

“LA ESTRUCTURA AGROECOLÓGICA PRINCIPAL: ESTRUCTURA DISIPATIVA DE ADAPTACION AMBIENTAL EN LA AGRICULTURA”

Por: José Alejandro Cleves Leguízamo¹; José Javier Toro Calderón²

1.0 RESUMEN.

La tecnología agrícola ha aumentado significativamente la producción fundamentada en los monocultivos. Las prácticas convencionales están llegando a márgenes de agricultura no sustentable, caracterizada por una alta contaminación ambiental, degradación de los recursos naturales, uso exagerado de agroquímicos, insumos y energía, además por una baja o inexistente rentabilidad. Por lo tanto el proceso productivo tiene que ser reorientado, implementándose un enfoque agroecológico más ligado al medio ambiente y más sensible socialmente, en el cual se promueva el diseño de agroecosistemas sustentables con visión integradora.

Por otra parte El cambio y la variabilidad climática son fenómenos globales que están afectando significativamente los procesos de desarrollo general de la sociedad contemporánea, especialmente en aquellas áreas localizadas en la región tropical y subtropical donde se ubica la mayor parte de la población pobre. Algunos estudios desarrollados en América Latina, muestran efectos de estos riesgos manifestados en pérdidas en biodiversidad, salinización y desertificación, disminución de tierras agrícolas, disminución en la productividad de importantes cultivos y de la ganadería, con consecuencias sobre la seguridad alimentaria de las poblaciones.

En el presente documento se pretende establecer relaciones entre la Estructura Agroecológica Principal como una estructura disipativa de adaptación a la variabilidad climática, concepto aun en desarrollo y estructuración.

2.0 INTRODUCCION

La agricultura colombiana, en especial la de los pequeños productores, se caracteriza por su alta dependencia de las condiciones ambientales locales, que inciden en la fisiología de las especies que cultivan y en la eficiencia de sus sistemas productivos (Cardona, 2009).

La variabilidad climática (VC), se valora en escala interanual y está asociada a fenómenos locales de heladas, sequías, precipitaciones extremas, aumento en frecuencias e intensidad de huracanes, tornados y ventiscas que generan igualmente procesos de remoción en masa (derrumbes, avalanchas, coladas de barro), inundaciones y otros procesos desastrosos (Rodríguez, 2007).

.La frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos extremos, asociados a ciclos de variabilidad climática, se están haciendo progresivamente más recurrentes y agresivos (IPCC, 2001), El sector agropecuario es altamente sensible a cambios en la temperatura y precipitación, ocasionando en muchos casos pérdida de cultivos, aumento en los costos de producción y déficit en el suministro de bienes y servicios El PNUD (2011).

Las actividades agrarias constituyen uno de los procesos culturales más importantes de intervención de los seres humanos sobre el resto de la naturaleza, poseen parte de la responsabilidad pero también parte de la solución, a los retos que colocan tanto el cambio climático como la variabilidad climática y ello, en esencia, en función de los tipos de manejo que se realicen. En este sentido existen diferencias entre los sistemas de manejo de tipo convencional que utilizan principalmente monocultivos y plaguicidas y los sistemas de base agroecológica que se fundamentan en policultivos y en el manejo de la agrobiodiversidad como estrategia de producción y estabilidad

La agroecología brinda respuestas a problemas complejos como la variabilidad y el cambio climático, a través de prácticas agrarias basada en los conocimientos tradicionales o ancestrales, la promoción de la diversidad biológica y cultural, la autonomía de los productores y la conservación y manejo adecuado de los recursos naturales, proponiendo un enfoque de carácter interdisciplinario en la investigación científica y estimulando con éxito las regulaciones biológicas aún en agriculturas de pequeña escala (León, 2010b; Martínez, 2012; Méndez & Gliessman, 2002; García, 2000; Toledo, 1990).

