



REVISTA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS UNIVERSIDAD JAVERIANA

CONTENIDO

	Pág.
EDITORIAL	7
TRABAJOS DE INVESTIGACION	9
Sistemas de producción y cambios en la fertilidad del suelo en la reserva integral "La Macarena": Germán Amat & Orlando Vargas	11
Estudio del Fitoplancton durante las primeras etapas de llenado de la Central Hidroeléctrica de Betania (Huila-Colombia): Santiago Duque & John Ch. Donato	29
Micorrizas en <i>Decussocarpus rospigliosi</i> (Pilger) De Laubenfls. Una Podocarpaceae del bosque andino: Eduardo Guerrero & Elizabeth Hodson de Jaramillo	53
Propagación vegetativa de <i>Alnus acuminata</i> H.B.K. por cultivo de tejidos vegetales: Elizabeth Hodson de Jaramillo. Carmen E. Rodríguez & Alexandra Chemás J.	67
Anillos de Boole. Segunda Parte: Carlos Ruiz S.	79
NOTAS	101
¿Y la Matemática para qué: Iván Castro Ch.	103
Notas sobre la vegetación acuática de Colombia. I: Estructura: Udo Schmidt-Mumm	107
Registro de una Colonia de Nidación de "Guacharos" <i>Steatornis caripensis</i> Humboldt (STEATORNITHIDAE): Enrique Zerdá O. & Jaime E. Correa Q.	123
DISTINCIONES	131
PROGRAMA DE POSTGRADO	135
Maestrías en Biología y Microbiología	
Especialización en Microbiología Médica	140
LIBROS	143
RESUMENES DE TESIS	145

**SISTEMAS DE PRODUCCION Y CAMBIOS EN LA
FERTILIDAD DEL SUELO EN LA RESERVA NATURAL INTEGRAL
"LA MACARENA" ¹**

*Germán Amat²
Orlando Vargas Ríos²*

RESUMEN

En la Reserva Natural Integral "La Macarena", sector del río Güejar, se evaluaron los sistemas de producción de agricultura migratoria en áreas no inundables. Se estudiaron los suelos haciendo un análisis químico comparativo entre diferentes estados de barbecho, selva no intervenida y cultivos y el aporte químico de cenizas.

ABSTRACT

At the natural reserve "La Macarena", around river Güejar sector, it was evaluated the production systems of ahifting cultivation in the non — flooded sites. It was studied the soil making a comparative chemical analysis of the different fallow state, undisturbed forest, crops and chemical contribution of ashes.

Palabras clave: Agricultura migratoria - Agricultura itinerante - Rozatumba-quema.

-
1. El presente trabajo forma parte de investigaciones en la Reserva de la Macarena con el apoyo de Inderena y la Universidad Nacional y la coordinación del Grupo de Estudios Ecológicos (OIKOS).
 2. Profesor-Investigador. Unidad de Ecología y Sistemática (UNESIS). Departamento de Biología, Pontificia Universidad Católica de Colombia. Apartado Aéreo 56710. Bogotá, Colombia, Suramérica.

INTRODUCCION

La agricultura itinerante es el sistema de producción predominante en las zonas tropicales y común en los ecosistemas de selva, sabana y de alta montaña; aunque es el sistema tradicional de agricultura de las culturas indígenas en las selvas tropicales, es hoy el resultado de un fenómeno social conocido como colonización. Este tipo de agricultura se define como la rotación de campos de cultivo con cortos períodos de cosecha que alternan con períodos más largos de barbecho, generalmente con un bajo nivel de tecnología y caracterizada por la utilización del fuego y el uso casi exclusivo de la energía humana (FAO, 1957). La restitución de la vegetación natural y del suelo ocurren a lo largo de los estadios por los que pasa el barbecho, que puede durar de 5 a 10 años (Kellog, 1963), ó 20 años o más, pero con frecuencia sólo de 4 a 8 años (Watters, 1971).

Una de las primeras investigaciones que debe realizarse en los diferentes ecosistemas tropicales es la evaluación de los Sistemas de Producción Campesina (Soria et al., 1975; Gil, 1980; Meza, 1980) con un enfoque integral a la comprensión del manejo de los ecosistemas agrícolas (Montaldo, 1892; Hart & Pichinat, 1980); las diferentes formas de manejo tradicional de las selvas (Meggers, 1981) y las formas de colonización espontánea que conllevan a una agricultura migratoria (Watters, 1971). Este fenómeno es crítico en áreas donde la presión demográfica es alta y se convierte en un factor de destrucción total de la selva. Con los trabajos de Nye & Greenland (1960) se iniciaron las investigaciones sobre la dinámica del estado vegetacional, edáfico y de productividad de cultivos por efecto de la agricultura itinerante; estos estudios se orientan hacia el conocimiento de los cambios en el ecosistema natural y a la evaluación de los rendimientos de las plantas de cultivo (Ignatieff & Lemos, 1963; Sánchez, 1973; Krebs, 1975; Watters, 1978). Aunque en las zonas bajas de los trópicos existe cierta diversidad de suelos, los resultados indican una deficiencia en el sostenimiento de las plantas de cultivo a largo plazo; esto plantea alternativas para el mejoramiento de este sistema de producción o su reemplazo (IPGH, 1977; Sánchez 1981).

El presente trabajo se realizó con el objetivo de evaluar los sistemas de producción y su relación con los cambios en la fertilidad del suelo; información más amplia se encuentra en Vargas et al. (1988) y Amat & Soto (1988).

AREA DE ESTUDIO

El presente trabajo se llevó a cabo en la vereda Caño Alfa del municipio de Puerto Rico (Dpto. del meta) a 2°56' Lat. N. y 73°33' Long. O; en el límite oriental de la Reserva de la Macarena, cerca a la desembocadura del río Güejar en el Ariari; a media hora de navegación fluvial de Puerto Rico (Fig. 1).

