

Gestión de los recursos hídricos

Water resources management

Ing. Ana Karina Gadea -Toledo^{1*}; Pedro José Toruño²; Juan Castellón³; Tatiana Geles-Roffe⁴

1 Universidad Nacional autónoma de Nicaragua UNAN-León, CUR Jinotega, Maestría en educación rural y desarrollo.
Email: ana.gadea@post.unanleon.edu.ni
, anakarinag89@yahoo.com

2 Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, Centro de investigación en ciencias agrarias y economía aplicada, Escuela de ciencias agrarias, Departamento de Agroecología. Unidad de Investigación Biorefinerías y Bioproductos. CICAEA.

3 Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, Centro de investigación en ciencias agrarias y economía aplicada, Escuela de ciencias agrarias, Departamento de Agroecología. Finca El Pegón. (Proyecto Musacéas)

4 Intituto de Geografía Tropical, Cuba

*Autor por correspondencia: anakarinag89@yahoo.com

Recibido: 09 Octubre 2015

Aceptado: 25 Abril 2016

RESUMEN

El presente trabajo se basa en resultados presentados por especialistas en recursos hídricos sobre experiencias de los sectores más vulnerables a sequía y aquellos que demandan agua de calidad tomando como referencia las zonas cafetaleras del norte de Nicaragua. Con base a una recopilación de información existente así como de entrevistas y talleres participativos utilizando plataformas de dialogo territorial con el objetivo de identificar las trayectorias más probables que podrían disminuir la vulnerabilidad de los productores de café (*Coffea arabica*) al cambio y variabilidad climática.

En las conclusiones del estudio mencionamos que la tecnología de producción de café multiestrato con banano es un tema ampliamente estudiado utilizando un enfoque que aplica herramientas de toma de decisión para manejar la productividad del sistema - manejo del recurso luz, ciclos de nutrientes y optimización del banano como cultivo secundario, entre otros.

Es necesario desarrollar un proceso participativo innovador para mejorar la gestión de los recursos hídricos en comunidades cafetaleras para incrementar su capacidad de adaptación y resiliencia frente al cambio climático (variabilidad de las lluvias y las sequías).

PALABRAS CLAVES: Gestión de recursos hídricos, cambio climático, resiliencia, variabilidad climática



COLEGIO DE POSTGRADUADOS



UNAN-LEÓN

Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático
(Rev. iberoam. bioecon. cambio clim.)
Vol. 2 num 1, 2016, pag 325-335
ISSN electrónico 2410-7980
ISSN Impreso xxxx-xxxx

Introducción

El cultivo de café (*Coffea arabica*) se encuentran ampliamente distribuido en Latinoamérica beneficiando a más de un millón de hogares produciendo ingresos, y otros servicios. A pesar de su gran aptitud climática, su productividad depende de la uniformidad en la disponibilidad de agua. En las últimas décadas, los registros y modelos climáticos han evidenciado un incremento de la temperatura promedio previendo que las temperaturas se incrementarán desde 2°C hasta el año 2030. A su vez, el incremento de temperaturas estará acompañado de una mayor variabilidad de lluvias con tempestades más frecuentes y sequías más fuertes y recurrentes. Estos cambios serán un reto agronómico para los hogares cafetaleros adaptados a cultivar bajo regímenes climáticos más estables. El departamento de Jinotega produce el 65 % del café a nivel nacional sin embargo esta producción ha venido disminuyendo con la amenaza generada por el cambio y variabilidad climática, En un contexto en el que se exigen cosechas de mayor uniformidad y calidad, las fincas productoras demandarán una seguridad en la cantidad y calidad de los recursos hídricos. Esta investigación contribuirá a que estas comunidades cafetaleras en alianza con diversos actores públicos, privados y de la sociedad civil gestionen los recursos hídricos para una mayor competitividad y resiliencia.

