



Resumen 084

DOI: 10.47550/RCE/MEM/31.63

# Impacto del Cambio Climático en la Agricultura en los Cantones Cayambe y Pedro Moncayo

Jenny Chávez<sup>52</sup>

## Información

### Palabras clave:

Agricultura convencional  
Agricultura orgánica  
Agroecología  
Análisis multicriterio  
Método QUIPU  
Cambio climático  
Sistema de producción

### Clasificación JEL:

C14, Q1, Q5

## Resumen:

Este estudio analiza el impacto del cambio climático en el modo de producción agroecológico, orgánico y convencional en los cantones Cayambe y Pedro Moncayo debido a los retos que enfrenta Ecuador en el sector agropecuario, ante el deterioro ambiental. Se aplica la metodología del análisis multicriterio para determinar la alternativa de producción agrícola que mejor se ajusta a la zona, a partir de su comportamiento en los siguientes indicadores: económico, social, ambiental, institucional y productivo. En la investigación participaron productores agroecológicos, orgánicos y convencionales. La información se recopiló mediante encuestas y análisis de documentos oficiales de los cantones. El cumplimiento de cada uno de los pasos del análisis multicriterio permitió conocer que el mejor sistema productivo es la agroecología. Le sigue la producción orgánica y el menos adecuado es el sistema de producción convencional. Estos sistemas son afectados de manera distinta por el cambio climático, y su contribución al deterioro ambiental también es diferenciada.

## Introducción

La vulnerabilidad de Ecuador ante el cambio climático es alta, debido a que su capacidad de adaptación a las consecuencias está condicionada por diversos factores como la pobreza y la ubicación geográfica. Este panorama demanda la búsqueda de alternativas inmediatas para mitigar los impactos del cambio climático. Aunque las emisiones de gas de efecto invernadero en Ecuador son bastante reducidas a escala mundial (alrededor del 0,15 %) (Alarcón 2017), siguen siendo un problema que requiere transformación.

Por otro lado, los estudios sobre la contribución que tiene el proceso de producción de alimentos no son abundantes, en todas sus fases, al cambio climático, se conoce que, en la fase agrícola, el uso del paquete tecnológico brindado por la revolución verde genera entre el 11 % y el 15 % de las emisiones de GEI globales.

El cambio en el uso del suelo, la ganadería y la deforestación contribuyen en gran parte a estas emisiones y comúnmente no son tomados en cuenta dentro de este ámbito (Smith y Martino 2007). Sin dudas, el cambio climático se ha convertido en una amenaza latente, con impactos incrementales para el sector. Por lo tanto, la ausencia de una agricultura sostenible, el empleo de agrotóxicos, combustibles fósiles en la maquinaria y la generalización de grandes extensiones de monocultivos disminuyen la capacidad de mitigar los efectos del cambio climático. El objetivo de la investigación es analizar el impacto del cambio climático en el modo de producción agroecológico, orgánico y convencional en los cantones Cayambe y Pedro Moncayo.

<sup>52</sup> Universidad Andina Simón Bolívar, Quito, Ecuador



## Marco teórico

Existe una relación entre el cambio climático y la agricultura. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático señala que el 23 % de estos gases se dan como resultado de la agricultura, la silvicultura y el uso de la tierra. Si se consideran todos los procesos de pre y post producción de alimentos, las emisiones podrían ascender al 37 % del total de GEI antropogénico (IPCC, 2015). El transporte comercial de alimentos, según estudios realizados en la Unión Europea, alcanza el 6 % de las emisiones globales de GEI (GRAIN, 2011).

El procesamiento y empaquetado genera entre el 10 % y el 11 % de las emisiones (Bolla y Pendolovska, 2011). Estos dos elementos representan el 4 % y el 2 % de las emisiones de GEI, respectivamente (Garnett 2008; Tassou et al. 2011). Alrededor del mundo, el sistema agroalimentario industrial desperdicia cerca de la mitad de los alimentos que se producen dentro de todo el ciclo de producción. Entre el 25 y el 30 % del total de alimentos producidos se pierde (GRAIN 2011; IPCC 2019).

