

Sustentabilidad ambiental en el manejo del agua y del suelo en la producción de berries. Los casos de México y Colombia*

Environmental sustainability of water and soil management in berry production: The cases of Mexico and Colombia

Durabilité environnementale dans la gestion de l'eau et du sol à la production des berries. Les cas du Mexique et de la Colombie

Adriana Sandoval-Moreno**

Carlos-Eduardo Ospina-Parra***

Recibido: 2011-03-14

Aceptado: 2011-03-15

Evaluado: 2011-03-28

Publicado: 2011-06-30

* Este trabajo se llevó a cabo, para el caso de México, con resultados del proyecto *Diagnóstico ambiental Situación actual de la problemática ambiental y social del cultivo de zarzamora en el municipio de Los Reyes Michoacán*, realizado en el año 2009 por la Unidad Académica de Estudios Regionales (UAER) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), y con los resultados de campo durante los meses de septiembre y octubre de 2010, realizados en la estancia académica de Carlos Ospina en la UAER. Para el caso de Colombia, se partió de los avances del proyecto *Optimización del uso del agua y los nutrientes del suelo para la producción sostenible de mora en el Departamento de Caldas* financiado por el Ministerio de Agricultura en su convocatoria 2008, y liderado por la Universidad de Caldas.

** Dra. en Ciencias Sociales, Investigadora de la UAER-UNAM, México. Dirección: Av. Lázaro Cárdenas S/N, esq. Felicitas del Río, Jiquilpan de Juárez, Michoacán, México C.P. 59510.
E-mail: asandoval@humanidades.unam.mx

*** Ingeniero Agrónomo, Tesista Maestría en Sociedades Rurales, Universidad de Caldas, Manizales, Colombia. Dirección: Sede Principal Calle 65 N° 26 - 10, Depto. de Desarrollo Rural.
E-mail: carlos.2220821468@ucaldas.edu.co

Resumen

Los sistemas de producción agropecuarios son formas en las que se organizan e interrelacionan los diferentes elementos o factores de producción, con el objetivo de producir un bien primario agrícola o pecuario. El objetivo del presente trabajo es analizar el manejo del agua y del suelo en los sistemas de producción campesino familiar comparativamente con el sistema de producción empresarial, como factores determinantes de la sustentabilidad ambiental. Se estudian dos casos: uno es la producción empresarial de zarzamora en el Valle de Los Reyes en el estado de Michoacán, México, y otro es la producción de mora tipo campesino familiar en el departamento de Caldas, Colombia. Estos dos tipos de sistemas manifiestan formas de organización social contrastantes y lógicas de manejo diferentes de los recursos agua y suelo. Una de las conclusiones es que se evidencia mayor grado de sostenibilidad ambiental, en cuanto al manejo de suelos y agua, en los sistemas campesinos en comparación con los sistemas empresariales.

Palabras clave autores: agua, berries, suelo, sistemas de producción agrícola.

Palabras clave descriptores : agua, berries, suelo, sistemas de producción agrícola.

Abstract

Agricultural production systems are processes through which the different elements or production factors are organized and interrelated to produce an agricultural or livestock commodity. The objective of this work is to comparatively analyze the management of water and soil in smallholder farming production systems and commercial production systems as determining factor of environmental sustainability. Two cases are studied: the first is the commercial production of blackberries in the Valle de Los Reyes in the State of Michoacán, Mexico and the second is the smallholder farming production of mulberry in the Department of Caldas, Colombia. These two types of systems display two contrasting sorts of social organization and different operational logics regarding the resources of soil and water. One of the conclusions is that a greater environmental sustainability regarding the management of soil and water is evident in smallholder farming systems in comparison to commercial systems.

Author Keywords: water, berries, soil, agricultural production systems.

Descriptor Keywords: farming systems, sustainable development, land use, water use.

Résumé

Les systèmes de production agricole sont des manières dans lesquelles se rangent et font correspondance les différents éléments ou facteurs de production, dans le but de produire un bien primaire agricole ou de l'élevage. Le but de cette enquête consiste à analyser la gestion de l'eau et du sol dans les systèmes de production paysanne familial par rapport au système de production des entreprises, comme les facteurs décisifs de la durabilité environnementale. Deux cas sont étudiés: le premier est la production des entreprises des mûres sauvages au Valle de Los Reyes dans l'état de Michoacan, en Mexique, et le deuxième est la production des mûres type paysan familial dans le département de Caldas, en Colombie. Ces deux types de systèmes montrent des façons d'organisation sociale contrastées et logiques d'une gestion différente des ressources d'eau et de sol. Une des conclusions c'est qu'elle met en évidence un majeur degré de durabilité environnementale, à propos de la gestion des sols et de l'eau, dans les systèmes paysans par rapport aux systèmes d'entreprise.

Mots-clés auteurs: eau, berries, sol, systèmes de production agricole.

Mots-clés descripteurs: systèmes de culture, développement soutenable, usage du sol, usage de l'eau

Introducción

El concepto de sistemas de producción agropecuarios parte del entendimiento de que las unidades agrícolas son sistemas definidos como un conjunto de componentes interactivos (Hart, 1990). Los sistemas de producción agropecuarios comprenden aspectos biofísicos (como nutrientes del suelo, balance hídrico, plantas, animales, insumos minerales y orgánicos, y algunas partes de la atmósfera) y socioeconómicos (género, seguridad alimentaria, dinero y rentabilidad) como constituyentes fundamentales (Dixon & Gulliver, 2001; Rabbinge, Goudriaan, van Keulen, Penning de Vries & van Laar, 1990). Cada uno de estos componentes en una unidad de producción o finca es interdependiente y, por lo tanto, puede ser analizado como sistema, desde varios puntos de vista o enfoques. Uno de estos es la sustentabilidad, la cual en ámbitos agrícolas se entiende como aquellos sistemas que favorecen la conservación de los recursos productivos y la preservación del medio ambiente, y responden a los requerimientos sociales, siendo económicamente competitivos y rentables (Satorre, 2003). En el presente documento se hace énfasis en la sustentabilidad ambiental de los sistemas de producción.

Para la clasificación y tipificación de los sistemas de producción, es el enfoque teórico-metodológico el que hace que se valoricen algunos aspectos más que otros en el análisis. Es así como unos resaltan las características del uso agregado del suelo o de recursos comunes tales como agua de riego; otros estudian el tamaño de la propiedad, el tipo y uso de tecnología, el tipo de cultivo; otros más abordan la identificación del sistema agrario del área, las zonas agroecológicas dentro del área y la caracterización de los diferentes sistemas de fincas dentro de cada zona ecológica o las condiciones ecológicas, entre otras. Para el caso de la agricultura de subsistencia, se incluye en el análisis al agricultor y su familia, como partes integrales del sistema y donde actividades productivas y no productivas son difíciles de separar (Rabbinge et al., 1990).