Dentro de estas prácticas o estrategias propuestas desde la agroecología León, (2010) propone estudiar lo que él denomina la Estructura Agroecológica Principal de los agroecosistemas mayores (EAP) concepto que se refiere a los arreglos de los conectores internos y externos de las fincas y que podría estar relacionado con las probabilidades de resiliencia o adaptación de los sistemas agrarios a la variabilidad climática, asociándola a una aproximación teórica como una estructura disipativa, con posibles efectos benéficos sobre el rendimiento y el estado fitosanitario de los cultivos.

3.0 LA ESTRUCTURA AGROECOLÓGICA PRINCIPAL (EAP)

El origen de la EAP, se deriva de los trabajos de Van der Hammen y Andrade (2003), estos autores preocupados por los procesos inadecuados de manejo de los territorios y de las cuencas hidrográficas de Colombia, propusieron utilizar un concepto general y globalizador que diera cuenta de la calidad y conservación de los recursos naturales del país y, en consecuencia, acuñaron la idea de la Estructura Ecológica de Soporte de la Nación (EES), definiéndola como el complemento entre la Estructura Ecológica Principal del Paisaje (EEP) y la Infraestructura Ecológica (IE) (Córdoba, C., León, T. 2012).

León (2010a), propuso el término y lo definió como “la configuración o arreglo espacial interno de la finca y la conectividad entre sus distintos sectores, parches y corredores de vegetación o sistemas productivos, que permite el movimiento y el intercambio de distintas especies animales y vegetales, les ofrece refugio, hábitat y alimento, provee regulaciones microclimáticas e incide en la producción, conservación de recursos naturales y en otros aspectos ecosistémicos y culturales de los agroecosistemas mayores”.

El agroecosistema Mayor (finca) posee un contenido ecosistémico que se expresa en los agroecosistemas menores (lotes, sitios de cultivo, áreas forestales, agroforestales o silvopastoriles). La forma en que estos se agrupan, articulen o dispongan con relictos de ecosistemas naturales dentro del agroecosistema mayor, define la Estructura Agroecológica Principal de la Finca (EAP). Es un concepto en construcción que pretende describir las relaciones estructurales y funcionales de los agroecosistemas mayores y que permitan su estudio espacial y comparativo, incluso a nivel de la clasificación taxonómica (León, 2012).

La EAP funcional está relacionada con la comunicación y con las funciones de lo que se llama ampliamente como biodiversidad funcional, es decir aquellos seres que ingresan o permanecen en los agroecosistemas como parte del engranaje ecosistémico, con funciones diferentes a la productividad misma. Algunos investigadores denominan esta parte de la biodiversidad, como “biodiversidad no planificada”, pero ello no es estrictamente cierto, porque algunos agricultores introducen conceptos de planificación con una función específica y predeterminada (León, 2012).

El nivel de interconectividad de la finca (EAP) con la EES (infraestructura ecológica de soporte), define una EAP articulada y ofrece una mayor posibilidad de manejo fitosanitario y regulación biológica y climática. La caracterización de la Estructura Agroecológica Principal (EAP) del sistema productivo, es esencial para el manejo integrado de los agroecosistemas.

Los criterios propuestos por León *et al.* (2011); León, (2012) y por Córdoba & León, (2013) para evaluar la Estructura Agroecológica Principal son 10, 5 son de carácter ecosistémico y 5 son de apropiación

Cada parámetro, tiene una escala numérica que va del 1 – 10. La interpretación cualitativa corresponde a la sumatoria de cada factor en un rango comprendido entre 0 y 100.

5.0 VARIABILIDAD CLIMÁTICA

El clima es el estado del sistema climático, y a la vez una red altamente compleja integrada por la atmósfera, la hidrósfera, la criósfera, la superficie terrestre, la biósfera y las interacciones entre estas (IPCC, 2007). Se define como el conjunto medio de las condiciones atmosféricas (precipitación, temperatura, humedad, velocidad del viento, entre otros), que representan las condiciones predominantes en un lugar y 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 concepto de clima es una construcción “cultural” que se elabora a partir de procesos materiales y simbólicos, y que denota aspectos culturales, espaciales e históricos (Mariño, 2011). El reconocimiento de los saberes, creencias y prácticas que tienen las comunidades con respecto a la incidencia de los factores ambientales, contribuyen al diseño de medidas de mitigación y adaptación al clima cambiante y que sean viables desde el punto de vista cultural (Correa, 2011).

