

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE ECONOMÍA**

Disertación de grado para obtener el título de Economista

**Análisis comparativo de agricultura orgánica con
agricultura convencional
- Estudio de caso del cultivo de Brócoli**

**Estefanía Belén Charvet Maldonado
estefi187@hotmail.com**

**Directora: Econ. Grace Guerrero
grace_guerrero_z@yahoo.es**

Quito, septiembre de 2012

Resumen

A lo largo de los años los mecanismos de producción se han modificado. En el tema agrícola ha existido un sin número de innovaciones tecnológicas que permitieron obtener mayor productividad por hectárea, motivando así la reproducción de este tipo de sistemas productivos, no solo en Ecuador sino también a nivel mundial. Sin embargo, más allá de la rentabilidad financiera de aquí derivada, resulta indispensable analizar las posibles externalidades sociales y ambientales y por consiguiente establecer los costos reales del cultivo agrícola bajo un modelo convencional. En la investigación se presenta un análisis costo beneficio comparativo entre un cultivo agrícola de brócoli bajo un sistema de agricultura convencional y uno de agricultura orgánica. Esta última se presenta como una alternativa de producción más sostenible. El análisis tiene tres componentes, el financiero, el social y el ambiental. Para el desarrollo del análisis se emplean herramientas de economía financiera, investigación bibliográfica en el campo social derivada de los dos tipos de experiencias y la aplicación de la matriz de Leopold para evaluar los impactos ambientales. Los resultados mostraron que el cultivo de brócoli orgánico resulta más beneficioso, ya que financieramente es autosustentable y genera excedentes para el productor, adicionalmente impacta positivamente en el aspecto social, y ambientalmente genera menores impactos que la agricultura convencional promoviendo la sostenibilidad a largo de plazo de los recursos naturales al presentar menores externalidades negativas. Por consiguiente la agricultura orgánica permite la permanencia en el tiempo del cultivo agrícola bajo el mismo sistema de producción. El estudio se realizó basado en un estudio de caso de cultivo de brócoli localizado en Latacunga en la provincia de Cotopaxi.

Palabras Clave: Desarrollo sostenible, agricultura orgánica, agricultura convencional, externalidades, costo, beneficio, impacto ambiental.

**Análisis comparativo de agricultura orgánica con agricultura
convencional**
- Estudio de caso del cultivo de Brócoli

Introducción	3
Metodología de trabajo	4
Pregunta general	4
Preguntas específicas.....	4
Objetivo general.....	4
Objetivos específicos	4
Especificaciones de la investigación	5
Marco teórico.....	7
Desarrollo sostenible.....	7
Definición y tipos de agricultura	12
La agricultura orgánica en el Ecuador	16
El desarrollo económico impulsado por la agricultura convencional en el Ecuador ...	16
Representatividad económica de la actividad agrícola	19
La agricultura orgánica como medio de producción alternativo	23
Historia definiciones y algunos tipos de certificación	26
Análisis costo financiero del cultivo de agricultura orgánica y convencional	33
Análisis costo/beneficio	33
Análisis costo/beneficio de la producción de brócoli bajo dos sistemas de cultivo.....	43
Matriz de fortalezas-debilidades-oportunidades y amenazas	57
Impactos de la agricultura orgánica en la población y el ambiente.....	64
Metodología de análisis de los impactos sociales	64
Externalidades sobre la población, derivadas de los mecanismos de producción orgánica y convencional.....	64
Método de evaluación de impacto ambiental	70
Comparación de beneficios ambientales de la agricultura.....	81
Resultados de la evaluación de impacto ambiental.....	89
Conclusiones	94
Recomendaciones	96
Recomendaciones de política pública	97
Referencia bibliográfica	99
Anexos	104

Introducción

El modelo de producción agrícola más utilizado en el Ecuador y en otros países, está caracterizado principalmente por tener alta eficiencia, por la utilización de productos químicos para el control de plagas, por los fertilizantes químicos para compensar la pérdida natural de la fertilidad del suelo y por la utilización intensiva de los recursos. Tras varios años y diversos estudios, se demostró que, este tipo de cultivo no es sostenible por la destrucción del recurso natural, más específicamente del suelo, también por haber fomentado la desaparición de pequeños productores y adicionalmente, estudios de las Naciones Unidas muestran que el uso de plaguicidas y fertilizantes químicos es nocivo para la salud (Vilches, 2011). La agricultura orgánica constituye una estrategia basada tanto en el buen manejo del suelo, como en la generación de una cadena comercial más justa y que finalmente deriva en una producción más sana para el consumo.

Existe una demanda mundial que busca productos orgánicos que cumplan con ciertas características específicas y diferenciadas de aquellos productos cultivados bajo un sistema de agricultura convencional. Es así que, en varios países se implementaron normas técnicas con carácter de ley para los productos orgánicos, los cuales requieren ser verificados por organismos certificadores autorizados que garanticen que cumplen con la norma respectiva (Oyarzún, Tartanac y Riveros, 2002: 56).

En Ecuador, gran parte de su población, especialmente en zonas rurales, sostiene su economía en base a la producción agropecuaria. Por ello, a través del estudio se busca determinar el costo/beneficio de la certificación orgánica de un cultivo específico y así demostrar por qué los cultivos orgánicos deberían primar en la agricultura nacional. Los pequeños productores que realicen agricultura orgánica pueden acceder a la certificación, pues tiene beneficios inherentes, como son: acceso al mercado local de este tipo de productos que tienen demanda creciente y, por consiguiente, la posibilidad de exportación a mercados internacionales, ambos beneficios consisten en herramientas válidas para reducir la pobreza que según el Instituto Ecuatoriano de estadísticas y censos, para el 2006, alcanzó el 38,28%.

La agricultura orgánica es una técnica alternativa de producción, que incorpora elementos de calidad de vida, responsabilidad social, un vínculo más directo consumidor - productor, que, a su vez, procura mejor distribución de las ganancias en la cadena agroalimentaria (Soto, 2003: 26). A esto, resulta adicionalmente relevante agregar la medición de ciertas variables que otorguen fortaleza a las conclusiones como el impacto general en la población y el medio ambiente que son otros beneficios derivados de este tipo de cultivo.

Metodología de trabajo

En el presente estudio se busca demostrar los beneficios inherentes a un modelo de agricultura basado en parámetros más sostenibles en comparación al modelo agrícola intensivo convencional comúnmente empleado, caracterizado por la alta utilización de productos perjudiciales para los distintos medios de vida. A esta alternativa de producción se le denomina cultivo orgánico. Para arribar a resultados que permitieron corroborar los beneficios y perjuicios de ambos modelos se requirió una metodología de trabajo multidisciplinaria, que incluyó además de un análisis financiero, una perspectiva social y una evaluación del impacto ambiental generado por los dos distintos sistemas de cultivo. Asimismo, se emplearon técnicas de investigación que permitieron incorporar criterios de expertos en las ramas correspondientes para definir con mayor precisión los resultados del estudio.

Pregunta general

- ¿Qué método de producción agrícola, orgánica o convencional, es financiera, social y ambientalmente más beneficioso?

Preguntas específicas

- ¿De qué manera difieren los tipos de agricultura convencional y orgánica?
- ¿Cuáles son los beneficios financieros de la agricultura convencional comparada con la agricultura orgánica?
- ¿Cuáles serán los impactos en la población y en el ambiente, derivados de la utilización de la agricultura orgánica?

Objetivo general

Definir que método de producción agrícola es financieramente más rentable, genera menor impacto ambiental y presenta mayores ventajas sociales a través de la comparación de un cultivo de brócoli orgánico con un cultivo de tipo convencional.

Objetivos específicos

- Establecer las diferencias entre agricultura convencional y agricultura orgánica.
- Determinar los beneficios financieros comparativos entre la agricultura convencional y la agricultura orgánica.

- Medir el impacto ambiental de un cultivo de brócoli orgánico versus un cultivo de brócoli convencional y analizar de forma general los diferentes impactos de la agricultura para la población.

Especificaciones de la investigación

Delimitación de la investigación

El estudio se realizó en un cultivo de brócoli en Latacunga, Ecuador. Para el análisis de los beneficios económicos de la agricultura convencional y la agricultura orgánica certificada, se realizó un estudio de caso de este producto. Mientras que para determinar los impactos en la población y el medio ambiente se utilizaron datos con pertinencia nacional. La temporalidad para la investigación fue el año 2011, debido a que se requieren cifras lo más actuales posibles para el cálculo del beneficio económico. En el caso de requerirse cifras históricas se procuró abarcar por lo menos los últimos diez años.

Tipo de investigación

Para el desarrollo del estudio, se empleó la *investigación exploratoria*, debido a que ésta se enfatiza en examinar un problema de investigación sobre el que queremos ampliar las perspectivas ya existentes, enmarcadas dentro del contexto previamente presentado. A medida que se desarrolló la investigación se empleó también la *investigación descriptiva*, que permitió precisar propiedades o características del tema a desarrollarse.

Técnicas de investigación

Para llevar a cabo la investigación, las técnicas que se emplearon son teóricas, basadas en estudios de agricultura orgánica y certificaciones. Además de un análisis costo beneficio sobre el cultivo de brócoli. Complementario a éste, se realizó una evaluación de impacto ambiental a través de la utilización de la matriz de Leopold.

Adicionalmente, se emplearon entrevistas cualitativas por su flexibilidad y apertura. No se descartó la observación cualitativa para explorar el ambiente, las personas y el contexto bajo el cual se desarrollan los cultivos orgánicos.

Finalmente, para la realización del análisis costo beneficio, es imperante el levantamiento de información que después de ser evaluada, permita determinar los resultados de la utilización de la agricultura orgánica certificada comparada con la agricultura convencional.