Tanto Hart como otros autores han propuesto el concepto de sistemas agrícolas jerárquicos como un marco útil para la investigación agrícola orientada al desarrollo. Particularmente, Hart presenta una jerarquía de sistemas agrícolas con un sistema de finca, identificado como uno de los niveles arbitrariamente definido. En esa jerarquía los cultivos son componentes de sistemas de cultivo, los que a su vez son componentes de ecosistemas agrícolas (explotaciones a nivel de parcela). Los cultivos son a la vez componentes de sistemas de finca y estos son componentes de sistemas regionales mayores (Hart, 1990).

Cada finca o unidad de producción cuenta con características específicas que se derivan de la diversidad existente, en lo relacionado con la dotación de recursos y con las circunstancias familiares, por lo que el funcionamiento y sostenibilidad de un sistema de finca está fuertemente influido por el entorno rural externo, incluyendo políticas e instituciones, mercados y redes de información. Las fincas no solo se encuentran estrechamente relacionadas con la economía extra-predial por medio de los mercados de productos básicos y laborales, sino también por la estrecha interdependencia existente entre las economías rural y urbana (Dixon & Gulliver, 2001).

El sistema campesino está caracterizado por su producción a pequeña escala y mínima inversión de capital financiero. Además, destaca el recurso humano con actividades basadas en la aplicación de conocimientos y prácticas tradicionales. La orientación productiva es dual (mercado local y autoconsumo) y sus objetivos no son únicamente económicos, sino que coexisten con objetivos sociales y de minimización de riesgo (Leporati, 2000). Asimismo, es poco demandante de insumos externos, intensivo en el uso de mano de obra familiar y, en su mayoría, se relaciona con cultivos de poca transformación industrial y alta perecibilidad. Algunos autores señalan que la economía campesina y su diversificación productiva, han sido una estrategia de sobrevivencia más que una estrategia económica (Castro, 2006; Contreras & Códova, 2007).

Por su parte, el sistema de producción empresarial o de agronegocio se caracteriza por su alta inversión de capital financiero, desarrollo y aplicaciones tecnologías modernas, fuertemente dependiente de la aplicación de insumos externos (semillas mejoradas, fertilizantes químicos, y maquinaria), arrendamiento de tierras, comercialización, contratación de mano de obra, actividades altamente extractivas, explotación a gran escala y generalmente está asociado con cultivos de exportación y/o con transformación industrial. También puede ser definido como aquella actividad agropecuaria que tiene como objetivo central la reproducción del capital financiero o económico.

Aunque el estudio de la sustentabilidad de los sistemas de producción implica la multidisciplinariedad, este trabajo se centra en el análisis del agua y del suelo, considerando los mecanismos de manejo, las formas de organización en el territorio, las condiciones climáticas, altitud, entorno geográfico y tenencia de la tierra en el cultivo de las berries o frutillas, por lo que es una exposición limitada en cuanto a que no se analiza toda la complejidad de los sistemas agrícolas de producción. Para el caso de México, se analiza el sistema de producción tipo empresarial para mercado de exportación, ubicado en el Valle de Los Reyes, Michoacán. De igual forma, en Colombia se analiza el caso

del sistema de producción tradicional de tipo familiar para el consumo interno, enclavado en el departamento de Caldas.

El documento está estructurado en cinco apartados. Primeramente, se hizo un desarrollo conceptual de lo que se entiende por sistemas de producción agropecuarios y sus componentes. Con esta entrada, en el primer apartado se describe la metodología abordada en el estudio. En el segundo, se exponen sucintamente las particularidades geográficas, ambientales y productivas de los dos casos de estudio: Valle de Los Reyes en México y Caldas en Colombia. En el tercero se explican las características de los sistemas de producción campesino y empresarial de berries. En el cuarto se hace un análisis comparativo sobre el manejo del agua y del suelo en la producción de berries. Por último, se anotan las conclusiones de ambos procesos productivos en el manejo del agua y del suelo a las que se llegó, y se formulan algunos cuestionamientos respecto a la sustentabilidad ambiental.

Metodología

Este estudio se realizó bajo el método comparativo de dos casos de estudio en la producción de berries. El primer caso corresponde al Valle de Los Reyes, estado de Michoacán (México), donde se estudió el sistema de producción empresarial; mientras que el segundo caso se refiere al sistema de producción campesina, ubicado en el marco de la zona cafetera del departamento de Caldas, Colombia. Una vez identificadas ambas lógicas de producción, se revisaron las principales características en cuanto al manejo del agua y del suelo, y se analizaron las implicaciones en la sustentabilidad ambiental de ambos sistemas.

La información recopilada se basó en tres fuentes directas de campo: los productores de berries en ambas regiones, las comercializadoras (empresas exportadoras para el caso de México y agroindustrias para el caso de Caldas) y los funcionarios del municipio de Los Reyes, de los Centros de Apoyo al Desarrollo Rural (CADER) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) de Los Reyes y Zamora. Considerando la disponibilidad de los actores, se aplicaron entrevistas semiestructuradas. Los tópicos guía de las entrevistas y de los recorridos de campo fueron: a) perfil del productor, b) proceso de producción, c) manejo del agua y manejo del suelo, d) relaciones con otros actores involucrados en la cadena productiva y e) implicaciones para la sustentabilidad ambiental.

El trabajo de campo se desarrolló durante el año 2010, en el primer semestre en el departamento de Caldas y en el segundo, en el Valle de los Reyes. También

se obtuvo información de fuentes indirectas a través de documentos de instancias gubernamentales y no gubernamentales en cada una de las zonas; además de periódicos y documentos científicos sobre los sistemas de producción.

Las zonas de estudio

Las dos regiones de estudio están compuestas por un conjunto de productores de berries, del género *Rubus* de la familia *Rosáceas*. En el departamento de Caldas se producen las moras (*Rubus glaucus* Bent), y en el Valle de Los Reyes, Michoacán, la zarzamora (*Rubus fruticosus*) de la variedad híbrida tupi. En ambos casos se tiene como precedente el cambio o pérdida de importancia de cultivos anteriores: de café a mora y de caña a zarzamora, respectivamente, debido principalmente a incentivos económicos y a la promoción gubernamental¹.

El Valle de Los Reyes se localiza en el municipio de Los Reyes, en el noroeste del estado de Michoacán. El Valle pertenece a la región hidrológica denominada Balsas (RH 18) en la cuenca del río Tepalcatepec y la subcuenca río Itzícuaru, que tiene una superficie de 2.320 km² (Figura 1). La región pertenece a la vertiente sur del Cinturón Volcánico Transmexicano y regionalmente forma parte de la subprovincia neovolcánica Tarasca. Se caracteriza por un extenso valle rodeado de elevaciones prominentes como los conos sinérgicos: Cerro de Santa Rosa y Olla de Los Limones, donde los sistemas hídricos fluviales han labrado cañadas y taludes de profundidad considerable, con desniveles hasta de 150 m. Los cultivos de riego se ubican en suelos de planicie con altitud de 1.300 msnm, bajo clima cálido subhúmedo con lluvias en verano (de mayo a octubre) y una precipitación media anual de 960 mm, sin presencia de heladas ni granizadas. La hidrología superficial está integrada por los ríos Itzícuaru, Atapan o El Salitre, Agua Blanca, Huatarillo (Zitzio), El Chivo-Itzícuaru, Apupataro, entre otras corrientes menores.