En el año 1992, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) refirió que la variación en el clima que se atribuye a causas naturales, se le conoce como variabilidad natural, la cual está asociada entre otras causas, a la influencia de oscilaciones atmosféricas (SEMARNAT, 2009).

La variabilidad climática se define, entonces, como las fluctuaciones del clima durante periodos de tiempo relativamente cortos (Montealegre, 2010). Se mide por las desviaciones estadísticas comparativas de una variable con relación a su valor promedio. A la diferencia entre el valor registrado de una variable y su promedio en un mismo periodo de tiempo estudiado se le conoce como “anomalía” (Boshell, 2012).

En el trópico las variaciones climáticas referidas a la precipitación inciden sensiblemente en los cultivos (FAO, 2011). En esta zona los patrones climatológicos presentan gran influencia de factores particulares como la altitud, temperatura, relieve, orografía, interacción tierra-mar, presencia de áreas selváticas o boscosas, así como de factores externos (eventos Oscilación del Sur ENOS y zona de convergencia intertropical ZCIT) (Pabón & Hurtado, 2002); (Montealegre & Pabón, 2000).

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

En nuestro país en la última década los efectos de variabilidad climática interanual ha afectado considerablemente la producción, generándose desabastecimiento de algunos productos agropecuarios, produciendo impactos en la economía, el ambiente y en la sociedad en general (Méndez, 2013).

Montealegre (2010), considera que en Colombia la precipitación es la variable climatológica más importante que caracteriza el estado del tiempo atmosférico. La variabilidad de la precipitación, incluidas sus fluctuaciones extremas: excesos (inundaciones) y déficits (sequías) están en capacidad de generar catástrofes en zonas productoras al igual que en la infraestructura.

6.0 EFECTOS DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN LA AGRÍCULTURA

La capacidad de las naciones para producir suficientes alimentos depende en gran medida del clima. La variabilidad climática y el cambio climático, tienen repercusiones extremas en la producción agrícola con efectos socioeconómicos (INCA, 2012; Leblanc *et al.*, 2006).

Los agricultores que dependen de regímenes de lluvias impredecibles, verán reducción en la producción de sus cultivos y asumirán las consecuencias de la severidad de los efectos, especialmente si el componente de la productividad de subsistencia se reduce (Altieri & Nicholls, 2008) y si no disponen de algún tipo de medida de mitigación (Pabón, 2011).

Los eventos ENOS (oscilación del sur) causan efectos en la temperatura y la lluvia, las cuales se han modificado en cantidad, frecuencia e intensidad (Boshell, 2008; Boshell, 2012). En Suramérica, en las tres últimas décadas ocurrieron dos mega-ENOS (1982-83 y 1997-98) y otros eventos extremos, que contribuyeron a incrementar la vulnerabilidad de la agricultura a los desastres naturales. Sus efectos directos se observan en los rendimientos elevados/bajos durante El Niño/La Niña de acuerdo al patrón de lluvias, acortamiento del ciclo del cultivo durante El Niño debido al aumento de temperatura y aumento en la incidencia de enfermedades (Magrin, 2007).

Según Altieri & Nicholls (2008) los efectos más significativos de las variaciones climáticas sobre la agricultura son: pérdida rápida de materia orgánica, disminución de la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo, disminución de la cobertura del suelo, aumento de la vulnerabilidad a la erosión. También se presenta incremento de la precipitación convectiva, proliferación de insectos plaga, alteración de etapas y tasas del desarrollo de ciertos patógenos, modificando la resistencia del hospedero, dando lugar a cambios en la fisiología de las interacciones hospedero-patógeno. Así mismo los patrones alterados del viento pueden cambiar la dispersión de bacterias y hongos aumentando la diseminación de enfermedades e incrementando los costos de producción y los problemas ambientales asociados al uso exagerado de agroquímicos para su control.