Fuentes de información

Para la elaboración de la presente investigación se empleó información primaria y secundaria. Se requirió datos de primera mano, provenientes de libros, tesis y otros documentos oficiales. La fuente secundaria fue citada ya que también se tomaron en cuenta los listados de referencias publicados de áreas de conocimiento especializado en agricultura orgánica certificada, sin embargo se enfatiza en la utilización de información de fuentes primarias.

La información bibliográfica proviene principalmente de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), ya que es un organismo especializado que cuenta con varios estudios relacionados a la agricultura orgánica. Otra fuente importante de información es el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), dentro de esta institución existe un departamento específico denominado Agrocalidad, que es el encargado de la definición y ejecución de políticas, y de la regulación y control de las actividades productivas del agro nacional. La Corporación Financiera Nacional (CFN) maneja planes de inversión de diversos productos agrícolas que podrían servir como referencia para realizar el análisis costo beneficio. Y finalmente, el Banco Central del Ecuador (BCE) donde existen estadísticas sectoriales.

Por último, existen diversas organizaciones no gubernamentales y privadas que trabajan promoviendo y desarrollando agricultura orgánica certificada. Dentro del primer grupo encontramos a Probio, VECO, Instituto de estudios ecologistas del tercer mundo y la GIZ. Mientras que en el sector privado se cuenta con información proveniente de una certificadora alemana BCS y de Sumaklife, empresa asociada de Nativa en Ecuador, que es una asociación sin fines de lucro que promueve el desarrollo de productos naturales para la industria cosmética, farmacéutica y alimenticia mediante el desarrollo sostenible con responsabilidad social, ambiental y económica.

Tratamiento de la Información

Las principales fuentes de información primaria que se empleadas fueron libros principalmente enfocados en la agricultura orgánica certificada y los beneficios económicos, sociales y ambientales que de allí derivan. También se utilizaron documentos oficiales, reportes de asociaciones, trabajos presentados en conferencias y testimonios con expertos. Como se mencionó previamente, FAO desarrolló estudios relacionados a la temática que se consideraron como bibliografía básica y obligatoria para elaborar la investigación.

En lo concerniente a la información secundaria se emplearon resúmenes de teorías económicas y diversos sitios web que abarquen contenidos relacionados con tema en estudio. La investigación contó con el apoyo y la asesoría de profesores de la Facultad de Economía de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, que tienen experticia en alguno de los temas que se abarcan en el estudio.

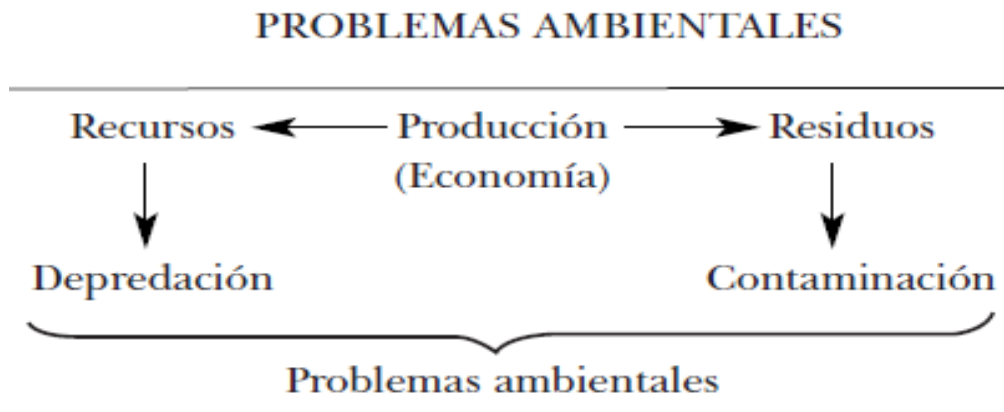
Marco teórico

Desarrollo sostenible

Antecedentes históricos y definición

La humanidad desde sus orígenes ha empleado los recursos naturales para su desarrollo y subsistencia. Sin embargo, estos recursos se utilizan a un ritmo mayor a la capacidad de la naturaleza por reproducirlos o a su vez la cantidad de desechos tiene magnitudes que la naturaleza no es capaz de absorber. Esto finalmente, deriva en problemas ambientales (ver gráfico 1).

Gráfico 1. Esquema de la problemática ambiental



Fuente: (Foladori y Pierri, 2005: 11)

Existe un sin número de hechos ambientales, económicos y políticos que pusieron en evidencia la dimensión global de la crisis ambiental (ver anexo A). En 1980, la UICN presentó la Estrategia Mundial de Conservación (EMC), y es aquí donde el término desarrollo sustentable ganó relevancia, como un objetivo a alcanzar a través de la conservación de los recursos naturales. La EMC fue concebida como una demostración de cómo la conservación puede contribuir para la consecución de los objetivos de desarrollo. (Foladori y Pierri, 2005: 11-12)

La forma de definir tanto a la conservación como al desarrollo, permitió transmitir una idea de dependencia mutua entre ambas definiciones y no de incompatibilidad, como fueron vistas en el pasado. Según Pierri (2005: 57), el desarrollo es *“la modificación de la biosfera y la aplicación de los recursos humanos, financieros, vivos y no vivos, para la satisfacción de las necesidades humanas y la mejora de la calidad de la vida humana”* mientras que a la conservación es *“la administración del uso humano de la biósfera para que pueda rendir los*

mayores beneficios rentables a las generaciones presentes mientras mantiene el potencial para satisfacer las necesidades y aspiraciones de las futuras generaciones”.

En 1987, la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo publica el informe Brundtland, donde se explica una perspectiva distinta de desarrollo, que toma en cuenta distintos patrones. Se enfatiza en que los problemas del medio ambiente y los problemas del desarrollo no pueden ser disociados; es decir, los problemas del medio ambiente están directamente relacionados con la pobreza, la satisfacción de necesidades básicas de alimentación, salud y vivienda (Guimaraes, s/f: 31). De aquí surge el concepto más comúnmente conocido sobre el desarrollo sostenible que afirma: *“Es el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”* (Naciones Unidas, 1987).

Se destacan dos conceptos clave. Por un lado, el de necesidades, haciendo referencia a las de las personas en condición de pobreza y la atención prioritaria que dichas necesidades deben recibir y, por otro, está la idea de las limitaciones que imponen el estado de la tecnología y de la organización social sobre la capacidad del ambiente para satisfacer las necesidades presentes y futuras.

En 1991, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), presentaron el documento Cuidar la Tierra: Una estrategia para la vida. Aquí se estipulan los principios de una sociedad sostenible.

Entre los principios rectores destacan temas que vinculan al uso que debe hacer la humanidad de los recursos provistos por la naturaleza. Estos no se deben usar en una proporción mayor a la capacidad de la naturaleza de reponerlos. Implica adoptar pautas de desarrollo que respeten los límites de la naturaleza. *“Respetar y cuidar la comunidad de los seres vivos”* es el principio básico que aporta el fundamento ético al resto de principios que rigen los criterios de una sociedad sostenible según este informe (UICN et al, 1991).

Dentro del informe, con respecto a las tierras agrícolas y ganaderas, se recomendó que los países tanto de mayores como de menores ingresos promuevan la agricultura sostenible, para este fin, se sugería tomar medidas tales como:

- Elaborar y aplicar estrategias y planes con miras a optimizar el aprovechamiento de las tierras agrícolas
- Controlar el empleo de fertilizantes y plaguicidas
- Conservar los recursos genéticos
- Proporcionar incentivos y apoyo económico adecuado

Sobre cada punto mencionado establece diversas acciones, sin embargo enfatizando en la última medida: Proporcionar incentivos y el apoyo económico, se sugieren acciones puntuales entre las que se encuentran (UICN et al, 1991):

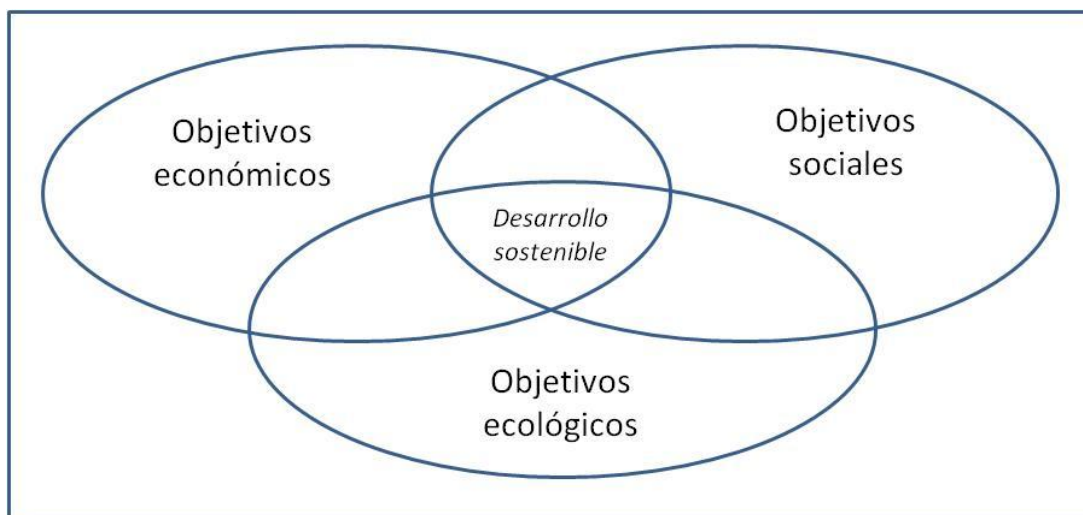
1. Procurar aumentar el empleo no agrícola para pequeños agricultores y para quienes no poseen tierras.
2. Promover el cuidado ambiental primario por parte de los agricultores.

