

Agroecología y cambio climático: Dos retos urgentes para la humanidad.

Jorge Armando Fonseca Carreño

Ingeniero Agrónomo. Especialista en Finanzas. Especialista en Evaluación Pedagógica. Magister en Ciencias Agrarias. Estudiante Doctorado en Agroecología de la Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá. Docente Asistente, Investigador Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. Tunja. Colombia

José Alejandro Cleves Leguizamo

Ingeniero Agrónomo. Magister en Ciencias Agrarias. Docente Asistente, Investigador Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. Tunja. Colombia. Profesor Asociado, Investigador Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad Seccional Duitama, Escuela de Administración de Empresas Agropecuarias. Duitama. Colombia

Introducción

León (2007), considera que la agricultura es la actividad donde se manifiesta con mayor intensidad la interacción humana con el resto de la naturaleza, generándose relaciones políticas, militares, económicas, tecnológicas, sociales e institucionales. Es un proceso de coevolución entre los ecosistemas artificializados y las culturas humanas, entendiéndose estas últimas, como los procesos de adaptación y transformación de los ecosistemas por parte de los grupos humanos, realizados a través de:

- Construcciones y manifestaciones simbólicas: ciencia, derecho, análisis histórico, filosofía, arte, creencias, mitos, costumbres, expresiones.
- Organizaciones: sociales, económicas, políticas, administrativas y militares.
- Transformaciones e instrumentos tecnológicos: sistemas operativos, materiales, equipos, herramientas

La agricultura convencional ha procurado controlar la producción de alimentos, sin considerar las consecuencias ambientales y sociales. El uso exagerado de insumos de síntesis química, así como el aumento constante en su precio, la erosión, la contaminación, los elevados costos de producción y el desarraigo, han convertido la producción agrícola en una actividad de alto riesgo (Martínez, 2012).

La problemática contemporánea de la producción agropecuaria, ha evolucionado de ser tratada desde una dimensión meramente técnica a incluir dimensiones sociales, económicas, políticas, administrativa, institucionales y ecosistémicas, siendo la preocupación de hoy, la sostenibilidad (Altieri, 2010).

La agroecología por lo tanto surge como respuesta a los problemas de sustentabilidad y deterioro ambiental causado por la agricultura moderna convencional (Méndez y Gliessman 2002). La agroecología estudia las relaciones ecológicas y culturales que se dan en los procesos agrarios, cuestionando los modelos de desarrollo y las formas culturales de apropiación de la naturaleza (León, 2012). Es un paradigma científico interactuante, en donde los componentes de los diferentes sistemas se funden en un proceso de coevolución (Praguer, 2002), es una alternativa real a la crisis de modernidad, con la inclusión de propuestas de desarrollo participativo (Toledo, 1990) y plantea un nuevo paradigma científico para el avance de la agricultura, con base en el progreso desde lo local, mediante la apropiación de formas de acción colectivas (García, 2000). También representa una herramienta para alcanzar la sustentabilidad, brindando respuestas a problemas complejos como la variabilidad y el cambio climático (Martínez, 2012) y resuelve aspectos como la producción de alimentos, la crisis energética, la globalización de los mercados, la escasez de los recursos naturales y el crecimiento demográfico (Ewert *et al.*, 2009).

El clima

El clima se define como el conjunto medio de las condiciones atmosféricas (precipitación, temperatura, humedad, velocidad del viento, etc.) que representan las condiciones predominantes en un lugar durante un período de tiempo determinado. La radiación solar y el efecto invernadero son los factores forzantes más importantes del clima (Pabón, 1997; Montealegre, 2010a). El clima es el estado del sistema climático, es una red altamente compleja integrada por la atmósfera, la hidrósfera, la criósfera, la superficie terrestre, la biósfera y las interacciones entre estas (IPCC, 2007),

El sistema climático es dinámico, responde a factores que alteran su estado. Dentro de sus componentes, el atmosférico proporciona las características al clima y describe las condiciones de un lugar (CKDN, 2013).