1 Para el caso de México en el valle de Los Reyes, la producción de caña de azúcar era el principal cultivo antes de las berries. Sus antecedentes se remontan a las grandes haciendas de finales del siglo XVI, aunque tuvo más importancia entre los años 40 y 50 del siglo XX, debido al incremento en la demanda del producto, los incentivos crediticios gubernamentales, la consecuente modernización de los ingenios y la nacionalización de los mismos en los años 70. Sin embargo, en los 80 se presentó una crisis en el sector, motivada por la reducción de incentivos gubernamentales, problemas organizacionales y, en especial, la importación de endulzantes procedentes de Estados Unidos (Thiébaud, 2009). Con estos antecedentes, en 1992 se inicia la promoción del cultivo de la zarzamora en el valle de Los Reyes. Para el caso de Caldas, Colombia, el cultivo de la mora se da en municipios tradicionalmente cafeteros, en los que el cultivo del grano ha sido y sigue siendo la principal actividad productiva; no obstante, en la última década se aprecia un descenso de los precios internacionales, debido a los elevados precios de los insumos agrícolas, particularmente fertilizantes, y la reaparición de problemas sanitarios como la roya y la broca, entre otros, que ha generado una leve disminución del área sembrada de café, pasando de 91.422 ha en 1998 a 82.939 ha en 2010 (Periódico La Patria, 2010), mientras que el cultivo de la mora se ha mantenido en un promedio de 300 ha.

El Valle tiene como núcleo poblacional a la ciudad de Los Reyes, con una población de 51.788 personas en el año 2005, pero en toda la extensión del Valle viven más de 70.000 habitantes, distribuidos en varias poblaciones y rancherías incluidas una del municipio de Tocumbo (Sta. Clara) y tres del municipio de Peribán (San Francisco, Corona y Peribán) (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [INEGI], 2005).

Los suelos del Valle son arenosos, lo constituyen depósitos aluviales, como toba volcánico arcilloarenosa y conglomerado volcánico, y en menor proporción depósitos de tipo aluvial constituidos por material de acarreo cuya granulometría varía entre arena y grava subredondeada (Silva et. al., 2010). La agricultura es la principal actividad económica, en donde destaca la producción de aguacate, caña, durazno y frutillas como la zarzamora, el arándano y la frambuesa. Tan solo en el Valle se concentra cerca del 85% del área sembrada con zarzamora en México, con más de 6.000 ha, razón por la cual es considerado como la capital mundial de la zarzamora.

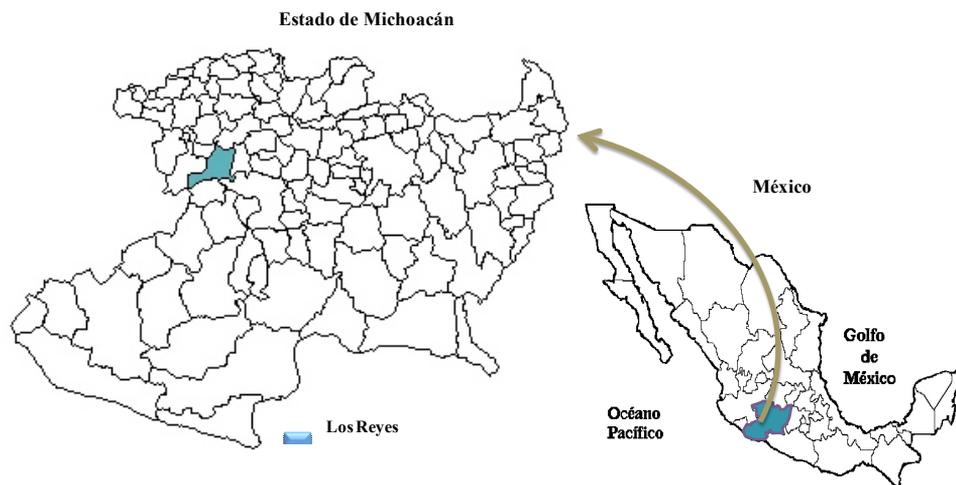


Figura 1. Zona de estudio, productora de berries (México).
Fuente: elaboración propia.

En el departamento de Caldas se encuentra la zona andina de Colombia, considerada el corazón del denominado Eje Cafetero que integran los departamentos de Risaralda y Quindío. El departamento tiene una extensión de 743.000 ha, de las cuales 137.081 ha están dedicadas a la agricultura. El 90% son cultivos permanentes, entre los que se destaca el café y la caña panelera, el resto son cultivos transitorios (Corporación Autónoma Regional de Caldas

[Corpocaldas], 2007). En la zona se presenta un régimen de lluvias bimodal, con dos picos al año entre marzo-mayo, y septiembre-noviembre, y una precipitación al año de 2.300 mm, sin heladas con amenaza de granizo. El presente estudio se desarrolló en los municipios caldenses de Aguadas, Aranzazu y Manzanares (Figura 2).

Los cultivos de la mora se encuentran dispersos en diferentes municipios como Aguadas, Manzanares, Aranzazu, Villamaría y Riosucio, en los que se concentra cerca del 90% de área cultivada, que según datos del Ministerio de Agricultura, ronda las 300 ha. Estos cultivos se caracterizan por estar en suelos de ladera, en alturas sobre el nivel del mar entre 1.800 y 2.400 m y en temperaturas entre los 11 y 18 °C (Franco & Giraldo, 1998). Los suelos, según la clasificación del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), son considerados no aptos para la agricultura, dado los altos riesgos de degradación por erosión hídrica, y sus fuertes pendientes (25 y a 50%), por lo cual deberían ser utilizados para actividades forestales y de conservación. En los últimos años en la zona han reaparecido problemas sanitarios como la roya y la broca, entre otros, y como consecuencia han generado una leve disminución del área sembrada de café, al pasar de 91.422 ha en 1998 a 82.939 ha en 2010 (La Patria, 2010, mayo 25); situación agregada a la elevación de los precios de insumos agrícolas, particularmente de fertilizantes.