Por lo general, termina en el relleno sanitario, que aporta entre el 3,5 y el 4,5 % de las emisiones de GEI globales (GRAIN, 2011; IPCC 2019). A partir de lo expuesto, puede señalarse que la agricultura contribuye al cambio climático. Ecuador no está ajeno a esta problemática, por lo que el incremento de la temperatura del mar, la ocurrencia de eventos climáticos anómalos, las modificaciones en las precipitaciones y el aumento de la temperatura se inscriben entre los principales impactos del cambio climático (Ludeña y Wilk 2013). No obstante, el perfil productivo agrícola del país también contribuye al deterioro del ambiente, de diferentes formas y generando múltiples efectos negativos.

En el país destaca la extensión de la frontera agrícola, pero no la generalización de prácticas sustentables. Los sistemas de producción agrícola en Ecuador contribuyen a ese impacto climático, pero también se encuentran afectados por las variaciones. No obstante, cabe señalar que los efectos de uno y otro lado son diferenciados, de acuerdo con las características de cada sistema de producción agrícola.

### Sistemas de producción

En la agricultura se distinguen varios tipos de sistemas de producción. Uno de estos es el agroecológico, que se considera una agricultura más ligada al ambiente y más sensible socialmente. En su práctica no solo destaca una centralidad en la producción, sino que también se enfoca en la sostenibilidad ecológica, mediante el aprovechamiento y fomento de los ciclos vitales de la naturaleza (Restrepo, Ángel, y Prager 2000). Este sistema posee iniciativas que intentan transformar la producción agroindustrial a partir de la transición de los sistemas alimentarios basados en el modelo de la revolución verde.

Su producción dirigida a la exportación es una alternativa que promueve la agricultura local, con su conocimiento agrícola tradicional de agrobiodiversidad y la producción de alimentos por campesinos, mediante la innovación con los recursos locales (Altieri y Toledo 2010). El sistema de producción orgánica, de cierta manera, se relaciona con el anterior. La diferencia radica en que posee un enfoque de sustitución de insumos y se vincula a los principios de agricultura convencional.

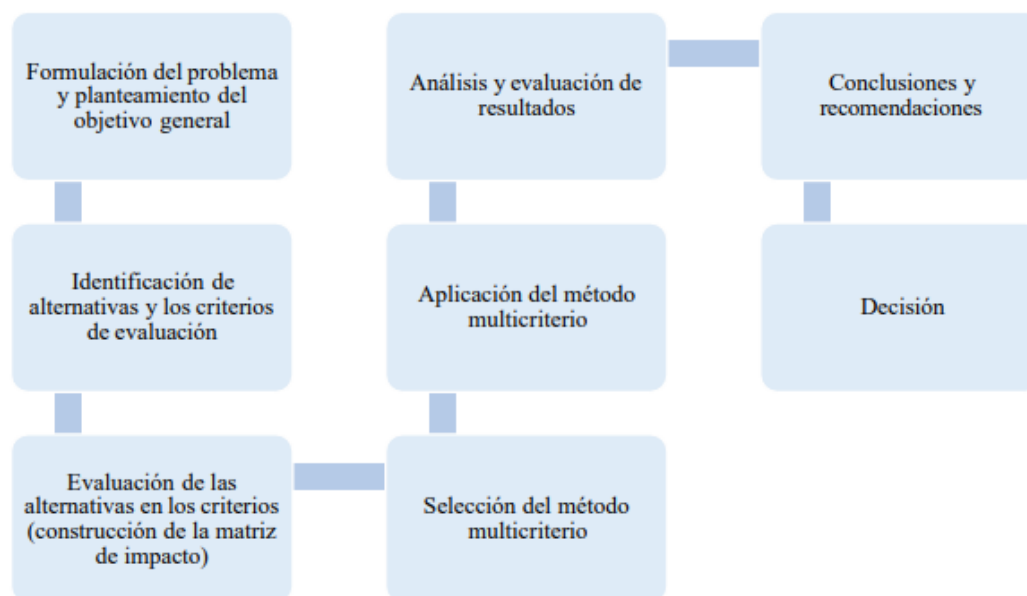
En el sistema productivo convencional, por su parte, el ser humano actúa sobre la naturaleza en función de la producción. De acuerdo con López y Llorente (2010), la agricultura convencional está influenciada por el sistema capitalista, lo cual ha generado grandes externalidades al ambiente, debido al empleo excesivo de agroquímicos. Sin embargo, por tratarse de un país agrícola, son más evidentes en ese sector.