Es importante anotar la diferencia entre los conceptos tiempo atmosférico y clima. El primero se refiere al estado de la atmósfera en un momento dado, el cual resulta de la dinámica atmosférica, mientras que el segundo hace referencia a las condiciones que predominan en un lugar y durante un período prolongado, las cuales resultan no solo de la dinámica atmosférica sino de la interacción entre los diferentes componentes del sistema climático (Pabón, 2008).

Gases de efecto invernadero

Un factor que interviene en el clima es la composición de la atmósfera, esta se define como la envoltura gaseosa que circunda la Tierra. La atmósfera seca está compuesta casi enteramente por nitrógeno y oxígeno más cierto número de gases traza, como el Argón, Helio y ciertos gases de efecto invernadero radiactivamente activos, como el dióxido de carbono o el ozono, además contiene vapor de agua, nubes y aerosoles. Los gases de efecto invernadero, naturales o antropogénico, absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación infrarroja térmica emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera y por las nubes (IPCC, 2007).

El vapor de agua (H_2O), el dióxido de carbono (CO_2), el óxido nitroso (N_2O), el metano (CH_4) y el Ozono (O_3) son los gases de efecto invernadero primarios de la atmósfera terrestre. La atmósfera contiene, además, cierto número de gases de efecto invernadero enteramente antropogénico, como los halocarbonos u otras sustancias que contienen Cloro y Bromo, contemplados en el Protocolo de Montreal. Además del CO_2 , del N_2O y del CH_4 , el Protocolo de Kyoto contempla los gases de efecto invernadero hexafluoruro de azufre (SF_6), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC) (IPCC, 2007).

El aumento en la concentración de gases de efecto invernadero, produce calentamiento en la atmósfera. Las partículas sólidas que están en suspensión en la atmósfera, interceptan la radiación, produciendo un calentamiento en la capa en donde se localizan estas partículas, simultáneamente se produce enfriamiento de la superficie terrestre. De otra parte, si las corrientes marinas cambian su curso promedio por un período largo también se generan cambios en el clima.

Cambio climático (CC)

Se define como la variación del estado del clima identificable en las variaciones del valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos. “El calentamiento del sistema climático es inequívoco, como evidencian ya los aumentos observados del promedio mundial de la temperatura del aire y del océano, el deshielo generalizado de hielos y nieves y el aumento del promedio mundial del nivel del mar” (IPCC, 2007).

Variabilidad climática (VC)

Consiste en la fluctuación de los elementos climatológicos alrededor de sus valores usuales y puede evidenciarse observando las desviaciones de las variables climatológicas alrededor de su promedio multianual. Tomando el promedio multianual como lo “normal” se encuentra que hay períodos que llueve por encima de lo normal y periodos en que llueve por debajo, éstos son periodos con anomalías climáticas.

En ocasiones, las fluctuaciones alejan bastante la variable del valor medio generando extremos muy marcados. Las fases extremas de la variabilidad climática se expresan en “anomalías” que impactan de diversa forma los ecosistemas y la sociedad (Boshell, 2012), La variabilidad puede darse periódicamente con recurrencia de meses, años y decenios. Así, las diferentes fases de la variabilidad climática traen consigo cambios en la frecuencia de eventos extremos (lluvias torrenciales, desbordamientos o incendios forestales) y fenómenos climáticos (de larga duración) como sequía e inundaciones. Esto genera impactos socioeconómicos y ambientales de considerable magnitud.

Como se indicó anteriormente La VC tiene diferentes escalas asociadas a su periodicidad, tal como se indica a continuación:

- **Estacional:** a esta fase corresponde la fluctuación del clima a escala mensual. Su dinámica explica la variabilidad de la precipitación, es decir la alternancia u ocurrencia de las temporadas lluviosas y secas. Está asociada a la migración de la (ZCIT) Zona de Confluencia Intertropical (IDEAM, 2001).

- **Intraestacional:** son las oscilaciones que se presentan dentro de las estaciones y determinan las condiciones del clima durante decenas de días o de uno a dos meses. Este tipo de variación climática es menos notoria y su actividad pasa desapercibida porque su amplitud es mucho más pequeña que la amplitud de oscilación de las variaciones climáticas estacionales (Rojas, 2011). Se asocia con las ondas de Madden-Julian, tiene una gran relevancia en la predicción climática, (IDEAM, 2001).