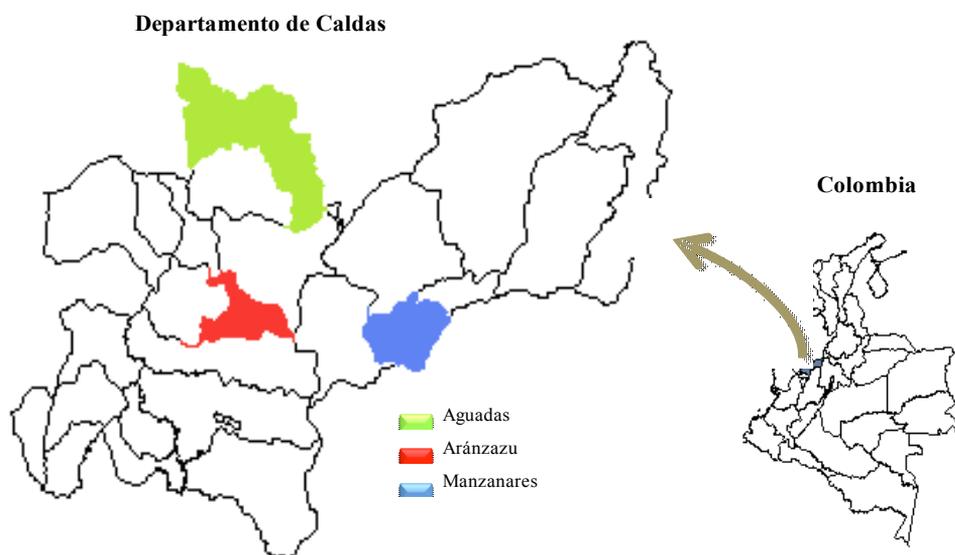


Figura 2. Zona de estudio, productora de berries (Colombia).
Fuente: elaboración propia.

Características de los sistemas de producción campesino y empresarial

En el Valle de Los Reyes existen más de 1.500 productores, distribuidos en cerca de 6.000 ha, lo que correspondería a 4 ha por productor, pero la dinámica de arrendamiento y venta de predios no es registrada en las oficinas del sector gubernamental, por lo que no se tiene exactitud en las cifras. Un estudio realizado en 1995 consideró que el 88% de los productores de zarzamora en el Valle, cuenta con menos de 2 ha (Muñoz & Juárez, 1995), información coherente con lo identificado en campo. Mientras que en los tres municipios de Caldas se contabilizaron 220 productores con 0.8 ha en promedio, en el momento del levantamiento de la información primaria. (Tabla 1)

Tabla 1
Características de los sistemas de producción de berries

Característica	Depto. Caldas, Colombia	Valle Los Reyes, Michoacán, México
Área sembrada	300 ha	+ 6.000 ha
No. de Productores	220	1.500
Área sembrada (promedio)	0,8 ha	3,6 ha
Propiedad de la tierra	Pequeños propietarios 84 % Arrendatarios 16 %	Ejidatarios 81% y pequeños propietarios 19% (tierras arrendadas + 60%)
Varietades sembradas	Endémicas (Castilla y Sin tunas)	Comerciales: (híbridas: brazo y tupí)
Tecnología	Tradicional	Forzada
Rendimiento	10.5 ton/ha/año	20 ton/ha/año
Destino producción	Agroindustria regional - nacional	Consumo fresco Internacional
Mercado	Nacional	Exportación
Capital	Local - Nacional	Nacional y extranjero (chileno y norteamericano)
Mano de Obra	Familiar - Contratada	Contratada
Sistema de Riego	No	Riego rodado y por goteo

Fuente: elaboración propia.

En cuando a la tenencia de la tierra, el 80% es ejidal² y el resto pequeña propiedad en el Valle de Los Reyes, pero la propiedad de la tierra no tiene estrecha

2 Propiedad ejidal: se conoce como aquella forma de propiedad en que un determinado número de

relación con la ocupación de la misma, ya que se calcula que más del 60% de esta es arrendada. En el caso de Caldas, la propiedad de la tierra es pequeña propiedad, esta tiene correspondencia de su uso con sus propietarios, solo el 16% está arrendada.

Aunque en ambas regiones crece la frutilla en forma silvestre, fue por medio de las políticas públicas gubernamentales que se estimuló el cultivo comercialmente, incrementándose el área cultivada, la producción y la red comercial. Fue a mediados de la década de los noventa cuando se promovió en los dos casos, la variedad castilla para Caldas y las variedades híbridas *brazo* y *tupi* en el Valle de Los Reyes, ocupando tierras dedicadas al café en Caldas y a la caña de azúcar en Los Reyes. En México, a fines de los ochenta, se contaba con unas cuantas hectáreas demostrativas, incrementándose 390% en el periodo 1990-1995, al pasar a 443 ha en 1995, luego en el año 2002 el área ocupaba 1.115,95 ha, en 2007 se tenían 3.063 ha, en el 2008 ya eran 5.000 ha y en el 2009 fueron 8.131,5, destacando el estado de Michoacán, particularmente el municipio de Los Reyes, con la mayor cobertura de cultivo, al ocupar el 58% de la producción nacional en el último año (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP]- Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación [SAGARPA], 2009). En Caldas, en 1992, se tenían poco más de 50 ha, para 1999 ya eran más de 300 ha, luego en el año 2009 se contabilizaron 300 ha de mora.

Sin embargo, existen diferencias en la producción, además de que una es variedad castilla y otras son híbridas. En Caldas el cultivo es de temporal, aprovechando las condiciones hidroclimáticas, mientras que en el Valle de Los Reyes la producción es forzada, mediante la estimulación de la planta (fertilizantes, bioestimulantes, defoliantes, herbicidas, hormonas, entre otros) en ambientes controlados de túneles y aplicación de riego. De esta forma, se han tenido rendimientos hasta de 20 ton/ha, más altos que en Caldas de 10.5 ton/ha. Estos escenarios advierten cambios en las inversiones económicas que cada productor tiene que hacer: en Los Reyes es de aproximadamente 15.000 dólares, y de 4.000 a 5.000 dólares en Caldas, además de los gastos de mantenimiento de la infraestructura y proceso de producción.

La mano de obra se emplea principalmente en época de cosecha, debido a que exige cuidado en el corte y manejo de la frutilla. En Caldas el trabajo se distingue por ser familiar, mientras que en el Valle de Los Reyes es mano de obra contratada, principalmente mujeres, que en su gran mayoría son indígenas mi-

personas conforma un ejido, es decir una porción de tierra destinada al uso común para el asentamiento humano y la producción agrícola o ganadera. El ejido tenía como característica ser inajenable, intransmisible, inembargable e imprescriptible, pero a partir de 1992 con la reforma al artículo 27 constitucional ya se permite la venta del suelo ejidal.

grantes. De manera más marcada se observa en Los Reyes la especialización y organización de la mano de obra, a través de cuadrillas de 12 personas en promedio, dedicada a las actividades de corte y empaque, básicamente. Estas medidas forman parte de las buenas prácticas agrícolas promovidas por los estándares de calidad e inocuidad en el rubro. Aunque todavía no son una condicionante para los productores de Caldas, sí se observa de manera incipiente la tendencia en su aplicación.

