

EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DE CAFETALES ORGÁNICOS MEDIANTE EL BALANCE DE NUTRIMENTOS, EN LA UNIÓN MAJOMUT, CHIAPAS, MÉXICO

C. Yépez-Pacheco¹; J. W. Estrada-Berg Wolf²;
V. Pérezgrovas-Garza³; M. A. Musálem⁴

¹M.Sc. Agroforestería Tropical. Ingeniero en Agroecología.

Correo-e: yepez_cristina@yahoo.com.mx

²Dr. en Ciencias. Profesor Investigador en el área de Conservación de Suelos.

Departamento de Suelos de la Universidad Autónoma Chapingo,

Chapingo, Estado de México. C. P. 56230.

³M.C. en Desarrollo Rural. Coordinador asesor de la Unión de Ejidos

y Comunidades de Cafeticultores del Beneficio Majomut.

San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. México.

⁴Ph.D. Silvicultura. Profesor de Sistemas Agroforestales y Árboles de Uso Múltiple.

Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Estado de México.

C. P. 56230. Investigador INIFAP.

RESUMEN

Este trabajo fue realizado en cafetales de la Unión de Ejidos y Comunidades de Cafeticultores del Beneficio Majomut, en las comunidades indígenas tzotziles de Taquihucum y Polhó, en el municipio de Chenalhó, Chiapas, con el objetivo de evaluar la sustentabilidad en función del balance de nutrimentos en agroecosistemas cafetaleros bajo manejo orgánico, en comparación con aquéllos bajo manejo tradicional, efectuando un diagnóstico de los flujos de entrada y salida de nutrimentos.

Los resultados indican, que los agroecosistemas bajo manejo orgánico son sustentables desde el punto de vista del balance de nutrimentos y de productividad a través del tiempo, que aquéllos bajo manejo tradicional. En ambos agroecosistemas se identifica al potasio como limitante de sustentabilidad y al componente arbóreo Chalum (*Inga* sp), aportador de nutrimentos (principalmente nitrógeno) a través de la hojarasca.

PALABRAS CLAVE: sostenibilidad, agroecología, agricultura orgánica, diseño de agroecosistemas, café, *Coffea arabica* L.

SUSTENTABILITY ASSESMENT THROUGH NUTRIENT BALANCE, OF COFFEE PLANTATIONS UNDER ORGANIC MANAGEMENT BELONGING TO THE "MAJOMUT UNION" IN CHIAPAS STATE, MÉXICO

SUMMARY

The research reported here was carried out in coffee plantations belonging to a union coffee producers "Majomut", from the Tzotzil native communities of Taquihucum and Polhó, in the municipality of Chenalhó, in the State of Chiapas, México. The objective was to evaluate the sustentability, as a function of the nutrient balance, inputs an outputs in particular of coffee plantations as agroecosystems under organic management compared with those under traditional management.

Most salient results indicate that those agroecosystems studied under organic management, are sustainable from the viewpoint of nutrient balance, and their productivity is more sustainable in time than that of agroecosystems under traditional management. In both kinds of agroecosystems Potassium was identified as a limitant for sustentability, and the vegetational component "Chalum" (a legume of the genus *Inga*) used for shade in coffee plantations, was identified as contributor of nutrients, mainly nitrogen, contained in fallen leaves.

KEY WORDS: sustainability, agroecology, agroecosystem design, organic agriculture, coffee, *Coffea arabica* L.

INTRODUCCIÓN

La agricultura sustentable "es el manejo efectivo de los recursos para satisfacer las necesidades cambiantes mientras se mantiene o mejora la base de recursos y se evita la degradación ambiental, asegurando a largo plazo un desarrollo productivo y equitativo" (De Camino y Müller, 1993). Bajo este contexto la agroecología se inserta con el objetivo de estudiar los sistemas agropecuarios para lograr una actividad productiva sustentable, partiendo de la base de que la producción agrícola es un ecosistema particular (agroecosistema) donde tienen lugar procesos ecológicos propios (González, 1992).

Los ecosistemas naturales constituyen sistemas donde el flujo de energía, el ciclaje de la materia orgánica y de los elementos nutritivos, la descomposición de los residuos vegetales son procesos autorregulados, esto les confiere un equilibrio natural y por tanto su producción es sostenible. En los agroecosistemas se encuentran estos mismos procesos, pero alterados por el hombre, quien se encarga de diseñarlos, dirigirlos y sostenerlos para obtener de ellos los productos que le son útiles.