El café (*Coffea arabica*) se encuentran ampliamente distribuidos en Latinoamérica a menudo asociados bajo un enfoque agroforestal, (Staver et al. 2010). El censo cafetalero del año 2001 refleja que del total nacional del área de producción del café que tiene como sombra el cultivo de banano 60,268 Ha están distribuidas al norte del país, usándola como una alternativa de sombra temporal y como autoconsumo familiar. En los últimos veinte años los bananos sembrados en los cafetales han pasado a formar parte del comercio en la finca convirtiéndose en una fuente importante de ingresos especialmente cuando los precios de café son bajos (Siles et al, 2010)

Nuestro estudio se centró en la revisión de la literatura sobre el tema de la gestión del recurso hídrico basado en la experiencia del proyecto Musaceas del grupo Biodiversity, caso Jinotega.

Revisión de la Literatura

Caso Jinotega

El departamento de Jinotega produce el 65 % del café a nivel nacional esto gracias a las condiciones edafoclimáticas y biofísicas óptimas de la zona sin; embargo A pesar de su gran aptitud climática, su productividad depende de la uniformidad en la disponibilidad de agua. Durante periodos de déficit de agua la emisión de hojas se detiene y el ciclo productivo se prolonga, mientras que durante periodos de saturación de los suelos la productividad puede verse amenazada (Fortescue et al. 2011).

En las últimas décadas, los registros y modelos climáticos evidencian un incremento paulatino de la temperatura promedio y concuerdan que las temperaturas se incrementarán desde 2°C hasta el año 2030. Estos incrementos acelerarán la tasa de emisión de hojas y una mayor demanda de agua. Según un estudio reciente de Bioversity (Calberto et al. 2014), el total de producción de hojas anuales aumentará hasta en un 30%, mientras la demanda de agua se incrementará de 15% para el año 2070. A su vez, el incremento de las temperaturas estará acompañado de una mayor variabilidad de lluvias con tempestades más frecuentes y sequías más fuertes y recurrentes.

Más allá de la amenaza generada por el cambio y variabilidad climática, la producción de café y las actividades en el campo están cada vez más sujetas a una reglamentación del Estado y a las exigencias del mercado, que ponen en riesgo la competitividad de los pequeños productores. En un contexto en el que se exigen cosechas de mayor uniformidad y calidad y en el que existe una demanda de agua de alta calidad para la post-cosecha y el manejo de las aguas residuales, las fincas productoras demandarán una seguridad en la cantidad y calidad de los recursos hídricos. Además de las pequeñas fincas, otras actividades agropecuarias, agroindustriales y urbanas también buscarán asegurar su acceso a los recursos hídricos en sus estrategias competitivas. Estas múltiples demandas futuras sobre el recurso agua como elemento clave en la productividad, la competitividad y la calidad de la vida humana constituyen el contexto de esta propuesta.

En esta investigación retomaremos el enfoque socio-ecológico/productivo no solamente para reconciliar producción y servicios ecosistémicos, sino también para identificar los posibles caminos que pueden conducir a la resiliencia de la finca y el territorio frente a los cambios y variabilidad climática. La resiliencia involucra la capacidad del sistema socio-ecológico/productivo para responder a la variabilidad en el clima y muchos otros factores. La capacidad de respuesta se plantea en función del tipo y la escala del disturbio, choque o variabilidad. Se puede plantear respuestas de diferentes tipos tales como manejos para evitar los efectos, para tolerarlos y para acelerar la posterior recuperación (Martin-Breen y Anderies 2011; Eakin y Wehbe 2009). A través del tiempo por medio de un aprendizaje adaptativo, los actores e instituciones del sistema socio-ecológico/productivo ajustarán sus principios, reglas y prácticas de manejo (Smith y Stirling 2010).