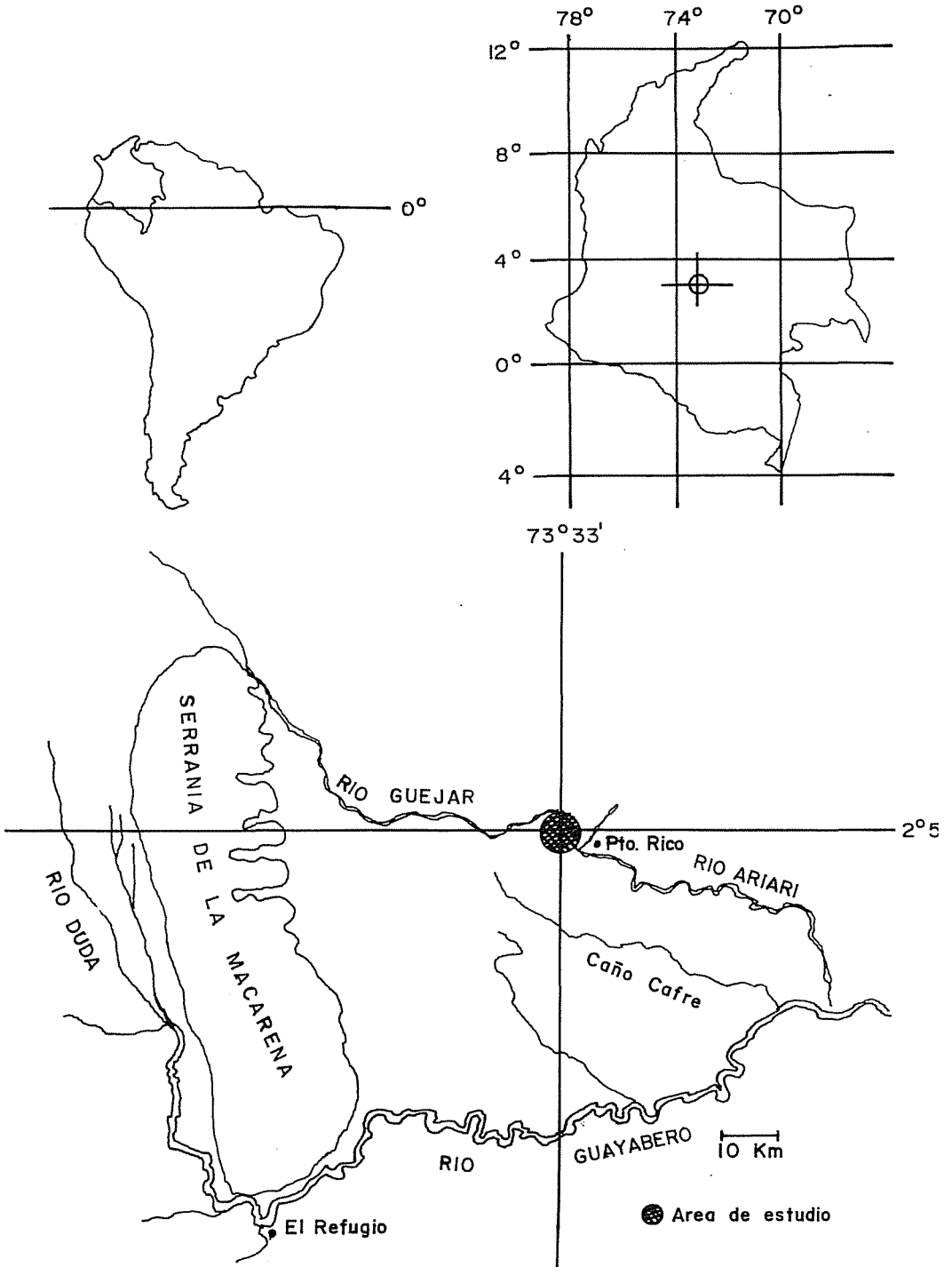


Figura 1. Localización de la zona de estudio.

Esta región se encuentra en la zona de transición entre las selvas pluviales del Amazonas y las sabanas de los Llanos del Orinoco, entre las zonas climáticas Af y Aw en el sentido de Köppen; siendo la Sierra de la Macarena y el río Guaviare designados como línea límite. La región se sitúa dentro de la zona geosinclinal de los Andes y la vertiente occidental del escudo de las Guayanas (Brucher, 1974); forma parte del depósito aluvial del pleistoceno antiguo, y pertenece a la unidad geomorfológica de altillanura disectada la cual es parte de un paisaje de colinas llamado en los llanos "la serranía". El drenaje natural se efectúa por medio de caños de fondo amplio y pendientes suaves (FAO, 1964).

En cuanto a precipitaciones, se encuentra en la isoyeta de los 2500 mm donde el régimen de lluvias es unimodal. De diciembre a febrero se presenta el período seco y de marzo a noviembre el período de lluvias (Oster, 1979). Mejía (1982) reporta para el municipio de la Macarena, durante cinco años de observaciones una precipitación promedio anual de 2.673 mm. La temperatura promedio anual es de 25°C con diferencias de 3.4°C entre los meses más fríos y más cálidos.

Con base en los mapas publicados por la FAO (1964), los suelos que se encuentran en la región pertenecen a las Asociaciones de Aluviones Recientes, Asociaciones de Altillanura y Asociaciones de Terrazas Aluviales; los primeros al margen del río Güejar son suelos de las vegas donde el relieve es plano, sufren inundaciones en las crecientes, son bien a pobremente drenados, el pH va de ácido a fuertemente ácido y la fertilidad es de media a baja; al sur del río Güejar se encuentra la Asociación de Altillanuras fuertemente disectadas con pendientes promedio de 25%, presentan colores pardos debido a la liberación de óxidos de hierro. Excesivamente a moderadamente bien drenados, muy superficiales y profundos sobre plintita endurecida (Cortés et al., 1986); al norte del río Güejar suelos de las terrazas bajas moderadamente bien a muy pobremente drenados y con texturas finas.

MATERIALES Y METODOS

El proceso metodológico para la evaluación de los Sistemas de Producción fue el siguiente:

- Reconocimiento del área en predios de varias Unidades de Producción Campesina.
- Observaciones directas de las actividades de los colonos.
- Para la toma de información sobre los Sistemas de Producción se utilizó una encuesta previamente diseñada, y ajustada en la medida que se conocían las complejidades del manejo de la tierra y de la utilización de los diferentes ecosistemas presentes.