Otra de las diferencias en los sistemas de producción es la orientación del producto en el mercado. El caso colombiano es significativo, porque toda su producción de moras es distribuida en el mercado local, regional y nacional. La fruta una vez cosechada es dirigida a la agroindustria, para proceso de mermeladas, jugos, pulpas, yogurt, entre otros, además de la venta en fresco. Caso contrario, en la producción de zarzamoras en México donde el 100% de la producción se orienta al mercado de exportación (Estados Unidos en primer lugar y en segundo, Europa), solo aquella fruta que no cumple la calidad deseada, aproximadamente un 10%, se queda para proceso o empaque IQF (Individual Quick Freezing). Actualmente, existen en Los Reyes 15 empresas exportadoras de fruta en fresco, de capital estadounidense, chileno y mexicano, o mixto, entre las que destacan: Expo Berry, Berry Mex, Vital Berry, Sunbelle, Sunny Ridge, Exifrut, Driscolls, Agroindustrial El Molinito y Grupo Heres, las cuales atraen más del 90% de la producción total de los cultivos. En Caldas se identificaron 2 grandes agroindustrias nacionales, Alpina y Casa Luker, además de otras pequeñas de tipo local, todas ubicadas en el mismo departamento, en donde se procesa cerca del 80% de la producción de moras.

Sustentabilidad Ambiental en el Manejo de Agua y del Suelo en los sistemas de producción de berries

Uso y manejo del agua

En las regiones de estudio, el manejo del agua es distinto, debido a las características hidroclimatológicas. Para el caso de México el 100% de la producción de zarzamora es de riego, por lo que la zona completa se ha clasificado como un sistema de producción agrícola basado en el riego; mientras que en Caldas el cultivo se hidrata a través de la humedad ambiental y el agua pluvial en las temporadas de lluvias.

En las tierras ejidales, la mayoría del Valle, el uso del agua es administrado por medio de la estructura ejidal, que establece políticas de uso, acceso y control, puesto que el ejido cuenta con derechos de concesión de agua, otorgados

oficialmente por el Gobierno, para que sus miembros tengan acceso a volúmenes de agua de fuentes específicas. El agua asignada es distribuida a través de una red de canales de riego, normalmente de tierra a cielo abierto, donde se distribuye por gravedad a todos los ejidatarios, a través de los llamados “turnos de agua”, método conocido como “agua encadenada” por su lógica de escurrimiento de arriba-abajo, al regar los cultivos de uno y otro ejidatario, hasta completar una ronda para volver a empezar, si hay necesidad.

En la actualidad los ejidos persisten, aunque se han erosionado sus estructuras organizativas respecto al uso y control del agua y del suelo, debido a la introducción de nuevos actores, productores no ejidatarios, que han ocupado las tierras a través de la renta de las mismas y los menos han adquirido los derechos de propiedad, además de la intromisión de lógicas diferentes en el uso del agua a través de las exigencias de inocuidad de las empresas comercializadores de la frutilla. También han influido en los cambios las demandas de agua en el cultivo, esto porque la zarzamora se estableció en áreas dedicadas a la caña de azúcar. Este último cultivo requería del riego cada 22 días, con una orientación del surcado de norte a sur, mientras que la zarzamora tiene una demanda de riego exigente, de 1 a 2 ocasiones por semana. En temporada de estiaje, la caña pasa a la aplicación de riegos de 22 a 15 días, mientras que la zarzamora pasa a 3 y 4 veces por semana, dependiendo de las condiciones de humedad en el ambiente y la calidad de la tierra. Estos cambios han generado un clima de conflicto constante en temporada de estiaje principalmente, ya que no todos los productores respetan las decisiones del ejido, al infringir el rol de riego, y tampoco son muy colaboradores para participar en el mantenimiento de canales y caminos.

Es importante señalar los riesgos de contaminación del agua y del suelo, debido al vertido de aguas residuales urbanas sin tratamiento a los ríos, y a los riesgos del basurero municipal de Los Reyes, localizado a 4 kilómetros cuenca arriba de la ciudad. Este basurero además de estar mal ubicado, no tiene un manejo adecuado de los residuos, expuestos a cielo abierto, por lo que los escurrimientos e infiltración de lixiviados son una fuente de contaminación a las aguas superficiales y subterráneas, las cuales pueden contener microorganismos patógenos, compuestos tóxicos y/o metales pesados (Ochoa, 2009).

Ligado a esto, las empresas comercializadoras de exportación están orientando nuevas prácticas de cultivo, al exigir el cumplimiento de reglas de inocuidad como es el uso de agua limpia. Esto ha sido un problema importante para los zarzamoreros, especialmente para la mayoría de los pequeños productores, quienes tienen como principal fuente de agua para riego, las aguas

superficiales que han presentado problemas de contaminación por el vertido de aguas residuales urbanas y el mal manejo de residuos sólidos, panorama complicado para cumplir con parámetros de inocuidad, si quieren vender a las comercializadoras de exportación. Así, el uso de agua para riego de berries se está orientando a las fuentes de agua subterránea, agua con derecho de acceso a pocos productores, principalmente a los productores empresarios que han podido gestionar sus derechos de concesión ante la CONAGUA (Comisión Nacional del Agua).

Ante esta situación, los pequeños productores ejidatarios han empezado a tomar medidas, una de ellas es retomar los valores del ejido, como es el derecho colectivo a la organización y al manejo del recurso agua. Desde el año 2010 han realizado varias reuniones entre los más de 10 ejidos ubicados en el Valle de Los Reyes y áreas vecinas, para abordar la problemática del acceso al agua y la contaminación de la misma, por lo cual están diseñando una estrategia de acción colectiva mediante la conformación de una figura legal llamada Unión Ejidal, para llevar a cabo acciones de beneficio mutuo. Una de las gestiones es el entubamiento del agua desde sus fuentes, para ser conducida hasta los cultivos de berries, de manera que no se contamine con las aguas urbanas. Sin embargo, la representación como colectivo aún no ha llamado la atención del Gobierno municipal, para incluirlos en las mesas de diálogo con los empresarios; tampoco ante estos últimos ha logrado situarse como un actor clave de las negociaciones en la región, por lo menos hasta ahora.

En contraste, los cultivos de moras en Caldas mantienen la humedad necesaria a través del ambiente, principalmente entre 11 y 18 °C. En el periodo de lluvias, los suelos son hidratados en abundancia y el escurrimiento del agua pluvial es dirigido a través de canales hacia los ríos y quebradas. Cada campesino labra su tierra con surcos, siguiendo las curvas de nivel y realiza obras preventivas a la llegada de las lluvias, como son: intercalación de cultivos (principalmente maíz, frijol y hortalizas), y coberturas de plantas acompañantes para evitar o mitigar los problemas asociados a la erosión. De igual forma, en los predios con mayor pendiente, se dejan especies arbóreas y se hacen obras que reduzcan los niveles de riesgo por erosión, actividades que son regularmente ejecutadas por su familia, quien es su fuerza laboral. Vale la pena decir que las laderas con cultivo de moras tienen pendientes pronunciadas hasta del 50%, condición que facilita el drenaje de las aguas excedentes y la ventilación de aire entre las plantas; empero, no en todos los cultivos se observa armonía, sino que hay sembrados en forma transversal,

lo que en ladera suscita la erosión del suelo por causas hídricas, además de la pérdida de nutrientes.