Las cuatro comunidades donde se desarrollara corresponden a La Central de Cooperativas de Servicios Múltiples “Productores de Café Especiales”, se fundó en el año 2014 con la participación inicial de 330 socios



COLEGIO DE POSTGRADUADOS



UNAN-LEÓN

Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático
(Rev. iberoam. bioecon. cambio clim.)
Vol. 2 num 1, 2016, pag 325-335
ISSN electrónico 2410-7980
ISSN Impreso xxxx-xxxx

de los cuales 85 están conformado por mujeres. A la fecha todos los socios se mantienen activo como miembros de la cooperativa. se caracteriza por el arduo empeño de trabajar a la par de sus socios y entidades estatales y no gubernamentales, así mismo han trabajado con instituciones de educación superior del país (Universidad Nacional Agraria, UNAN-FAREM, Matagalpa y hoy día con la prestigiosa Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-León). Este acercamiento con las instituciones que desarrollan investigaciones ha permitido a la cooperativa, encontrar modelos productivos sostenibles que han venido permitiendo a mejoramiento de los niveles de vida de los socios y familias de escaso recursos.

El café y el cambio climático

Según Siles(2010) :Los cambios climáticos que vienen ocurriendo al nivel global están ocasionando efectos adversos sobre los cultivos agrícolas y el cafeto no es la excepción. Estas variaciones del clima se manifiestan en bajas en la producción, rendimiento y calidad de los productos. Como consecuencia se reflejará en la escasez del producto, disminución de los abastos y un posible aumento en los precios a los consumidores.

En el caso del café ya algunos países están enfrentando el reto de este cambio climático que se ha manifestado principalmente en un incremento de la temperatura. Esta condición se ha expandido a zonas de alta elevación donde crecen y se producen los cafés de calidad superior que son los mejor cotizados en el mercado. La situación forzar a los caficultores a adaptarse a las nuevas condiciones del tiempo adoptando prácticas que minimicen los efectos del aumento en temperatura y otros componentes del clima. También puede movilizar a los productores hacia tierras más altas en búsqueda de lugares que provean mejores condiciones ecológicas al crecimiento, desarrollo y fructificación del cafeto. Esto a su vez puede ocasionar la invasión de nuevos territorios no cultivados antes con el impacto que pueda tener en la transformación de bosques u otros sistemas a tierras de cultivo. Hay que mencionar además, como algo positivo que ese aumento en la temperatura puede ayudar a transformar regiones muy frías para el cultivo del cafeto en áreas propias para la producción de café.

El problema será más crítico para productores en áreas marginales de baja o mediana altitud donde ocasionará dificultades mayores.. Las plantaciones de café que sobrevivan el impacto del calentamiento global les aumentará las posibilidades de susceptibilidad al ataque de nuevas plagas que surjan bajo esas condiciones.



COLEGIO DE POSTGRADUADOS



UNAN-LEÓN

Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático
(Rev. iberoam. bioecon. cambio clim.)
Vol. 2 num 1, 2016, pag 325-335
ISSN electrónico 2410-7980
ISSN Impreso xxxx-xxxx

De otra parte, cambios en los patrones de lluvia (sequía o aumento) así como fuertes vientos son ejemplos también de cómo el cambio climático global puede dañar los cultivos reduciendo su producción y rendimientos.

CECOSPROCAES-RL Café, Jinotega, Nicaragua:

La Central de Cooperativas de Servicios Múltiples “Productores de Café Especiales”, se fundó en el año 2014 con la participación inicial de 330 socios de los cuales 85 están conformado por mujeres. A la fecha todos los socios se mantienen activo como miembros de la cooperativa. se caracteriza por el arduo empeño de trabajar a la par de nuestros socios y entidades estatales y no gubernamentales, así mismo han trabajado con instituciones de educación superior del país (Universidad Nacional Agraria, UNAN-FAREM, Matagalpa y hoy día con la prestigiosa Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-León). Este acercamiento con las instituciones que desarrollan investigaciones ha permitido a la cooperativa, encontrar modelos productivos sostenibles que han venido permitiendo a mejoramiento de los niveles de vida de nuestros socios y familias de escaso recursos.