- Se trabajó a nivel de pequeña comunidad campesina (colonos establecidos entre 10 a 15 años en la región), siguiendo las recomendaciones de Toledo (1978): "evaluando en las dimensiones de un predio campesino los ecosistemas que se utilizan, así como las variaciones edáficas, topográficas y bióticas". Esta metodología permitió conocer en corto tiempo los diferentes tipos de sistemas de utilización de la tierra y de los recursos bióticos en los ecosistemas que rodean la Unidad de Producción Familiar.

La metodología para el estudio de los suelos fue la siguiente: en la fase de campo se abrieron calicatas (1 m \times 1.5 de profundidad) para la descripción del perfil del suelo (Soil Survey Staff, 1965), con la correspondiente toma de muestras (00-20 cm) y anotaciones ecológicas del área.

Las determinaciones químicas se realizaron en el laboratorio de suelos del IGAC, con los siguientes métodos:

- pH: Método del potenciómetro con relación suelo-agua 1:1, por volumen (Peech, 1965).
- Carbono Orgánico: Método de Walkley-Black (Jackson, 1960).
- Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC): Método del acetato de amonio normal y neutro (IGAC, 1979).
- Bases de Cambio: Extraídas con acetato de amonio normal y neutro. El Ca^{++} y el Mg^{++} se determinaron por complexometría con EDTA y el K^{+} y Na^{+} por fotometría de llama (IGAC, 1979).
- Aluminio de cambio: Extraído con sal neutra sin amortiguador y método de Yuan (IGAC, 1979).
- Fósforo disponible: Método de Bray II (Chapman, 1973).
- Textura: Método de hidrómetro de Boyoucos (IGAC, 1979).

Los valores obtenidos se compararon con las tablas de apreciación para parámetros químicos del suelo (Cortés & Malagón, 1983).

Los tipos de muestras con sus respectivas réplicas se tomaron del horizonte mineral superficial: selva no intervenida, parcela de cultivo, barbechos de 1 a 1 $\frac{1}{2}$, 3, 5 y 11 años y muestras para análisis de cenizas.

RESULTADOS

Agricultura de roza-tumba-quema

En la Unidad de Relieve de Colinas no inundables (serranía, alto o banquetta), la agricultura de roza-tumba-quema se lleva a cabo de la siguiente manera:

1. *Socolado.*

Corte con machete de los estratos arbustivo y herbáceo, así como de árboles de poco diámetro. En la selva virgen o "montaña" no existe un estrato herbáceo dominante por lo cerrado del dosel superior; generalmente el socole se practica en vegetación secundaria en donde las etapas sucesionales tienen un estrato herbáceo y arbustivo abundante.

2. *Tumba.*

Tala de árboles y palmas utilizando hacha o motosierra, se tumba tratando que la vegetación caiga en sentido de la parte que se va a utilizar, quedando libre la zona entre la vegetación recién tumbada y la vegetación en pie, esto para evitar que durante la quema el fuego se propague a la vegetación.

3. *Secado de la vegetación.*

El secado rápido de la vegetación se facilita por las altas temperaturas durante el período seco o verano (enero-febrero).

4. *Quema.*

Una vez que la materia vegetal se ha secado y están próximas las lluvias se quema. Los restos que quedan son plantas quemadas parcialmente o chamuscadas, así como ceniza verdadera.

5. *Siembra de cultivos múltiples.*

6. *Desyerbes periódicos.*

7. *Cosechas.*

8. *Abandono del terreno.*

En la Figura 2 se muestra el proceso del sistema de producción de roza-tumba-quema para áreas no inundables.

Sistema de cultivos múltiples

El sistema de cultivos múltiples consiste en ocupar un área de terreno por combinaciones de monocultivos y cultivos asociados asumiendo formas mixtas de asociaciones (Figura 3). Este sistema es el más utilizado dado que permite la diversificación de cultivos; es considerado por varios autores como el más apropiado para el trópico húmedo.

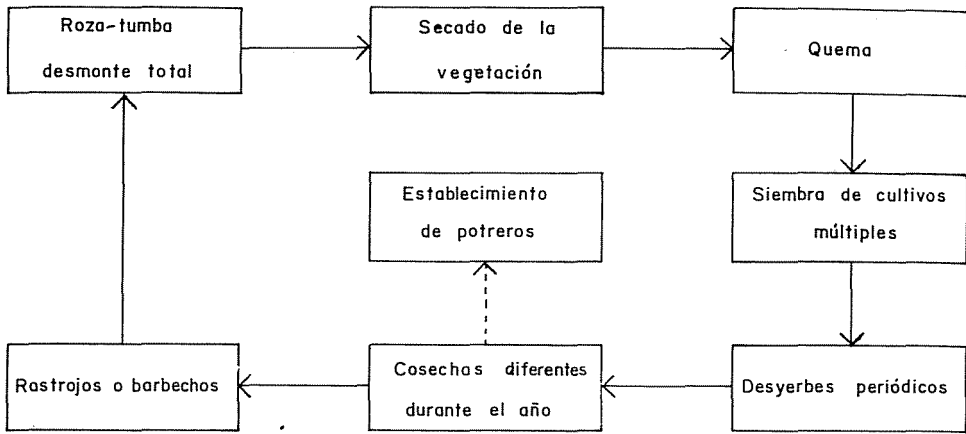


Figura 2. Esquema de la agricultura de roza-tumba-quema en la unidad de relieve colinado.

