

Conservación de Agrobiodiversidad y Medios de Vida en Cooperativas de Café Bajo Sombra en Centroamérica

V.E. Méndez,^{1,*} C.M. Bacon², M.B. Olson¹, K.S. Morris¹, A. Shattuck³

(1) Agroecology and Rural Livelihoods Group (ARLG), Department of Plant and Soil Science, University of Vermont, Burlington, VT 05405, EEUU

(2) Department of Environmental Studies and Sciences, Santa Clara University, Santa Clara, California, EEUU

(3) Department of Geography, University of California, Berkeley, Berkeley, California, EEUU

* Autor de correspondencia: V.E. Méndez [emendez@uvm.edu]

> Recibido el 5 de noviembre de 2012, aceptado el 19 de febrero de 2013.

Méndez, V.E., Bacon, C.M., Olson, M.B., Morris, K.S., Shattuck, A. (2013). Conservación de agrobiodiversidad y medios de vida en cooperativas de café bajo sombra en Centroamérica. *Ecosistemas* 22(1):16-24. Doi.: 10.7818/ECOS.2013.22-1.04

Se utilizaron los hogares de familias cafecultoras como la principal unidad de análisis para sintetizar datos de agrobiodiversidad en parcelas agrícolas manejadas por agricultores afiliados a cooperativas de café en Nicaragua y El Salvador. Encuestas, grupos focales e inventarios de plantas fueron utilizados para analizar la agrobiodiversidad y su contribución a los medios de vida. Las familias cafecultoras manejaron altos niveles de agrobiodiversidad, incluyendo 100 árboles de sombra, especies epífitas, cultivos alimentarios y medicinales. Las pequeñas fincas individuales presentaron niveles superiores de agrobiodiversidad comparadas con cooperativas que administran mayores extensiones de tierra colectivamente. Las familias se beneficiaron de la agrobiodiversidad a través del consumo de alimentos, leña, madera y plantas medicinales. Además, los hogares utilizaron estos diversos productos para generar ingresos. El análisis de un estudio de caso en El Salvador demostró que los niveles de biodiversidad de árboles de sombra en los cafetales de una cooperativa de 35 ha no cambiaron significativamente en 9 años. Los niveles de agrobiodiversidad vegetal encontrados en las pequeñas fincas y cooperativas se muestran prometedores para conservar especies en cafetales con sombra. Sin embargo, esto requerirá de programas integrales que apoyen a los cafecultores, no solo en la conservación, sino también en mejorar sus medios de vida.

Palabras clave: Agroecología, Cooperativas agrícolas, Investigación Acción Participativa (IAP), Conservación de la biodiversidad, biodiversidad agrícola

Méndez, V.E., Bacon, C.M., Olson, M.B., Morris, K.S., Shattuck, A. (2013). Agrobiodiversity Conservation and Livelihoods in Shade Coffee Cooperatives of Central America. *Ecosistemas* 22(1):16-24. Doi.: 10.7818/ECOS.2013.22-1.04

We used coffee farming households as units of analysis to synthesize agrobiodiversity data in agricultural plots managed by coffee cooperative members of Nicaragua and El Salvador. Surveys, focus groups and plant inventories were used to analyze agrobiodiversity and its contribution to household livelihoods. Coffee farming families managed high levels of agrobiodiversity, including shade and other trees, epiphytes, agricultural crops and medicinal plants. Individual small farms contained higher levels of agrobiodiversity compared to cooperatives managing larger landholdings collectively. Families benefited from agrobiodiversity through consumption of food, firewood, timber and medicinals. In addition, they used these products to generate income through sales. An analysis of a case study in El Salvador showed that shade tree biodiversity levels in a 35 ha collectively managed cooperative did not significantly change over 9 years. The levels of plant agrobiodiversity found in small farms and cooperatives show promise for conserving species in shade coffee. However, this will require integrated programs that not only enhance conservation activities, but also support household livelihoods.

Key words: Agroecology, farmer cooperatives, participatory action research (PAR), Biodiversity conservation, agricultural biodiversity

Introducción

En las dos últimas décadas se ha visto una proliferación de estudios sobre el potencial de conservación de la biodiversidad en los agroecosistemas de café bajo sombra (Perfecto et al. 1996; Perfecto y Vandermeer 2008). Los resultados muestran que las plantaciones de café con un dosel diversificado de árboles de sombra tienen un mayor potencial de conservación de la biodiversidad que las plantaciones a pleno sol o de sombra simplificada, que solo incluyen hasta 3 especies de árboles de sombra (Moguel y Toledo 1999; Perfecto et al. 1996; Philpott et al. 2008; Somarriba et al. 2004). La mayor parte de estas investigaciones se han enfocado sobre la plantación de café, y no toman en cuenta otras parcelas agrícolas que son manejadas por los hogares cafetaleros (Philpott et al. 2008; Somarriba et al. 2004).

Aunque la noción de la agrobiodiversidad está implícita en la mayoría de las investigaciones ecológicas sobre el café bajo sombra, pocos estudios han utilizado explícitamente este concepto para analizar estos agroecosistemas. Investigaciones previas se han centrado en lo que Vandermeer y Perfecto (1995) definen como la *biodiversidad asociada*, que se refiere a las plantas y animales que colonizan un agroecosistema, sin la intervención directa de los agricultores. Esta perspectiva surge por el interés en que las plantaciones de café bajo sombra actúen como un hábitat extendido para la biodiversidad silvestre, incluyendo aves (Komar 2006), insectos (Armbrecht et al. 2006; Perfecto et al. 1997), mamíferos (Gallina et al. 1996), y orquídeas (Solís-Montero et al. 2005), entre otros. Esto deja un vacío de información sobre la *biodiversidad planificada*, que se refiere a los organismos directamente incorporados en los agro-

ecosistemas por los agricultores (Altieri 1999; Vandermeer y Perfecto 1995). Los límites entre la agrobiodiversidad asociada y planificada pueden ser poco claros (Phillips y Stolton 2008), y ambos son afectados por el tipo de manejo que utilizan los agricultores. Lo importante a considerar es que ambos tipos de biodiversidad tienen un efecto sobre la función y la dinámica del agroecosistema (Vandermeer et al. 2002), y sobre los productos y beneficios que los productores obtienen del mismo (Méndez 2008).

La agrobiodiversidad se ha definido de distintas maneras (Love y Spaner 2007; Qualset et al. 1995; Wood y Lenne 1997), y puede ser sinónimo de los términos agrobiodiversidad y biodiversidad agrícola (Brookfield y Padoch 1994). En este trabajo utilizamos el término agrobiodiversidad para analizar la diversidad de plantas, y las prácticas y conocimientos sobre estas que los agricultores manejan y utilizan dentro de sus fincas y en el paisaje circundante (Brookfield y Padoch 2007; FAO 1999).