Otro evento trascendental en la línea histórica del desarrollo sostenible fue la Conferencia de la Comisión Mundial sobre el Ambiente y Desarrollo (CMMAD), que tuvo lugar en Río de Janeiro en el año 1992. Los resultados remarcables producto de la conferencia fueron que algunos gobiernos de peso dejaron sin contenido o fondos a ciertas medidas en beneficio del medio ambiente que se pretendían aprobar. Adicionalmente, los países desarrollados mantuvieron una postura drástica respecto al no pago por los daños ambientales ya ocasionados. Todos los resultados aquí obtenidos, fueron una muestra de las limitaciones sociales para la construcción de la sostenibilidad (Pierri, 2005: 66).

El desarrollo sostenible y sus implicaciones

Los países desarrollados son los que más han aportado a la degradación ambiental; sin embargo, actualmente han delimitado como su objetivo prioritario la sostenibilidad de los recursos naturales. Es posible comprobar que históricamente el progreso de las sociedades menos desarrolladas se ha realizado mediante la explotación de los recursos naturales, limitando así las posibilidades futuras para el desarrollo de la sociedad (Recio, 2010: 11). *“El desarrollo sostenible plantea el desafío de obtener al mismo tiempo la sustentabilidad económica, ecológica y social (ver gráfico 2), lo que supone la aceptación de ciertos trade-offs derivados de su carácter contradictorio”* (Barbier, 1987).

Gráfico 2. Perspectiva social, económica y ecológica del desarrollo sostenible



Fuente y elaboración: (Montes, 2001: 34)

De acuerdo con la teoría económica, el desarrollo implica satisfacer las necesidades humanas crecientes con bienes escasos y usos alternativos, este puede medir a través de

índices económicos, demográficos y sociales. Para poner en ejecución un plan de desarrollo no se pueden utilizar caudales cada vez mayores de bienes ya que son escasos, hay que realizar una búsqueda de fines económicos que racionalicen el empleo de los recursos. Desarrollo no significa la utilización creciente de los recursos naturales sin tener en cuenta la degradación de los activos de la naturaleza.

Según Montes (2001: 33), desde el punto de vista económico, la sostenibilidad está basada en los flujos que pueden generarse con la misma cantidad de recursos o capital. Existen tres factores implicados:

- a) El desarrollo de la economía con restricciones ecológicas.- Leyes de la ecología aplicadas a la economía.
- b) La economía estacionaria.- Reducción del consumo de recursos naturales mediante la expansión de la vida de los ciclos.
- c) La evaluación de los recursos naturales.- Explotación de recursos naturales que se mantengan en un mínimo constante y evaluar las mejoras o deterioros del medio ambiente.

Desde el enfoque de la economía ambiental, se concibe al desarrollo sustentable como un crecimiento económico, con cierto nivel de conservación de los recursos naturales, cuidado ambiental y distribución de la renta. Es decir, que en la medida en que la calidad ambiental se considere una característica esencial del desarrollo económico, el crecimiento y el desarrollo serán compatibles (Pierri, 2005: 58).

Se han establecido cuatro grados de sustentabilidad, que son: muy fuerte, fuerte, débil y muy débil. La sustentabilidad muy fuerte y muy débil representan las posiciones extremas respecto al crecimiento: oponiéndose (muy fuerte) y defendiéndolo (muy débil).

Por otro lado, la sustentabilidad débil reconoce que la sustituibilidad no es perfecta por lo que hay que mantener cierto capital natural, tomando en cuenta las situaciones y posibilidades. Mientras que la sustentabilidad fuerte propone mantener el *capital natural crítico*¹ y admite la sustitución del capital no crítico (conformado por el resto del capital natural) (Pierri, 2005: 28).

Finalmente no se puede dejar de lado que para que el desarrollo sostenible sea efectivamente posible, es necesario que exista un marco institucional. Un marco institucional bien cimentado abarca un conjunto de organismos, organizaciones, redes y acuerdos con grados de oficialidad diversos, estrechamente ligados con actividades de formulación o ejecución de políticas, no únicamente en el plano local, sino también nacional, regional e internacional. La institucionalidad para reforzar el desarrollo sostenible entró en auge principalmente a raíz de Conferencia de las naciones Unidas sobre Medio Ambiente y

¹ Se considera capital natural crítico los bienes y servicios naturales esenciales para el mantenimiento de los ecosistemas que soportan la vida y no se pueden remplazar (p. ej. atmósfera) (Pierri, 2005; cita a Pearce y Turner; 1993)

Desarrollo en 1992, donde se ratificó al Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) como la autoridad ambiental del sistema de las Naciones Unidas (PNUMA, 2012). Adicionalmente, se encuentra la creación de la Comisión sobre Desarrollo Sostenible (CDS), cuyo fin fue dar seguimiento a la Agenda 21² y el Consejo de la Tierra.

A todo esto, y según la misma fuente citada, deben agregarse los importantes acuerdos logrados, entre los que se destacan la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMUNUCC) y el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB). Actualmente, se atribuyen parcialmente las fallas en el cumplimiento de los objetivos establecidos en la Agenda 21 a la falta de un marco institucional más sólido.

Complementariamente según el PNUMA (2012), existen varios elementos que debe contener el marco institucional para el desarrollo sostenible:

1. Lograr políticas y planificación integradas de las dimensiones social, ambiental y económica del desarrollo sostenible.
2. Trazar caminos y establecer arreglos de apoyo a la implementación a través de los cuales se aborden los objetivos y metas.
3. Evaluar el logro de las metas y objetivos, a través del monitoreo de la implementación, la evaluación y la elaboración de informes, y procedimientos de rendición de cuentas sobre los compromisos.
4. Realizar la supervisión de las entidades en operación establecidas para apoyar todas estas funciones.
5. Mantener bajo revisión el conjunto de arreglos institucionales y asegurar que están trabajando bajo los propósitos de sostenibilidad.

La sustentabilidad agrícola

Este movimiento alternativo a la agricultura convencional nace a partir de 1970 y parte de la percepción de la no sustentabilidad del método de cultivo agrícola hasta la fecha empleado. Se generó desde varios planteamientos de reforma de Estados Unidos, Canadá y oeste europeo, que surgieron a partir de los impactos dejados por el método de agricultura convencional, como sobre explotación, degradación del suelo, deterioro a la salud y efectos ambientales y químicos agrícolas, pérdida de los valores tradicionales agrarios, calidad alimentaria, entre otros (Tommasino, 2005: 138-139). Según la cita anterior, el concepto de

² Es un programa de acción que surge como respuesta a petición mundial, para elaborar estrategias para detener e invertir los efectos de la degradación del medio ambiente, a escala nacional e internacional. Permitiendo así, promover un desarrollo sostenible y ambientalmente racional en todos los países. Este programa desde su creación, debe ser aplicado por gobiernos, los organismos de desarrollo, las organizaciones de las Naciones Unidas y grupos del sector independiente en todas las áreas en las cuales la actividad económica humana tenga efectos sobre el medio ambiente (Naciones Unidas, 1992).

sustentabilidad agrícola aplica para designar “*todo lo que se concibe como bueno o benigno para la agricultura*”. Dentro del concepto de agricultura alternativa se engloba a la agricultura regenerativa, ecológica, biológica y orgánica.

Según Tommasino (2005:139), todas estas mantienen en común el diferenciarse de la agricultura tradicional o convencional y a su vez, a éstas se les puede englobar dentro del paraguas conceptual de agricultura sustentable, entre sus objetivos básicos destacan:

- Mejorar la salud de los productores y los consumidores
- Mantener la estabilidad del medio ambiente
- Asegurar lucros a largo plazo para los agricultores
- Producir considerando las necesidades de las generaciones actuales y futuras.

Este tipo de agricultura aplica técnicas no contaminantes que conservan la fertilidad del suelo (manejo integrado de plagas, rotación de cultivos, fertilización orgánica, entre otros) y eliminan o reducen el uso de fertilizantes y pesticidas.

Evaluación del estado ecológico y la sustentabilidad de los agroecosistemas

Según Altieri (1999: 61-62), las definiciones de sustentabilidad incluyen al menos tres criterios: mantener la capacidad productiva del agroecosistema, preservar la diversidad de la flora y la fauna y mantener la capacidad del agroecosistema para autosustentarse. Estos criterios permiten rendimientos constantes a lo largo del tiempo, bajo una amplia gama de condiciones. Es decir, se asume que la sustentabilidad requiere dos componentes, aparentemente incompatibles que son: el rendimiento continuo y la prevención de la degradación ambiental. El problema es que existe un período de transición antes de lograr la sustentabilidad y, de ese modo, la rentabilidad en la inversión en técnicas agroecológicas puede no ocurrir inmediatamente.

Definición y tipos de agricultura

Debido a las consecuencias derivadas de la utilización de agroquímicos para los cultivos agrícolas, éste es un tema altamente debatido en los últimos años. Está comprobado científicamente que los productos derivados de prácticas agrícolas convencionales generan perjuicios para la salud humana (Suquilanda, 1995: 38).

Según la Normativa de la Producción Orgánica Agropecuaria (2003) emitida por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca, se define a la agricultura tradicional o convencional como “*un sistema de producción agropecuario de subsistencia, con conocimientos ancestrales, se caracteriza, por lo regular, en no depender de la tecnología convencional y aprovecha los recursos que dispone en la finca*” (Ministerio de Agricultura, 2003: R.O 154).

Por otro lado, la agricultura orgánica es un método de producción en el que no se utilizan fertilizantes ni plaguicidas sintéticos y también incluye una gestión holística del sistema agrícola. Según la normativa previamente mencionada, se define a la agricultura orgánica como:

Sistema holístico de gestión y producción, que fomenta y mejora la salud del agroecosistema y en particular la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo. Los sistemas de producción orgánica se basan en normas de producción específicas y precisas cuya finalidad es lograr agroecosistemas óptimos que sean sostenibles desde el punto de vista social, ecológico y económico (Ministerio de Agricultura, 2003: R.O 154).