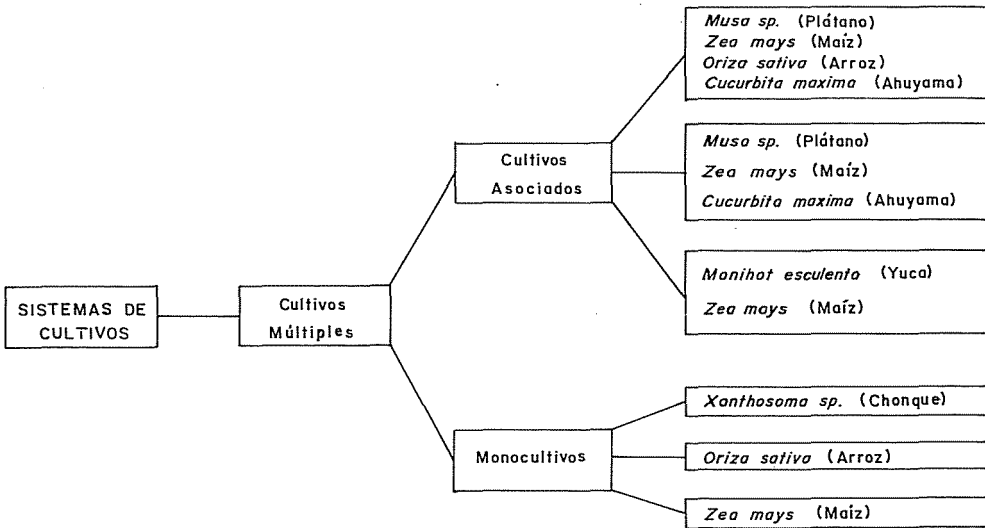


Figura 3. Diagrama del sistema de cultivos múltiples utilizados en el área de estudio.

El cultivo asociado o intercalado consiste en asociar dos o tres cultivos en el mismo campo en forma intercalada sobre la línea o entre línea o simplemente al voleo (Montaldo, 1982). Por ejemplo el sistema arroz-maíz-plátano, consiste en asociar arroz, una planta que cumple su ciclo en 3 meses, maíz en 4 meses, plátano en un año o más; es decir, se mezclan plantas de ciclo corto con plantas de ciclo largo en un mismo terreno. Esporádicamente se puede sembrar también ahuyama o papaya.

En las áreas aledañas a los cultivos asociados se siembra también chonque y arroz como monocultivos. La Figura 4 resume el proceso global de roza-tumba-quema con los cultivos asociados y monocultivos. Aspectos de la ganadería pueden consultarse en Vargas et al. (1988).

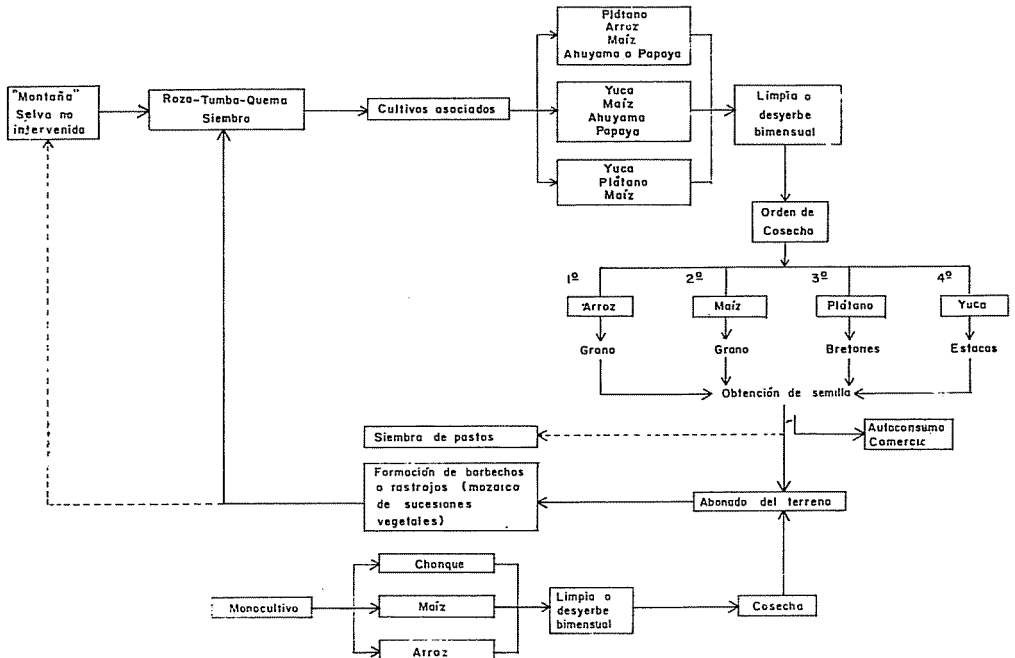


Figura 4. Sistema de roza-tumba-quema en cultivos múltiples (cultivos asociados y monocultivos).

Suelos

Los suelos estudiados se caracterizan por presentar cierto desarrollo del perfil, sin llegar a procesos extremos de intemperismo, con alta acidez, bajo nivel de bases y procesos iniciales de laterización. Estos suelos corresponden según el sistema taxonómico americano a Dystropept Oxicos (Soil Survey Staff, 1975).

pH: el pH en la selva indisturbada se encuentra en una condición extremadamente ácida —3.9— y sufre ligeras modificaciones en el cultivo y los barbechos hasta un nivel ligeramente ácido (Figura 5a). El pH de las cenizas es fuertemente alcalino —9— y viene a ser el factor decisivo para el sostenimiento posterior de los cultivos.

Capacidad Catiónica de Cambio: los niveles de intercambio reflejan procesos medios a altos del fenómeno en las condiciones de selva indisturbada (10.6 meq/100 gr). Después del aporte de cenizas y durante el período de cultivo se mantienen altos estos niveles. (Figura 5b).

Saturación de Bases: los niveles de saturación de bases en la selva no intervenida son los mínimos registrados (7.6%); en las demás condiciones se manifiesta una progresiva tendencia a mantener elevados niveles de calcio, magnesio, sodio y potasio, principalmente en los barbechos de más edad.