Por otro lado, las extensiones de cultivos de moras están fragmentadas por la geografía accidentada de laderas y vertientes, circundado por grandes extensiones de café. Sin embargo, debido al comportamiento de las precipitaciones, así como a la disponibilidad de aguas naturales en los denominados “nacimientos” en cada una de las unidades productivas, no es común que se utilicen sistemas de riego en los cultivos de mora, salvo casos excepcionales de sequía como el fenómeno de la niña o en sistemas altamente tecnificados en los cuales se aplican fertirrigación. Por tanto el sistema productivo de la mora, independientemente de cuál sea su grado de tecnificación, se caracteriza por ser a “cielo abierto” en el que no se utiliza ningún tipo de cobertura plástica o artificial en ninguna época del año.

Lo cierto es que el recurso hídrico para Caldas y para gran parte de los departamentos ubicados en la zona andina de Colombia, no es escaso o limitante para la producción agropecuaria, ya sea vía precipitación o vía natural (nacimientos); hay disponibilidad durante todo el año, lo cual a su vez permite producción permanente de la mora. Ahora bien, la relativa abundancia del recurso hídrico, particularmente durante los meses de mayor precipitación (marzo-mayo y septiembre-noviembre), sin una debida planificación y prevención, puede incidir negativamente en los sistemas de producción de la mora, generando problemas fitosanitarios, aumento de plantas acompañantes, pérdida de suelo por impacto de las lluvias, encharcamiento de los cultivos, entre otros.

No obstante, hasta el momento no se han identificado conflictos o disputas por el uso, tenencia o disponibilidad del recurso, entre agentes productivos, sociales o institucionales que intervienen en el sistema. Los problemas asociados a este recurso están relacionados con las condiciones técnicas del cultivo, tales como la distancia de siembra, arreglo según curvas de nivel y pendiente, tipo de siembra intercalado o monocultivo, cobertura de suelo, entre otras, las cuales pueden mitigar o favorecer los impactos negativos de las altas precipitaciones.

Es de resaltar que en Caldas la mayor parte de la producción de mora es destinada al mercado local y regional en fresco, y la agroindustria regional es la encargada de fomentar los estándares de inocuidad en el sistema de producción, para de esta manera garantizar tanto la calidad como el mercado de sus productos y, si bien no es el mismo grado de exigencia permitido en la zarzamora exportada del Valle de los Reyes, esta se ha endurecido en los últimos años.

Uso y manejo del suelo

El acceso y la tenencia de la tierra en Colombia son considerados por reconocidos centros de investigación, instituciones nacionales y diferentes organizaciones sociales, como parte de los principales problemas que limitan su desarrollo y, por el contrario, aumentan la brecha entre ricos y pobres, así como la concentración de la riqueza. Según datos del IGAC, cerca del 60% del área rural, se encuentra en manos de no más del 2% de los propietarios, mientras que aproximadamente el 75 % de los propietarios rurales cuentan con no más del 11% del área (IGAC, 2003). Sumado a esto, la especulación sobre el mercado de tierras, el poder y control político y económico que genera su concentración, ha hecho que en ciertas zonas del país los precios de las tierras se hayan inflado considerablemente.

En el departamento de Caldas no se cuenta con cifras consolidadas sobre la tenencia de la tierra, en el caso de la mora, son pequeñas propiedades privadas y en algunos casos predios arrendados. Según datos obtenidos en estudios anteriores (Ospina, Tobasura, Cruz & Obando, 2009), los predios con cultivos de mora tienen en promedio 8 ha, de las cuales en promedio 0.8 ha se encuentran sembradas en mora; el 80% de los predios con cultivos de mora son productores propios y el 20 restante son productores arrendatarios. Por consiguiente, aunque en el país el fenómeno de la concentración de la tierra es evidente, al menos para el contexto del cultivo de la mora en el departamento de Caldas, el acceso a esta no se identifica como un limitante o restricción del sistema de producción, por el contrario, la relación entre área sembrada en mora y área total de la unidad productiva, indica que es un recurso relativamente disponible.

Por su parte el acceso al recurso suelo en la producción de berries en el Valle de Los Reyes ha variado con el cambio de cultivo de caña a zarzamora. Se calcula que más de la mitad de la propiedad en el Valle Los Reyes es ocupada por arrendatarios o usufructuarios (según las entrevistas en campo de julio a septiembre de 2009), proporción que coincide con la información recibida del municipio Los Reyes, donde del 100% de los entrevistados, casi el 59.81% declaró ser usufructuario y el 40.19%, propietario. Pero se identificaron porcentajes más altos en algunas localidades, por ejemplo en el ejido Gildardo Magaña del municipio de Peribán. La situación de fraccionamiento de la propiedad y el fenómeno de arrendamiento expone la ocupación del suelo por quienes más recursos económicos tienen para rentar parcelas y establecer las condiciones necesarias de infraestructura en el cultivo de la

zarzamora, datos que no se registran en ninguna de las instancias oficiales gubernamentales (Sandoval, 2009). Por tanto, la aparición y crecimiento de la producción de berries en Los Reyes ha favorecido la llegada de productores arrendatarios externos a la zona, quienes establecen contratos por más de 5 años con los propietarios, lo cual ha valorizado significativamente los predios.

En cuanto al uso y manejo del suelo, los cultivos de la mora se encuentran en zonas de ladera, las cuales según datos de la Corporación Autónoma Regional de Caldas (Corpocaldas), representan cerca del 70% del departamento, y son de vocación forestal de conservación o de producción, por lo que, de entrada, se estaría generando un conflicto en cuanto al uso del suelo. Mientras que en Los Reyes son suelos planos, con aceptables condiciones fisicoquímicas y agroecológicas para la producción de berries, por lo cual no se presenta conflicto por su utilización, desde el punto de vista técnico.

El cultivo de la mora se desarrolla mejor en suelos franco arcillosos, con alto contenido de materia orgánica y ricos en fósforo y potasio, se adapta a pH entre 5.2 y 6.7, siendo el 6.7 óptimo. El cultivo es susceptible a condiciones de baja disponibilidad de oxígeno y de agua (Franco & Giraldo, 1998). Por el contrario, los suelos en cultivos de zarzamora se observan pesados, de textura arcillosa y en algunas zonas francos arcillosos, con bajos niveles de materia orgánica, alto grado de compactación, mínima capa orgánica, y problemas de encharcamiento y exceso de riego en muchos de ellos.

En el caso de Caldas, el conflicto que puede suscitarse se refiere a las prácticas agronómicas implementadas por los productores de mora. Estudios desarrollados por Obando demuestran que los arreglos en monocultivo de mora generan 30 veces mayor pérdida de suelo, que en sistemas intercalados con cultivos anuales como maíz y frijol, de igual manera, la productividad en estos sistemas agrodiversos o asociados fue entre 6 y 14 veces mayor que en sistemas en monocultivo (Obando, Carmona, Restrepo & Stocking, 2004).