7.0 LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN COLOMBIA

ASOCAMPO *et al.*, 2010, considera que la ocurrencia de eventos climáticos extremos, se evidencia entre otros aspectos por el incremento considerable de inundaciones, deslizamientos y pérdida de suelos. En la región suramericana nuestro país es altamente vulnerable a la ocurrencia de desastres naturales, los cuales están asociados en un 90% a fenómenos hidrometeorológicos (Carvajal *et al.*, 1998).

En Colombia hay una clara tendencia a las variaciones y cambios climáticos, que se observan en las series de temperaturas mínimas y que concuerdan con las series de temperaturas medias. Las series de punto de rocío y presión de vapor indican un aumento en la humedad atmosférica, tendencia que coincide con el calentamiento global (IDEAM, 2012). Las observaciones de evaporación de tanque no permiten sacar conclusiones sobre tendencias generalizadas a todo el país, sin embargo, hay consistencia en la relación inversa entre la humedad y la evaporación, para las estaciones que tienen registro de ambas variables. Esto indicaría que hay una tendencia general hacia disminución de la evapotranspiración potencial (Pérez *et al.*, 1998).

8.0 ESTRUCTURAS DISIPATIVAS

En un sistema abierto, propio de los agroecosistemas se presentan intercambios de materia, energía e información, se originan unas estructuras denominadas “Estructuras disipativas” que procuran darle orden a los sistemas ante la ocurrencia de un disturbio.

Estas estructuras sólo aparecen en sistemas muy alejados del equilibrio, por lo que, al ser altamente disipativas, necesitan para mantenerse y compensar esta disipación de un aporte continuo e importante de energía y/o materia

desde el exterior. Estructuralmente, es algo más que la simple suma de sus partes constitutivas, de aquí el calificativo de *Estructuras Disipativas* término introducido en los años sesenta por Prigogine (García y Fairen, 1980), con esta teoría el profesor Prigogine fue Premio Nobel de Química en el año 1977.

La teoría de la termodinámica de los Procesos irreversibles – teoría de las fluctuaciones lejos de equilibrio (cambios, aparición de nuevas estructuras) se aplica en sistemas físicos, químicos, biológicos, sociales, según el cual las estructuras evolucionan para la “adquisición del orden” a través de fluctuaciones lejos de equilibrio (Wagensberg, 1980).

El macromarco de la estructura disipativa, es la segunda ley de la termodinámica, enunciada por Clausius en 1850, quien enunció que la interacción de la materia y energía en un sistema se da para lograr un equilibrio (entropía) con la menor disipación. Esta adaptación requiere en ciertos casos una reorganización interna del sistema “fuente de orden” en donde lo normal es el “no equilibrio”, y en donde aparecen nuevos estados de la materia, debido a que hay una tendencia natural de los sistemas de pasar de una mayor estabilidad a una menor estabilidad (Wagensberg, 1980).

La respuesta del agroecosistema ante un disturbio, amenaza o evento está en función de la biodiversidad, funcionamiento y capacidad de resiliencia, es en estos aspectos importante identificar la vulnerabilidad (es una medida indirecta de la resiliencia), amenazas, sensibilidad y criticidad de los sistemas.

La estructura disipativa se alimenta de la energía del disturbio. La E.A.P. se comporta como una estructura disipativa, los ecosistemas con mayor integridad son más resilientes, cumplen con las funciones propias de producción, servicios y conservación.