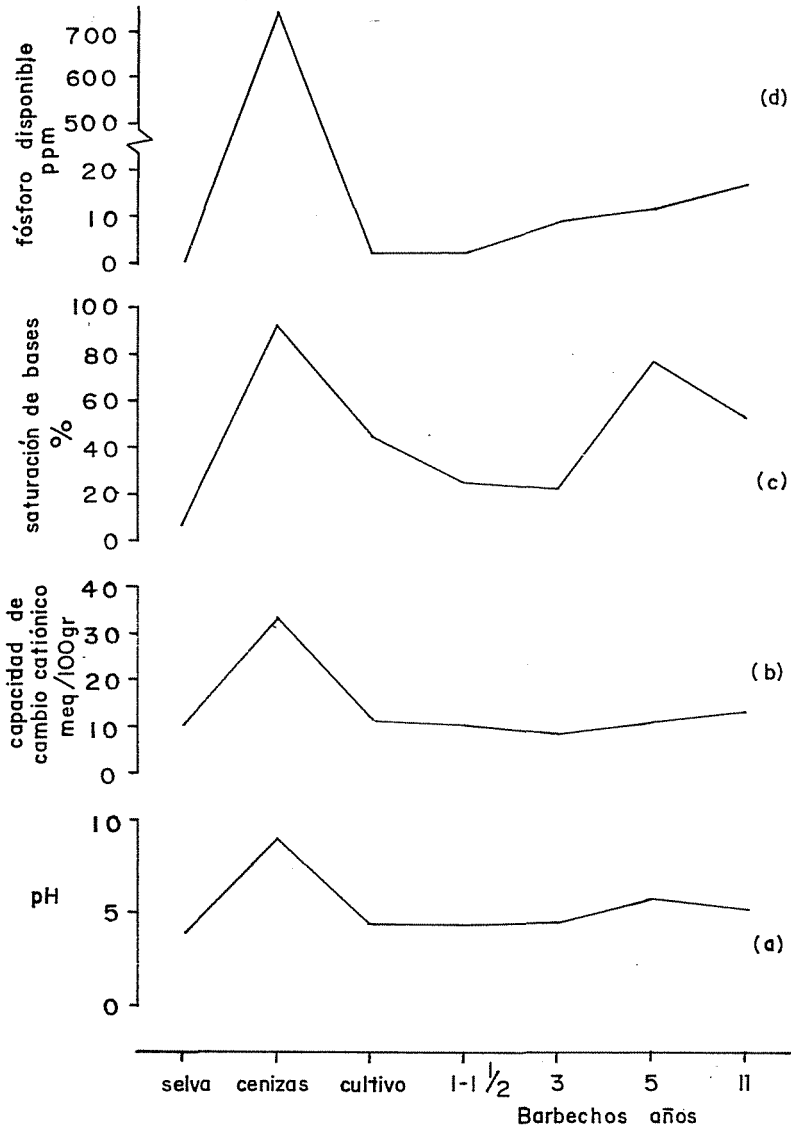


Figura 5. Comparación de las propiedades químicas de los suelos de selva, cultivos, barbechos (0-20 cm) con las cenizas superficiales después de una quema.

El aporte de bases en las cenizas es altamente significativo (92.1%) y cambia sustancialmente sus niveles (véase Tabla 1), los cuales se mantienen dentro de rangos apropiados para el sostenimiento de cultivos; en los primeros estados de barbecho se manifiestan valores bajos de saturación (24.8-22.5%) y posteriormente se mantienen valores similares a los del período de cultivo (45.3%) (Figura 5c).

Fósforo disponible: el P disponible para las plantas se encuentra en forma de fosfatos inorgánicos, especialmente de Fe y Al; las concentraciones que se registran son de una marcada pobreza (Selva: 1 ppm); en contraste, el aporte de fósforo en las cenizas es muy alto (750 ppm) (Figura 5d).

pH	F/mente alcalino	9
Ca intercambiable	(meq/100 gr)	23.8
Mg intercambiable	(meq/100 gr)	59.6
Na intercambiable	(meq/100 gr)	0.5
K intercambiable	(meq/100 gr)	152.0
C (%)		3.6
N (%)		0.3
P (ppm)		750.0
Bases totales	(meq/100 gr)	235.9

Tabla 1. Balance químico de cenizas después de una quema.

Bases totales

Calcio: las concentraciones de calcio en las condiciones de fertilidad natural en la selva son bajas. El aporte de cenizas incrementa la disponibilidad de calcio a valores medios; este fenómeno habilita la posibilidad de las cosechas. Mientras dura el período de cultivo se bajan los niveles (4.4 meq/100 gr) por utilización y posteriormente se incrementa en los barbechos de más edad (5.7 meq/100 gr). Los niveles de calcio durante el período de cultivo se hacen 11 veces mayores por el aporte de cenizas (Figura 6).

Magnesio: presenta un comportamiento parecido al del calcio (selva: 0.4 meq/100 gr) siendo modificado por el aporte de cenizas (59.6 meq/100 gr) y alcanzando valores entre bajos y medianos durante los barbechos maduros (2.8 - 1.2 meq/100 gr) (Figura 6).

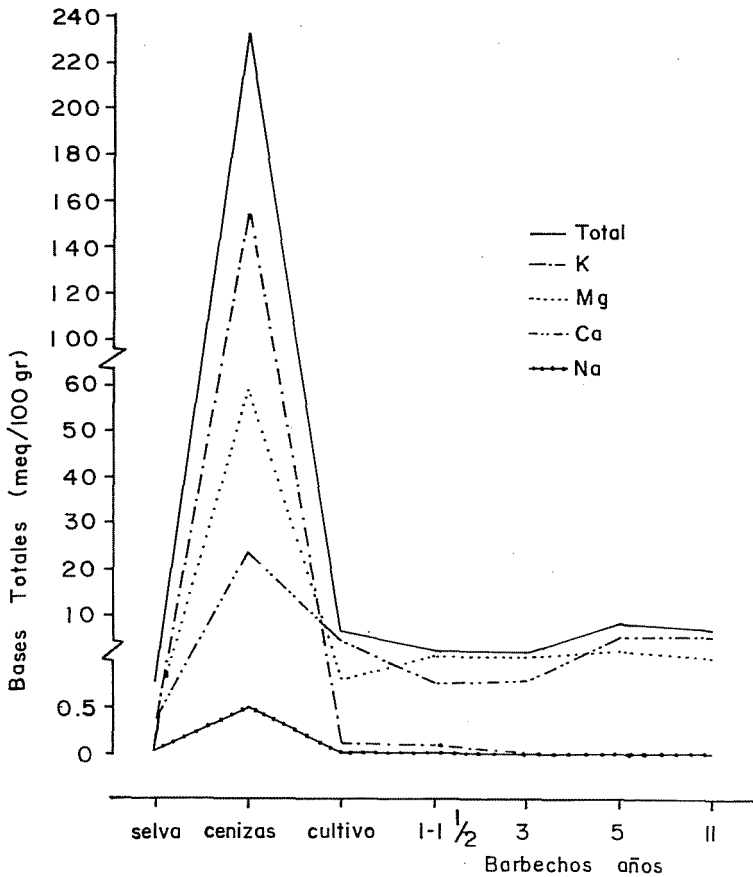


Figura 6. Comparación entre los cationes intercambiables y las bases totales de las cenizas, con suelos de selva, cultivo y barbechos (0-20 cm).