Manejo de la agrobiodiversidad por hogares cafetaleros

Para estimar la totalidad de agrobiodiversidad manejada por los caficultores, es necesario salirse de la plantación de café y observar las parcelas adicionales en las que las familias manejan las plantas. Estas incluyen cultivos agrícolas, árboles, cercas vivas, y/o huertos caseros que rodean los hogares (Coelli y Fleming 2004; Ponette-González 2007). Proponemos que para estimar de manera más precisa la totalidad de la agrobiodiversidad, es necesario utilizar los hogares como unidad de análisis, en lugar de solamente la plantación de café. Esto nos permite captar la agrobiodiversidad en todas las propiedades manejadas por cada familia, lo cual puede incluir distintas parcelas, que a menudo son manejadas por diferentes miembros de la familia.

A pesar de que la agrobiodiversidad es, en su mayoría, manejada a escala de parcela y finca, una serie de factores ecológicos y sociales influyen en su composición y diversidad como parte de un paisaje más extenso (Brookfield y Padoch 2007; Phillips y Stolton 2008). Estos pueden incluir la distancia que un agricultor camina para llegar a una plantación, las fuentes de semillas, la distribución de plantas dentro de los campos, fincas y paisajes, y diferentes tipos de redes de apoyo (por ejemplo, técnicas, financieras, etc) (Bacon 2005a; Méndez et al. 2001; Méndez 2008).

Un análisis de la agrobiodiversidad en pequeñas fincas de café es pertinente, ya que estos agricultores están confrontando desafíos globales, tales como la inestabilidad de los precios internacionales del café y amenazas a su seguridad alimentaria (Petchers y Harris 2008, FAO 2008). En este estudio, utilizamos el concepto de medios de vida para analizar las contribuciones de la agrobiodiversidad a las familias cafetaleras. Los medios de vida pueden definirse como la gente, sus capacidades y las actividades que realizan para ganarse la vida, las cuales pueden ser tangibles (por ejemplo, alimentación e ingresos) o intangibles (por ejemplo el conocimiento y las redes sociales) (Chambers y Conway 1992). Comprender las relaciones entre la agrobiodiversidad y los medios de vida o de subsistencia de las familias puede dar una idea de cómo estos recursos pueden ser utilizados para apoyar la conservación y las estrategias mismas de subsistencia (Bacon et al. 2008c).

Este artículo sintetiza resultados de un proceso de trece años de investigación acción participativa (IAP) sobre la agrobiodiversidad en cooperativas cafetaleras de Nicaragua y El Salvador. En este trabajo nos centramos en las interacciones entre la agrobiodiversidad vegetal y los medios de vida de los hogares cafetaleros, con los siguientes objetivos específicos: 1) Analizar los tipos y niveles de la agrobiodiversidad de plantas manejadas por los hogares de pequeños caficultores; 2) Examinar cómo la agrobiodiversidad contribuyó a los medios de vida de las familias; y 3) Discutir los desafíos y las oportunidades para apoyar la conservación de la agrobiodiversidad en pequeñas fincas y cooperativas de café de Centroamérica.

Enfoque de Investigación y Metodología

La investigación en ambos países se realizó con un enfoque de Investigación Acción Participativa (IAP), el cual se inició en 1999 (Bacon et al. 2005). La IAP busca un proceso iterativo donde los investigadores y otros actores participan en etapas de investigación, reflexión y acción, con el fin de que los resultados de estas actividades sirvan tanto como contribuciones académicas, así como para realizar una acción directa de importancia para los otros participantes en el proceso (los que no son investigadores) (Bacon et al. 2005; Guzmán-Casado y Alonso-Mielgo 2007). A lo largo de este período hemos llevado a cabo numerosos esfuerzos de investigación, de los cuales seleccionamos datos para este artículo. Los principales socios de este proceso incluyen profesores y estudiantes de universidades de Estados Unidos, cooperativas de caficultores en ambos países, y organizaciones no gubernamentales nacionales e internacionales.

A continuación se pasa a describir los datos seleccionados para el desarrollo de este artículo, así como las diferentes cooperativas con las que se trabajó. Para este manuscrito centramos nuestro análisis sobre 1) los niveles de agrobiodiversidad manejada por los hogares; 2) el aporte de la agrobiodiversidad a los medios de vida de las familias; y 3) los cambios en la agrobiodiversidad de árboles de sombra en una cooperativa de manejo colectivo en El Salvador.

Sitios de Estudio

Tanto en El Salvador como en Nicaragua el estudio se llevó a cabo en paisajes que incluyen áreas de café y otros cultivos, dentro de lo que puede calificarse como una matriz agroecológica (Perfecto y Vandermeer 2002), la cual rodea un área protegida de bosque (Fig. 1). En todos los casos trabajamos con agricultores que eran miembros de cooperativas y que cultivaban café como actividad agrícola y económica principal.



Figura 1. Ubicación de Tacuba, El Salvador y Matagalpa, Nicaragua.

Occidente de El Salvador

En El Salvador, trabajamos en el municipio de Tacuba en la parte occidental del país, con alturas promedio de 897 msnm. El clima es subtropical húmedo con precipitaciones medias de 1500 mm por año (MARN 2002). La vegetación natural del área es bosque húmedo subtropical, y los suelos son predominantemente volcánicos del orden Andisol (MARN 2003). Las cooperativas se encuentran alrededor de la zona de amortiguamiento del Parque Nacional El Imposible, uno de los mayores bosques naturales protegidos del país.

El proceso de IAP se llevó a cabo en cuatro tipos de cooperativas. Las cooperativas ES1 y ES2 eran fincas administradas colectivamente, de 195 y 35 hectáreas de café, respectivamente. La cooperativa ES3 consistió de veintiocho fincas de propiedad y manejo independiente, con un tamaño promedio de 0.94 hectáreas, incluyendo áreas residenciales, parcelas agrícolas y café bajo sombra (Méndez 2004). La cooperativa ES4 fue una unión entre agricultores orgánicos de las cooperativas ES2 y ES3, que se organizaron para mejorar sus esfuerzos de producción y mercadeo.

Norte de Nicaragua

En Nicaragua, la investigación se llevó a cabo en los municipios de San Ramón, Matagalpa y las comunidades circundantes de Yasika Sur y Yucul (Bacon 2005b). La vegetación natural en esta área es bosque húmedo subtropical, y las elevaciones de las fincas oscilan entre 700 y 1.150 msnm. Las precipitaciones anuales oscilan entre 1600 y 1800 mm (Gonda y Siadou 2002). Las fincas hacen límite con la reserva biológica de Yucul y El Salto en Yasika, que son áreas privadas protegidas. En Nicaragua, trabajamos con los siguientes tipos de productores: 1) Asociados en una cooperativa de manejo colectivo (N1); 2) Asociados en 3 cooperativas de comercialización y servicios que agrupan a agricultores individuales para acceder a crédito, mercados y redes de apoyo (N2, N3 y N4); y 3) Un grupo de 17 agricultores no afiliados a ninguna cooperativa.