Mientras que según el Codex Alimentarius³ (FAO/OMS, 2011), la agricultura orgánica se la puede definir como:

Un sistema holístico de ordenación de la producción que promueve y mejora la salud del agrosistema, con inclusión de la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo. Hace hincapié en la utilización de prácticas de ordenación más que en el uso de insumos no agrícolas, teniendo en cuenta que las condiciones regionales requieren sistemas adaptados a cada lugar. Esto se realiza utilizando, en lo posible, métodos agronómicos, biológicos y mecánicos, en lugar de materiales sintéticos, para desempeñar cualquier función específica dentro del sistema.⁴

Finalmente, Suquilanda (1995:14) define a la agricultura orgánica de la siguiente manera:

La agricultura orgánica es una forma por la que los seres humanos pueden practicar la agricultura, acercándose en lo posible a los procesos que se desencadenan de manera espontánea en la naturaleza. Este acercamiento presupone el uso adecuado de los recursos naturales que intervienen en los procesos productivos, sin alterar su armonía.

Al hablar de un producto orgánico se hace referencia al proceso de producción y no al producto en sí mismo. “La agricultura orgánica forma parte de una amplia gama de metodologías que apoyan la protección del medio ambiente” (FAO, 2011). Se basa en normas de producción específicas que buscan generar agroecosistemas óptimos, que sean sostenibles a partir del punto de vista social, ecológico y económico.

Este sistema holístico de gestión de la producción fomenta y mejora la salud del agroecosistema, y en particular de la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo. Enfatiza el uso de métodos culturales, biológicos y mecánicos, en contraposición al uso de materiales sintéticos, para cumplir cada función específica dentro del sistema (FAO, 2011). Un sistema orgánico cumple con las siguientes funciones:

³ La Comisión del Codex Alimentarius fue creada en 1963 por la FAO y la OMS para desarrollar normas alimentarias. Las materias principales de este Programa son la protección de la salud de los consumidores, asegurar unas prácticas de comercio claras y promocionar la coordinación de todas las normas alimentarias acordadas por las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales.

- a) Aumentar la diversidad biológica del sistema en su conjunto.
- b) Incrementar la actividad biológica del suelo.
- c) Mantener la fertilidad del suelo a largo plazo.
- d) Reutilizar los desechos de origen vegetal y animal, a fin de devolver nutrientes a la tierra, reduciendo al mínimo el empleo de recursos no renovables.
- e) Basarse en recursos renovables y en sistemas agrícolas organizados localmente.
- f) Promover un uso saludable del suelo, el agua y el aire, y reducir al mínimo todas las formas de contaminación de elementos que puedan resultar de las prácticas agrícolas.
- g) Manipular los productos agrícolas haciendo hincapié en el uso de métodos de elaboración cuidadosos, a efecto de mantener la integridad orgánica y las cualidades vitales del producto en todas las etapas.
- h) Establecer el sistema orgánico en cualquier finca existente a través de un período de conversión, cuya duración adecuada dependerá de factores específicos para cada lugar.

Con respecto al último literal (H), la legislación ecuatoriana, a través de la normativa de producción orgánica (2003), manifiesta que el período de transición de la unidad productiva de agricultura convencional a orgánica será de mínimo dos años para los cultivos de ciclo corto y de mínimo tres años hasta la cosecha en cultivos perennes.

Además, enfatiza que un período de transición únicamente podrá empezar una vez que la unidad productiva se haya puesto bajo un sistema de inspección por parte de una agencia certificadora y una vez que la unidad haya empezado a poner en práctica las normas de producción orgánica.

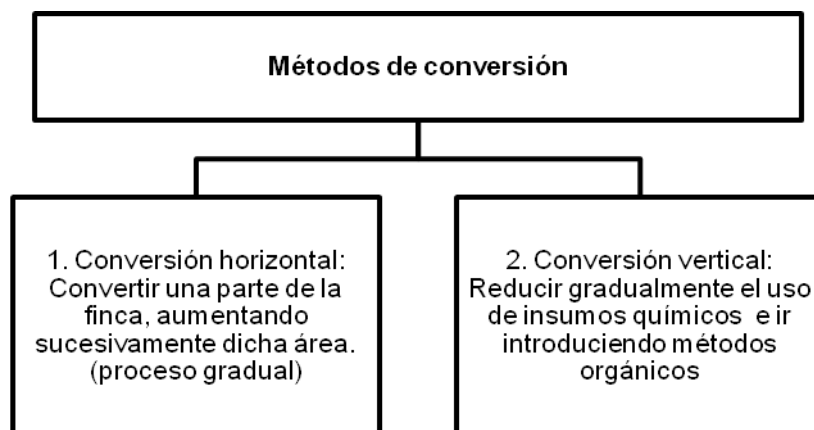
En la práctica, un sistema de agricultura orgánica basa la producción en el buen manejo del suelo, evitando alterar su actividad biológica y fertilizándolo con materia orgánica descompuesta de origen animal o vegetal, como estiércol y humus de lombriz y también con elementos minerales puros. El control de insectos plaga y enfermedades de los cultivos se realiza basándose en principios como: El manejo adecuado del suelo, mantenimiento de la diversidad biológica (a mayor diversidad de cultivos en el campo, menor presencia de plagas y enfermedades), uso de agentes naturales de control, uso de repelentes (calor frío), entre otros. Como resultado de un proceso distinto de cultivo, se obtiene buena producción y productividad en los cultivos, sin causar daños al medio ambiente y a la salud de los agricultores (Suquilanda, 1995: 25).

La agricultura orgánica no representa el retorno a los métodos agrícolas primitivos, sin embargo, se basa en la mezcla de métodos tradicionales de conservación del medio ambiente y el equilibrio biológico, con la tecnología moderna (ver gráfico 3). Su filosofía

enfatisa la rotación de cultivos, la recuperación de los suelos, la diversificación de los cultivos y el control de las enfermedades y plagas de las cosechas por medios naturales. Trata, adicionalmente, de remplazar los procesos externos (químicas industriales) por recursos internos (de la propia finca). Estos últimos incluyen el empleo de la energía solar y eólica, el control de las plagas por métodos biológicos y la fijación del nitrógeno (Castañeda, 2000).

Una de las características de agricultura orgánica que la diferencian de otros tipos de agricultura sostenible es la existencia de normas de producción y procedimientos de certificación.

Gráfico 3. Mecanismos de transformación de agricultura convencional a orgánica



Fuente: (Castañeda, 2000)
Elaboración: Estefanía Charvet

La Federación Internacional de los Movimientos de Agricultura Orgánica (IFOAM) que promueve la agricultura orgánica a nivel internacional, estableció directrices, consideradas como normas mínimas para la producción orgánica, las cuales han sido ampliamente adoptadas. Sin embargo, cada país tiene la potestad para definir sus propias normas orgánicas. Para que un país pueda exportar productos con una etiqueta orgánica, éstos requieren de una certificación orgánica (FAO, 2011). La demanda de productos orgánicos, en general, es liderada por Europa occidental, Japón y Estados Unidos, quienes, como se explicó previamente, cuentan con normas técnicas con carácter de ley para los productos orgánicos y que requieren verificación por organismos certificadores autorizados (FAO, 2004).

La agricultura orgánica en el Ecuador

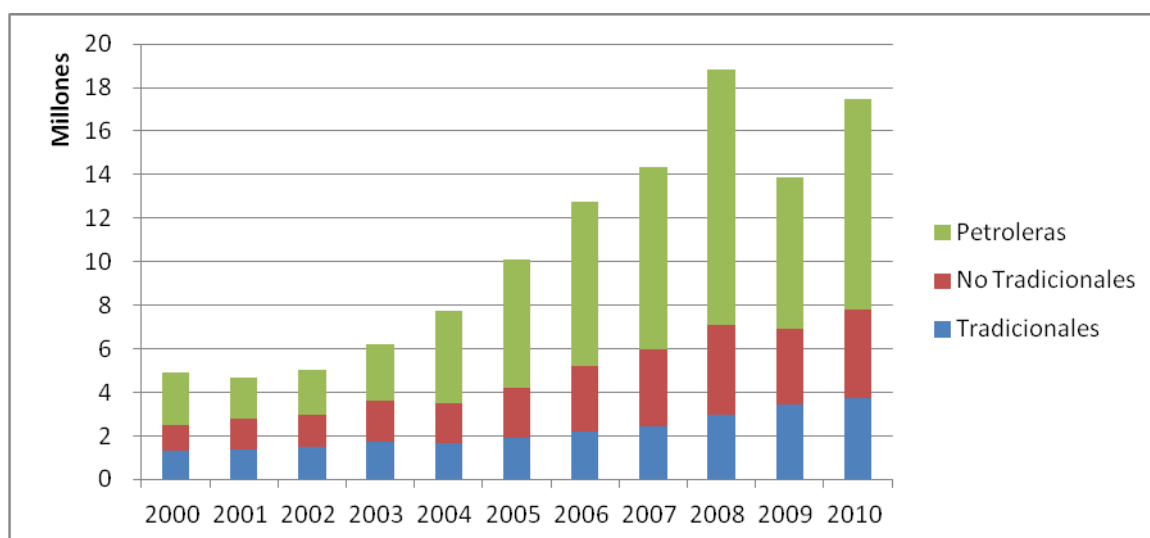
En este capítulo se realiza un análisis histórico de la agricultura como mecanismo de desarrollo económico para el Ecuador. Desde la época de la independencia, las economías latinoamericanas, que hasta entonces habían logrado un incipiente desarrollo de su producción manufacturera (aunque con un alto grado de explotación principalmente de la población indígena, por medio de mitas, obrajes y encomiendas) se integran al comercio internacional, en la época dominado por el imperio inglés, y se convierten en economías exportadoras de productos agrícolas primarios, aprovechando sus ventajas comparativas (Correa, 1996: 26).

