este tipo de determinaciones agroclimáticas de los cultivos es importante, también, la inclusión de la información disponible sobre las características físicas y químicas de los suelos y su aptitud para cada cultivo.

Para cada cultivo es necesario disponer de la información necesaria sobre sus márgenes de tolerancia a los elementos principales del clima y/o sus índices. Con esta información puede procederse a la zonificación de los cultivos, utilizando metodologías y conceptos que conjuntamente se han desarrollado (2).

Debido a que aún no se dispone de informaciones completas para todos los cultivos y países, en este curso todavía no se incluyen clasificaciones agroclimáticas para cultivos en el trópico americano. Sin embargo, se reconoce que este tipo de clasificación será más útil e importante en el

futuro para los trabajos relacionados con la agricultura y la ecología. Para Centroamérica y el Caribe ya existen mapas de zonificación para varios cultivos anuales y perennes.

Las clasificaciones más generales de clima utilizan, como componentes principales, la temperatura media del aire y la cantidad de lluvias caídas en un año o período. Con estos dos elementos hacen relaciones o combinaciones de sus duraciones e intensidades para determinar un clima. Existen muchos sistemas de clasificación de climas en los trópicos usando estos elementos (ver Hardy, 4). Reconociendo las limitaciones de estos sistemas y simplemente para ubicarnos dentro de un marco definido de condiciones, en este capítulo se presenta una descripción de climas que es una combinación de varios sistemas, usando como marco de referencia el sistema Polunin (14), que considera también el tipo de vegetación dominante. En este caso no se consideran planos altitudinales, sino terrenos desde el nivel del mar hasta unos 600 m de altura.

Grupo 1. Clima tropical húmedo = Bosque tropical húmedo.

Las temperaturas medias son altas y uniformes entre 24° a 30°C y lluvias entre 2.000 a 4.000 mm al año y humedades relativas iguales o superiores a 80%. La precipitación es más o menos igual o excede a la evaporación. La vegetación es exuberante y compleja, formando por lo menos 3 pisos, llegando los árboles más altos hasta 30 m. de altura. Los árboles están cubiertos de plantas epífitas, parásitas, lianas y la vegetación es siempre verde, ocurriendo continua renovación y caída de hojas y frutos. Este es el clima donde crecen el cacao, el banano, la palma de aceite, caña de azúcar y otros frutales tropicales.

Grupo 2. Clima tropical de estación seca moderada - Bosque Tropical, deciduo.

Las temperaturas medias son altas (24° a 32°C), hay mayor variación diurna de temperatura, las lluvias oscilan entre 1.000 a 2.000 mm por año y hay un período de 4 a 6 meses secos por año. La evaporación excede a la precipitación en una parte del año. La vegetación la constituyen árboles a veces altos, pero más espaciados, dejando crecer en la parte baja arbustos y vegetación baja, junto al suelo. La mayoría de las especies pierden sus hojas en la época seca y tiene ciclos de vegetación más marcados. Se ven menos epifitas y lianas en los árboles. En este clima crecen cultivos como algodón, caña, mangos, aguacates y otros frutales tropicales.

Grupo 3. Clima tropical de estación seca intensa - Bosque de sabana.

Temperaturas medias altas (24° - 32°C), gran variación diurna de temperaturas, las lluvias entre 800 a 1.000 mm y un período seco de 6 a 9 meses por año. La evaporación excede a la precipitación en la mayor parte del año, el suelo se seca mucho. La vegetación está hecha de árboles dispersos que dejan crecer, debajo arbustos espinosos y pastos. En este clima crecen cultivos anuales.

Grupo 4. Clima tropical de estación muy seca - Matorral espinoso.

Temperaturas altas con variaciones diurnas considerables, lluvias entre 400 a 800 mm y en 1 ó 3 meses en el año. La evaporación excede la precipitación en la mayor parte del año. La vegetación es arbustiva espinosa, de hojas caducas y muchas de ellas con tallos suculentos y con

adaptaciones para conservar agua. Hay pocas gramíneas. Las lluvias caen en cortos períodos que provocan brotaciones y floraciones intensas. Poca agricultura de cultivos anuales.

Grupo 5. Clima tropical desértico. Vegetación xerofítica.