Biodiversidad de árboles de sombra y epifitas en las plantaciones de café

Los datos de biodiversidad de los árboles de sombra fueron recolectados en 37 y 51 parcelas de 1000 m² dentro de las plantaciones de café de Nicaragua y El Salvador respectivamente (Méndez y Bacon 2005). En cada parcela se registró la riqueza de especies de árboles, así como la abundancia y el tamaño medio de cada especie. En las dos cooperativas de café manejadas colectivamente en El Salvador establecimos veinte (ES1) y catorce (ES2) parcelas a través de un diseño aleatorio estratificado. La estratificación se basó en los diferentes tipos de sombra descritos por Moguel y Toledo (1999). Diecisiete fincas se seleccionaron al azar en la cooperativa ES3, y las parcelas se colocaron en medio de las parcelas de café de cada finca (ver Méndez et al. (2007) para más detalles). En 2010 realizamos nuevamente inventarios y mediciones del tamaño de los árboles en las mismas catorce parcelas, establecidas en el 2001, en la cooperativa de El Salvador ES2. Las especies de árboles de El Salvador fueron identificadas por el Jardín Botánico La Laguna. Para comparar los niveles de diversidad y abundancia de árboles de sombra entre cooperativas, con distinto tipo de manejo (es decir, individual y colectivo), realizamos Análisis de Varianza (ANDEVA). Para determinar los cambios en el tiempo de la diversidad de árboles de sombra en la cooperativa ES2 de El Salvador, utilizamos rarefacción Mao-Tau (Gotelli y Colwell 2001), la prueba *t* y el análisis de distribuciones Kolmogorov-Smirnov (Maggurran 2004). Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando los programas EstimateS versión 8.2.0 (Colwell 2011) y SPSS versión 20. Los inventarios de Nicaragua siguieron una metodología de muestreo similar a la de El Salvador. Las especies de árboles fueron identificadas por el Herbario Nacional de Nicaragua, y los inventarios de epifitas se llevaron a cabo dentro de las mismas treinta y siete parcelas utilizadas para los inventarios de los árboles. Los datos recolectados fueron la presencia de epifitas en los árboles (orquídeas, bromelias, musgos y helechos). Las especies de

orquídeas se identificaron con la ayuda de un especialista del Herbario Nacional de Nicaragua.

inventarios de plantas medicinales en El Salvador

La investigación se realizó entre octubre y diciembre de 2005, y consistió en entrevistas semi-estructuradas e inventarios de plantas en trece fincas de las cooperativas ES2 y ES3 (Méndez et al. 2010). La información recopilada también incluyó la percepción y manejo de plantas medicinales y una lista de los remedios preparados con estas. Las especies fueron identificadas principalmente por los agricultores, y sus nombres comunes y científicos determinados a través de las listas de especies de Méndez (2004) y Ayala (1994).

Encuestas y grupos focales sobre medios de vida de las familias

Las encuestas realizadas incluyeron preguntas abiertas y cerradas, y se llevaron a cabo en 2000, 2002, 2008 y 2010. En 2000 y 2002, encuestamos a 52 y 105 familias en El Salvador y Nicaragua respectivamente. En 2008, se encuestaron 29 familias en El Salvador y 79 en Nicaragua. En 2010 se entrevistaron las mismas 29 familias en El Salvador. Los datos recolectados incluyeron lo siguiente: 1) características demográficas de la familia; 2) descripción de los medios de vida de la familia: fuentes de ingresos, productos agrícolas, niveles educativos, y redes de apoyo; 3) las percepciones de los agricultores sobre la conservación de la biodiversidad; 4) el manejo agrícola: cultivos, número de parcelas y prácticas de manejo; y 5) las funciones, beneficios y desafíos de las cooperativas.

Resultados

Tipos y Usos de la Agrobiodiversidad

En ambos países, las familias cafetaleras manejan cuatro tipos distintos de agrobiodiversidad, incluyendo árboles de sombra, cultivos agrícolas, plantas medicinales y plantas epifitas (Tabla 1). La agrobiodiversidad se ubica en cuatro diferentes tipos de parcela, incluyendo plantaciones de café bajo sombra, huertos caseros, parcelas agrícolas, y cercas vivas (Fig. 2).

Los árboles de sombra, las plantas medicinales y epifitas se encontraron en varios lugares, mientras que los cultivos se encontraron sólo en parcelas agrícolas (Tabla 1). Los árboles fueron el grupo más rico en especies, con un total de 123 y 106 especies, en El Salvador y Nicaragua, respectivamente.

La diversidad de especies de cultivos agrícolas fue similar en ambos países, pero se observaron diferencias en los tipos de cultivos y el número de variedades. Las familias de Nicaragua manejaban trece variedades de maíz y nueve variedades de frijoles. En El Salvador el número de variedades de maíz fue menor (7), pero el número de variedades de frijol fue mayor (20; Tabla 2). El nú-



Figura 2. Vista del paisaje de la cooperativa ES2, incluyendo café bajo sombra, una parcela agrícola de maíz y un hogar con huerto casero aledaño, en Tacuba, El Salvador (Foto por Oscar Ortiz).

Tabla 1. Características de la agrobiodiversidad encontrada en hogares que cultivan café bajo sombra en El Salvador y Nicaragua

Tipo de Agrobiodiversidad	Hábito	Ubicación	No. de Especies	Usos reportados	Referencias (s)
EL SALVADOR					
Árboles	Perennes leñosas	C, CV	123	S, L, F, M, Ma	Mendez et al. 2007
Cultivos agrícolas	Herbáceas	P	7	A, M	Olson 2012
Plantas medicinales	Perennes leñosas, arbustos, Herbáceas	P,C y H	119	A, M, L	Méndez et al. 2010
NICARAGUA					
Árboles	Perennes leñosas	C	106	S, L, F, M, Ma	Bacon 2005b
Cultivos agrícolas	Herbáceas	P	7	A, M	Méndez et al. 2010
Orquideas	Epífitas	C, H	96	O	Méndez et al. 2010

Ubicación: P= Parcela agrícola; CV= Cerca viva; H= Huerto casero; C= Café bajo sombra. Usos: A= Alimentos; F= Frutas; L= Leña; M= Medicinales; S= Sombra; Ma= Madera; O= Ornamental. NA: No aplica

mero de variedades de café también fue mayor en Nicaragua (8), comparado con El Salvador (2). Las plantas medicinales en El Salvador fueron un grupo muy diverso, en términos de especies y hábito de crecimiento (119 especies de árboles, arbustos y hierbas).

Las especies vegetales más frecuentes fueron similares para Nicaragua y El Salvador (Tabla 2). Los árboles del género *Inga* fueron comunes en ambos países, ya que tienen características deseables para la sombra, incluyendo fijación de nitrógeno, tolerancia a la poda, el hecho de ser no caducifolios y la producción de frutas comestibles (Beer et al. 1998). El laurel (*Cordia alliodora*), un árbol nativo utilizado para madera, también fue común en ambos países. Los salvadoreños plantaron una mayor variedad de hortalizas (tomates, pimientos y repollo) para la venta. Los hogares nicaragüenses cultivaron con más frecuencia plantas de valor para mercados locales, tales como el cacao (*Theobroma cacao*) y maracuyá (*Passiflora spp*). La mayoría de las especies medicinales reportadas en El Salvador tenían múltiples usos, a excepción del epazote (*Chenopodium amrosoides*), y la sábila (*Aloe barbadensis*), las cuales se usan exclusivamente como medicinales.