- **Interanual:** corresponde a variaciones que se presentan de año en año y puede estar relacionada con alteraciones en el balance global de radiación. Un ejemplo típico corresponde a los fenómenos enmarcados dentro del ciclo Niño – Niña conocido como oscilación del sur ENSO o ENOS. Este ciclo es el de mayor señal de variabilidad climática en la franja tropical del océano Pacífico (Montealegre, 2012) e induce la señal más importante en la distribución de la temperatura y de la precipitación (Pabón y Hurtado, 2002). A nivel mundial el indicador más utilizado para monitorear el estado y la evolución de la oscilación ENOS es el Índice Oceánico El Niño ONI (NOOA, 2003). La variabilidad climática Interanual también se asocia con la Oscilación Cuasibienal, Oscilación Decadal del Pacífico y Oscilación del Atlántico Norte (Boshell, 2012).

- **Interdecadal:** es la manifestación de las fluctuaciones del clima a nivel de décadas. Comparativamente con la variabilidad interanual, la frecuencia de estas oscilaciones es menor; por lo cual este tipo de variabilidad pasa desapercibida para el común de la gente. Aunque no está plenamente demostrado, este tipo de variabilidad podría estar asociada con los ciclos de 11 años en las manchas solares. Dentro de esta escala se localiza la variabilidad observada como producto del desarrollo de la humanidad (Montealegre, 2010).

Impactos de los eventos climáticos en el sector agropecuario

El aumento de la frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos se están haciendo progresivamente más recurrentes y agresivos (IPCC, 2001). El sector agropecuario es altamente sensible a las variaciones en la temperatura y precipitación, las cuales inciden en el volumen, calidad y oportunidad de suministro de los productos. Estos cambios generan reacciones en cadena que afectan las

actividades del sector, en muchos casos con pérdida de cultivos, aumento en sus costos de producción y déficit en el suministro de bienes y servicios (PNUD, 2011).

El impacto de los eventos climáticos extremos en los sistemas agrícolas se expresa en forma diferencial en relación con la intensidad de los efectos climatológicos, las vulnerabilidades agroecológicas específicas y a las diferencias en los sistemas de producción (CAF, 2006).

Es en este contexto que el IPCC (2007) define la adaptación como las iniciativas y medidas encaminadas a reducir la vulnerabilidad de los sistemas naturales y humanos ante los efectos reales o esperados de un cambio climático. Existen diferentes tipos de adaptación; por ejemplo: preventiva y reactiva; privada y pública y autónoma y planificada. Algunos ejemplos de adaptación son la construcción de diques fluviales o costeros, la sustitución de plantas sensibles al choque térmico por otras más resistentes, etc.

Por otro lado la capacidad adaptativa que se define como el conjunto de capacidades, recursos e instituciones de un país o región que permitirían implementar medidas de adaptación eficaces. En el contexto más específico del cambio climático, denota la capacidad de un sistema para ajustarse al cambio climático (incluso a la variabilidad y a los fenómenos extremos del clima) para reducir posibles daños, aprovechar las oportunidades o afrontar las consecuencias (Boshell, 2008).

Uno de los factores más importantes que condicionan la capacidad adaptativa de los individuos, hogares y comunidades es su acceso y control sobre los recursos naturales, humanos, sociales, físicos y económicos. Tal es el caso de: conocimiento de los riesgos climáticos, habilidades para la agricultura de conservación, buena salud que permite trabajar, grupos de ahorro y préstamo de mujeres, organizaciones de agricultores, infraestructura de riego, semillas y depósitos de granos, fuentes de agua segura, tierras productivas, microseguros, fuentes de ingresos diversificados. El acceso y control sobre los recursos necesarios para la adaptación varían dentro de los países, las comunidades e incluso los hogares. Existen factores externos, como las políticas, instituciones y estructuras de poder, que ejercen influencia.