BIBLIOGRAFÍA

- Altieri, M., Nicholls, C. 2008. Los impactos del cambio climático sobre las comunidades campesinas de agricultores tradicionales y sus respuestas adaptativas. *Revista Agroecología* 3: pp 7-28.
- ASOCAMPO, MDGIF, IDEAM Instituto de hidrología Meteorología y Estudios Ambientales. 2010. Programa de Integración de Ecosistemas y Adaptación al Cambio Climático en el Macizo Colombiano, Metodología para el análisis de vulnerabilidad al cambio y variabilidad climática aplicada al área piloto.
- 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. <http://www.caf.com/view/index.asp?ms=17&pageMs=40414>. Consultado abril 22 de 2013.
- Córdoba, C., León, T. 2012. Evaluación de la vulnerabilidad y capacidad adaptativa de diferentes agroecosistemas frente a la variabilidad climática en Guasca y Anolaima. Propuesta de investigación doctoral. Universidad Nacional de Colombia.
- Córdoba, C., León, T. 2013. resiliencia de sistemas agrícolas ecológicos y convencionales frente a la variabilidad climática en anolaima (Cundinamarca - Colombia). Aceptado para publicación revista Redagres.
- Cardona, A. 2009. Mapeo institucional. Actores relacionados con el abordaje del cambio climático en Colombia. Proyecto Integración de riesgos y oportunidades del cambio climático en los procesos nacionales de desarrollo y en la programación por países de las Naciones Unidas PNUD. Bogotá.

- Carvajal, Y., Jiménez, H., Materón, M. 1998. En Bull. Inst. Fr. études andines. 27 (3): pp 743- 751.
- Correa, S. 2011. El clima: conocimientos, creencias, prácticas y percepciones de cambio en el Darién, Caribe Colombiano. En A. Ulloa (ed.). Perspectivas culturales del clima Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Biblioteca abierta: Perspectivas Ambientales. pp. 367-394.
- FAO 2011. Variabilidad climática y seguridad alimentaria y nutricional. pnud.org.co/img_upload/.../Presentacion_FAO_Naciones_Unidas.pdf. Consultado abril 21 de 2013.
- García, M., Fairen, V. 1980. Estructuras disipativas algunas nociones básicas. El Basilico, N. 10 mayo-octubre 1980. www.fbueno.es
- García, T. 2000. La Agroecología: ciencia, enfoque y plataforma para su desarrollo rural sostenible y humano. Revista “AGROECOLOGIA”, Editorial LAV, junio de 2000.
- IDEAM, 2012. Instituto de Estudios Ambientales, Hidrología y Meteorología, AECID, MDGIF, FAO. Programa de Integración de Ecosistemas y Adaptación al Cambio Climático en el Macizo Colombiano.
- INCA Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente 2012. Cambio Climático en Cuba: impactos, mitigación y adaptación. Proyecto estrategias agroecológicas para la mitigación y/o adaptación a los efectos de los cambios climáticos globales en agroecosistemas cubanos.
- IPCC. The Intergovernmental Panel of Climate Change. 2001. Cambio Climático: Informe de síntesis. Informe del Grupo de Trabajo I del IPCC. URL: <http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/wg1-report.html> Consultado Abril 10 de 2013.
- 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, 104 p.
- Leblanc, R., Russo, J., Cueva, J., Subia, E. 2006. Fijación de carbono en palma aceitera en la región tropical húmeda de Costa Rica. Tierra Tropical 2(2): pp. 199-202.
- León, T. y Altieri, A. 2010. Enseñanza, investigación y extensión en agroecología. En: León, T. y Altieri, Vertientes del Pensamiento Agroecológico. Fundamentos y Aplicaciones. Ira edición. Universidad Nacional de Colombia - Instituto de Estudios Ambientales, pp 11-52.
- León, T. 2010a. Agroecología: desafíos de una ciencia ambiental en construcción. En vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones. León, T. y Altieri, M. Editorial Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología – Universidad Nacional de Colombia pp 53-77.
- León, T. 2010b. Regulación biológica en agricultura de pequeña escala: un enfoque desde la sostenibilidad. En: León, T. y Altieri, M (eds.): Vertientes del pensamiento agroecológico. Fundamentos y Aplicaciones. Ira edición. Universidad Nacional de Colombia - Instituto de Estudios Ambientales. pp 271 - 293.
- León, T., Rodríguez, T. y Córdoba, C. 2011. La Estructura Agroecológica Principal de la Finca (EAP): un concepto útil en agroecología. Memorias III Congreso Latinoamericano de Agroecología – Universidad Autónoma de Chiapas – Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología. Oaxtepec, México.
- León, T. 2012 Agroecología: La ciencia de las agroecosistemas – La perspectiva ambiental. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Estudios. Ambientales IDEA, Bogotá, 249 p.
- Magrin, G. 2007 Variabilidad climática, cambio climático y sector agropecuario. INTA-Argentina.
- Mariño, N. 2011. Reflexiones sobre la perspectiva cultural en las políticas de cambio climático en Colombia: un acercamiento al análisis cultural y espacial de las políticas públicas. En A. Ulloa, (ed.). Perspectivas culturales del clima Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Biblioteca abierta: Perspectivas Ambientales pp. 495-528.
- Martínez, R. 2012. Agroecología y sus dimensiones varias. En revista de Ciencias Sociales y Humanidades Coris, vol. 6. http://www.tec.ac.cr/sitios/Docencia/cienciassociales/revista_coris/articulos/agroecologia.htm.