Variabilidad climática (VC):

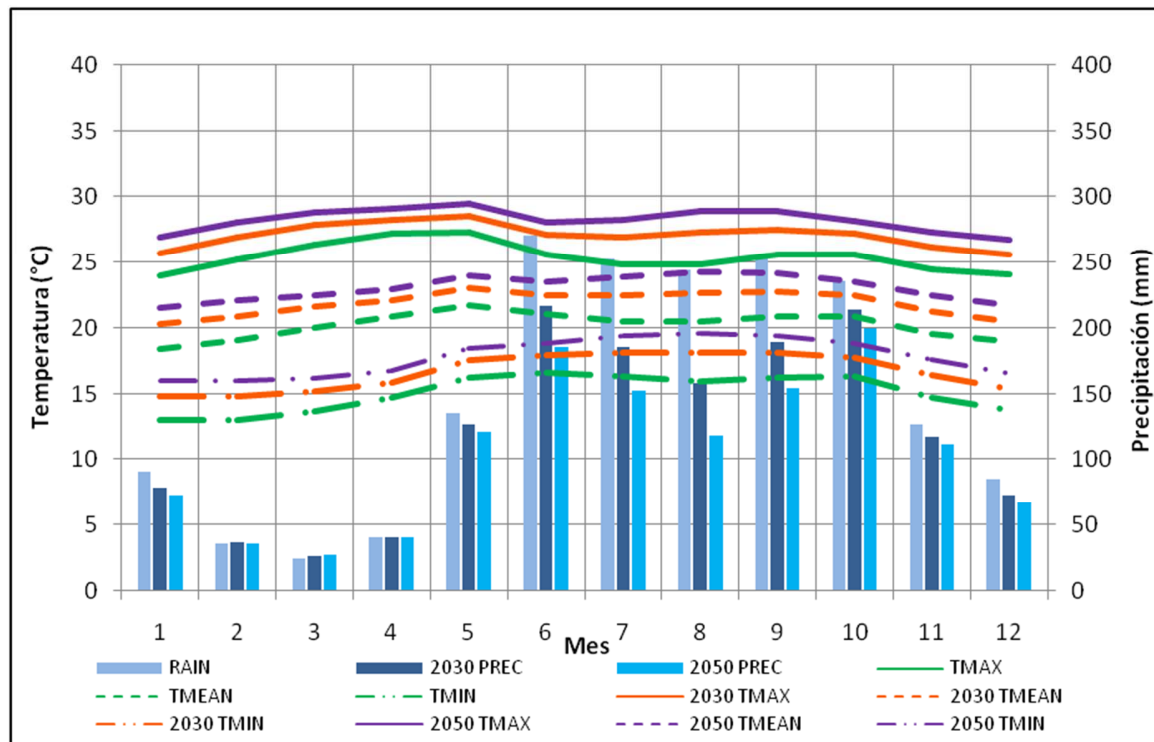
Variabilidad

Detrás del promedio en precipitación y temperatura existe la variabilidad climática que no es captada por los modelos y proyecciones. La variabilidad incluye eventos extremos e incertidumbre, que fluctúan cada año. Por esta razón se debe considerar el pasado para entender los tipos de eventos climáticos que históricamente han tenido suceso en las localidades seleccionadas.

Datos climáticos: CRU

Los datos utilizados para estimar la variabilidad histórica anual se obtuvieron de CRU (Climate Research Unit) (series de tiempo). Los datos contienen variaciones mes a mes en el clima durante el último siglo. Estos se calculan en grillas de alta resolución (0.5 x 0.5 grados), que se basan en un archivo de temperaturas medias mensuales proporcionados por más de 4000 estaciones meteorológicas distribuidas por todo el mundo. Los datos permiten que las variaciones en el clima sean estudiadas, e incluye variables tales como la cobertura de nubes, rango de temperaturas diurnas, frecuencia de días con heladas, precipitación, temperatura media diaria, la temperatura máxima diaria promediada mensualmente, la presión de vapor de agua y la frecuencia de días húmedos.