Además de los cultivos asociados, otras de las acciones que han ido integrándose en los sistemas de producción típicamente campesina y que influyen en la disminución de riesgos de degradación de suelos, son: la incorporación de materia orgánica (gallinaza, lombricompost), bajas densidades de siembra (1.300 a 2.000 plantas/ha), mínima aplicación de insumos químicos, selección de arvenses o plantas acompañantes, manejo de residuos de cosecha, establecimiento de tutores vivos multipropósito (árboles maderables), y rotación de cultivos y lotes, entre otros. De igual forma se reconocen algunas prácticas realizadas en los sistemas campesinos que aceleran el proceso de

degradación de los suelos de ladera, entre las que cabe mencionar: quema de residuos vegetales y de cosecha, incorporación de abonos orgánicos crudos, deforestación y siembra en pendientes muy pronunciadas.

En la producción de zarzamora se identifican prácticas de manejo que deterioran la calidad de los suelos, como son las siembras en monocultivos, con altas densidades de siembra (7.400 a 8.000 plantas/ha), con aplicaciones de agroquímicos (principalmente fertilizantes), quemas de los residuos del cultivo (de podas), utilización de maquinaria pesada para la preparación del suelo, mínima incorporación de materia orgánica, entre otras.

Asimismo, mediante observaciones de campo e instrumentos para el análisis de suelos, se identifica que los suelos de Caldas destinados al cultivo de la mora presentan mayor homogeneidad, mayor equilibrio en sus variables físicoquímicas y biológicas, mientras que en los suelos de zarzamora se presenta un mayor desequilibrio. Si bien el comportamiento de estas variables puede variar por el tipo de suelo, las condiciones agroecológicas, el manejo que se le da a este en sus sistemas de producción, pueden incidir notablemente en el equilibrio de las condiciones del suelo.

De esta manera, sea por convicción, por falta de recursos financieros, por necesidad, por cultura, por conocimientos tradicionales, o por otras razones, en la medida que los sistemas de producción campesina continúen implementando acciones que procuran un mejor manejo y la conservación de los suelos, seguirán siendo ambientalmente mucho más sostenibles que los sistemas altamente extractivos y dependientes de insumos, como los empresariales. De igual forma, en el caso de Los Reyes, aunque todavía se presentan buenos indicadores de la calidad de los suelos para la producción de zarzamora, también en cierto que con el actual sistema de producción altamente extractivo, se generan procesos progresivos de deterioro de la calidad de esos suelos.

La organización de los productores campesinos a nivel municipal, para el caso de Caldas, ha permitido acceder a recursos de programas gubernamentales para el establecimiento y mejoramiento de las condiciones de producción, así como la obtención de servicios de asistencia técnica por cuenta de entidades gubernamentales y no gubernamentales, con lo cual se garantiza, al menos, un servicio técnico homogéneo para todos los productores.

La producción de berries genera externalidades positivas y negativas en ambos sistemas de producción analizados; no obstante, las negativas se presentan con mayor intensidad en la producción de zarzamora que en la de mora. De igual forma, en los sistemas campesinos de la mora, la organización de los productores facilita la adopción de prácticas encaminadas a

contrarrestar esos efectos negativos de la producción, mediante diferentes programas integrales de asistencia técnica e investigación, en los que se encuentran participando distintas organizaciones de productores del departamento de Caldas.

Conclusiones

Los sistemas de producción de mora en Caldas responden, en su mayoría, a características tradicionales de la producción campesina y producción empresarial familiar. En los sistemas de producción campesinos, debido a la falta de capital económico y físico y a su vínculo integral con los recursos naturales disponibles, existe una mayor agrobiodiversidad, y sustentabilidad ambiental en el manejo de los suelos destinado a la producción de mora.

Los sistemas campesinos suelen ubicarse en zonas donde la disponibilidad de recurso naturales, como agua y suelo, son abundantes o al menos accesibles, lo cual sumado a su capital por excelencia disponible, el humano, hacen viable su producción y reproducción; mientras que el sistema de producción empresarial depende del capital económico y suple mediante este los recursos faltantes para la producción de zarzamora. Más aún, en los sistemas campesinos de la mora se cuenta con mayor número de prácticas positivas, tales como la siembra de policultivo o cultivos asociados, coberturas con plantas acompañantes, presencia de especies arbóreas, densidades de siembra bajas, menor aplicación de agroquímicos, elaboración y aplicaciones de insumos orgánicos, incorporación de materia orgánica, entre otros.

En resumidas cuentas, la producción campesina puede ser considerada hoy día, más que un sistema de producción, una forma de resistencia al agronegocio y a la producción empresarial, que viene restándole espacio a otros tipos de cosmovisiones más compatibles con el medio ambiente. Se puede afirmar que el recurso agua, al menos por ahora, en el caso del sistema producción de mora típicamente campesino, no es un factor determinante o estratégico de poder o control en la producción, debido a la relativamente alta “disponibilidad” del recurso. No obstante, en el Valle de Los Reyes, donde a pesar de considerarse un recurso abundante, la disponibilidad de agua limpia se está reduciendo, siendo más atractivo para los productores y para el público urbano la extracción de fuentes subterráneas, lo cual podría desencadenar más competencia y conflicto por el agua limpia, factor distractor para la generación de soluciones hacia el mejoramiento ambiental, que redundan en el saneamiento de las aguas superficiales, el manejo integral de los recursos hídricos y el mejoramiento de la calidad del suelo.

No obstante, en ambos sistemas analizados se identifican factores de riesgo que afectan la calidad de suelos y aguas. En el caso del Valle de los Reyes, el agua es objeto de disputa entre productores, al ser un recurso con alta demanda para la producción de zarzamora. Hay evidencias de depósitos de residuos sólidos urbanos sin manejo adecuado, aguas residuales municipales sin

tratamiento son empleadas en el riego, se favorecen los arreglos en monocultivo con altas densidades de siembra, hay presencia de residuos de insumos agrícolas. Sumado a esto, la situación de fraccionamiento de la propiedad y el fenómeno de arrendamiento exponen la ocupación del suelo por quienes más recursos económicos tienen para rentar parcelas y establecer las condiciones necesarias de infraestructura en el cultivo de la zarzamora.

Por su parte, en la producción de mora en Caldas, aunque en menor medida, se identifican como factores de riesgo: el inadecuado manejo de desechos agroquímicos en zonas de cultivo, en zonas urbanas cercanas a las fuentes hídricas de las unidades de producción y, en casos aislados, la deposición inadecuada de residuos sólidos urbanos. Por lo que se refiere al sistema productivo de moras, se identifican falencias en su manejo, como es el arreglo a favor de la pendiente, lo cual favorece los procesos erosivos en los predios; de igual forma, se presentan prácticas como quemas y la deposición inadecuada de residuos vegetales, lo cual afecta la calidad de los suelos.

A partir del análisis en el manejo del agua y del suelo, se corroboran los planteamientos de Forero (2000) según los cuales la heterogeneidad de los sistemas de producción campesina deriva en heterogeneidad de posibilidades para aportar en los procesos sostenibles; del mismo modo, se infiere que los sistemas homogéneos de producción empresarial podrían generar procesos estandarizados que favorecieran, en mayor medida, la sostenibilidad ambiental de los sistemas, no obstante, como ocurre en la producción de zarzamora en el Valle de Los Reyes, el uso de estos recursos es insostenible desde el punto de vista ambiental. En tal sentido, para el caso de las berries, es más sostenible ambientalmente la producción campesina que la empresarial.