La capacidad adaptativa puede variar con el transcurso del tiempo dependiendo del cambio en las condiciones y puede diferir con respecto a determinadas amenazas. En general las personas más pobres del mundo también son las más vulnerables al cambio climático. A menudo esto se debe a que tienen acceso limitado a los recursos que facilitan su adaptación. Por ejemplo, las mujeres son especialmente vulnerables a los impactos del cambio climático debido a sus responsabilidades en el hogar y su acceso limitado a información, recursos y servicios.

La adaptación es un proceso enfocado a reducir la vulnerabilidad, que generalmente implica fortalecer la capacidad de adaptación, en particular de los más vulnerables. En algunos casos, también implica mitigar la exposición o sensibilidad a los impactos del cambio climático. De hecho, la adaptación es más que reducir la vulnerabilidad; se trata de asegurar que los proyectos de desarrollo no aumenten inadvertidamente la vulnerabilidad.

La vulnerabilidad es definida por el IPCC (2007), como grado de susceptibilidad o de incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático y en particular, la variabilidad del clima y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad dependerá del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático a que este expuesto un sistema y de su sensibilidad y capacidad de adaptación.

La reducción del riesgo implica un amplio espectro de actividades, incluidas las destinadas a reducir la vulnerabilidad y aumentar la capacidad de adaptarse de los sectores, las instituciones y las poblaciones. Se entiende el riesgo a eventos climáticos como la probabilidad y la magnitud de las consecuencias (adversas) después de un evento climático de peligro. Esta probabilidad es una función de la interacción entre las posibles amenazas y la vulnerabilidad de un sistema.

Dado que la disminución de la vulnerabilidad es la base de la adaptación, se requiere entender minuciosamente quién es vulnerable y por qué. Esto implica analizar la actual exposición a shocks y estrés climáticos, como asimismo hacer un análisis basado en un modelo de impactos climáticos futuros. Con esta información se pueden diseñar e implementar estrategias de adaptación adecuadas. La supervisión y evaluación de la efectividad de las actividades y los resultados, como el intercambio de conocimientos y lecciones aprendidas, también constituyen componentes importantes en el proceso de adaptación.

La sensibilidad es el grado en que la comunidad resulta afectada por estímulos relativos al clima. Por ejemplo, una comunidad que depende de la agricultura de secano es mucho más sensible que una cuya principal estrategia de subsistencia es la minería. Aunque hay varias políticas sociales, económicas y tecnológicas que reducirían las emisiones, la mitigación referida al cambio climático, es la aplicación de políticas destinadas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y a potenciar los sumideros según el IPCC (2007). Sin embargo, con las políticas actuales de mitigación y con las prácticas de desarrollo sostenible que aquellas conllevan, las emisiones mundiales de GEI seguirán aumentando en los próximos decenios, lo que lleva a la necesidad de repensar las medidas y políticas para frenar las consecuencias del cambio climático.

Se denomina resiliencia a la capacidad de un sistema social o ecológico para absorber una alteración sin perder ni su estructura básica o sus modos de funcionamiento, ni su capacidad de auto organización, ni su capacidad de adaptación al estrés y al cambio (IPCC, 2007).

La resiliencia es un concepto familiar en el contexto de la reducción de riesgos de desastre (RRD) y cada vez más se debate sobre ella en el campo de la adaptación. Una comunidad resiliente es capaz de enfrentar las amenazas para minimizar sus efectos y/o recuperarse rápidamente de los efectos negativos, con lo cual su situación se mantiene igual o mejora en comparación con el periodo anterior a la amenaza. La adaptación de los sistemas humanos es un proceso que demanda la participación de numerosos actores a múltiples niveles y en diversos sectores. Exige el análisis de la exposición actual a situaciones de shock y estrés climático y el análisis modélico (model-based analysis) de los impactos climáticos en el futuro. Asimismo, exige el conocimiento de la vulnerabilidad de los individuos, hogares y comunidades. Con esta información, se pueden diseñar e implementar estrategias de adaptación. El monitoreo y la evaluación de la efectividad de las acciones, así como el intercambio del conocimiento y las enseñanzas aprendidas, son componentes cruciales del proceso.

La Agroecología como Ciencia.