Para determinar la variabilidad interanual se tomaron datos mensuales para el periodo entre 1950 – 2009 y se usó el promedio entre 1960 – 1990 como referencia para ser comparados todos los años en función de las temperaturas y precipitaciones, para estimar si los valores están por encima o por debajo del promedio. Los años más cercanos al punto 0 - 0 significan años con valores exactos al promedio. Los años más alejados a este punto varían del promedio por temperatura o precipitación o por los dos factores. Años que se encuentran dentro del rectángulo naranja se consideran años con incrementos en valores promedios, años que se encuentran fuera del rectángulo naranja y dentro del rojo se consideran años con variabilidad moderada; finalmente años por fuera del rectángulo rojo se consideran años con variabilidad extrema..



Temperatura y precipitación media mensual usando valores de 20 GCMs bajo el escenario A2 para comunidad America – Nicaragua.

Proyeccion climáticas para la zona de trabajo para el año 2030, 2050



COLEGIO DE POSTGRADUADOS



UNAN-LEÓN

Para elaborar las proyecciones se utilizaron los datos obtenidos del portal CCAFS¹. Se usó el escenario A2, una resolución de 2.5 minutos (~5 km), y se promediaron los valores esperados de 20 modelos de circulación general (GCM).

Las proyecciones para las variables de temperatura y precipitación se realizaron para las áreas seleccionadas (Tabla 1).

Tabla 1. Localidades seleccionadas

Localidad	País	Temperatura media (°C)	Precipitación anual (mm)
Comunidad América	Nicaragua	20	1770

Gestión y manejo integrado de cuencas

Cuenca Hidrográfica

Unidad territorial en la cual el agua que cae por precipitación se reúne y escurre en un punto común fluyendo toda al mismo río, lago o mar. Esta unidad natural definida por la existencia de la divisoria de aguas en un territorio dado, es también conocida como "parteaguas". Las cuencas se pueden delimitar en: subcuencas o microcuencas o cuencas de orden inferior y están formadas por un conjunto de elementos que se interrelacionan. Los más importantes son: el agua, el bosque y el suelo (Campos,2000).

Cuenca Hidrológica

Son unidades morfológicas integrales que incluyen el concepto de cuenca hidrográfica y toda la estructura hidrogeológica subterránea del acuífero. Para llevar a cabo el Manejo integrado de Cuencas hay que partir de un diagnóstico. La importancia de trabajar en las cuencas es que se debe priorizar la conservación de suelos y agua, el reciclaje de suelos y de materia orgánica y la reforestación con especies nativas como estrategias claves para mejorar las condiciones básicas de producción(Campos 2000)..

En la Cuenca se puede medir el balance hídrico, se puede saber cuanta agua entra, se evapora, se transpira, se escurre se infiltra y finalmente cuanto sale de ella al mar, lago o río, pero también se pueden analizar todas las actividades productivas que se desempeñan a su alrededor, el agua es el indicador de cómo Estudio de la



COLEGIO DE POSTGRADUADOS



UNAN-LEÓN

Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático
(Rev. iberoam. bioecon. cambio clim.)
Vol. 2 num 1, 2016, pag 325-335
ISSN electrónico 2410-7980
ISSN Impreso xxxx-xxxx

microcuenca y diseño de Plan de Acción Participativo para potenciar la disponibilidad y calidad de agua La cuenca nos sirve para hacer un análisis integral ambiental, geofísico y socioeconómico.

Por lo tanto, el concepto Gestión Integral implica el desarrollo de capacidades locales que faciliten la participación. El fin de los planes de gestión y manejo integral es el conducir al desarrollo de la cuenca a partir de un uso sustentable de los recursos naturales. Un aspecto muy importante para este logro, radica en la estrategia de capacitación agrícola, principalmente la formación integral de un conjunto de promotores y líderes de la comunidad por su comunidad. Para ello, hay que apoyarse en la comunidad, en las organizaciones campesinas existentes en la cuenca, reforzado con el de organizaciones, permitiendo con ello movilizar la fuerza de trabajo necesaria para las faenas conservacionistas, a través de trabajos colectivos, ya que las familias tradicionalmente buscan la cooperación de vecinos, parientes y amigos para las faenas principales (Altamirano, 2009).