Para el desarrollo de una agricultura sustentable han sido propuestos diversos caminos, entre ellos el de la agricultura orgánica, donde se restringe el uso de insumos externos al agroecosistema y se revaloran las prácticas más acordes con los procesos naturales de los ecosistemas. La agricultura orgánica ha sido exitosa en el cultivo del café en México. En la normativa de IFOAM (1993), se establece que el café orgánico, debe ser producido dentro de un sistema agrícola sustentable, y para lograrlo deben considerarse técnicas de agricultura ecológica, protección del medio ambiente y aspectos socioeconómicos.

Para saber si un sistema agropecuario de producción es sustentable, es necesario un diagnóstico de sus procesos, lo que se denomina evaluación de la sustentabilidad. En 1993, Dumanski y Smith señalan que la sustentabilidad no puede medirse directamente, sino a través de una valoración de la sustentabilidad en el desempeño y la dirección de los procesos que controlan las funciones de un sistema determinado en un lugar específico. Uno de estos procesos lo constituye el reciclaje de nutrientes, que puede ser evaluado mediante un balance, tomando en cuenta las entradas y salidas de nutrientes que circulan a través los componentes del agroecosistema. (Aguilar, 1996).

La Unión de Ejidos y Comunidades de Cafecultores del Beneficio Majomut es una organización que agrupa a más de 1,000 pequeños productores de café orgánico de 17 comunidades indígenas, pertenecientes a las etnias Tzeltal y Tzotzil de la región de los Altos de Chiapas. En esta región el cultivo de café ha sido uno de los medios más importantes de subsistencia para las familias indígenas, por los ingresos

adicionales derivados del café para la adquisición de otros productos de primera necesidad.

En 1995, la Unión inicia un proyecto de evaluación de la sustentabilidad en la producción de café orgánico por medio del balance del flujo de nutrientes en el agroecosistema, valorando si los aportes de nutrientes al sistema bajo este manejo son suficientes para cubrir los requerimientos del cultivo y compensar la salida de nutrientes a través de la cosecha.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

Localización

Las comunidades de Taquihucum y Polhó se ubican en el municipio de Chenalhó, en la región de Los Altos de Chiapas pertenecientes a la provincia sierras de Chiapas y Guatemala, y a la subprovincia sierras del norte de Chiapas, en las coordenadas 16° 55' 13" y 16° 58' 15" de latitud norte, 92° 32' 05" y 92° 31' 45" de longitud oeste respectivamente, con altitudes de 1400 y 1600 m (INEGI, 1992).

Fisiografía. La zona presenta una serie de plegamientos de estratos sedimentarios fallados en diferentes grados de erosión geológica, que ha conformado valles muy irregulares y cañadas por donde drenan los escurrimientos hidrológicos que se ubican en la región hidrológica Grijalva-Usumacinta, de la cuenca hidrológica Río Grijalva-Villahermosa (INEGI, 1992).

Clima. La zona de estudio presenta una temperatura media de 22 a 24 °C y una precipitación media anual de 1500 a 2000 mm. Se definen los climas A(m) y (A)C(m), que corresponden a cálido húmedo con abundantes lluvias en verano y semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano (INEGI, 1992).

Suelos. Los suelos que se encuentran en el área de estudio son luvisoles, de texturas medias, neutros a ligeramente ácidos, medios en su contenido de materia orgánica (INEGI, 1992). Son de origen sedimentario, dominando las rocas calizas, y en menor cantidad lutitas, areniscas y limolitas, las cuales se presentan en asociación (INEGI, 1992).

Vegetación. En la zona se presenta una vegetación de bosque mesófilo de montaña y selva mediana perennifolia debido a los vientos alisios procedentes del noreste, en transición al bosque de pino-encino-liquidámbar y bosque lluvioso de montaña.

Caracterización socioeconómica y productiva. Polhó y Taquihucum son comunidades rurales indígenas de

las etnias Tzotzil y Tzeltal, con un nivel de marginación muy alto. Sus poblaciones no rebasan los 500 individuos. La población total municipal de Chenalhó es de 30,680 habitantes (INEGI, 1992). La tenencia de la tierra es ejidal y comunal.