Por otro lado, si bien es cierto que los sistemas productivos ecuatorianos se ven afectados por el cambio climático, la realidad indica que estos contribuyen a generar GEI. Un ejemplo de ello es la ampliación de la frontera agrícola, en lugar de mejorar la productividad de los sistemas productivos, así como la no aplicación de prácticas sustentables, que en términos generales vuelve más vulnerable al sector (Muñoz, 2012).

## Metodología

En primer lugar, se realizó una revisión de literatura especializada en agricultura y de los Planes de Ordenamiento Territorial actualizados de los dos cantones que son objeto de estudio. De esa forma, se estableció la línea base de la investigación y se esquematizó la problemática de la zona. En segundo lugar, se aplicó la metodología del análisis multicriterio (AMC), la cual permite “contrastar en un marco unificado las distintas dimensiones que se presentan en un problema de decisión” (Puruncayas y Burbano 2016, 37). Se determinó cuál es la mejor alternativa de producción agrícola, a partir de su comportamiento en los siguientes indicadores: económico, social, ambiental, institucional y productivo. La metodología del AMC o Método QUIPU se compone de ocho etapas (figura 1).

Figura 1. Diagrama de fases del análisis multicriterio o Método Quipu



Fuente: (Burbano 2018).

Esta metodología permitió analizar cuál es el sistema agrícola que mejor se adapta al cambio climático y se ve menos afectado en la zona de estudio. Para ello, fue necesaria la colaboración de los productores agroecológicos, orgánicos y convencionales de los dos cantones seleccionados. La agroecología es practicada por campesinos que integran el Sistema de Participación de Garantía (SPG) (Pino, 2017); mientras que el análisis de las características de los sistemas productivos de los agricultores orgánicos y convencionales fue posible a través del trabajo con productores independientes. Como no pertenecen a ninguna asociación, la selección se realizó de acuerdo con la disponibilidad de los productos y las áreas de cultivo permanente.

### Procedimiento para la aplicación del AMC

A continuación, se presenta la información correspondiente a las etapas uno a la cinco del AMC.

#### Problema y objetivo

Los sistemas productivos de ambos cantones experimentaron grandes cambios desde finales del siglo XX. En estos cantones ha sido visible el tránsito de la producción de granos y leche a la floricultura. Además, se han transformado las formas tradicionales de producción, ya que ha sido necesaria su adaptación a la realidad de los productores. Los mismos, se han visto obligados a dedicarse de forma exclusiva a la producción de leche en zonas más altas, en lugar de la agricultura.

Cayambe y Pedro Moncayo destacan por sus actividades económicas en el sector primario, como agricultura, floricultura y pecuaria. Sin embargo, no se conoce el impacto del cambio climático en el modo de producción agroecológico, orgánico y convencional y como estos sistemas aportan en este fenómeno dentro de los cantones mencionados. De ahí que este estudio busque cubrir ese vacío empírico.

#### Alternativas y criterios de evaluación

Los tres sistemas de producción que se emplean con mayor frecuencia en Cayambe y Pedro Moncayo son: el agroecológico, el de producción orgánica y el convencional. El primero se ha perdido con el paso del tiempo, debido a que los campesinos han optado por otras alternativas de empleo.

Para el análisis, se establecieron 35 criterios contenidos en cinco dimensiones (económica, social, ambiental, institucional y productiva). Para establecer el peso de los criterios, se partió del supuesto de que cada una de las dimensiones es igualmente importante, por lo que se establecieron ponderaciones para cada una (tabla 2). Para la distribución de los pesos en los criterios de cada dimensión, se consideró su importancia relativa y se asignó un peso mayor a aquellos criterios que, desde la óptica de los autores, son más importantes.



Tabla 1. Distribución de los pesos de las dimensiones

<b>Dimensión</b>	<b>Peso</b>
Económico	1/5
Social	1/5
Ambiental	1/5
Institucional	1/5
Productivo	1/5

Fuente:

elaboración propia

### Matriz de impacto

Cada una de las alternativas se evaluó según los criterios establecidos. La información cuantitativa y cualitativa para la evaluación fue obtenida de encuestas personales aplicadas a los productores agroecológicos, orgánicos y convencionales. Se aplicaron a 33 productores agroecológicos, pertenecientes a dos organizaciones reconocidas en los dos cantones, a 27 productores convencionales, que comercializan sus productos de manera individual en los mercados o ferias libres, y a 13 productores orgánicos con cualquier certificación que avale esa condición. Además, como parte del proyecto.