Comparación de la Agrobiodiversidad entre los Tipos de Cooperativas

Nuestros datos muestran que el tipo de manejo de la cooperativa (es decir, colectiva o individual) es un factor importante que afecta la biodiversidad de árboles de sombra (Méndez et al. 2007; Méndez et al. 2009). En El Salvador, las fincas de manejo individual tuvieron niveles significativamente más altos de riqueza y abundancia de árboles en comparación con cooperativas manejadas colectivamente (Tabla 3; Méndez et al. 2007). Los resultados para Nicaragua mostraron un patrón similar, aunque estos datos no fueron analizados estadísticamente. Esto muestra un patrón en que las fincas más grandes y manejadas colectivamente tienen menor riqueza y abundancia de especies de árboles de sombra.

Cambios en la biodiversidad de árboles de sombra en El Salvador (2001-2010)

La riqueza y abundancia de especies de árboles de sombra mostró una reducción (no significativa), a través de 9 años en 14 parcelas de una cooperativa colectiva de El Salvador (ES2; Richards 2013). El total de especies se redujo de 56 a 47, con un promedio por parcela de 14 en 2001 y de 11 en 2010. El número total de individuos disminuyó de 446 en 2001 a 336 en 2010, con promedios por parcela de 32 y 24, en 2001 y 2010, respectivamente (Fig. 3).

Contribuciones de la agrobiodiversidad a los medios de vida de las familias

La agrobiodiversidad contribuyó a los medios de vida de los caficultores, a través de la generación de productos para el consumo y la venta (Tabla 4). Los agricultores señalaron siete tipos

de uso de las plantas (Tabla 1), que incluyeron alimentos (cereales y legumbres), frutas, leña, medicinales, sombra, madera y plantas ornamentales. Los árboles proporcionaron la mayor diversidad de usos, incluyendo frutas, productos medicinales, leña y sombra.

Los cultivos agrícolas se utilizaron para alimentos e ingresos a través de la venta, mientras que las plantas medicinales se utilizan exclusivamente para remedios. Los cultivos alimentarios proveieron al menos el 40 % de los granos de subsistencia (maíz y frijoles) para la mayoría de las familias en ambos países (Tabla 4). El café generó entre el cincuenta y el cien por cien de los ingresos anuales de la mayoría de los hogares. La leña para el consumo y venta se obtiene a través de las podas de árboles de sombra y arbustos de café (por lo menos 1 vez por año). Los agricultores de ambos países reportan la cosecha de un promedio del cincuenta por ciento de la leña que utilizan, lo que equivale aproximadamente a 75 dólares de EE.UU. por año. Este es un monto considerable para familias que reportan ingresos promedios mensuales por debajo de 170 dólares EE.UU. (El Salvador) y 100 dólares EE.UU. (Nicaragua).

Los agricultores individuales obtuvieron una mayor diversidad de productos de la agrobiodiversidad que las cooperativas colectivas. El número de frutas y otras especies comestibles en las parcelas de café de las fincas individuales es considerablemente mayor en ambos países (Méndez et al. 2009; Méndez et al. 2010). En El Salvador, el ingreso promedio mensual de los hogares no mostró diferencias significativas entre las fincas individuales y las cooperativas colectivas (Méndez 2004). Una tendencia similar se observó en Nicaragua (Méndez et al. 2010).

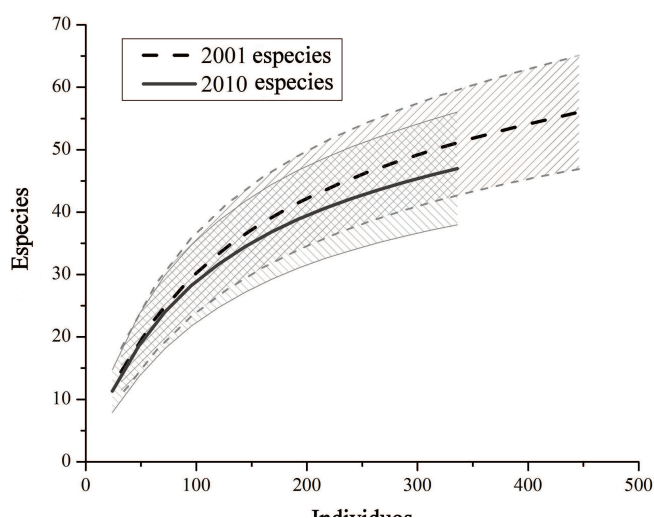


Figura 3. Curvas de rarefacción (Mao-Tau) de especies e individuos de árboles de sombra en 14 parcelas en una cooperativa de café bajo sombra en Tacuba, El Salvador. Los intervalos de confianza son del 95 %.

Tabla 2. Especies de plantas más frecuentemente encontradas en las diferentes parcelas manejadas por hogares cafetaleros en El Salvador y Nicaragua

Tipo , nombre común y especie	Usos reportados	Ubicación	Frecuencia (%)	No. de variedades	Referencias
EL SALVADOR					
Árboles					
Copalchi (<i>Croton reflexifolius</i>)	L, S	C, CV	57	NA	Mendez et al. 2007
Guaba negra (<i>Inga punctata</i>)	S, F	C	57	"	"
Laurel (<i>Cordia alliodora</i>)	S, Ma	C	55	"	"
<i>Inga oerstediana</i>	S, F	C	49	"	"
<i>Critonia morifolia</i>	S, L	C	45	"	"
Mango (<i>Mangifera indica</i>)	S, L, F	C, H	41	"	"
Cultivos agrícolas					
Maíz (<i>Zea mays</i>)	A	P	93	7	Olson et al 2012
Frijoles (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	A	"	81	20	"
Tomate (<i>Lycopersicum esculenta</i>)	A	"	33	D	"
Chile verde (<i>Capsicum spp.</i>)	A	"	30	D	"
Café (<i>Coffea arabica</i>)	A, L	C, H	100	2	Mendez et al. 2007
Medicinales					
Epazote (<i>Chenopodium amrosoides</i>)	M		62	NA	Méndez et al. 2010
Savila (<i>Aloe barbadensis</i>)	M		46	"	"
Izote (<i>Yucca elephantipes</i>)	A, L, M,		46	"	"
Chichipince (<i>Hamelia patens</i>)	M, S		46	"	"
San Andres (<i>Tecoma stans</i>)	L, M, S		38	"	"
NICARAGUA					
Arboles					
Guaba roja (<i>Inga edulis</i>)	S, F, L	C	70%	NA	Bacon 2005b
Guaba negra (<i>Inga punctata</i>)	S, F, L	"	59%	"	"
Laurel (<i>Cordia alliodora</i>)	S, Ma, L	"	54%	"	"
Guasimo (<i>Guazuma ulmifolia</i>)	S, Ma, L	"	38%	"	"
Mampas (<i>Lippia myrocephala</i>)	S,	"	32%	"	"
Nogal (<i>Juglans olancha</i>)	S, Ma, L	"	32%	"	"
Guayaba (<i>Psidium guajava</i>)	S, F, L	"	30%	"	"
Cultivos agrícolas					
Maíz (<i>Zea mays</i>)	A	P	87%	13	Méndez et al. 2010
Frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	A	"	84%	5	"
<i>Musa spp</i>	F	C, H	10%	Desconocido	"
Cacao (<i>Theobroma cacao</i>)	A	C, H	5%	Desconocido	"
Chayote (<i>Sechium edule</i>)	A	"	4%	Desconocido	"
Maracuya (<i>Passiflora edulis</i>)	A	"	4%	Desconocido	"
Café (<i>Coffea arabica</i>)	A, L	C	100%	8	"