La principal actividad económica es la agricultura con el cultivo de café y básicos de autoconsumo, maíz y frijol. El café se cultiva en las formas tradicional y orgánica con sombra predominante de Chalum (*Inga sp.*). En el sistema tradicional el manejo se restringe a podas y limpiezas esporádicas, mientras que en el sistema orgánico adicionalmente se regula la sombra, se realizan obras de conservación de suelo y se fertiliza mediante compostas elaboradas con insumos locales.

Las alternativas de subsistencia para el campesino pobre de esta región son el trabajo en la ciudad, la renta de la tierra o la contratación temporal en las fincas cafetaleras de las regiones norte y Soconusco de Chiapas.

METODOLOGÍA

El estudio consideró el área donde se realizaban los estudios sobre erosión y balance de nutrimentos en la Unión Majomut en 1995 (Estrada *et al.*, 1996), en las comunidades de Taquihucum y Polhó. Para cada una de las comunidades se tomó una muestra de 10 productores, una parcela por cada productor, de las cuales cinco manejadas con el sistema orgánico y cinco manejadas con el sistema tradicional (testigo). La muestra total fue de 20 parcelas, una de las cuales fue eliminada durante la fase de campo, por no contar con muestra de composta para su análisis. La unidad de estudio es la parcela de café de cada productor.

Para efectuar el diagnóstico del balance de nutrimentos para cada parcela, se tomaron los resultados de los análisis

químicos de las muestras de suelo obtenidas en perfiles de cafetales en Taquihucum y Polhó (Estrada *et al.*, 1996), para obtener los nutrimentos N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn y Cu en kilogramos de nutrimentos totales por espesor de suelo en tres horizontes; de fruto (para obtener kilogramos de nutrimentos por Quintal de café en cereza, pulpa y grano-pergamino). También se tomaron muestras y se realizaron análisis en laboratorio de la hojarasca de los cafetales y de la composta que aplicaban los productores para obtener los nutrimentos totales en $\text{kg}\cdot\text{t}^{-1}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ de hojarasca y de composta respectivamente. Todos los análisis químicos se realizaron en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Autónoma de Chapingo.

Para obtener las muestras de hojarasca se distribuyeron cuatro canastas de malla de alambre (de 1 m² cada una) en cada parcela durante un año, con base en este muestreo se llevó a cabo el cálculo de la cantidad de hojarasca anual disponible en el cafetal y el análisis de laboratorio de estas muestras.

El muestreo de compostas se realizó colectando dos kilogramos de homogeneizados en la abonera de cada productor orgánico; se aplicó una entrevista complementaria para conocer los materiales empleados en su preparación y los rendimientos promedio por parcela por año, se procedió al análisis químico de los nutrimentos totales y los disponibles de cada composta.

Para el análisis de los datos, la información obtenida del diagnóstico se sistematizó en un formulario en Excel aplicado al agroecosistema de cada parcela, en el cual se establecen como flujos de entrada (+) los nutrimentos contenidos en la hojarasca y composta, como flujo de salida (-) los nutrimentos que se extraen con la cosecha y, como reservas de nutrimentos los contenidos en el suelo (Cuadro 1).

CUADRO 1. Ejemplo para el cálculo del balance de nutrimentos en un cafetal orgánico. Parcela 7 Polhó, Manuel Gómez. Rendimiento 12.52 Quintales (Qq)-ha⁻¹-año⁻¹ Unión Majomut, Chiapas, México. Yépez P., C. 1997.

Nutriente años ^z	Kg de nutriente 1 Qq de cereza	Salida en cereza	Aportes de nutrimentos totales kg-ha ⁻¹ -año ^{-1y}			Balance	Kg-ha ⁻¹ de nutriente en el suelo	Sostenibilidad de la producción en
			H	C	T			
N	5.05	63.226	61.83	14.94	76.77	13.55	10,046	∞
P	0.113	1.414	13.28	3.08	16.36	14.94	10.75	∞
K	5.025	62.913	7.47	36.18	43.65	-19.26	1,018	52.8 < 100
Ca	5.035	63.038	17.63	18.29	35.92	-27.10	23,379	862
Mg	1.175	14.711	7.88	2.21	10.09	-4.61	11,185	2,423
Fe	0.045	0.563	7.75	25.79	33.54	32.98	321	∞
Zn	0.006	0.075	0.78	0.07	0.86	0.79	7.74	∞
Mn	0.007	0.087	0.066	0.75	0.81	0.73	19.66	∞
Cu	0.002	0.025	0.004	0.02	0.03	0.006	7.38	∞

^yH: Hojarasca, C: Composta, T: Total.
^z∞: infinito.