Sodio y Potasio: estos elementos al igual que el fósforo no presentan modificaciones significativas (selva: 0.01 meq/100 gr) y persiste la condición de poca disponibilidad de éstos elementos para los cultivos (0.01 - 0.1 meq/100 gr de Na y K respectivamente) y para los barbechos (0.01 - 0.03 meq/100 gr) (Figura 6).

Materia orgánica

Nitrógeno: el nitrógeno presenta una baja disponibilidad en la selva indisturbada (0.07%) y se incrementa durante el período de cultivo (0.19%) y con valores entre bajos y medios en los barbechos maduros (0.12 - 0.09 - 0.11%) (Figura 7).

Carbono: el carbono se hace aproximadamente 5 veces mayor con el aporte de cenizas (selva: 0.75, cultivo: 2.02, cenizas: 3.6%) manteniéndose altos los valores en el periodo de cultivo; su tendencia en los barbechos es la de mantener porcentajes que indican contenidos medios en los suelos estudiados (1.01 - 13.5%) (Figura 7).

Materia Orgánica: en todas las parcelas estudiadas sólo aquellas sometidas a cultivo alcanzan al terminar éste los valores más altos de Carbono y Nitrógeno (3.83%). En ninguno de los casos presentan contenidos de Materia Orgánica superiores al 4%; característica propia de suelos con altas reservas orgánicas (Figura 7).

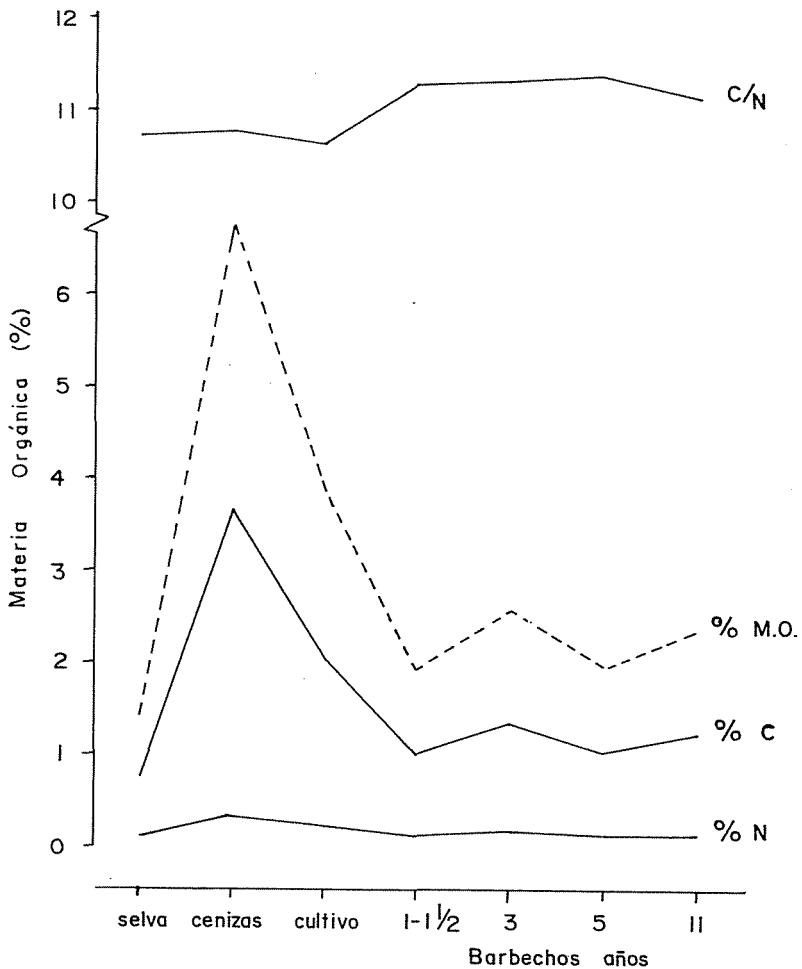


Figura 7. Comparación del carbono orgánico, nitrógeno total y materia orgánica de las cenizas y los suelos de selva, cultivo y barbechos.

Aluminio: el aluminio es el catión dominante en la selva indisturbada. Por efecto de la quema se presenta su disminución hasta tres veces el valor inicial. En los barbechos este elemento se presenta en concentraciones no tóxicas.

DISCUSION

En la selva indisturbada no se presentan procesos de máxima alteración; sin embargo, la cantidad de bases es baja, la reacción es muy ácida y se aprecian mecanismos iniciales de laterización por efectos de acumulación de óxidos de hierro. Varios autores reportan para el Amazonas este tipo de suelos, pobres en nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas. Muchos análisis han demostrado que su composición mineralógica es tal que no pueden retener gran cantidad de nutrientes (Herrera et al., 1978).

El pH extremadamente ácido se asocia a cantidades significativas de H^+ y Al^{+++} intercambiables. El porcentaje de saturación de aluminio alcanza el 88.7% lo que refleja altos niveles de este elemento que al hidratarse libera H^+ con incrementos de acidez (Garavito, 1974). El pH aumenta después de la quema y disminuye gradualmente con el tiempo debido a la lixiviación de las bases.

Estudios en la selva amazónica indican que los aumentos de pH con la quema son de diferente orden de magnitud en suelos más ácidos. Según Sánchez (1981), los aumentos más moderados de pH en oxisoles y ultisoles son beneficiosos para el crecimiento de las plantas.