Ubicación: P= Parcela agrícola; CV= Cerca viva; H= Huerto casero; C= Café bajo sombra. Usos: A= Alimentos; F= Frutas; L= Leña; M=Medicinales; S= Sombra; Ma= Madera. NA: No aplica; D: Desconocidos

Tabla 3. Comparación de la agrobiodiversidad en diferentes tipos de cooperativas de café bajo sombra de El Salvador y Nicaragua (Datos de Méndez et al. 2007 y Méndez et al. 2010).

	NICARAGUA				EL SALVADOR			
	N1	N2	N3 y 4	N5	ES1	ES2	ES3	ES4
Tipo de manejo de cooperativa ¹	C	I	I	I2	C	C & I	I	C & I
Área Total manejada (ha)	100	117	173	49	195	35	Estimado de 53 en 2004	21
Tamaño de finca promedio por miembro	6.3	6.5	4.9	2.9	2.0	2.5	0.7	nd ³
Número de parcelas de 1,000 m ²	12	8	11	7	20	14	17	24
Riqueza total de árboles de sombra ⁴	38	58	52	47	69a	48a	93b p<0.001	nd
Promedio de riqueza de especies de árboles por parcela ⁴	9	14	11	12	12a	12a	22b p<0.001	nd

¹ C= Colectivo; I= Individual. ² Agricultor individual comparable no afiliado a cooperativas. ³ No hay datos disponibles; ⁴ Promedios seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes.

Tabla 4. Contribuciones de la agrobiodiversidad a los medios de vida de los productores de café bajo sombra en El Salvador y Nicaragua.

Tipo de Agrobiodiversidad	Ubicación	Contribuciones más importantes a los medios de vida de las familias	Valores Reportados por los Agricultores	Referencia(s)
EL SALVADOR				
Árboles	C, H, CV	Leña, Fruta, Madera, Sombra, Ingresos	Leña obtenida de árboles de sombra le ahorraron a las familias un promedio de 71.50 \$ al año en 2002.	Méndez et al. 2007
Cultivos agrícolas	P	Comida e Ingresos	62% de la muestra (n = 18) informaron que producían por lo menos el 40% de los alimentos utilizados por la familia en un año.	Morris et al. 2013
Plantas medicinales	P, H, C	Remedios medicinales	Las plantas medicinales son valorizadas porque los productores no pueden pagar por medicinas o atención hospitalaria	Méndez et al. 2010
NICARAGUA				
Árboles	C, H, CV	Leña, Fruta, Madera, Sombra, Ingresos	Los agricultores reportaron un promedio de 167 \$ por año, de las ventas de leña, además de cubrir sus necesidades de leña propia	Bacon 2005ab
Cultivos agrícolas	P	Comida e Ingresos	En promedio un 50% de la comida es producida en las plantaciones.	Méndez et al. 2010
Orquídeas	C, H	Ornamental y Ingreso	Estético y Ornamental	Méndez et al. 2010

Ubicación: P= Parcela agrícola; CV= Cerca viva; H= Huerto casero; C= Café bajo sombra

En El Salvador, las plantas medicinales se utilizan para las dolencias comunes tales como dolores, diarrea, resfriados comunes, etc., pero no para enfermedades graves. Las familias expresaron un deseo de volver a familiarizarse con el conocimiento de plantas medicinales y expresaron su preocupación ante el hecho de que este conocimiento es cada vez más escaso. Sin embargo, se lograron reunir 260 recetas de remedios para 62 enfermedades Méndez et al. (2010)

Los agricultores de Nicaragua declararon que las epífitas tienen un valor estético importante para ellos. Muchos agricultores “rescatan” epífitas de las ramas de árboles caídos y las colocan en árboles cerca de sus casas. Las cooperativas utilizan las epífitas como una atracción turística. Las epífitas también se pueden vender a los restaurantes locales y a gente de las ciudades, pero esto es ilegal y nadie declaró hacer este tipo de actividad.

Fuentes de semillas

Los agricultores de El Salvador (n = 29) reportaron la obtención de semillas de maíz y frijol de las siguientes maneras: 1) guardan su propia semilla; 2) compran a otro productor; 3) la obtienen gratuitamente o a bajo precio en la oficina de extensión local; 4) compran en la tienda local agrícola; 5) una combinación de las fuentes anteriores. Seis variedades de maíz se registraron en El Salvador, incluyendo un híbrido mejorado, proveniente de tiendas locales o del servicio de extensión y cinco variedades locales mantenidas por los agricultores (“criollo”). El treinta y seis por ciento de los hogares en El Salvador utiliza sólo la semilla que guarda, con un porcentaje similar sólo comprando o recibiendo semillas mejoradas. El resto utilizó una combinación de fuentes y variedades. Los caficultores salvadoreños utilizaron dos variedades de café, incluyendo ‘Borbón’, una variedad antigua conocida por su calidad y altos requerimientos de sombra, y ‘Pacas’ un híbrido de ‘Borbón’ específicamente adaptado a las condiciones de El Salvador. La mayoría de los agricultores guardan su propia semilla de café.

Los nicaragüenses usaron una mayor diversidad de variedades de maíz (13) y de café (8) que las familias salvadoreñas. Estos agricultores recibieron el apoyo del movimiento *Campesino a Campesino*, una red de agricultores activa en esta región durante dos décadas (Bacon 2005b). A través de estas redes se han organizado intercambios anuales de semillas, capacitaciones sobre como guardar semillas y su uso tradicional. Si bien estos programas promueven las variedades de maíz más tradicionales, como “criollo” y “maizón”, y las variedades “Arábigo”, “Borbón”, y “Maragogyne” de café, la mayoría de productores también utilizan híbridos de café,

tales como “Caturra”, “Catimor”, y “Catuai”. Un patrón similar se observó para las variedades de maíz, con 71% de las familias usando una o más variedades tradicionales, 29 % usando sólo variedades nuevas, y 19 % plantando ambos tipos. Los agricultores tienen acceso a estas nuevas variedades a través de mercados regionales y el Ministerio de Agricultura del gobierno.