La expansión de la actividad productiva no se ha dado bajo bases sustentables ni ha conducido a una distribución socialmente equitativa de los frutos del crecimiento económico. El futuro del país se encuentra amenazado no solamente por la creciente inequidad social, sino también por las aceleradas degradación y destrucción de sus recursos naturales (Larrea, 2006:16-17).

El desarrollo económico impulsado por la agricultura convencional en el Ecuador

El Ecuador se ha caracterizado por ser un país exportador de materias primas. Sus exportaciones están divididas entre petroleras y no petroleras. Las primeras son el principal rubro para la economía ecuatoriana (ver gráfico 4).

Gráfico 4. Participación de las exportaciones petroleras y no petroleras como parte de las exportaciones totales



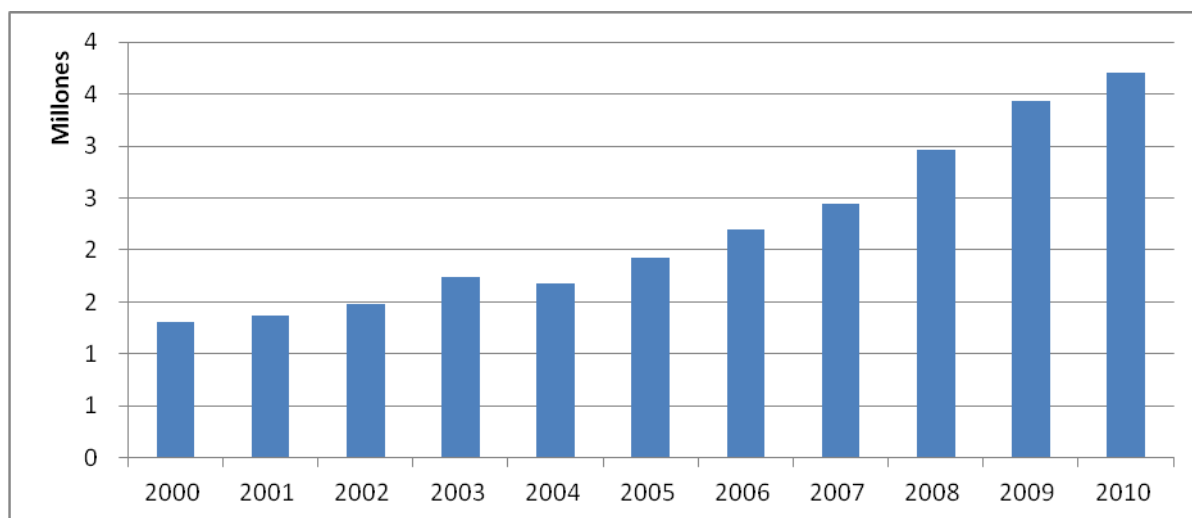
Fuente: BCE

Elaboración: Estefanía Charvet

Las exportaciones no petroleras están subdivididas en exportaciones tradicionales y no tradicionales. Las exportaciones tradicionales están compuestas por productos agrícolas, sobre los que se debe recalcar que no existe una diversificación, hecho que se demuestra en que las exportaciones correspondientes a esta categoría se concentran en cinco: Banano y plátano, café y elaborados, camarón, cacao y elaborados y, por último atún y pescado. Para el año 2010 (ver gráfico 5), según datos del Banco Central, las exportaciones tradicionales representaron 21% del total de exportaciones. En términos más específicos, el banano y el plátano representaron 12% del total de las exportaciones, seguidas por el camarón, que representó el 5%; a continuación el cacao con el 4,9%; finalmente el atún y pescado con 1,4% y el café con el 0,09%.

El sector primario no extractivo está conformado principalmente por el sector agropecuario y la acuicultura del camarón, al que ya se han vinculado para zonas de cultivo a todas las tierras aprovechables, por lo que a futuro el crecimiento de la producción agropecuaria debe estar basado en el incremento de la productividad de la tierra y el mantenimiento de su fertilidad. Larrea (2006: 137-138) explica, entre las principales amenazas detectadas en el sector, se encuentran la degradación de los suelos de altura, el sobrepastoreo, la utilización excesiva de agroquímicos y la deforestación (limita la disponibilidad de agua y la capacidad de retención del suelo) aumentado así los riesgos de futuras inundaciones o sequías.

Gráfico 5. Crecimiento de las exportaciones tradicionales. 2000-2010



Fuente: BCE

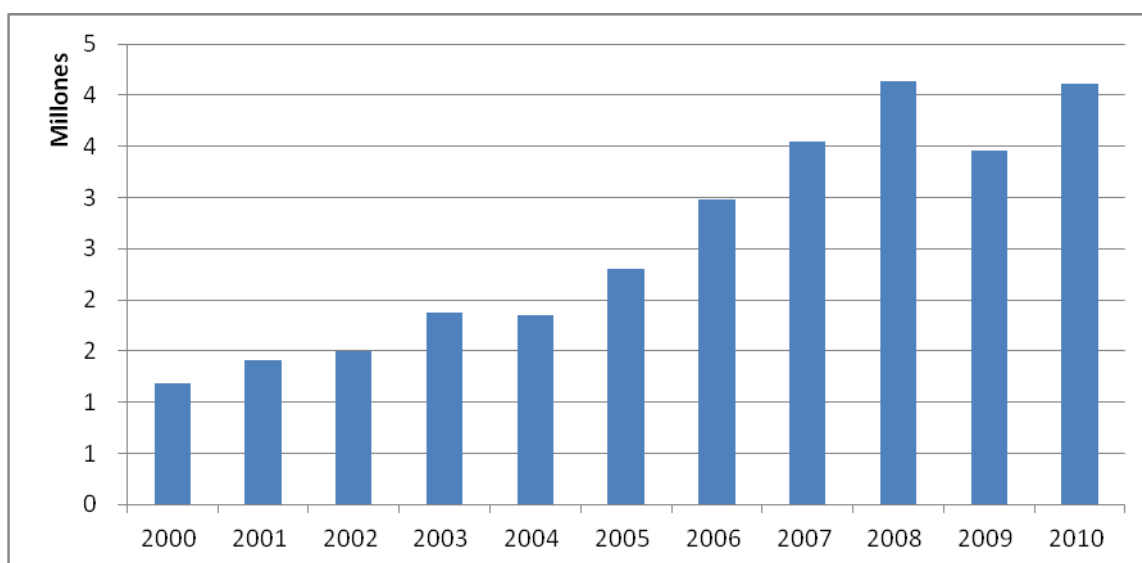
Elaboración: Estefanía Charvet

De acuerdo a William, (1993: 45), el Ecuador tiene condiciones agroecológicas únicas en el mundo. Si bien las agro-exportaciones tradicionales se localizaron en la región tropical de la costa, las no tradicionales provienen no solamente de la mencionada región, sino también de la sierra que ofrece condiciones de suelos, temperatura, intensidad de luz y otros factores que son inigualables en el mundo para el cultivo de hortalizas. La producción de agro exportaciones no tradicionales refleja una nueva inserción en los mercados mundiales. La forma de producir productos no tradicionales varía según factores de intensidad de cultivo,

nivel de inversión requerida y contactos con los mercados internacionales y los estándares de calidad.

El brócoli está dentro del grupo de las exportaciones no petroleras, que para el año 2010 representaron el 24% de las exportaciones totales (ver gráfico 6). Desde el año 2000 existe una tendencia creciente, excepto en el año 2009, en el que se registra una caída de 19,3% con respecto a lo registrado el año precedente, debido a la recesión mundial.

Gráfico 6. Crecimiento de las exportaciones no tradicionales. 2000-2010



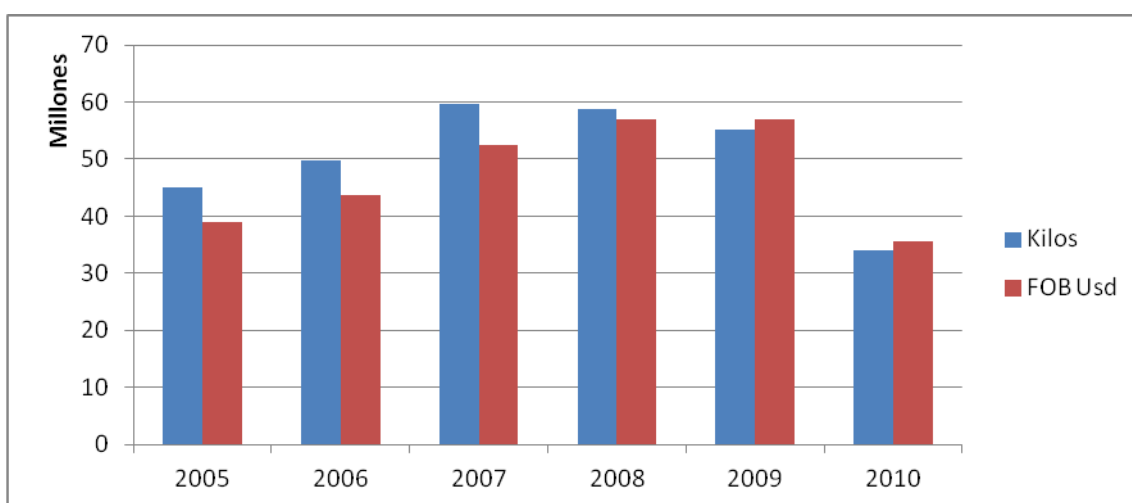
Fuente: BCE

Elaboración: Estefanía Charvet

En general, la horticultura en el Ecuador presentó un ritmo creciente desde los años 90, debido a cambios en las tendencias de consumo en el mercado interno y debido a la creciente demanda externa, lo cual ha acrecentado paulatinamente las exportaciones, principalmente de brócoli, palmito y espárrago (ver gráfico 7). A partir del 2007, comienzan a decrecer las exportaciones, reduciéndose en 2010 en 57% en relación a dicho año, debido a la disminución de exportaciones, principalmente a Estados Unidos, Finlandia, Holanda y Noruega (MCPEC, 2011).