Temperaturas altas, grandes variaciones diurnas, ausencia de lluvias o precipitación mínima. La vegetación que sobrevive tiene adaptaciones a grados extremos de conservación de agua.

Holdridge (7), en 1947, propuso un diagrama interesante para clasificar las formaciones vegetales del mundo con base en datos de temperaturas medias y la pluviosidad anual. A más de dar un concepto global de la distribución de las vegetaciones, este diagrama es útil y aplicable para las formaciones vegetales e indirectamente para el clima, en los planos horizontales y altitudinales dentro de la región tropical. La gran mayoría de los países de América Trópicos están atravesados por montañas altas, en donde las condiciones de temperaturas medias y de lluvia cambian grandemente con la altura sobre el nivel del mar. El lector puede consultar a este autor para mayor información.

El contenido de este curso enfoca solamente a la agricultura del trópico húmedo y, por esta razón, no se cubren detalles de otras modalidades de agricultura de otras variantes del clima tropical.

LAS PLANTAS CULTIVADAS EN EL TROPICO HUMEDO

Las plantas que crecen naturalmente en un ecosistema se han adaptado a sobrevivir y a explotar eficientemente ese medio.

Las especies que sobreviven y se reproducen en un medio ecológico dado tienen la carga genética necesaria para adaptarse a ese medio. Las variaciones genéticas adaptativas, acumuladas durante el proceso de evolución por las especies, son muy variadas. Para cada carácter se pueden detectar un rango de variantes (mutaciones) que son las que el hombre ha seleccionado o puede seleccionar en las plantas cultivadas, permitiendo alcanzar mejoras sustanciales en varios atributos de los cultivos. Incluso por selección de ciertos genes es posible obtener variedades que puedan adaptarse a un medio ecológico diferente del habitat óptimo de la especie original. El éxito de la agricultura está precisamente en poder manejar las características que más se adapten a un medio específico.

Para muchos cultivos perennes del trópico húmedo existe información técnica obtenida de la investigación y experimentación, que aplicada convenientemente permite aumentar su producción. Tal es el caso por ejemplo de café, cacao, banano, caucho, palma de aceite, caña de azúcar. En otros cultivos, el nivel de conocimientos técnicos es más escaso, particularmente en la mayoría de los árboles frutales nativos del trópico húmedo americano y en cultivos anuales.

EL MEDIO ECOLOGICO DEL TROPICO HUMEDO

Los conocimientos sobre el medio ecológico, o sea del clima y sus componentes, el suelo y las interrelaciones de éstos con la vegetación nativa o artificial, son más escasos. Posiblemente en la falta de conocimiento de los principios que regulan el balance del ecosistema tropical reside la

mayor laguna que impide el desarrollo de una agricultura tropical eficiente. No se han desarrollado aún en los trópicos verdaderos sistemas de agricultura que permitan hacer un uso eficiente de los suelos, particularmente con cultivos anuales.

Es muy conocido que los suelos del bosque tropical húmedo pierden su fertilidad en muy corto o mediano plazo (dependiendo de la riqueza natural), cuando se elimina la vegetación natural y se cultivan especies anuales por pocos años consecutivos. Esto es particularmente cierto en suelos muy lavados de las regiones con altas precipitaciones anuales.

La exuberancia del bosque tropical húmedo se debe en su mayor parte a un balance entre su máximo aprovechamiento de la energía radiante, que es más alta en el trópico que en otras regiones, y la existencia de un ciclo rápido de nutrientes en los horizontes superiores del suelo, que es aprovechado por las raíces superficiales de la población vegetal.

Las cantidades grandes de humus en el suelo del trópico húmedo aumentan la capacidad de retención del agua, conservan los coloides minerales y orgánicos que retienen los cationes e impide su lixiviación. El humus contiene altas proporciones de nitrógeno que se perdería si estuviera en forma mineral solamente. La flora microbiana mantiene en sus cuerpos nitrógeno y otros nutrientes que se perderían al estar en otra forma. También una buena proporción de fósforo es retenido por la materia orgánica. En climas calientes, la actividad metabólica de los microorganismos es más intensa, dando como resultado un ritmo de descomposición más rápido de los residuos vegetales suaves y más lento de las partes leñosas, como

nervaduras de hojas, ramas, troncos y raíces muertas, materiales que ayudan a mejorar la estructura y aireación del suelo.