Discusión

La agrobiodiversidad en las pequeñas fincas de café bajo sombra

Si bien hubo algunas diferencias entre los sitios de estudio, en general, los hogares administran altos niveles de agrobiodiversidad de plantas. La diversidad de árboles que se encontró representa niveles relativamente altos de riqueza de especies en comparación con otros estudios sobre el café bajo sombra en Mesoamérica (Phillipott et al. 2008). Los agricultores en ambos países también manejaron una diversidad considerable de especies y variedades de cultivos alimentarios. En Nicaragua se encontró también un gran número de especies de orquídeas en comparación con un estudio similar en México (Hietz 2005). En El Salvador, se encontraron más de 100 especies medicinales, y los agricultores destacaron la importancia de los conocimientos asociados a este tipo de agrobiodiversidad.

Las pequeñas fincas manejadas individualmente presentaron niveles más altos de biodiversidad de árboles de sombra en las plantaciones de café, en comparación con cooperativas más grandes de manejo colectivo. Esto concuerda con otras investigaciones que destacan la importancia de las explotaciones agrícolas tropicales de pequeña escala como reservorios de agrobiodiversidad (Gliessman et al. 1981; Altieri 2004; Perfecto y Vandermeer 2008; Scales y Marsden 2008). Los niveles más altos de agrobiodiversidad observados en las propiedades individuales son resultado de una estrategia que busca diversificar el tipo de productos que se obtienen de la finca (por ejemplo, frutas, leña y madera), mientras que las cooperativas de manejo colectivo se concentraron en la producción de café, y no priorizaron la diversificación de productos (Méndez et al. 2009).

Contribuciones de la agrobiodiversidad a los medios de vida de la familia

La agrobiodiversidad manejada por las familias cafetaleras, en ambos países, produjo alimentos, leña y madera para el consumo. Estos productos también generaron ingresos a través de las ventas.

Tomado en su conjunto, esto representa al menos el cincuenta por ciento de los ingresos de los hogares (aproximadamente la mitad de los cuales proviene de café), y por lo menos el cuarenta por ciento de los alimentos básicos por unidad familiar. Los agricultores también aprecian un considerable número de plantas por su valor ornamental y medicinal.

Conservación de la agrobiodiversidad en los paisajes de café bajo sombra

Proporcionar incentivos a los agricultores para que sigan conservando la agrobiodiversidad podría generar resultados positivos, tanto para los medios de vida de los hogares cafetaleros, así como para la conservación de especies vegetales. En un trabajo anterior examinamos más a fondo cuatro iniciativas de conservación de la biodiversidad en los paisajes cafetaleros donde hemos trabajado (Méndez et al. 2010). Estas incluyen la certificación ecológica (Rainforest Alliance), el pago por servicios ambientales (PSA), el agroecoturismo y la investigación acción participativa (IAP). Para los datos presentados en este artículo, la IAP funge un papel importante porque toda la información fue recolectada con la participación de miembros de las cooperativas. Además, conforme a acuerdos entre investigadores y agricultores, los datos y los análisis se presentaban periódicamente en las asambleas de las cooperativas. Estas características del proceso de investigación permitieron mantener un diálogo abierto y constante con los hogares cafetaleros, lo cual fue muy importante para obtener la información sobre percepciones de la conservación de la agrobiodiversidad y su aporte a los medios de vida de los hogares. Adicionalmente, los datos presentados en este manuscrito han servido a las cooperativas para desarrollar proyectos de agroecoturismo y educativos en ambos países, aunque a pequeña escala. Por otra parte, las iniciativas de certificación y el PSA fueron diseñadas sin la participación de los agricultores, y mostraron necesitar capacidades administrativas, técnicas y financieras fuera del alcance de los pequeños productores.

Como se ha discutido en el análisis de los Proyectos Integrados de Conservación y Desarrollo (ICDP por sus siglas en Inglés), y en la literatura sobre el manejo comunitario de recursos naturales, las iniciativas de conservación de 'arriba hacia abajo', que han sido desarrolladas por gobiernos y organizaciones conservacionistas, han tenido poco éxito con los pequeños agricultores en los países en desarrollo (Barrett y Arcese 1995; McShane 2003; Wells y McShane 2004; Rosa et al. 2004). Por otra parte, las iniciativas comunitarias y de IAP, carecen de los recursos suficientes para tener impacto sobre mayores extensiones de tierra y un mayor número de agricultores. Estos resultados abogan por la búsqueda de un modelo 'híbrido', que sea capaz de integrar las ventajas de los proyectos participativos y comunitarios (más horizontales) con los recursos de los enfoques más institucionales y verticales (Amend et al. 2008; Berkes 2007).

Conclusiones

Nuestra investigación demuestra que las familias de pequeños productores de café bajo sombra en El Salvador y Nicaragua manejan altos niveles de agrobiodiversidad, tanto dentro como fuera de la plantación de café. Un estudio de caso en El Salvador demostró también que, a medio plazo (9 años), los caficultores mantuvieron los niveles de biodiversidad de árboles de sombra. Las familias utilizan los productos de la agrobiodiversidad para consumo directo y para generar ingresos mediante su venta. La agrobiodiversidad manejada por los hogares caficultores pudo casi cubrir la totalidad de sus necesidades básicas. Sin embargo, esta medida de éxito se ve atenuada por el hecho de que los niveles de ingresos de estos hogares se encontraban en o por debajo de la línea de pobreza (Bacon et al. 2008b), y que las familias siguen sufriendo de escasez de alimentos en determinados meses del año (Bacon et al. 2008b; Morris et al. 2013)

Los tipos de manejo de las cooperativas (es decir, individual o colectivo), tuvieron una fuerte influencia sobre los niveles de la

agrobiodiversidad. Las pequeñas fincas de manejo individual contienen los niveles más altos de biodiversidad de árboles de sombra, en comparación a las cooperativas más grandes de manejo colectivo. Los pequeños agricultores han sido repetidamente dejados al margen de las iniciativas de conservación. Sin embargo, nuestros resultados demuestran que, debido a la agrobiodiversidad que conservan, deberían ser apoyados e incluidos en los esfuerzos de conservación.

Más investigación es necesaria para comprender mejor cómo la seguridad alimentaria, la conservación a escala de paisaje y el cambio climático afectarán a la conservación de la agrobiodiversidad por los hogares caficultores en el futuro. En este sentido, la investigación acción participativa (IAP) puede hacer importantes contribuciones a estos esfuerzos, ya que se realiza con la participación de las comunidades, produce datos relevantes y necesarios, y facilita la capacitación y creación de redes de apoyo (Vara-Sánchez y Cuéllar Padilla 2013). Sin embargo, para que este enfoque pueda extenderse a extensiones más grandes y a más beneficiarios, se tendrá que buscar alianzas con otros modelos de investigación o proyectos de conservación más convencionales (es decir, proyectos que van de arriba hacia abajo), los cuales son capaces de aportar los recursos financieros y humanos necesarios. Una integración de estos distintos modelos requiere de un diálogo deliberado, que tome en cuenta la complejidad de las condiciones y necesidades de los múltiples actores (Berkes 2007).