Los resultados de los balances fueron analizados para evaluar la sustentabilidad del agroecosistema, expresada por el tiempo durante el cual el sistema podrá mantener la producción de café con el ritmo de extracción (rendimiento) actual de nutrientes en cada parcela. Cuando los resultados tienden a infinito, se considera que las entradas de cada nutriente mantienen un reciclaje eficiente en el agroecosistema, de manera que su extracción en la cosecha se da sin afectar la base de nutrientes contenidos en el suelo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para analizar los resultados de este trabajo, con el fin de establecer un marco de tiempo, se consideraron sustentables los sistemas de producción de café cuyo ritmo actual de producción puede sostenerse durante más de 100 años, y se asignó no sustentables los que cuya tasa de producción actual no podrá sostenerse por más de 100 años, sea limitada por uno o más nutrientes.

En los cafetales bajo manejo tradicional [evaluados con fines de comparación en este trabajo], 40 % de los ca-

ses presentaron que la extracción de los elementos nutritivos contenidos en la cereza es compensada en su totalidad por los aportes de la hojarasca del estrato arbóreo (sombra), de tal manera que la producción actual en esos cafetales se puede mantener durante 200 años o más, aunque con muy bajos rendimientos (Cuadro 2). En el 60 % restante se encontró que la demanda de potasio, a este ritmo de extracción y bajo este sistema de producción, no será satisfecha más allá de un rango entre los 17 y los 67 años.

Los resultados para el sistema de producción bajo manejo orgánico (Cuadro 3), indican que 80 % de los casos evaluados son sustentables desde el punto de vista del balance de nutrientes, sólo en 20 % de los casos el agroecosistema no es sustentable, en vista de que su producción estará limitada antes de 53 años por deficiencias de potasio.

La producción de café es altamente demandante de potasio, y los aportes de la hojarasca y la composta son insuficientes para compensar esta demanda, lo que ocasiona que la reserva de potasio en el suelo sea afectada negativamente. Todos los demás nutrientes evaluados (N, P, Ca, Mg, Fe, Zn y Mn) mantienen un reciclaje en cantidades

CUADRO 2. Sustentabilidad del cafetal tradicional (testigo) por el balance de nutrientes en el agroecosistema. Productores de la Unión Majomut. Chiapas, México. Yépez P., C. 1997.

Productor	Comunidad	Rendimiento Quintales-ha ⁻¹	Evaluación	Limitante
Victorio Méndez	Taquiucum	1.82	Sustentable	
José Arias	Taquiucum	6.26	No Sustentable	Potasio
Emilio Gómez	Taquiucum	4.17	No Sustentable	Potasio
Antonio Arias	Taquiucum	13.56	No Sustentable	Potasio
Lorenzo Gómez	Taquiucum	12.52	No Sustentable	Potasio
Jaime Luna	Polhó	0.83	Sustentable	
Bartolo Pérez	Polhó	2.086	Sustentable	
Antonio Ruiz	Polhó	11.3	No Sustentable	Potasio
Javier Luna	Polhó	8	No Sustentable	Potasio
Victorio Vázquez	Polhó	2.608	Sustentable	

CUADRO 3. Sustentabilidad del cafetal orgánico por el balance de nutrientes totales en el agroecosistema. Productores de la Unión Majomut. Chiapas, México. Yépez P., C. 1997.