La cubierta vegetal del bosque trópicamente húmedo cumple tres funciones esenciales en el mantenimiento del equilibrio biológico y edáfico del ecosistema (10): 1) Control de la erosión, evitando que las abundantes lluvias golpeen directamente el suelo y protegiendo el arrastre del suelo por efecto de la masa de raíces y materia orgánica; 2) Control de la eluviación y lavado de los suelos, ya que parte del agua de lluvia (cerca del 38%) se evapora de las hojas y la otra parte rueda por los troncos y otra porción cae amortiguada para penetrar en la materia orgánica y las capas superiores del suelo; 3) Mantenimiento del ciclo de nutrientes.

Los resultados de un estudio realizado en suelos de un bosque tropical húmedo de Nigeria (8) en el que se aplicaron tratamientos de suelo desnudo, suelo cubierto con pasto estrella africana (Cynodon dactylon), suelo cubierto con una leguminosa (Pueraria phaseoloides), suelo con 'mulch' de 'pasto espada' (Imperata cylindrica), renovada cada mes y suelo bajo bosque de crecimiento secundario, mostraron que: 1) El almacenamiento total de materia orgánica y de todos los nutrientes estudiados (N, P, K, Ca y Mg) fue mayor en el sistema de suelo-bosque que en los sistemas suelo-pueraria, suelo-pasto-estrella y muy superior a suelo desnudo; 2) Los rendimientos de materia seca y nutrientes de maíz crecido en suelos de cada sistema, generalmente fueron en relación al contenido de los nutrientes del suelo y en orden creciente en: suelo limpio, 'mulch', 'pasto espada', 'pueraria' y bosque; 3) En los 20 cm superficiales del suelo hubo

considerable redistribución de partículas pequeñas de suelo (0, 2mm) en la parcela de bosque, lo que fue debido a la acción de lombrices; no hubo ningún cambio en el suelo descubierto de vegetación.

Otro estudio realizado en Ghana (13), que compara la cantidad de residuos vegetales y los nutrientes almacenados en bosque tropical húmedo y bosque de sabana con pasto, demostró que la cantidad de materia seca y nutrientes contenido en el bosque tropical húmedo fue 19 veces más elevado que en el bosque de sabana, y equivaldría a unas 20 toneladas de fertilizante mixto y cal por hectárea (Hardy). Resultados similares han sido reportados en algunos bosques tropicales de India (15). Los análisis químicos mostraron que los suelos de esos bosques eran ricos en materia orgánica y nitrógeno. Los primeros centímetros del horizonte A del suelo tenían hasta un 5% de materia orgánica y se encontró un mínimo de 2% de materia orgánica a profundidades de 30 cm.

MODALIDADES Y SISTEMAS DE AGRICULTURA EN LOS TROPICOS

Ensayos realizados en el Congo, con cultivos anuales (4), aplicando métodos de manejo de suelos utilizados en países templados, han demostrado que esa tecnología no es directamente aplicable a las condiciones del trópico húmedo. Tal es el caso de la cortada y limpieza de troncos de árboles y residuos vegetales del suelo, aradas profundas, cosechas sucesivas de leguminosas o gramíneas de ciclos cortos, uso de abonos orgánicos o verdes y su incorporación en arados de suelo. Hardy (6) y otros investigadores han puntualizado repetidamente la inconveniencia de descubrir los

suelos tropicales a la insolación directa, en el trópico.

Todas las experiencias de explotación agrícola muestran que en el trópico todavía no tenemos sistemas de agricultura que permitan una utilización científica, racional y estable de los suelos, particularmente con los cultivos anuales.

Jolly (9) define los sistemas de agricultura como los métodos de cultivo que se basan en principios específicos, diseñados para sacar utilidad o para corregir aspectos ambientales desfavorables en una región.

Un sistema envuelve secuencias de procedimientos, que en conjunto conducen a un resultado esperado.

Según este concepto, la mayoría de las modalidades de agricultura utilizadas en los trópicos, como la agricultura cambiante, con cultivos de subsistencia, no constituye un sistema. La combinación planificada de cultivos y ganadería o silvicultura, en un plan mixto, sí sería un sistema.

Aunque en este curso solamente nos concentraremos en una de las modalidades de agricultura tropical, a continuación se ofrece un resumen de las principales conocidas (9).