Agradecimientos

Agradecemos a los agricultores y sus cooperativas por su participación, a largo plazo, en este proceso de investigación. Damos las gracias a Bill Morris por su ayuda en el desarrollo de la figura 1. La financiación de V.E. Méndez, M. Olson y K.S. Morris fue proporcionada por la Universidad de Vermont. M. Olson también recibió apoyo del programa de becas para la agricultura sostenible de 'Annie's Homegrown'. Chris Bacon agradece el apoyo a la beca postdoctoral S.V. Ciriacy-Wintrup de la Universidad de California, Berkeley. Agradecemos también a Raúl Díaz, María Eugenia Flores Gómez, Pedro H. Mendoza y Byron, por prestar asistencia en Nicaragua. Stephen R. Gliessman proporcionó valiosos comentarios que ayudaron a mejorar la calidad del manuscrito. Agradecemos también a la editora y dos revisores anónimos por valiosas sugerencias que ayudaron a mejorar la calidad del manuscrito.

Referencias

- Altieri, M.A. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture Ecosystems and Environment* 74(1-3):19-31.
- Altieri, M.A. 2004. Linking ecologists and traditional farmers in the search for sustainable agriculture. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2(1):35-42.
- Amend, T., Brown, J., Kothari, A., Phillips, A., Stolton, S. 2008. *Protected landscapes and agrobiodiversity values*. IUCN and GTZ. Heidelberg, Germany.
- Armbrrecht, I., Perfecto, I., Silverman, E. 2006. Limitation of nesting resources for ants in Colombian forests and coffee plantations. *Ecological Entomology* 31(5):403-410.
- Ayala, J.C. 1994. *Botánica medicinal popular y etnobotánica medicinal de El Salvador*.: Jardín Botánico La Laguna, San Salvador, El Salvador.
- Bacon, C. 2005a. Confronting the coffee crisis: can fair trade, organic and specialty coffees reduce small-scale farmer vulnerability in northern Nicaragua. *World Development* 33(3):497-511.
- Bacon, C.M. 2005b. *Confronting the coffee crisis: Nicaraguan smallholders use of cooperative, Fair Trade and agroecological networks to negotiate livelihoods and sustainability*. Tesis Doctoral, University of California, Santa Cruz, USA.
- Bacon, C., Méndez, V.E., MBrown, M. 2005. *Participatory action-research and support for community development and conservation: examples from shade coffee landscapes of El Salvador and Nicaragua*. Center for Agroecology and Sustainable Food Systems (CASFS), University of California. Santa Cruz, CA, USA.