Se considera que la Agroecología es una ciencia en construcción, en su formación ha sido fundamental el aporte de diferentes áreas del conocimiento de la ecología, las ciencias sociales, económicas, administrativas y fundamen-

talmente de la agronomía. Se distingue por su carácter integrador, en ella se aplican conceptos y principios de la ecología al diseño, desarrollo y gestión de sistemas agrícolas sustentables (Arguello, 2011). El concepto de sustentabilidad es útil porque recoge un conjunto de preocupaciones sobre la agricultura, concebida como un sistema tanto económico, como social y ambiental (Altieri 1999). La Agroecología también estudia las relaciones ecológicas y culturales que se dan en los procesos agrarios, cuestionando los modelos de desarrollo y las formas culturales de apropiación de la naturaleza (León, 2007).

La Agroecología abarca aspectos sociales, económicos y ambientales, dando respuesta a los problemas complejos como el cambio climático, la producción de alimentos, la crisis de energía, la globalización de los mercados, la escasez de los recursos naturales y el crecimiento demográfico; requerimientos que son resueltos a través de la investigación interdisciplinaria (Ewert *et al.*, 2009).

Los anteriores preceptos son aplicables no sólo en grandes áreas tecnificadas y con disponibilidad amplia de diversos recursos, sino también en áreas pequeñas con agricultores pobres en situación de vulnerabilidad (Altieri, 2002). La Agroecología puede mejorar la seguridad alimentaria y la conservación de los recursos naturales, la agrobiodiversidad, el suelo y el agua en cientos de comunidades rurales (Altieri, 2004).

La Agroecología surge como una ciencia para enfrentar los problemas de sustentabilidad y deterioro ecológico causados por la agricultura moderna convencional (Méndez y Gliessman, 2002). La ciencia agroecológica se desarrolló en la crisis ambiental de la Revolución Verde, la cual coincidió con un alza sin precedentes en el consumo de energías no renovables (Núñez 2005), se considera que la Agroecología nació como una respuesta para frenar el deterioro ambiental y promover una agricultura más sostenible, revisando las prácticas de la agricultura convencional: labranza intensiva, establecimiento de monocultivos, aplicación de fertilizantes sintéticos, irrigación con deterioro de los sistemas hídricos superficiales y subterráneos, control de plagas y enfermedades con químicos y manipulación del genoma vegetal. El uso contemporáneo del término Agroecología data de los años 70, pero la ciencia y la práctica de la Agroecología es tan antigua como el origen de la agricultura (Altieri, 1999).

La búsqueda de alternativas de producción más amigables con el ambiente estimuló la integración de los conocimientos más avanzados de las ciencias agrícolas y ecológicas, ampliando la participación del componente social, que estimula la participación de los agricultores en la resolución de sus problemáticas productivas particulares, valorando los conocimientos tradicionales ancestrales y los saberes aprendidos. Gliessman (2001) indicó que la Agroecología se originó en la combinación de esfuerzos entre agrónomos y ecólogos, buscando que los resultados de los procesos de investigación tuvieran significado ecológico y aplicabilidad agrícola. El objetivo es resolver problemas cotidianos de los productores en cualquier lugar (Hecht, 1997). En general se puede afirmar que la base filosófica de la Agroecología es holística; es un paradigma científico interactuante, en donde los sistemas sociales, culturales y productivos se funden en un proceso de coevolución (Praguer, 2002).

La Agroecología se apoya en el enfoque de una agricultura más ligada al medio ambiente y más sensible socialmente, centrada no sólo en la producción, sino también en la sostenibilidad ecológica del sistema de producción y que va mucho más allá de los límites del predio agrícola (Hecht, 1997). La Agroecología encarna a la vez una estructura de ciencia, una crítica política y una propuesta para la acción (León, 2012).

Relación Agroecología – Agroecosistema

Los procesos productivos con enfoque agroecológico consideran a los agroecosistemas o ecosistemas agrícolas como las unidades fundamentales de estudio y en estos sistemas las transformaciones de la energía, los procesos biológicos y las relaciones socioeconómicas son investigados y analizados como un todo (Altieri y Nicholls, 2008). Las interacciones de los componentes se pueden presentar dentro de unos límites difusos que pueden estar más allá del predio o finca (Altieri, 1999).