En Nicaragua, actualmente existen condiciones legales que permiten la participación ciudadana para la búsqueda de alternativas de problemas locales especialmente las relacionadas con la conservación y uso adecuado de los recursos hídricos siendo una prioridad para el desarrollo de la nación y el bienestar de la población.

La Constitución Política de Nicaragua en su Artículo No. 7, La Ley de Municipios en su Artículo No. 36 y La Ley de Participación Ciudadana garantiza un marco legal para la participación comunitaria en la gestión de los proyectos de desarrollo local, con la finalidad de incidir y participar en la toma de decisiones para lograr el desarrollo humano sostenible.

Diálogo territorial multiactores para la formulación participativa de un plan de acciones para el manejo de los recursos hídricos en las comunidades cafetaleras.

Cada plataforma de diálogo territorial participativa permitirá que los actores de cada comunidad cafetaleras exploren diferentes escenarios, evalúen el efecto de sus acciones sobre la disponibilidad de los recursos hídricos y propongan diferentes acciones, soluciones, estrategias e innovaciones para disminuir su vulnerabilidad a la variabilidad climática. Durante estos espacios de prospección, los actores podrán analizar los efectos de la variabilidad climática sobre la productividad, la producción, los costos y la calidad del producto, variables que afectan la comercialización. En función del análisis de la situación actual y de los escenarios futuros, las comunidades y sus organizaciones se podrán organizar en comisiones para explorar alternativas y luego definir



COLEGIO DE POSTGRADUADOS



UNAN-LEÓN

Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático
(Rev. iberoam. bioecon. cambio clim.)
Vol. 2 num 1, 2016, pag 325-335
ISSN electrónico 2410-7980
ISSN Impreso xxxx-xxxx

un plan de acciones de gestión de los recursos hídricos para la producción y comercialización agrícola a corto, mediano y largo plazo, como estrategia de adaptación al cambio climático. Se esperan identificar acciones que se puedan emprender de inmediato sin mayor apoyo externo a la comunidad así como también acciones que requieran nuevas alianzas y que sean más exigentes en recursos.

Modelamiento participativo

La modelización participativa es un método que le permite a un grupo de participantes desarrollar y construir un “modelo”. Este modelo corresponde a la representación de una situación dada, de un problema o de un sistema. En función de la pregunta tratada diferentes tipos de modelos se pueden desarrollar: relación entre actores, dinámica de los recursos, relación entre actores/recursos y sus procesos de transformación, entre otros. La fuerza que posee este método consiste en reunir a los participantes alrededor de un objeto común, el cual fue construido por el conjunto de actores. Este objeto (el modelo) sirve posteriormente para definir objetivos, alternativas, estructurar preguntas o problemas(ComMod,2011).

Juego de Roles

El juego de roles se define como la puesta en escena de una situación problema en la que participan personas que juegan un rol específico o establecido. Dentro de un proceso ComMod, el juego de roles conduce a los participantes a encontrarse en una situación en la que deben discutir y tomar decisiones colectivas e individuales, permitiendo que se busquen soluciones conjuntas a los problemas.

Los juegos de roles permiten que un grupo de actores tengan una representación conjunta de un problema, permitiendo que se genere un espacio de discusión sin tensión entre diferentes grupos de interés así como su amplia participación. En efecto, se ha observado que los juegos de roles crean los espacios para que se discutan temas sensibles porque permiten, en la reproducción de una situación problema que ocurre en la realidad, que los jugadores tomen una distancia con el mundo real y dialoguen sobre este tema(ComMod,2011).



COLEGIO DE POSTGRADUADOS



UNAN-LEÓN

Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático
(Rev. iberoam. bioecon. cambio clim.)
Vol. 2 num 1, 2016, pag 325-335
ISSN electrónico 2410-7980
ISSN Impreso xxxx-xxxx

Conclusiones

La tecnología de producción de café multiestrato con banano es un tema ampliamente estudiado utilizando un enfoque que aplica herramientas de toma de decisión para manejar la productividad del sistema - manejo del recurso luz, ciclos de nutrientes y optimización del banano como cultivo secundario, entre otros.