Productor	Comunidad	Rendimiento Quintales-ha ⁻¹	Evaluación	Limitante
Agustín Santiz	Taquiucum	6.26	Sustentable	
Manuel Gómez	Taquiucum	9.04	Sustentable	
Agustín Gómez	Taquiucum	12.52	Sustentable	
Manuel Hdez.	Taquiucum	28.38	Sustentable	
Agustín Arias	Taquiucum	11.82	Sustentable	
Victorio Pérez	Polhó	10.34	No Sustentable	Potasio
Manuel Gómez	Polhó	12.52	No Sustentable	Potasio
Juan Pérez	Polhó	8.34	Sustentable	
Manuel Ruiz	Polhó	14.34	Sustentable	

superiores a las extraídas del sistema en forma de café cereza.

La hojarasca aportada por los árboles de sombra - como un mecanismo del agroecosistema actual (sin considerar otros como la descomposición de raíces)- juega un papel muy importante en el reciclaje de nutrimentos, al grado de que sin ella la producción de café orgánico no sería sostenible en estos agroecosistemas, aún con la aplicación de composta. Lo que también puede estar dado por la capacidad del género *Inga* para la fijación biológica de N.

En el cafetal, la cosecha de café cereza constituye una salida anual de nutrimentos del sistema, que a largo plazo genera un déficit de nutrimentos, el cual, si no es compensado por mecanismos naturales del ecosistema y por prácticas de manejo del productor que suministren nutrimentos (entradas), condiciona determinantemente el rendimiento de cereza por planta y sustentabilidad de la producción.

CONCLUSIONES

El sistema de producción de café orgánico en las parcelas estudiadas de la Unión de productores Majomut es sustentable desde el punto de vista del balance de nutrimentos, y su productividad es más sostenible a través del tiempo que en el sistema tradicional. Sin embargo, tanto en el sistema tradicional como en el sistema orgánico se presenta una limitante: el elemento nutritivo potasio, cuya demanda no siempre es satisfecha por los aportes al agroecosistema.

Los resultados de este estudio, con respecto a sustentabilidad del cafetal en función de su permanencia en el tiempo no son reproducibles para otras condiciones u otros sistemas de producción; pero sí lo son en cuanto al entendimiento de la estructura y del manejo que permite lograr la sustentabilidad de un agroecosistema.

La sustentabilidad radica en la compatibilidad entre las condiciones naturales del ecosistema y del manejo dado a los cultivos. Por lo tanto, el diseño de un agroecosistema sustentable debe basarse en las características del ecosistema original, y su manipulación debe respetar las leyes que rigen estas características para no causar su degradación.

LITERATURA CITADA

- AGUILAR, Víctor. 1996. Elementos de sostenibilidad en el manejo del cafeto. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía, Escuela de Producción Vegetal. Nicaragua, C. A. 8 p.
- DE CAMINO V., R.; Sabine Müller. 1993. Sostenibilidad de la agricultura y los recursos naturales. Bases para establecer indicadores. Serie Documentos de Programas N° 38. Proyecto IICA-GTZ. San José, Costa Rica. 134 p.
- DUMANSKI; A. J. Smith. 1993. The issues and challenges of sustainable land management. International Workshop on Sustainable Land Management for The 21st. Century, University of Lethbridge, Alberta, Canada.
- ESTRADA B. W., J., Martínez B. L.; Torres C.; M. A. Vergara S. 1996. Reporte de la evaluación de erosión y balance nutricional de cafetales orgánico y convencional en la Unión Majomut, de los Altos de Chiapas. Proyecto Universidad Autónoma Chapingo - Fundación Rockefeller. Chapingo, México. 36 p.
- GONZÁLEZ DE MOLINA N., M. 1992. Agroecología: Bases teóricas para una historia agraria alternativa. CLADES, República de Chile. Agroecología y Desarrollo (4): 22-23.
- INTERNATIONAL FEDERATION OF ORGANIC AGRICULTURE MOVEMENTS. 1993. Lineamientos de IFOAM para Café y Té. Traducción de Alicia Tama y Enrique Kolmans. Okozentrum Imsbach, Alemania. 3 p.
- INEGI. 1992. Cartas geológica y topográfica. Oxchuc, Chiapas, México. Esc. 1: 50 000.
- YÉPEZ PACHECO, C. 1997. Evaluación de la sustentabilidad del cafetal bajo manejo orgánico, mediante el balance de nutrientes en La Unión Majomut, Chiapas. Tesis Profesional. Programa Interdepartamental de Docencia, Investigación y Servicio en Agroecología. Chapingo, México. 136 p.