«Sistema agroalimentario en comedores universitarios de Quito vinculado a productores agroecológicos locales del Ecuador», se estimaron los impactos ambientales de la producción agraria en su fase agrícola en los tres sistemas presentes en los dos cantones. Se empleó el análisis de ciclo de vida (ACV), mediante los indicadores ambientales de la huella de carbono y la huella hídrica. Se evaluó la cantidad de CO<sub>2</sub> equivalente emitida a la atmósfera, y la cantidad de agua requerida por kilogramo de producción. Los resultados complementan la evaluación de los tres sistemas de producción agrícola mediante el análisis multicriterio.

### Aplicación del método multicriterio

Para la comparación por pares, el método computa los grados de credibilidad de las relaciones de preferencia estricta o simplemente preferencia, preferencia inversa, indiferencia e incomparabilidad. La preferencia de la alternativa A a la alternativa B que se nota  $A > B$  significa que la A es mejor a B. Por el contrario, en la preferencia inversa que se nota  $A < B$  se tiene que la alternativa B es mejor a A. En la relación de indiferencia notada por  $A \sim B$ , una alternativa es tan buena como la otra. El grado de credibilidad es un número entre 0 y 1. El rango neto de la alternativa A se calcula a partir de la diferencia entre la suma de los grados de credibilidad de la preferencia A frente a las otras alternativas y la suma de los grados de credibilidad de la preferencia de las otras alternativas a A. Una puntuación de 100 en el rango neto de la alternativa A significa que esta alternativa es mejor, con credibilidad 1, que el resto de las alternativas.

Nótese que el análisis multicriterio define una valoración o evaluación relativa, no absoluta. Esto indica cómo se valora una alternativa frente a otra o las otras. Esto indica cómo se valora una alternativa frente a otra o las otras. El análisis no expresa como se evalúa una alternativa de manera aislada. Por ejemplo, el sistema de producción A podría valorarse como absolutamente mejor en relación con el sistema B, a pesar de que, de manera general, esos sistemas emiten GEI.

### Resultados

En un primer momento se presentan los resultados por pares. Se realiza una comparación para conocer la alternativa de mayor credibilidad (tabla 3).

Tabla 2. Comparación por pares

<b>Alternativa vs alternativa</b>	<b>&gt;</b>	<b>&lt;</b>	<b>~</b>	<b><math>\phi</math></b>
Agroecología – orgánico	<b>0,50</b>	0,09	0,23	0,19
Agroecología – convencional	<b>0,55</b>	0,07	0,22	0,17
Orgánico – convencional	<b>0,45</b>	0,09	0,34	0,12

Fuente: investigación de campo



Los resultados muestran que, en los tres casos posibles de comparación por pares entre los sistemas productivos, la relación de mayor credibilidad es la preferencia estricta. Por lo tanto, se puede concluir que el ordenamiento de las alternativas de la mejor a la peor es el siguiente: agroecología > orgánico > convencional.

Como se indicó antes, el método multicriterio, además de los resultados globales, entrega resultados por cada dimensión de análisis, como se resume en la siguiente tabla:

Tabla 3. Dimensiones de análisis. Ordenamiento de alternativas

<b>Dimensión</b>	<b>Ordenamiento</b>
Económica	Orgánico > convencional > agroecología
Social	Orgánico > convencional > agroecología
Ambiental	Agroecología > orgánico > convencional
Institucional	Agroecología > orgánico ~ convencional
Productiva	Agroecología > convencional > orgánico

Fuente: investigación de campo

## Conclusiones

Esta investigación analizó un tema poco explorado empíricamente: las características de los tres sistemas agroalimentarios predominantes, a través del análisis multicriterio. Se conoció así que la dimensión ambiental es mejor puntuada en el sistema agroecológico, seguido del orgánico y, por último, del convencional. En la zona de estudio, el sistema agroecológico se ajusta mejor a las condiciones climáticas actuales. Sin embargo, una de las principales debilidades de este sistema está en el desequilibrio que existe entre ambiente, economía y sociedad. La dimensión ambiental es favorable, pero no genera una utilidad social ni económica, según muestran los resultados del AMC.