La horticultura resulta una alternativa potencial para los agricultores, por la gran diversificación de productos que poseen, lo cual permite abastecer varios nichos de mercado paralelamente. La horticultura ecuatoriana está concentrada básicamente en la sierra, tanto por sus condiciones climáticas y sociales, como por las técnicas y sistemas de producción aplicadas; en general, la agricultura para los pequeños productores tiene una tipología de carácter “doméstico”, por ser cultivos que se producen en la huerta, con la utilización de mano de obra familiar, son en parte para autoconsumo y sus producciones remanentes permiten acceder a los mercados locales. Para el caso de medianos y grandes horticultores, su producción es de carácter empresarial y su orientación es la agroindustria y los mercados internos y externos del país (FAO 2011).

Gráfico 7. Exportaciones de brócoli en kilos y precios FOB 2005-2010



Fuente: BCE

Elaboración: Estefanía Charvet

Para concluir, la economía ecuatoriana ha ejercido mucha presión sobre los recursos naturales, que la han sustentado hasta hoy. Esta tendencia ha mantenido un ritmo creciente a medida que se han incrementado la población y el producto nacional. El brócoli es un elemento clave en tanto contribuye significativamente a las exportaciones nacionales y, además, aporta a la generación de empleo y la provisión de alimentos para la población.

Representatividad económica de la actividad agrícola

El Ecuador ha transitado por diversas modalidades de acumulación tal como sucedió con los otros países latinoamericanos (Acosta, 2001: 15-16). La historia económica ecuatoriana se resume en cuatro períodos:

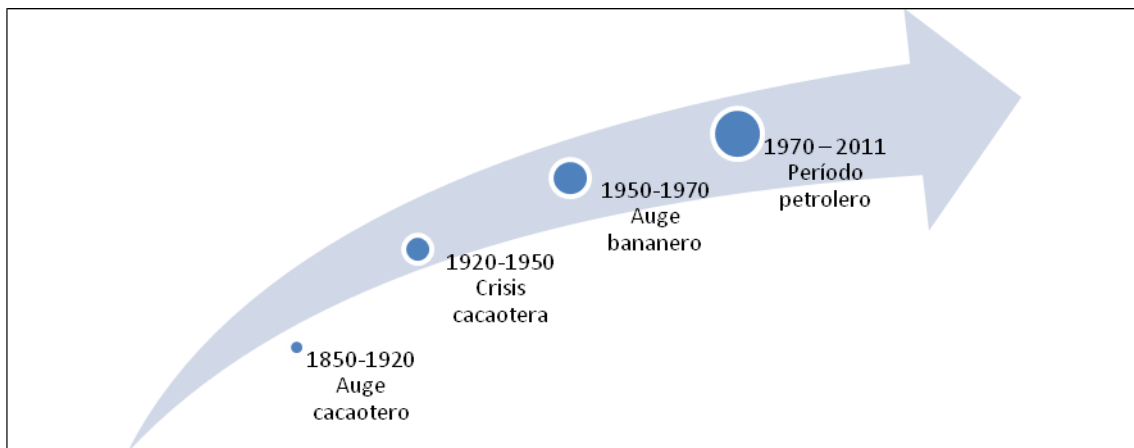
1. Superación del proceso de colonización.
2. El país ingresó en la modalidad agro-exportadora.
3. Intento de avance con una modalidad de industrialización por la vía de la sustitución de importaciones.
4. Transición económica (ajustes neoliberales).

Por los fines de esta investigación, se centrará en el análisis del segundo punto, en el que se abarca el ingreso del país a la modalidad agroexportadora. El Ecuador se especializó en la producción y exportación de bienes agrícolas primarios, en un contexto en el que la presencia de los estados desarrollados comenzó a verse matizada y complementada por la intervención de las grandes empresas transnacionales que buscaban en países como

Ecuador: materias primas baratas o no disponibles en sus países de origen, oferta de mano a precios reducidos, así como de potenciales mercados para los productos de sus industrias (Correa, 2009: 54).

El ritmo de la economía ecuatoriana atravesó por tres períodos asociados a un producto primario de exportación dominante: el cacao, el banano y el petróleo (ver gráfico 8).

Gráfico 8. Períodos de producción de productos primarios dominantes en Ecuador



Fuente: (Larrea, 2006: 48)

Elaboración: Estefanía Charvet

El cacao

Tal y como se enfatiza previamente, los cambios tecnológicos que surgieron a nivel mundial en el siglo XIX simplificaron la expansión de las teorías librecambistas. Fue así que se produjo una mayor interrelación comercial. Fue precisamente a finales del siglo XIX, que el país inició el auge cacaotero, el cual se convirtió en su base económica (Correa, 2009: 58). La participación del producto, llegó a contribuir con el 80% del total de exportaciones y a convertirse en el motor de las crisis económicas y políticas y de las transformaciones socioeconómicas sufridas por el país en dicho período.

En 1860, dada la creciente demanda de cacao y sus derivados en los países industrializados, donde constituía un bien de consumo masivo, el Ecuador logró posicionarse entre los primeros exportadores mundiales, abarcando un 20% y un 25% del total, a lo largo de los años 1895 y 1914. Pese a esto, el proceso productivo estaba caracterizado por el uso extensivo de la tierra y por la contratación de mano de obra a la que se le pagaban salarios cercanos a los de subsistencia. Consecuentemente, esto generó flujos migratorios importantes desde la sierra hacia la costa.

Internamente en Ecuador, también se intensificó el intercambio de productos agrícolas entre la región sierra y costa (la producción desde la sierra a la costa aumentó 150 veces en el lapso de 1908, año de la llegada del ferrocarril y 1925) (Larrea, 2006: 47,50,52,55). La

actividad agrícola exportadora también aceleró el proceso de urbanización en la costa, especialmente alrededor del centro comercial y marítimo de Guayaquil. Ya en este período de la vida económica republicana, se consolidaron las bases para la modalidad de acumulación primaria exportadora propia de los países periféricos, caracterizada por una combinación de exportaciones de recursos naturales e importaciones de insumos y alguna maquinaria para fomentarlas. Citando a (Larrea, 2006: 57)

La crisis cacaotera marca la fragilidad de la integración del Ecuador al mercado mundial sobre la base de productos primarios o monocultivos, con el predominio de tecnologías extensivas y un escaso conocimiento técnico sobre los productos cultivados. Son ampliamente conocidos la fragilidad de los monocultivos a las plagas, y los límites, en el largo plazo, de técnicas de control basadas en agroquímicos.

En conclusión, la demanda de cacao y de otros productos tropicales en el mercado mundial, fue factible por el incremento del ingreso de amplios sectores de la población europea y luego norteamericana. Y esta mayor demanda pudo ser cubierta gracias a las condiciones naturales propicias del Ecuador para la producción del fruto, así como por la disponibilidad de mano de obra barata en particular procedente de la Sierra. (Acosta, 2003: 45). Fue así como las altas ganancias provenientes del cacao, desestimularon la diversificación de la estructura productiva. En definitiva no existía encadenamiento productivo alguno que pudiera haber potenciado la bonanza cacaotera.

El banano

A partir del 1950, la economía del Ecuador se dinamiza gracias a la explotación y exportación bananera. En solo seis años, el país logró convertirse en el primer exportador mundial de la mencionada fruta. En el gobierno de Galo Plaza Lasso se desarrolló un programa de inversión pública y privada para incrementar la producción del banano a gran escala, en el cual las transnacionales se encargaban de la comercialización. El mayor porcentaje de la producción se generaba a través de empresarios nacionales y el Estado aportaba con inversión en infraestructura y crédito para los nuevos productores bananeros.

Para este cultivo, las ventajas comparativas del país fueron: estar libre de plagas y los bajos costos de la mano de obra. El crecimiento del territorio agrícola destinado al cultivo de banano para 1951 era de 45.000 ha que se incrementaron a 147.270 ha en 1964, llegando a 214.592 en 1968 (Larrea, 2006: 62-68). A partir de 1950, la región costa proveía con productos de exportación, como banano, café y cacao y algunos productos de consumo interno y la región sierra se especializó en la producción agrícola de clima templado con cultivos de frutas, hortalizas entre otros.

La principal ventaja comparativa característica de la época eran los bajos salarios del sector agroexportador. El volumen de la exportación de la fruta creció de 100.000 tm en 1948 a 1'087.000 en 1964; sin embargo, a partir de 1965 Ecuador pierde sus ventajas comparativas y se convierte en un proveedor de la fruta estacionario e inestable. Para compensar esta caída en las exportaciones, en la década de los sesenta se incrementaron las exportaciones

de café, cacao y otros productos agrícolas y se abrieron nuevos mercados en Europa del este y la Ex Unión Soviética (Larrea, 2006: 75-78).

El cultivo de banano en sus formas tradicionales es altamente intensivo en el empleo de plaguicidas y agroquímicos, lo que en varias ocasiones ha originado serios problemas ambientales y efectos nocivos sobre la salud de los trabajadores. [...] Se ha reportado casos de esterilidad en trabajadores bananeros, como resultado de su exposición a determinadas sustancias químicas en el cultivo bananero. Otro interrogante importante se vincula con el potencial deterioro del suelo y subsuelo, que el empleo intensivo de fertilizantes no puede equilibrar en el largo plazo (Larrea, 2006: 80).