Consultado abril 22 de 2013.

- Méndez, E., y Gliessman, S. 2002. Un enfoque multidisciplinario para la investigación en Agroecología y desarrollo rural en el trópico latinoamericano. http://agroeco.org/socla/pdfs/un_enfoque_interdisciplinario.pdf. Consultado abril 24 de 2013.
- Méndez, J. 2013 FONADE, BID, IDEAM. Análisis de vulnerabilidad y medidas de adaptación del sector agropecuario ante los efectos del cambio y variabilidad climática en Colombia.
- 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., Pabón, D. 2000. La variabilidad climática interanual asociada al ciclo El Niño, La Niña – Oscilación del Sur y su efecto en el patrón pluviométrico de Colombia. Universidad Nacional: Revista Meteorología Colombiana 2: pp. 7-21
- Pabón, D. 1997. Variabilidad Climática. Organización Meteorológica Mundial. Técnicas Agro meteorológicas en la Agricultura Operativa de América Latina: pp. 99-103. Ed. OMM, Ginebra, Suiza.
- Pabón, J., Hurtado, G. 2002. La variabilidad y el cambio climático y su efecto en los biomas de páramo. pp. 98-103. <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/geografia/congresoparamo/la-variabilidad.pdf> . Consultado Mayo 12 de 2013.
- Pabón, J. 2011. El cambio climático en el territorio de la corporación autónoma regional de Cundinamarca. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de ciencias humanas, departamento de geografía, Corporación autónoma regional de Cundinamarca. 137 p. Bogotá.
- Pérez, C., Poveda, O., Mesa, J. Carvajal, L., Ochoa, A. 1.998. Evidencias de cambio climático en Colombia: tendencias y cambios de fase y amplitud de los ciclos anual y semianual. Instituto francés de estudios Andinos. 27 (3): pp. 537-546.
- PNUD, Programa de la Naciones Unidas para el desarrollo. 2011. Impacto de la variabilidad climática sobre la seguridad alimentaria en Colombia. <http://puud.co/sitio.shtml?x=64850> Consultado Mayo 8 de 2013.
- Rodríguez, H. 2007. Cambio climático agua y agricultura. *Común IICA*. Edición N.1. II Etapa.
- SEMARNAT. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales, INE Instituto Nacional de Ecología, Universidad de Veracruz. 2009. Estudios técnicos para el fortalecimiento del programa Veracruzano ante el cambio climático.
- Toledo, V. 1990. Modernidad y Ecología: La nueva crisis planetaria. En Ecología Política N 3; pp.9-22. México.
- Van der Hammen, T. y Andrade, G. 2003. Estructura ecológica principal de Colombia – primera aproximación. M.V.A.D.T., Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, IDEAM, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 74 p.
- Wagensberg, J. 1980. Ilya Prigogine (Termodinámica y Mecánica Estadística). En Nosotros y la Ciencia. Editor Antoni Bosch. Barcelona.