Por otro lado, el sistema orgánico que también se desarrolla en la zona presenta prácticas amigables con el ambiente. Aunque el sistema convencional es el más generalizado en los dos cantones, sus prácticas han generado un gran impacto sobre los recursos naturales. Los sistemas evaluados son afectados de manera distinta por el cambio climático, y su contribución al deterioro ambiental también es diferenciada. La huella hídrica y de carbono para el sistema orgánico es de 39.9 m<sup>3</sup>/Ton y 1.07 TonCO<sub>2</sub>/Kg de producto, respectivamente; mientras que para el sistema agroecológico es de 77.3 m<sup>3</sup>/Ton y 0.10 TonCO<sub>2</sub>/Kg de producto. El sistema convencional es el peor puntuado, con un impacto ambiental más fuerte (huella hídrica = 300.3m<sup>3</sup>/Ton y huella de carbono = 1.87TonCO<sub>2</sub>/Kg de producto). Se identificó que el sistema convencional tiene mayor impacto ambiental, por su huella hídrica y de carbono.

Por el contrario, y en concordancia con lo señalado en la literatura, el sistema mejor preparado ante estos eventos es el agroecológico. Ello significa que es menos vulnerable y más resiliente, en términos genera.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alarcón, Isabel. (2017). "Sector transporte es el mayor generador de gases efecto invernadero en Ecuador". *El Comercio*, 24 de octubre. <https://bit.ly/3ioJREe>
- Altieri, Miguel, y Víctor Manuel Toledo. (2010). "La Revolución agroecológica de América Latina. Rescatar la naturaleza. Asegurar la soberanía alimentaria y empoderar al campesino". *El Otro Derecho* (42): 163–202.
- Bolla, Viktoria, y Velina Pendolovska. (2011). *Driving forces behind EU-27 greenhouse gas emissions over the decade 1999-2008*. Luxemburgo: Eurostat. <https://bit.ly/3gpl7ca>
- Burbano, Rafael. 2018. *Modelo multicriterio paramétrico compensatorio no-compensatorio*. Quito: FLACSO.
- Garnett, Tara. (2008). *Food Climate Research Network. Centre for Environmental Strategy*. Guildford: University of Surrey.
- GRAIN. (2011). "Alimentos y Cambio Climático: el eslabón olvidado", <https://bit.ly/2TPjgG1>
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2015). *Cambio climático 2014: informe de síntesis/resumen para responsables de políticas*. Ginebra: OMM. doi.org/10.1016/S1353-8020(09)70300-1
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2019). *Climate Change and Land: An IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse Gas Fluxes in Terrestrial Ecosystems*. Suiza: OMM.



- Lizano Acevedo, Ronnie, Jenny Chávez Caiza y Laura Gómez Velez. (2016). *Sistema agroalimentario saludable y sustentable que contribuya a la producción y abastecimiento alimentario soberano en el Ecuador*. Quito: Universidad Politécnica Salesiana.
- López, Daniel, y Mireia Llorente. (2010). *La agroecología: hacia un nuevo modelo agrario*. Madrid: Ecologistas en Acción.
- Ludeña, Carlos, y David Wilk. (2013). *Ecuador: mitigación y adaptación al cambio climático*. Washington DC: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Muñoz, Gabriela. (2012). "El reto de la agricultura frente al cambio climático". *Revista Jurídica*: 83-90. <https://bit.ly/3pIWGuD>
- Pino, Mauricio. (2017). "Los sistemas participativos de garantía en el Ecuador. Aproximaciones a su desarrollo". *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales* (22): 120-145. doi.org/10.17141/letrasverdes.22.2017.2679
- Puruncajas, Ivonne, y Rafael Burbano. (2016). "Alternativas sustentables para el desarrollo: Caso de una Comunidad Shuar en Ecuador". *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* 25: 33-53.
- Restrepo, José, Iván Angel y Martín Prager. (2000). *Agroecología*. Santo Domingo: CEDAF. <https://bit.ly/3gpwktk>
- Smith, Pete, y Daniel Martino. (2007). "Agriculture". En *Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007*, 497-541. Editado por Bert Metz, Ogunlade Davidson, Peter Bosch, Ritu Dave y Leo Meyer. Cambridge: Cambridge University Press.
- Tassou, Savvas, Yunting Ge, Abas Hadawey y Douglas Marriott. (2011). "Energy Consumption and Conservation in Food Retailing". *Applied Thermal Engineering* 31 (2-3): 147-156. doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2010.08.023