Frente a estos escenarios proporcionados por ambas lógicas de manejo de cultivo, la empresarial y la campesina, surgen los siguientes cuestionamientos: ¿de qué forma se pueden valorar las cualidades ambientales de un territorio en contextos de producción estandarizado y comercial?, ¿desde las políticas públicas de desarrollo, cómo preservar y difundir los conocimientos campesinos que fomentan mayor sostenibilidad ambiental, cuando la lógica del mercado genera externalidades negativas para el medio ambiente?, ¿cómo generar condiciones de equidad para todos los productores involucrados en procesos productivos, donde el mercado exige medidas de buenas prácticas agrícolas, que no todos están en posibilidades de cumplir?

Por último, en ambos casos se constata la necesidad de iniciar procesos de gobernanza ambiental con la intervención informada y cooperativa de todos los actores involucrados en el territorio: gubernamental, social (productores y organizaciones de la sociedad civil) y económico (empresas).

Referencias

- Café en Caldas espera defender sus ingresos con productividad. (2010, mayo 25). *La Patria*. Consultado el 5 febrero, 2011 en <http://www.lapatria.com/story/caf%C3%A9-en-caldas-espera-defender-sus-ingresos-con-productividad>
- Castro-Pérez, F. (2006). *Colapsos ambientales-transiciones culturales*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Contreras, A. & Córdova, S. (Comps.). (2007). *El cambio en la sociedad rural mexicana* (Vol. 4). México DF: AMER/UAM/CONACYT/UAEM/ Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo/Casa Juan Pablos.
- Corporación Autónoma Regional de Caldas. (2007). *Plan de Gestión Ambiental Regional PGAR (2007 -2019). Versión Preliminar*. Recuperado el 05 de febrero, 2011, de <http://www.corpocaldas.gov.co/publicaciones/329/PGAR%202007-2019%20versprel%20Paginas%201-129.pdf>
- Franco, G. & Giraldo, M. (1998). *El cultivo de la mora* (5ª ed.). Manizales: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-CORPOICA, Regional 9.
- Forero, J., Corrales, E., Durana, C., Rudas, G., Torres, L., Galarza, J. et al. (2000). *Dinámica y viabilidad económica y ambiental de sistemas de producción rurales en Colombia*. Bogotá: IER, Departamento de Tecnologías para la Producción y la Conservación, Colciencias.
- Hart, R. (1990). Componentes, subsistemas y propiedades del sistema finca como base para un método de clasificación. En G. Escobar & J. Berdegue (Eds.), *Tipificación de sistemas de producción agrícola* (pp. 45-62). Santiago de Chile: Red Internacional de Metodología de Investigación de Sistemas de Producción (RIMISP).
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. *II Censo de Población y Vivienda 2005*. [Disponible en www.inegi.gob.mx]. México: Autor.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2010). *Sistema de Cuentas Nacionales de México: cuentas económicas y ecológicas de México 2003-2008*. México: Autor.
- Instituto Geográfico "Agustín Codazzi". (2003). *La tenencia de la tierra en Colombia*, Sociedad Geográfica de Colombia. Disponible en <http://www.sogeocol.edu.co/documentos/09late.pdf>
- Dixon, J., Gulliver, A. & Gibbon, D. (2001). *Sistemas de Producción Agropecuaria y Pobreza. Cómo mejorar los medios de subsistencia de los pequeños agricultores en un mundo cambiante*. Roma/Washington, DC: FAO/Banco Mundial.
- Leporati, M. (2000, noviembre). *Las determinantes socioeconómicas de la participación de la agricultura familiar campesina en el mercado del agua en Chile: un estudio de caso, Provincia del Limarí, IV Región*. En Memorias del XVI Simposio de la Asociación Internacional de Sistemas de Producción e IFSA, IV Simposio Latinoamericano sobre Investigación y Extensión en Sistemas Agropecuarios, IESA, Chile.
- Muñoz, M. & Juárez, M. (1995). *El mercado mundial de la frambuesa y zarzamora*, Chapingo, ASERCA y CIESTAAM. Consultado el 28 mayo, 2009, en http://www.aserca.gob.mx/sicsa/proafex/FRAMBUESA_Y_ZARZA.pdf

- Obando, F., Carmona, P., Restrepo, E. & Stocking, M. (2004, July). *Land husbandry for erosion control in the Colombian Andes*. ISCO 13th International Soil Conservation Organisation Conference, Brisbane, Australia.
- Ochoa Ocaña, M. A. (2009). Estudio del manejo de los residuos sólidos producto de la actividad urbana en Los Reyes, Michoacán. En *Diagnóstico ambiental Situación actual de la problemática ambiental y social del cultivo de zarzamora en el municipio de Los Reyes Michoacán*. Jiquilpan, Michoacán: Universidad Nacional Autónoma de México, Unidad Académica de Estudios Regional.
- Ospina-Parra, C. E., Tobasura-Acuña, I., Cruz-Cerón, G. & Obando, F. H. (2009, octubre). *La cadena de la mora en Caldas: distribución de beneficios e impactos sociales y ambientales*. En IV Congreso Iberoamericano sobre Desarrollo y Ambiente. Disponible en http://www.cisdaiv.unal.edu.co/ponencias/E7_macroproyectos/E7_c_eduardo_ospina.pdf
- Sandoval Moreno, A. (2009). Estudio del manejo de los recursos hídricos con las actividades antrópicas en la región, destacando las implicaciones a la sustentabilidad del cultivo de la frutilla. En *Diagnóstico ambiental Situación actual de la problemática ambiental y social del cultivo de zarzamora en el municipio de Los Reyes Michoacán*. Jiquilpan, Michoacán: Universidad Nacional Autónoma de México, Unidad Académica de Estudios Regional.
- Satorre, E. (2003). Los caminos de la sustentabilidad. *Revista de los CREA*, 273, 52-56.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera & Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. (2009). Disponible en www.siap.gob.mx
- Silva, J., Estrada, F., Rodríguez, R., Ochoa, S., Villalpando, F. & Cruz, G. (2010). Vulnerabilidad acuífera como herramienta de política ambiental para la protección de manantiales en Michoacán, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 26 (1), 5-16.
- Rabbinge, R., Goudriaan, J., van Keulen, H., Penning de Vries, W. T. & van Laar, H. H. (Eds). (1990). Sistemas de Producción Agrícola. En *Theoretical Production Ecology: Reflections and prospects* (C.R.W. Spedding, Trad.). Consultado el 19 de abril de 2011, en http://www.eulacias.org/materiales/caso_uy/curso_coinnovacion_2010/modulo2/materiales/sistemas_produccion_agricola_spedding_1990.pdf
- Thiébaud, V. (2009). De la caña a la zarzamora. El Valle de Los Reyes en proceso de transformación. En C. Téllez Valencia & M. García Sánchez (Eds.), *Estudios Michoacanos* (Vol. 13, pp. 91-122). México: El Colegio de Michoacán A.C.