1. Labranza de inundación. El ejemplo típico es el cultivo del arroz bajo agua; es una de las modalidades más viejas del mundo tropical y se la usa aún en las regiones con inundaciones periódicas y de alguna duración (5 a 6 meses). En el trópico americano, tanto en la hoja amazónica a lo largo del río Amazonas y sus grandes tributarios, como el Orinoco en Venezuela, se usa esta modalidad, aunque en muy pequeñas extensiones.

La inundación afecta la vida microbiana del suelo y sus procesos

bioquímicos, pero la planta de arroz es eficiente en usar este medio. La fertilidad de estos suelos generalmente es buena, debida a la acumulación de limo arrastrado por los ríos y a la materia orgánica que se descompone. Es un sistema permanente para cada localidad y cultivo. Hay pocos cultivos acomodables a este sistema. Sin embargo, si los períodos de falta de cobertura de agua en el suelo fueran suficientes, esos suelos pudieran servir para ~~crecer cultivos alimenticios~~ ^{aceboocrg sua y cefera fub amidos} ~~Valoría la pena investigar la posibilidad de alternar el cultivo de inundación con cultivos alimenticios de ciclo corto, para tener dos producciones al año. Es un sistema que requiere de mano de obra intensiva.~~

2. Agricultura cambiante (Shifting cultivation). Es la modalidad más usada en los trópicos de todo el mundo. Se eliminan áreas de bosque, tumbando y quemando la vegetación y se siembran durante varios años (2-3) cultivos alimenticios, para abonar el área usada y comenzar el proceso en otra sección del bosque. Esta modalidad recibe varios nombres en América tropical, como "desmonte", "conuco", "milpa" y otros.

Las áreas abandonadas se dejan revertir a selva secundaria. No se sabe aún cuánto demoraría un área con bosque nuevo en regenerar a la situación de una adecuada recuperación de la fertilidad del suelo. Algunos cálculos teóricos (16) proponen que por cada año de cultivo en suelos laténticos debería dejarse de cultivar 6 años en suelos podzólicos la relación es 1 a 10 y en suelos arenosos puede llegar de 1 a 15.

Con excepción de suelos volcánicos inmaduros o aluviales recientes, la mayoría de los suelos del trópico húmedo son pobres y no soportan cultivos continuados, sin uso de fertilización masiva. Sin embargo, todavía

no se conocen suficientemente los efectos de la fertilización química continuada en el suelo.

Debido a que esta modalidad requeriría de áreas muy grandes para mantener la disponibilidad de áreas nuevas y con una creciente población humana asentándose en los trópicos húmedos, se vuelve imperante la necesidad de pensar en desarrollar un sistema o sistemas de agricultura para explotar mejor estos suelos, sin perder su estructura y fertilidad y sacar la máxima producción de las cosechas, aprovechando la energía radiante máxima y constante del trópico.

Se han hecho pocos ensayos para racionalizar y sistematizar el uso de los suelos del trópico húmedo, y no se conocen todavía resultados definitivos, quizá por falta de continuidad de investigación.

a. Sistema Taungya, desarrollado en Indonesia y básicamente consiste en remover el bosque, quemar la vegetación tumbada, sembrar por 2 a 3 años cultivos anuales y al mismo tiempo se plantan especies forestales con los cultivos. Al tercer año se cambia de sitio para reiniciar el ciclo y en esa forma continua sucesivamente la explotación. Al cabo de cierto número de años en que los árboles forestales han llegado a la edad de cosecha, podría reiniciarse el ciclo. Aún no se conocen los resultados efectivos de la aplicación de este sistema.

b. Sistema de cultivo en fajas (Bantú) (4). Este es un sistema ensayado en el Congo Belga. En ciertos aspectos es similar al sistema Taungya y esencialmente es una utilización planeada del método tradicional de 'agricultura cambiante'. Consiste en utilizar un área boscosa amplia,

dividiéndola en fajas alternas de terreno con cultivo y con bosque. Determinaron que el eje más largo de las fajas deben orientarse de Este a Oeste y que el ancho de la faja óptima fue de 100 m. La longitud de las fajas no tiene mayor importancia, pero se recomiendan de 200 a 300 m.