El agroecosistema, es un ecosistema deliberadamente modificado por el hombre con el fin de obtener bienes y servicios, con un objetivo o fin económico (Pezzaní, 2010). Es el lugar donde se presentan relaciones dinámicas entre la cultura y sus medios físicos, biológicos y sociales (Gliessman, 2011), también se presentan las Interacciones entre plantas, animales, humanos y el ambiente (Dalgaard *et al.*, 2003).

León y Altieri (2010) consideran que la agroecología estudia los ecosistemas desde el punto de vista cultural y ecológico, privilegiándose el manejo integrado de los agroecosistemas. Gliessman (2011) indicó que la Agroecología es la aplicación de conceptos y principios ecológicos al diseño y manejo de sistemas alimentarios sostenibles, en el cual los productores y consumidores interactúan en forma dinámica; constituyéndose como una mirada multidimensional a los agroecosistemas.

La Agroecología va más allá del uso de prácticas alternativas y desarrolla agroecosistemas con una dependencia mínima de insumos, agroquímicos y energía, enfatizando sistemas agrícolas complejos en los cuales las interacciones y sinergismos ecológicos entre sus componentes proporcionan los mecanismos para que los sistemas generen su propia fertilidad de suelo, productividad y protección de la cosecha (Altieri, 1999).

Literatura citada

- Altieri, M. (1999). *Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable*. Editorial Nordan. Chile 325 p.
- Altieri, M. (2002). *Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments*. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 93, 1-3: 1-24.
- Altieri, M. (2004). Escalonando la propuesta agroecológica para la soberanía alimentaria en América Latina. *Agroecología* 4: 39-48, 2009.
- Altieri, M., Nicholls, C. (2008). Los impactos del cambio climático sobre las comunidades campesinas de agricultores tradicionales y sus respuestas adaptativas. *Revista Agroecología* 3: pp7-28.
- Altieri, A. (2010). El estado del arte de la agroecología: revisando avances y desafíos. En: León, T. y Altieri, M. (eds) *Vertientes del Pensamiento Agroecológico. Fundamentos y Aplicaciones*. 1ra edición. Universidad Nacional de Colombia - Instituto de Estudios Ambientales, pp 77-102.
- Argüello, H. (2011). *Notas del curso Agroecología Avanzada del doctorado en agroecología*, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.
- Boshell, J. (2008). Elementos de análisis para el manejo de las amenazas del cambio climático en la agricultura colombiana. En *Colombia Innovación y Cambio Tecnológico – Corpoica*. Editorial Produmedios. v.7 fasc.7. pp.38 – 53.
- Boshell, J. (2012). *Curso de posgrado de Agrometeorología*. Universidad Nacional de Colombia, Posgrado en Meteorología.
- CAF. (2006). *CORPORACIÓN ANDINA DE FOMENTO. Memorias del Fenómeno El Niño 1997-1998. Retos y Propuestas para la Región Andina*. Recuperado de: <http://www.caf.com/view/index.asp?ms=17&pageMs=40414>.