El pH extremadamente alcalino de las cenizas se debe a la alta saturación de bases y a la ausencia de aluminio. Este fenómeno explica los ligeros descensos de acidez en el suelo. Los cationes básicos de las cenizas producen aumentos notorios en los niveles de Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ y Na^+ intercambiables.

Aunque las cenizas son una fuente importante de N^+ y K^+ , los suelos a los que se incorporan posteriormente registran bajas concentraciones de estos elementos, lo que indica condiciones desfavorables por efectos de percolación en el suelo y de absorción por parte de las plantas de cultivo. El lavado corresponde a un proceso edáfico generalizado en ambientes similares a los que se realizó la investigación (véase Herrera et al., 1978); por ejemplo, el K^+ se moviliza rápidamente durante el primer año después de la quema en ultisoles del Amazonas (Sánchez, 1981). En el caso del nitrógeno, no todo se pierde en el proceso de quema puesto que no toda la vegetación se quema completamente.

La quema depende de la duración e intensidad; en el Amazonas Uhl & Saldarriaga (1986) registraron datos de temperaturas sobre la superficie del suelo entre 67° y $310^\circ C$ y entre 48° y $199^\circ C$ a un cm de profundidad; Sánchez (1981) reporta valores entre 450° y $650^\circ C$ a dos cms sobre el suelo. Los estudios reportados por Sánchez (1981) muestran que a pesar de que la quema volatiliza

la mayor parte del C, S y N, tienen poco efecto en la materia orgánica; en estos estudios se encontraron aumentos de C y N después de la quema, los cuales se atribuyen a combustión incompleta de la vegetación y a la dimensión de partículas de carbón en forma de carbono orgánico. Otro hecho en áreas de cultivo es la presencia de gran cantidad de restos vegetales de plátano altamente hidratados y hojarasca que originan microhábitats propicios para una alta actividad micro-meso y microbiológica; sin duda, este hecho contribuye a un aumento de la materia orgánica (Amat & Soto, 1988). Un efecto notorio que estabiliza los niveles de materia orgánica en los barbechos de 5 y 11 años en el inicio y desarrollo de la configuración multiestratificada de la vegetación.

La relación C/N (Figura 7) sugiere el predominio de los procesos de mineralización sobre los de humificación; el N orgánico está concentrado en la biomasa microbiana; por consiguiente, el N disponible en el suelo sólo alcanza niveles medios durante el período de cultivo y se mantienen niveles bajos en los suelos de la selva indisturbada y en los estados de barbecho.

En cuanto al P se reporta un aumento de 2 veces su cantidad desde la Selva hasta el barbecho de 11 años y posiblemente se mantiene por más tiempo en este nivel; Sánchez (1981) reporta un aumento de P de 4 veces permaneciendo en este nivel por cerca de 6 meses.

La alta Productividad Primaria de la selva se explica con base en la teoría desarrollada por Hardy (citado por Sánchez, 1981), Nye & Greenland (1960) en virtud de la cual existe un ciclo especial de nutrientes entre la vegetación y el suelo en el medio tropical. Este ciclo de nutrientes es casi cerrado con dos sitios de almacenamiento: la biomasa y la capa superior del suelo que incluye como elemento principal el mantillo. Este sistema es más eficiente con la participación de raíces alimentadoras y hongos del tipo micorriza (Stark, citado por Cortés et al., 1973).

La selectividad de los nutrientes es otro factor importante en la explicación del sostenimiento de los barbechos y los cultivos. Las plantas de sucesión tienen acceso a nutrientes de los horizontes más profundos del suelo. El tipo de regeneración por retoños en los barbechos implica la presencia de raíces profundas capaces de capturar nutrientes. El incremento progresivo de la diversidad de especies y la restauración de los estratos de la vegetación disminuyen la presión selectiva de los nutrientes a la que estaba sometido el suelo durante el período de cultivo. Esto explica el mantenimiento de niveles de nutrientes superiores en los barbechos maduros con relación al estado edáfico de la selva indisturbada.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los sistemas de producción campesina se basan en una agricultura de roza-tumba-quema para el auto consumo, pero con una tendencia a la ganadería extensiva para la comercialización, lo cual implica un menor gasto de energía humana pero un mayor costo ecológico y social.

Los cultivos múltiples y cultivos asociados tienen ventajas económicas, edáficas y ecológicas; sin embargo, dada la tendencia al establecimiento de la ganadería y la presión social ejercida sobre la tierra existe una pérdida de la capacidad de autoabastecimiento de productos agrícolas.

La regeneración de la selva está impedida por la presión social sobre la tierra, la disminución de las edades de los barbechos, la erosión y la formación de potreros para ganadería extensiva. Aún existen mecanismos de regeneración principalmente por retoños y lluvia de semillas que por acción del viento y de la fauna garantizan un potencial florístico de plantas herbáceas y arbustivas en los primeros estadios de sucesión.

La acumulación de nutrientes en el suelo durante los estados de barbecho está determinado por los mecanismos de la quema, selectividad de nutrientes y el aumento del número de estratos en las sucesiones.

Con la madurez de los estados de barbecho hay una tendencia a la estabilización de elementos tales como el K^+ , N , Ca^{++} y Mg^{++} y cantidades considerables de S y P . El sistema de cultivos múltiples parece aumentar los niveles de materia orgánica con relación al estado edáfico inicial.

Se comprueba en este estudio la restitución progresiva de la fertilidad edáfica en barbechos de 10 - 12 años después de la extracción de nutrientes ocasionada por el primer ciclo de cultivo.

Se recomienda adelantar estudios sobre todo el sistema de agricultura migratoria con el fin de aumentar la productividad, estudiar la evolución de los nutrientes en el suelo para lograr un control en las edades de los barbechos y evitar una degradación mayor del suelo. Se necesitan estudios sobre los efectos del fuego y la deforestación sobre la micro y mesofauna del suelo. Estos estudios deben hacerse bajo el enfoque de la ecología regional.

AGRADECIMIENTOS

A los campesinos de la región del Güejar por su colaboración en la realización del presente trabajo.