Es necesario organizar una rotación de las fajas cada 3 años. Las series de fajas del plan deben acomodarse al terreno y a los accidentes geográficos.

En la Figura 1 se muestra un ejemplo de la disposición de las fajas en un área rectangular.

Bajo este sistema se necesitan áreas grandes que permitan disponer de fajas suficientes, en tal forma que entre el inicio y la repetición del cultivo en las primeras fajas hayan transcurrido el número necesario de años, que permita la regeneración de la fertilidad del suelo. En el caso del ejemplo, cuando la rotación llegue a la faja 10, la regeneración del bosque en la faja 1 ya tendrá unos 7 años.

Tampoco se conocen resultados definitivos del uso de este sistema.

3. Agricultura de plantaciones perennes. Se refiere al sistema de explotación con especies arbóreas o arbustivas perennes, como cacao, café, banano, palma de aceite, caucho, caña de azúcar y frutales tropicales.

Este sistema ha sido el más eficiente entre los aplicados en la agricultura del trópico húmedo. La posible razón detrás de esta situación es que, al tratarse de plantaciones permanentes, sembradas con densidades que permiten el autosombreamiento del suelo, se mantiene hasta cierto punto el equilibrio biológico del suelo y sus transformaciones bioquímicas. La mayoría de esos cultivos depositan grandes cantidades de materia orgánica

a través de la caída de hojas, flores y ramas, manteniendo en parte el ciclo de nutrientes y la vida microbial del suelo. Estudios recientes en Turrialba han demostrado que la materia orgánica producida por la hojarasca de plantaciones de cacao y los árboles de sombra devolvieron una alta proporción de nitrógeno mineral (11) y azufre (5) a la plantación. La proporción de N y azufre adicional necesario era pequeña, si se compara con las cantidades que una cosecha de cacao removería, sin la reposición por el reciclaje de nutrientes a través de la materia orgánica.

Bajo este sistema de agricultura es que se han hecho los mayores progresos en los trópicos, tanto por su mejor adaptabilidad al medio tropical, como por haber tenido estos cultivos mayor atención en los trabajos de investigación. Esto se ha debido a que las economías de la mayoría de los países tropicales se han basado en uno o varios de estos cultivos y han recibido el apoyo oficial y privado. Este sistema de agricultura requiere de recursos financieros altos para su iniciación y por eso han beneficiado poco al agricultor pequeño. Por otro lado, los productos de esta agricultura han sufrido grandes fluctuaciones económicas debido principalmente a la inestabilidad de precios.

4. Pastoreo nómada. Es una modalidad menos común en los trópicos americanos y más frecuente en África Oriental. Se practica en regiones de estación seca intensa y se refiere al pastoreo de animales con movimiento continuo de un lugar a otro, en busca de pastos.

De la información presentada se llega a la conclusión general de que es imperante desarrollar nuevos sistemas de explotación agrícola para cultivos alimenticios en el trópico húmedo.

Al mismo tiempo que se prueben varias alternativas, se podrían llevar a cabo investigaciones básicas de los efectos en el ecosistema, al aplicar las nuevas metodologías.

Las alternativas a probar son numerosas. Para citar un ejemplo, en cada país o área geográfica que tenga una estación experimental en trópico húmedo (o en trópico altitudinal), se podría dedicar, dentro de una misma área con selva primitiva, a cultivar extensiones de superficies comparables con explotaciones básicas como las siguientes:

- a. Cultivos anuales: leguminosos y otros, en sistemas de fajas similares al sistema Bantú, con rotación de cultivos cada año y con el mismo cultivo continuado por 3 años y un lote indefinidamente en cultivos anuales. Podría ensayarse también el sistema Taungya con esas combinaciones.
- b. Cultivos perennes: bajo sombra de árboles leguminosos y de árboles maderables y sin sombra.
- c. Cultivos forestales: stands de una sola especie y mezclas de varias especies.
- d. Cultivos de pastizales: de gramíneas solas, de leguminosas solas, mezclas de leguminosas y gramíneas.
- e. Rotaciones cada 10 años con bosque de regeneración.
- f. Todas las parcelas, menos el testigo, podrían incluir tratamientos de aplicación de fertilizantes y no fertilizantes.
- g. Área con bosque virgen, sin tratamiento (testigo).