- CDKN, Climate & Development Knowledge Network; AVA, Agricultura Vulnerabilidad y Adaptación. (2013). Inter-institutional, multi-sectorial analysis of vulnerability and adaptation to climate change for the agricultural sector in the upper Cauca river basin impacting adaptation policies". Proyecto AVA Cauca, Análisis de vulnerabilidad.
- Dalgaard, T., Nicholas, T., Hutchings, J. & Porter, R. (2003). Agroecology, scaling and interdisciplinary. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 100: 39–51.
- Ewert, F.; Van Ittersum, M; Bezlepkina, I.; Therond, O.; Andersen, E.; Belhouchette, H.; Bockstaller, C.; Brouwer, F.; Heckelei T.; Janssen, S.; Knapen, R.; Kuiper, M.; Louhichi, K.; Alkan, J.; Turpin, N.; Wery, J.; Wien, J.; Wolf, J. (2009). A methodology for enhanced flexibility of integrated. *Environmental science and policy* 12 546-561p.
- García, T. (2000). La Agroecología: ciencia, enfoque y plataforma para su desarrollo rural sostenible y humano. Revista "AGROECOLOGIA", Editorial LAV, junio de 2000.
- Gliessman, S. (2001). Investigando las bases ecológicas para una agricultura sostenible, Universidad de California.
- Hecht, S. (1997). The evolution of agroecological thought. En Altieri Agroecology: the science of sustainable agriculture. pp. 1-20.
- IPCC. The Intergovernmental Panel of Climate Change. (2001). Cambio Climático: Informe de síntesis. Informe del Grupo de Trabajo I del IPCC. Recuperado de: <http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/wg1-report.html>.
- IPCC. The Intergovernmental Panel of Climate Change (2007). Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. IPCC, Ginebra, Suiza,.
- León, T. (2007). Medio Ambiente y Tecnología y modelos de agricultura en Colombia. Hombre y arcilla. Ecoe, Editorial U.N.C.- IDEA. Bogotá,.
- León, T. y Altieri, A. (2010). Enseñanza, investigación y extensión en agroecología. En: León, T. y Altieri, Vertientes del Pensamiento Agroecológico. Fundamentos y Aplicaciones. 1ra edición. Universidad Nacional de Colombia - Instituto de Estudios Ambientales, pp 11-52.
- León, T. 2012 (2012). Agroecología: La ciencia de los agroecosistemas – La perspectiva ambiental. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Estudios Ambientales IDEA, Bogotá, 249 p.
- Martínez, R. (2012). Agroecología y sus dimensiones varias. En revista de Ciencias Sociales y Humanidades Coris, vol. 6 Recuperado de: http://www.tec.ac.cr/sitios/Docencia/cienciassociales/revista_coris/articulos/agroecologia.htm.
- Méndez, E., y Gliessman, S. (2002). Un enfoque multidisciplinario para la investigación en Agroecología y desarrollo rural en el trópico latinoamericano. Recuperado de: http://agroeco.org/socla/pdfs/un_enfoque_interdisciplinario.pdf.
- Montealegre, J. (2010). Estudio de la variabilidad climática de la precipitación en Colombia, asociada a procesos oceánicos y atmosféricos de meso y gran escala. INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES, IDEAM. Subdirección de Meteorología. pp. 17
- Montealegre, J. (2010a). Escalas de la variabilidad climática. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM. Subdirección de Meteorología
- Montealegre, J. (2012). Determinación de las alteraciones de la Precipitación y la Temperatura del aire durante los fenómenos El Niño Y La Niña, con base en los datos históricos de las estaciones Meteorológicas en la Región Capital (Bogotá y Cundinamarca). PNUD Recuperado de: http://pricc-co.wdfiles.com/local--files/plenaria-enero-2012/3-ENSO_hist%C3%B3rico_E.Montealegre.pdf.

- NOAA. (2003). National Oceanic and Atmospheric Administration. Monthly atmospheric and SST Índices Recuperado de: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices>.
- Pabón, D. (1997). Variabilidad Climática. Organización Meteorológica Mundial. Técnicas Agrometeorológicas en la Agricultura Operativa de América Latina: pp. 99-103. Ed. OMM, Ginebra, Suiza.
- Pezzani, F. (2010). Ecología Agraria. Facultad de Agronomía. Montevideo, Uruguay.
- PNUD, Programa de la Naciones Unidas para el desarrollo. (2011) Impacto de la variabilidad climática sobre la seguridad alimentaria en Colombia. Recuperado de: <http://puud.co/sitio.shtml?x=64850>.
- Prager, M. (2002). Agroecología. Una disciplina para el estudio y desarrollo de Sistemas sostenibles de Producción. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Rojas, E. (2011). Evaluación del desarrollo del cultivo de papa bajo escenarios de variabilidad climática interanual y cambio climático, en el sur oeste de la Sabana de Bogotá. Tesis de Magister en Ciencias -Meteorología Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Geociencias.
- Toledo, V. (1990). Modernidad y Ecología: La nueva crisis planetaria. En Ecología Política N pp.9-22. México.