LITERATURA CITADA

- ACOSTA-SOLIS, M. 1977. La colonización y sus problemas en la región oriental del Ecuador. En: Instituto Panamericano de Geografía e Historia. Algunos aspectos sobre la degradación de los suelos y la colonización en el área amazónica. IGAC. Bogotá 238 pp.
- AMAT, G & L. Soto. 1988. Efectos del uso actual del suelo sobre la macrofauna edáfica en la región del Güejar (Reserva de la Macarena, Dpto. del Meta) (en prensa).
- BRUCHER, W. 1974. La colonización de la selva pluvial en el piedemonte amazónico de Colombia. IGAC. Bogotá.
- CHAPMAN, H. 1973. Métodos de análisis para suelos, plantas y aguas. Trillas. México. 195 pp.
- CORTES, A.; J. Jiménez & J. Rey 1973. Génesis, Clasificación y Aptitud de explotación de algunos suelos de la Orinoquia y Amazonia colombianas. Universidad "Jorge Tadeo Lozano". Bogotá. 185 pp.
- . 1986. Las tierras de la Orinoquia. Capacidad de uso actual y futuro. Universidad "Jorge Tadeo Lozano". Escuela de Posgrado. Bogotá. 97 pp.
- . & D. Malagón. 1984. Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples. Universidad "Jorge Tadeo Lozano". Bogotá. 360 pp.
- DUPRIEZ, H. 1983. Lógica de las agriculturas itinerantes. Cuadernos de Agroindustria y Economía Rural. Universidad Javeriana. Bogotá. 10: 97-115.
- FAO. 1957. Shifting Cultivation. Trop. Agr. 34: 159-164.
- . 1964. Estudio de los recursos agropecuarios de los Llanos Orientales de Colombia. Bogotá.
- GARAVITO, N. 1974. Propiedades químicas de los suelos. IGAC. 10 (11). Bogotá. 413 pp.
- GIL F. J. 1980. Metodología para la identificación y evaluación de sistemas de producción con base en asociaciones de cultivos. En: Caribbean seminar on farming systems research methodology. IICA-INRA. p. 413-430.
- HART, R. D. & A. M. Pichinat 1980. Integrative Agricultural Systems Research. En: Caribbean Seminar on Farming Systems Research methodology. IICA-INRA. p. 555-565.
- HERRERA, R.; C. F. Jordan; H. Klinge & E. Medina. 1978. Amazon ecosystems. Their structure and functioning with particular emphasis on nutrients. Interciencia 3 (4): 223-232.
- IGAC. 1979. Métodos Analíticos de Laboratorio de Suelos. Cuarta ed. Bogotá. 664 pp.

- IGNATIEFF, V. & P. Lemos 1963. Some Management aspects of more important Tropical Soils. *Soil Sci.* 95: 243-250.
- INSTITUTO PANAMERICANO DE GEOGRAFIA E HISTORIA. 1977. Algunos aspectos sobre la degradación de los suelos y la colonización en el área amazónica. IGAC. Bogotá. 238 pp.
- JACKSON, M. 1960. *Soil Chemical Analysis*. Prentice-Hall, Inc. N. J. 498 pp.
- KELLOGG, C. 1963. Shifting Cultivation. *Soil Sci.* 95: 221-230.
- KREBS, J. 1975. A comparison of soil under agriculture and forests in San Carlos, Costa Rica. En: Golley y Medina (eds.) *Ecological Studies*. Vol. II. Springer-Verlag. Berlin. 398 pp.
- MEGGERS, B. 1981. Amazonia un paraíso ilusorio. S. XXI eds. 249 pp.
- MEJIA, M. 1982. Contribución al conocimiento de la climatología colombiana. *Revista de Geografía U. N.* 3: 11-159.
- MEZA, J. A. 1980. Bases conceptuales para el estudio de la agricultura. Los sistemas de producción agrícola. En: *Caribbean Seminar on Farming Systems Research Methodology*. IICA-INRA. p. 447-459.
- MONTALDO, P. 1982. Agroecología del trópico americano. IICA. Costa Rica. 207 pp.
- NYE, P. & D. Greenland. 1960. The soil under shifting cultivation. *Commonwealth Bur, Soil Tech. Commun.* 51. 156 pp.
- OSTER, R. 1979. Las precipitaciones en Colombia. *Colombia Geográfica*. IGAC. VI (2). 147 pp.
- PEECH, M. 1965. Hydrogen ion activity. En: *Black. Methods of Soil Analysis*. Asa Inc. Publ. USDA.
- SANCHEZ, P. 1973. Soil management under shifting cultivation. En: Sánchez (ed.) *A review of soil research in tropical Latin America*. N. C. Agr. Ex. Sta. Tech. Bull. 219: 46-47.
- _____. 1981. *Suelos del Trópico. Características y manejo*. IICA. Costa Rica. 634 pp.
- SOIL SURVEY STAFF. 1965. *Manual de levantamiento de suelos*. Minagricultura. Caracas. 646 pp.
- SORIA, J. et. al. 1975. *Investigaciones sobre sistemas de producción agrícola para el pequeño agricultor del trópico*. Turrialba. 25 (3).

- TOLEDO, V. M. et. al. 1978. Estudio botánico y ecológico de la región del Río Uxpanaca. Veracruz. Nº 7. El uso múltiple de la selva basado en el conocimiento tradicional. *Biotica* 3 (2): 85-101.
- UHL, C. & K. Saldarriaga. 1986. Fragilidad de la pluviselva amazónica. *Investigación y Ciencia*. 121: 72-81.
- VARGAS, O.; D. Rivera & M. Mendoza. 1988. Sistemas de producción campesino y manejo de los ecosistemas en las riberas del río Güejar (Reserva de La Macarena). *Memorias del primer congreso colombiano de etnobotánica* (en prensa).
- WATTERS, R. 1968. La agricultura migratoria en Venezuela. Instituto Forestal Latinoamericano de Capacitación e Investigación. Mérida. 136 pp.
- . 1971. La agricultura migratoria en América Latina. FAO. Cuadernos de Fomento Forestal. Nº 17. Roma. 342 pp.