Lógicamente, tendrían que seleccionarse el menor número de cultivos en cada grupo, pero que sean a la vez representativos de su grupo.

En todas las parcelas se harían estudios de las variaciones del medio, de las características físicas y químicas y biológicas del suelo, del desarrollo y fenología de la vegetación.

Es posible que en pocos años se tuviera un gran caudal de informaciones básicas que permitirían el desarrollo de una agricultura tropical más eficiente y de modalidades adecuadas de uso de la tierra.

LITERATURA CITADA

1. AZZI, G. Ecología agraria. Barcelona, Salvat Editores, 1959. 449 p.
2. BANCO CENTRAL DE HONDURAS, Tegucigalpa, Honduras, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, Centro Tropical de Enseñanza e Investigación, Turrialba, Costa Rica, Dirección Regional para la Zona Norte, Guatemala, Guatemala. Informe sobre el Proyecto de Zonificación Ecológica de los Cultivos de consumo básico y tradicionales de exportación de la República de Honduras, en condiciones de secano. Turrialba, Costa Rica. Setiembre 1971. 53 p. Mimeografiado.
3. BURGOS, J. J. Agroclimatic classifications and representations. A report on the application value of climatic and agroclimatic classification for agriculture purposes. WMO Commission for Agricultural Meteorology, Varsovia, 1958. (Cag M-II/Doc. 18).
4. COENE, R. de. Agricultural settlement schemes in the Belgian Congo. Trop. Agric. (Trinidad) 33(1):1-12. 1956.
5. GRANADOS, N. M. Mineralización del azufre bajo cultivo de cacao. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Centro Tropical de Enseñanza e Investigación, Turrialba, Costa Rica, Marzo 1972. Tesis. 57 p. Mimeografiado.
6. HARDY, F. Suelos tropicales. Pedología tropical con énfasis en América. México. Herrero Hnos. 1970. 334 p.
7. HOLDRIDGE, L. R. Determination of world formations from simple climatic data. Science 105:367-368. 1947.

8. JAIYEBO, E. O. y MOORE, A. W. Soil fertility and nutrient storage in different soil-vegetation systems in a tropical rain forest environment. *Trop. Agric. (Trinidad)* 41(2):129-139. 1964.
9. JOLLY, A. L. Sistemas de agricultura en los trópicos. Reunión Internacional sobre Problemas de Agricultura en los Trópicos Húmedos de América Latina, Lima, Perú, Belem do Pará, Brasil, 1966. v. 4.
10. KNIGHT, H. D. Some necessary functions in the stable tropical community. Reunión Internacional sobre Problemas en los Trópicos Húmedos de América Latina, Lima, Perú, Belem do Pará, Brasil, 1966. v. 4.
11. MARTINEZ, B., H. N. Mineralización del nitrógeno en suelos bajo cultivo de cacao. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Centro Tropical de Enseñanza e Investigación, Turrialba, Costa Rica, Marzo 1972. Tesis. 85 p. Memeografiado.
12. MOHR, E. C. J. y BAREN, F. A. Van. Tropical soils. Londres, Interscience Publishers, 1954. 498 p.
13. NYE, P. H. and GREENLAND, D. J. The soil under shifting cultivation. Commonwealth Bureau of Soils, Technical Communication No. 51, 1960. 156 p.
14. POLUNIN, N. Introduction to plant geography. Longham, London. 1960. 640 p.
15. SINGH, K. P. Nutrient status of forest soils in humid tropical regions of western Ghats. *Trop. Ecology* 9(2):119-129. 1968.
16. WATTERS, R. F. The shifting cultivation problem in the American tropics. Reunión Internacional sobre Problemas de Agricultura en los Trópicos Húmedos de América Latina, Lima, Perú, Belem do Pará, Brasil. 1966. v. 4.

OTRAS REFERENCIAS

1. POPENOE, H. **The humid tropics. New Horizons and developments.** Reunión Internacional sobre Problemas de Agricultura en los Trópicos Húmedos de América Latina, Lima, Perú, Belem do Pará, Brasil, 1966. v. 4.
2. SIOLI, H. **Studies in Amazonian waters. Atas do Simposio sobre a Biotá Amazonica.** Conselho de Pesquisas, Rio de Janeiro, Brasil, 1967. v. 3. pp. 9-50

FITC-539-75
20 de febrero de 1975