La Reforma Agraria de 1964 fue claramente el eje que aglutinó las fuerzas modernizantes. Aunque el impacto sobre la distribución de la tierra es limitado, la reforma significó el punto sin retorno para formas feudales de producción como el huasipungo y el inicio de cambios estructurales en el uso de la tierra, el balance entre diferentes cultivos y la aplicación de tecnologías para la modernización del campo (Correa, 1996: 50).

En síntesis, el impacto del banano en la economía nacional fue mucho más profundo en términos nacionales que aquel generado por el cacao décadas antes: se amplió la frontera agrícola hacia nuevas zonas de la costa; se expandió notoriamente la red vial y se produjo un mayor proceso de migración de la sierra a la costa, con un desarrollo acelerado de la ciudades y un cierto robustecimiento del mercado interno, en base de la expansión de las relaciones salariales, el aumento de la obra pública y la propia diversificación de la economía, así como por la no monopolización de las actividades productivas, como sucedió en la época cacaotera (Larrea, 1991: 31-36).

La explotación bananera permitió al país comenzar un incipiente proceso de industrialización orientado hacia la sustitución de importaciones de bienes de consumo e intermedios. Se buscaba eliminar de forma definitiva el altamente perjudicial modelo agroexportador de productos primarios. El modelo económico agro exportador es muy criticado y ha mostrado su incapacidad para garantizar tasas sostenidas de acumulación y desarrollo de sus fuerzas productivas (Sánchez, 2009: 37). Bajo estas condiciones era lógico que los ritmos de acumulación y la reactivación económica dependieran, fundamentalmente de un nuevo auge de las exportaciones o de entradas importantes de capital extranjero. Por este motivo se afirma que Ecuador aún debe buscar o mejorar su modelo agro exportador, diversificando sus productos de exportación y potencializando su tecnología en la producción de dichos productos, para ser competitivo en los mercados internacionales.

Inicios del petróleo

En 1972 comienza la extracción de petróleo. Esto trajo como resultados un PIB per cápita que llegó a duplicarse, más industrialización, urbanización, expansión de clase media y fortalecimiento del Estado. El crecimiento de las exportaciones alcanzó los 2.481 millones en 1980. Pese a todo, a diferencia de los productos agrícolas, el petróleo tiene bajo impacto indirecto en la economía nacional, dada la baja generación de empleo que propicia y debido

a que resulta un bien que se exporta sin procesamiento y no requiere muchos insumos nacionales en la producción (Larrea, 2006: 95,99). Hasta la última década, el 45% de las rentas del presupuesto general del Estado provienen del sector del petróleo. Pese al auge petrolero los limitados avances en el campo social evidenciaron dificultades de transformar el crecimiento económico en desarrollo humano.

La realidad de una economía primaria exportadora refleja el escaso interés por invertir en el mercado interno, ya que no hay incentivos que permitan desarrollar y diversificar la producción interna que debería estar vinculada a procesos exportadores y transformación de los recursos naturales en bienes de mayor valor agregado (Acosta, 2009: 39). En conclusión, la economía extractivista no es sinónimo de desarrollo sostenible, y llegará un momento en el cual estos recursos naturales dejen de existir, ya que no se ha planificado su extracción a largo plazo.

Consecuentemente, la base de la economía agroexportadora tradicional fue la concentración de la propiedad en manos de terratenientes /exportadores y el uso de una de formas de mano de obra asalariada y no asalariada. En las décadas de los 60 y 70 hubo gran número de transformaciones en todos los sectores de la sociedad ecuatoriana referentes a la industrialización y urbanización. Mientras que, en el sector rural se dio un proceso de reforma agraria que comenzó con transformaciones significativas en la estructura de producción agropecuaria que resultaron en agricultura más tecnificada, especializada e intensiva en el uso del capital. En las décadas 70 y 80 la producción agropecuaria sufrió una serie de transformaciones dramáticas en lo que se refiere a la producción de diversos productos agrícolas. Según (William, 1993: 64), se destacaron dos tendencias importantes:

- i) El área dedicada a la producción de alimentos básicos para el mercado interno disminuyó entre 1970 y 1984 y la producción de estos alimentos decreció en 345.000 toneladas.
- ii) El área dedicada a cultivos tradicionales para la exportación decreció notablemente pero la producción aumentó en más del 25%.

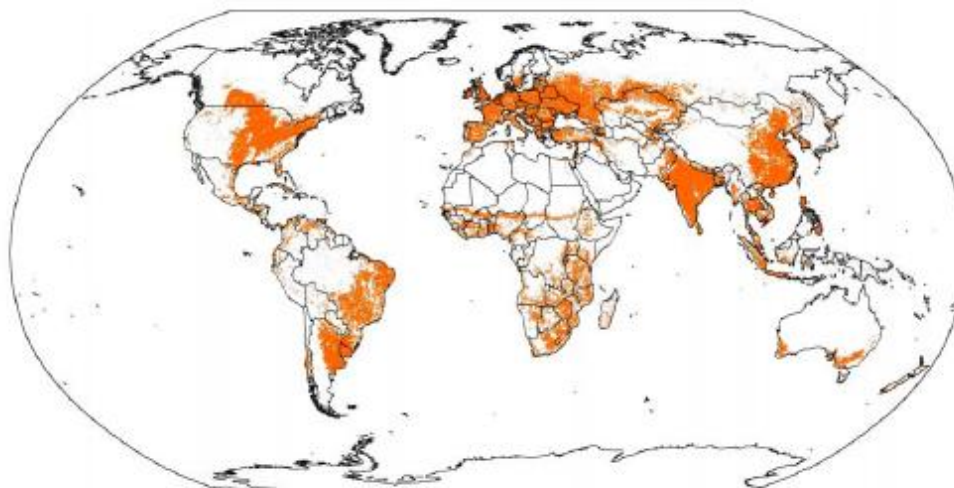
La agricultura orgánica como medio de producción alternativo

La agricultura orgánica es un sistema de producción que busca aprovechar de la mejor forma posible los recursos de la finca. Enfatizando aspectos relacionados con la fertilidad del suelo y la actividad biológica y minimizan al máximo el uso de fertilizantes y plaguicidas sintéticos como medidas para proteger tanto el ambiente como la salud humana (Andersen, 2003: 4). En el gráfico 9 pueden observarse las zonas de cultivo a nivel mundial, donde se evidencia pérdida considerable de la diversidad producto de la transformación de los ecosistemas por satisfacer la demanda de alimentos y otros elementos.

Los principales mercados para los productos orgánicos son los Estados Unidos, Europa y Japón. De acuerdo a la oficina de estudios y políticas agrarias (2007), la evolución de las

ventas orgánicas a nivel mundial muestra que desde 1997 al 2010, estas crecieron de once mil millones a cien mil millones. Siendo Reino Unido, Dinamarca y Suiza los países en donde se han registrado mayores incrementos porcentuales en la demanda.

Gráfico 9. Extensión de los sistemas cultivados en general en el año 2000



Fuente: (Millennium ecosystem assesment, (s/f))

Asimismo, se asevera según estudios (Veco y BCS, 2007) que la agricultura orgánica seguirá en crecimiento. Esta afirmación se basa en estadísticas que toman en cuenta el número de productores y de la participación en el mercado de los productos orgánicos. Es remarcable que el mercado de productos orgánicos para el año 2009 fue de 54,9 USD billones de dólares o 40 billones de euros, siendo los países con mayor participación Estados Unidos (17,8 billones de euros), Alemania (5,8 billones de euros) y Francia con (3 billones de euros) (Willer, 2011: 20).

La evolución de las ventas orgánicas presenta un fuerte despunte entre los años 2005 y 2010, con una variación en ventas de 222,6% (ver tabla 1).

Tabla 1. Evolución de las ventas orgánicas a nivel mundial

Año	Ventas mundiales de productos orgánicos	Variación
1997	11.000	-
2000	17.500	59,1%
2001	21.000	20,0%
2003	24.000	14,3%
2004	27.000	12,5%
2005	31.000	14,8%
2010	100.000	222,6%

Fuente: (EGM Consultores, 2007: 14)

Elaboración: Estefanía Charvet

Las estadísticas mundiales para el año 2009 indican la existencia de 160 países que practican agricultura orgánica certificada, con un número total de 37,2 millones de hectáreas involucradas, incluyendo aquellas en conversión. Los países que sobresalen son: Australia (12 millones de ha) y Argentina (4,4 millones de ha). Particularmente América Latina posee en conjunto 8,6 millones de ha destinadas al cultivo orgánico. Pese a esto, el número de países que cuenta con un porcentaje mayor al 5% de tierras de cultivo destinado a la agricultura orgánica llega únicamente a 24, lo cual representa mundialmente mundial el 0,9% de la tierra agrícola (Willer, 2011: 14).

En el caso ecuatoriano, además de las experiencias de certificación, que se tratarán posteriormente, existen otras que constatan el progreso de esta actividad a nivel nacional. En el país existen varias historias exitosas recopiladas por Suquilanda (2006: 20), entre las que se destacan las siguientes:

- 1. La experiencia de desarrollo juvenil comunitario:** Se lleva a cabo en la década de los 80 conjuntamente con campesinos e indígenas, en la provincia de Cotopaxi. Su objetivo primordial fue mejorar la producción de cultivos de ciclo corto, mediante la producción orgánica. Paralelamente, se desarrollan huertos familiares que utilizan mecanismos orgánicos de cultivo.
- 2. Sumag Allpa:** Inicialmente se implementan 2 hectáreas en Pifo (Pichincha). Actualmente han triplicado la superficie inicial. Para esto emplearon la tecnología de la agricultura nativa andina, potenciada con avances científicos y tecnológicos. Esto le llevó a abrir un propio centro para el expendio de sus productos, que tiene un target alto; es decir, personas del quintil más alto, a quienes el precio de los productos se le sobrecarga un 25% con respecto al valor convencional de los productos.
- 3. Fundagro:** Arranca en 1991, con el objetivo de demostrar la posibilidad de producir cultivos de manera orgánica con proyección comercial, logrando exitosos resultados en el campo de las hortalizas, llegando a exportar 30 toneladas de lechugas a Estados Unidos, calificadas con un puntaje 95/100. Gracias a los resultados logrados en las distintas fases de experimentación evidenciaron que sí es posible desarrollar, en las condiciones nacionales, una estrategia de producción comercial fundamentada en técnicas de agricultura orgánica.