- Bacon, C.M., Méndez, V.E., Flores Gomez, M.A., Stuart D., Díaz Flores, S.R. 2008b. Are sustainable coffee certifications enough to secure farmer livelihoods? the millennium development goals and Nicaragua's Fair Trade cooperatives. *Globalizations* 5(2):259-274.
- Bacon, C.M., Méndez V.E., Fox J.A. 2008c. Cultivating sustainable coffee: persistent paradoxes. En: Bacon, C. M., Méndez, V. E., Gliessman, S. R., Goodman, D., Fox, J. A. (eds.), *Confronting the coffee crisis: Fair Trade, sustainable livelihoods and ecosystems in Mexico and Central America*, pp. 337-372, MIT Press, Cambridge, MA, USA.
- Barrett, C.B., Arcese, P. 1995. Are Integrated Conservation-Development Projects (ICDPS) sustainable - on the conservation of large mammals in Sub-Saharan Africa. *World Development* 23(7):1073-1084.
- Beer, J., Muschler, R., Kass, D., Somarriba, E. 1998. Shade management in coffee and cacao plantations. *Agroforestry Systems* 38(1-3):139-164.
- Berkes, F. 2007. Community-based conservation in a globalized world. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104(39):15188-15193.
- Brookfield, H., Padoch, C. 1994. Appreciating agrodiversity: a look at the dynamism and diversity of indigenous farming practices. *Environment* 36(5):6-11.
- Brookfield, H., Padoch, C. 2007. Managing biodiversity in spatially and temporally complex agricultural landscapes. En: Jarvis, D.I., Padoch, C., Cooper, H.D. (eds.), *Managing biodiversity in agricultural ecosystems*, pp. 338-361. Biodiversity International and Columbia University Press. New York, NY, USA.
- Chambers, R., Conway, G. 1992. *Sustainable rural livelihoods: practical concepts for the 21st Century*. IDS-University of Sussex, Brighton, UK.
- Coelli, T., Fleming, E. 2004. Diversification economies and specialisation efficiencies in a mixed food and coffee smallholder farming system in Papua, New Guinea. *Agricultural Economics* 31(2-3):229-239.
- Colwell, R.K. 2011. EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.
- FAO 1999. *Sustaining agricultural biodiversity and agroecosystem functions*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Rome, Italy.
- FAO 2008. Soaring food prices: Facts, perspectives, impacts and actions required. Paper read at High Level Conference on World food security: The challenges of climate change and bioenergy, 3-5 June, Rome, Italy.
- Gallina, S., Mandujano, S., Gonzalez-Romero, A. 1996. Conservation of mammalian biodiversity in coffee plantations of Central Veracruz. *Agroforestry Systems* 33:13-27.
- Gliessman, S.R., Garcia-Espinosa, R., Amador, M. 1981. The ecological basis for the application of traditional agricultural technology in the management of tropical agro-ecosystems. *Agro-Ecosystems* 7:173-185.
- Gonda, N., Siadou, S. 2002. Qué bases para la construcción del San Ramon futuro? Diagnostico agrario de una pequeña region cafetera en el departamento del Matagalpa, Nicaragua. CNEARC. Montpellier, France.
- Gotelli, N.J., Colwell, R.K. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* 4:379-391.
- Guzmán-Casado, G.I., Alonso-Mielgo, A.M. 2007. La investigación participativa en agroecología: una herramienta para el desarrollo sustentable. *Ecosistemas* 16(1):24-36.
- Hietz, P. 2005. Conservation of vascular epiphyte diversity in Mexican coffee plantations. *Conservation Biology* 19(2):391-399.
- Komar, O. 2006. Ecology and conservation of birds in coffee plantations: a critical review. *Bird Conservation International* 16(1):1-23.
- Love, B., Spaner, D. 2007. Agrobiodiversity: Its value, measurement, and conservation in the context of sustainable agriculture. *Journal of Sustainable Agriculture* 31(2):53-82.
- Magurran, A.E. 2004. *Measuring biological diversity*, Blackwell. London. UK.
- MARN 2002. Informe nacional del estado del medio ambiente. MARN/PNUMA. San Salvador. El Salvador.
- MARN 2003. *Mapas del Sistema de Información Ambiental*. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), El Salvador 2003 [cited October 18/2003]. Disponible en: <http://www.marn.gob.sv/gis/png/pedolo.htm>.
- McShane, T. O. 2003. The devil in the detail of biodiversity conservation. *Conservation Biology* 17(1):1-3.
- Méndez, V.E. 2004. *Traditional shade, rural livelihoods, and conservation in small coffee farms and cooperatives of western El Salvador*. Tesis doctoral, University of California, Santa Cruz, CA. U.S.A.
- Méndez, V.E. 2008. Farmers' livelihoods and biodiversity conservation in a coffee landscape of El Salvador. En: Bacon, C. M., Méndez, V. E., Gliessman, S. R., Goodman, D., Fox, J. A. (eds.), *Confronting the coffee crisis: Fair Trade, sustainable livelihoods and ecosystems in Mexico and Central America*, pp. 207-236. Cambridge, MA, U.S.A.
- Méndez, V.E., Bacon, C. 2005. Medios de vida y conservación de la biodiversidad arbórea: las experiencias de las cooperativas cafetaleras en El Salvador y Nicaragua. *LEISA Revista de Agroecología (Perú)* 20(4):27-30.
- Méndez, V.E., Gliessman, S.R., Gilbert, G.S. 2007. Tree biodiversity in farmer cooperatives of a shade coffee landscape in western El Salvador. *Agriculture, Ecosystems AND Environment* 119(1-2):145-159.
- Méndez, V.E., Lok, R., Somarriba, E. 2001. Interdisciplinary analysis of homegardens in Nicaragua: micro-zonation, plant use and socio-economic importance. *Agroforestry Systems* 51(2):85-96.
- Méndez, V.E., Shapiro, E.N., Gilbert, G.S. 2009. Cooperative management and its effects on shade tree diversity, soil properties and ecosystem services of coffee plantations in western El Salvador. *Agroforestry Systems* 76(1):111-126.
- Méndez, V.E., Bacon, C.M., Olson, M., Morris, K.S., Shattuck, A.K. 2010. Agrobiodiversity and shade coffee smallholder livelihoods: A review and synthesis of ten years of research in Central America. *Professional Geographer* 6(3): 357-376.
- Moguel, P., Toledo, V. M. 1999. Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico. *Conservation Biology* 13(1):11-21.
- Morris, K.S., Méndez, V.E., Olson, M.B. 2013. 'Los meses flacos': seasonal food insecurity in a Salvadoran organic coffee cooperative. *Journal of Peasant Studies* 40(2):457-480.
- Olson, M.B., Morris, K.S., Méndez, V.E. 2012. Cultivation of maize landraces by small-scale shade coffee farmers in western El Salvador. *Agricultural Systems* 111:63-74. doi:10.1016/j.agsy.2012.05.005
- Perfecto, I, Vandermeer, J., Hanson, P., Cartin, V. 1997. Arthropod biodiversity and the transformation of a tropical agro-ecosystem. *Biodiversity and Conservation* 6:935-945.
- Perfecto, I., Rice, R.A., Greenberg, R., Vand der Voort, M.E. 1996. Shade coffee: a disappearing refuge for biodiversity. *BioScience* 46(8):598-609.
- Perfecto, I., Vandermeer, J. 2002. Quality of agroecological matrix in a tropical montane landscape: ants in coffee plantations in Southern Mexico. *Conservation Biology* 16(1):174-182.
- Perfecto, I., Vandermeer, J. 2008. Biodiversity conservation in tropical agro-ecosystems - A new conservation paradigm. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1134: 173-200. doi:10.1196/annals.1439.011
- Petchers, S., Harris, S. 2008. The roots of the coffee crisis. En: Bacon, C.M., Méndez, V.E., Gliessman, S.R., Goodman, D., Fox, J. A. (eds.), *Confronting the coffee crisis: Fair Trade, sustainable livelihoods and ecosystems in Mexico and Central America*, MIT Press, Cambridge, MA, USA.
- Phillips, A., Stolton, S. 2008. Protected landscapes and biodiversity values: a review. En Amend, T., Brown, J., Kothari, A., Phillips, A., Stolton, S. (eds.), *Protected landscapes and agrobiodiversity values*, pp. 8-21. IUCN and GTZ, Heidelberg, Germany.
- Philpott, S. M., W.J. Arendt, I. Ambrecht, P. Bichier, T.V. Dietsch, C. Gordon, R. Greenberg, I. Perfecto, R. Reynoso-Santos, L. Soto-Pinto, C. Tejeda-Cruz, G. Williams-Linera, J. Valenzuela, and J.M. Zolotoff. 2008. Biodiversity loss in Latin American coffee landscapes: review of the evidence on ants, birds, and trees. *Conservation Biology* 22(5):1093-1105.
- Ponette-Gonzalez, A.G. 2007. 2001: A household analysis of Huastec Maya agriculture and land use at the height of the coffee crisis. *Human Ecology* 35(3):289-301.
- Qualset, C.O., McGuire, P.E., Warburton, M.L. 1995. Agrobiodiversity: key to agricultural productivity. *California Agriculture* 49:45-49.
- Richards, M.B., 2013. *Agrobiodiversity, conservation, and food security among small-scale coffee farmers in El Salvador*. Ph.D. Thesis, University of Vermont, Burlington, VT, USA.
- Rosa, H., Kandel, S., Dimas, L. 2004. Compensation for environmental services and rural communities: lessons from the Americas *International Forestry Review* 6(2):187-194.
- Scales, B. R., Marsden, S.J. 2008. Biodiversity in small-scale tropical agroforests: a review of species richness and abundance shifts and the factors influencing them. *Environmental Conservation* 35(2):160-172.
- Solis-Montero, L., Flores-Palacios, A., Cruz-Angon, A. 2005. Shade-coffee plantations as refuges for tropical wild orchids in central Veracruz, Mexico. *Conservation Biology* 19(3):908-916.

- Somarriba, E., Harvey, C., Samper, M., Anthony, F., Gonzalez, J., Staver, C., Rice, R. 2004. Biodiversity in coffee plantations. En: Schroth, G., Foseca, G., Harvey, C.A., Gascon, C., Vasconcelos, H., Izac, A.M.N. (eds.), *Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes*, pp. 198-226. Island Press. Washington, D.C. USA.
- Vandermeer, J., Perfecto, I. 1995. Breakfast of biodiversity: the truth about rain forest destruction. Food First, Oakland, CA, USA.
- Vandermeer, J.D., Lawrence, A., Symstad, A., Hobbie, S. 2002. Effect of biodiversity on ecosystem function in managed ecosystems. En Loreau, M., Naeem, S., Inchausti, P. (eds.), *Biodiversity and ecosystem functioning: synthesis and perspectives*, pp. 221-235. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Vara-Sánchez, I., Cuéllar Padilla, M. 2013. Biodiversidad cultivada: perspectivas sociales y ecológicas. *Ecosistemas* 22(1):5-9.
- Wells, M., McShane, T.O. 2004. Integrating protected area management with local needs and aspirations. *Ambio* 33(8):513-519.
- Wood, D., Lenne, J.M. 1997. The conservation of agrobiodiversity on-farm: Questioning the emerging paradigm. *Biodiversity and Conservation* 6(1):109-129.