Es necesario desarrollar un proceso participativo innovador para mejorar la gestión de los recursos hídricos en comunidades cafetaleras para incrementar su capacidad de adaptación y resiliencia frente al cambio climático (variabilidad de las lluvias y las sequías).

Que las comunidades involucradas, identifiquen conocimientos, fuentes de recursos y socios específicos para emprender acciones a corto y mediano plazo en los aspectos productivos, políticos y de investigación vinculadas a la resiliencia y productividad/ingreso en el manejo adaptativo del agua como servicios ecosistémicos de su comunidad.



COLEGIO DE POSTGRADUADOS



UNAN-LEÓN

Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático
(Rev. iberoam. bioecon. cambio clim.)
Vol. 2 num 1, 2016, pag 325-335
ISSN electrónico 2410-7980
ISSN Impreso xxxx-xxxx

Referencias Bibliográficas

- Altamirano, M. 2009. Distribución de la contaminación natural por Arsénico en las aguas subterráneas de la subcuenca suroeste del Valle de Sébaco, Matagalpa-Nicaragua.
- Calberto, G. Siles, P. y Staver, C. 2014. An assessment of global banana production and suitability under climate change scenarios. In ASSESSMENTS OF CLIMATE CHANGE ON FOOD SYSTEMS: IMPLICATIONS FOR GLOBAL FOOD SECURITY AND TRADE. FAO (in press).
- Campos. Rapidel, B. 2000. Escenarios climáticos y socioeconómicos de Nicaragua para el siglo XXI. Primera comunicación Nacional. MARENA, 48 p.
- Etienne, M. (Editor), 2011. Companion modeling, A Participatory Approach to Support Sustainable Development, Coll. Update Sciences & technologies Ed, Quae, Paris, France
- Fortescue, J.A., D.W. Turner and R. Romero, 2011. Evidence that banana (*Musa spp.*), a tropical monocotyledon, has a facultative long-day response to photoperiod. *Functional Plant Biology*. 38:867-878.
- Martin-Breen, P. y Anderies, M. 2011. Resilience: A Literature Review. The Rockefeller Foundation. NYC.
- Olsson P., C. Folke, F. Berkes. 2004. Adaptive Co-management for Building Resilience in Social-Ecological Systems. *Environmental Management* 34(1):75-90.
- Siles, P., Bustamante, O., Deras, M., Matute, O., Aguilar, C., Rojas, J., ... & Staver, C. (2010). Bananos en cafetales con árboles en América Latina: estrategias preliminares para mejorar su productividad, rentabilidad y sostenibilidad. *XIX Reunion Internacional Acrobot. Medellin. COL.*
- Smith, A. y Stirling, A. 2010. The Politics of Social-ecological Resilience and Sustainable Sociotechnical Transitions. *Ecology and Society* <http://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss1/art11/>
- Staver, C., O. Bustamante, P. Siles, P. Talavera, D. Brown, H. Garming, L. Pocasangre, G. Soto. 2010. Bananas and agrobiodiversity in Mesoamerican agricultural landscapes. 6th Henry A. Wallace Conference. Agrobiodiversity in Mesoamerica – from Genes to Landscapes. Turrialba, Costa Rica. 20-24 September.
- Staver, C., Bustamante, O., Siles, P., Aguilar, C., Quinde, K., Castellón, J. Somarriba, F., Tapia, A., Brenes, S., Deras, M., y Matute, N. 2013. Intercropping Bananas with Coffee and Trees: Prototyping Agroecological Intensification by Farmers and Scientists. Proc. Int. ISHS-ProMusa Symp on Bananas and Plantains: Towards Sustainable Global Production and Improved Uses. Eds.: I. Van den Bergh et al. *Acta Hort.* 986: 79-85.