La certificación de los cultivos

Este es un proceso importante dentro de la agricultura orgánica, que se ha vuelto clave para la comercialización de productos bajo este tipo de cultivo, denominado también certificación por terceros. Es decir que ni comprador ni vendedor certifican el producto, en su lugar, esta labor es llevada a cabo por un organismo.

La certificación es una garantía por escrito dada una agencia certificadora independiente, que asegura que el proceso de producción o el producto cumple con ciertos requisitos establecidos por diferentes organizaciones o países. Estos requisitos de certificación pueden prestar mayor importancia a cuestiones ambientales (tales como la conservación del suelo, protección de agua, uso de plaguicidas, manejo de desechos, etc.) o bien, a otros aspectos de la producción como la sanidad de los productos. La aplicación de estos requisitos puede contribuir a aumentar la protección de los recursos locales, la protección de la salud de los trabajadores y generar otros beneficios para los productores, los consumidores y las comunidades agrícolas (Andersen, 2003: 2).

Según la FAO, el sistema de certificación por terceros, se generó para garantizar que exista independencia e imparcialidad en la evaluación de un producto respecto a ciertas condiciones o normativas.

La certificación abrió campo principalmente para las exportaciones de productos agrícolas en los que el comprador no está en contacto directo con el productor, y por lo tanto no puede constatar los procesos seguidos para el cultivo. La agricultura no es la única actividad que puede certificarse, ya que también pueden integrarse productos ya procesados, como mermeladas, salsas, quesos, entre otros.

La certificación es realizada por una empresa certificadora, la cual está dedicada al estudio de las fincas que trabajan orgánicamente, así como a determinar si cumplen con las normas de producción orgánica. Entonces, si el resultado es positivo, la certificadora otorga un certificado de cumplimiento de dichas normas. Esta institución debe ser completamente independiente de tal forma que las decisiones sobre certificar o no una finca no pueden estar sesgadas o influenciadas (Delgado y Saborio, s/f: 2).

Es necesario que los productores consideren los costos de certificación, y que se busquen los mecanismos para que la certificación se convierta en una inversión, en lugar de un costo irrecuperable a partir de las ventas del producto. En algunos casos, una opción recurrente es la asociación entre pequeños agricultores que les permitan asumir estos costos bajo esta personería. Los costos de la certificación varían y dependen mucho de los cambios que el productor tenga que hacer dentro de su finca y del tipo de programa de certificación que vaya a emplear. De forma general, se puede decir que los costos están principalmente relacionados con dos aspectos: el tiempo que toma el certificador en recorrer y visitar la finca, donde juega un rol muy importante el número de hectáreas por certificarse y, en segundo lugar, los gastos de viaje del certificador. De acuerdo a la FAO, certificar los productos trae diversas ventajas que benefician a todos los actores en la cadena:

Los consumidores satisfacen sus expectativas con los productos que adquieren.
Los productores tienen una ventaja comercial.

Historia definiciones y algunos tipos de certificación

La inspección orgánica inicio a mediados de los años setentas, cuando asociaciones de agricultores desarrollaron sus propios sistemas de certificación que luego evolucionarían hacia unos sistemas más independientes que buscaban mejorar la confianza de los

crecientes consumidores. Las primeras normas básicas orgánicas (IBS) fueron creadas por la Federación Internacional de los Movimientos de Agricultura Biológica (IFOAM), con sede en Bonn, Alemania, en la década de los ochentas. Cabe destacar que algunos países han desarrollado sus propios reglamentos para los productos orgánicos con el fin de proteger a sus productores locales. Las primeras normas fueron adoptadas en Estados Unidos (Estado de Oregon en 1974), seguidos por Francia (en 1985). Otras normas nacionales importantes para el comercio internacional son: la Norma Agrícola Japonesa (JAS, sigla en inglés), la normas del Programa Orgánico Nacional de Estados Unidos (NOP, sigla en inglés) entre otras (FAO, 2004).

A continuación, según la clasificación e información provista por la FAO (2004) se abordan y resumen las principales de ellas:

a) Normas con participación gubernamental

IFOAM/IOAS

El Servicio Internacional de Acreditación de la Producción Orgánica (IOAS) acredita a organizaciones de certificación que cumplan con los criterios de IBS.

Reglamento de la Unión Europea

Proporciona las pautas en lo referente a la acreditación nacional de los organismos de certificación. Es decir, que estos organismos deberán actuar en conformidad con la norma europea

El Programa orgánico nacional de los Estados Unidos (USDA-NOP)

El NOP es un programa que está vigente desde octubre del 2002. Fue diseñado para garantizar que todos los productos vendidos en los Estados Unidos como 'orgánicos', deberán ser certificados por un organismo o un programa estatal que haya sido previamente acreditado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Dentro de este programa más específicamente se detallan los estándares para regular cualquier granja, cultivo u operación de manejo que quiera vender un producto orgánicamente producido.

La norma agrícola japonesa (JAS)

Entro en vigencia en abril de 2001. La norma japonesa obliga a todos los productos orgánicos de origen vegetal vendidos en Japón a portar la etiqueta JAS y tener la certificación expedida por un organismo aprobado y registrado. Asimismo, la norma JAS requiere que cada planta elaboradora o de empaque tenga; un responsable de revisar la ruta de la auditoria, procedimientos de operaciones y un informe de la clasificación que cumpla los requisitos de JAS (Weinberg, 2002b, citado en FAO, 2004).

ISO 14000

La ISO es una organización no gubernamental, sin fines de lucro, fundada en 1947 y con sede en Ginebra. Sus miembros son gubernamentales, paraestatales, tripartitas o no gubernamentales. Según la FAO, se la ha reconocido como una de los mayores organismos establecedores de normas armonizadas internacionales de la industria. La ISO 14000 son mecanismos o herramientas para la gestión ambiental que apuntalan a la supervisión hacia la supervisión y la auditoría ambiental, etiquetado y evaluación del ciclo de vida de los productos.

b) Normas establecidas por la industria

EUREPGAP

EUREPGAP es un sistema privado de certificación. EurepGap (para frutas y verduras) tiene el objetivo de incrementar la confianza de los consumidores en la inocuidad de los alimentos. No hay ninguna etiqueta de EurepGap y tampoco hay prima sobre el precio.

Sistema armonizado COLEACP

El sistema armonizado COLEACP es una asociación interdisciplinaria de exportadores, importadores y otros participantes interesados en el comercio hortícola y está diseñado como un conjunto mínimo de normas de seguridad para los alimentos, el medioambiente y las condiciones sociales, para ser incorporadas en los códigos nacionales.

c) Normas establecidas por ONG

Certificación de la Rainforest Alliance

La Red de Agricultura Sostenible (SAN), anteriormente Red de Agricultura para la Conservación (CAN), es una coalición de 10 organizaciones no gubernamentales orientadas hacia la conservación en el continente americano (Rainforest Alliance, 2003, citado en FAO). El programa se enfocó inicialmente hacia el impacto ambiental de los métodos de producción y la conservación del hábitat, pero ha ido incorporando normas para las relaciones comunitarias y las condiciones laborales. Entre las normas ambientales que maneja, esta prohíbe eliminar el bosque primario y contiene requisitos para el de manejo de suelos y agua.

Comercio justo - SA8000

La norma de responsabilidad social SA8000 promueve la aplicación de convenios de la OIT que abarcan la justicia social y las condiciones de trabajo. Esto incluye la prohibición del trabajo de menores y de trabajos forzados, el cumplimiento de condiciones ambientales de trabajo relativas a la seguridad y la salud, los derechos de libertad de asociación y de negociaciones colectivas, y los criterios sobre los horarios de trabajo y salarios, así como el derecho a no ser discriminado y la necesidad de un sistema de gestión social.

Proceso para la certificación

De forma general, como lo explica (Delgado y Saborio, s/f: 2-7), los pasos para la certificación son los siguientes:

Primer paso - Transición o conversión

Es el proceso que inicia desde que la finca establece un sistema de producción orgánico hasta lograr la certificación. El proceso de transición incluye aspectos básicos de la agricultura orgánica, estas son: las prácticas preventivas, la diversificación de la producción, aprovechamiento del potencial de los recursos de la finca, uso de insumos permitidos en agricultura orgánica, tener un plan de manejo a corto, mediano y largo plazos, conocer las preferencias de los potenciales clientes sobre certificadoras.

Segundo Paso - Contacto con la Certificadora

Es un primer acercamiento donde se podrá determinar si se requiere aún esperar más tiempo con el proceso orgánico, modificando o eliminando alguna práctica agrícola o si ya se puede dar inicio al proceso de la certificación.

Tercer paso - Leer y entender la información recibida de la certificadora

La certificadora entrega varios documentos al agricultor: "Paquete de certificación" los cuales deberá leer y estudiar detenidamente. (p. ej. existen algunos productos sintéticos que no son prohibidos completamente, y otros de origen natural que sí lo están.)

A continuación, algunos de los documentos frecuentemente otorgados por la certificadora a sus clientes:

- El manual de normas y procedimientos de la certificadora.- Es aquí donde están establecidas las normas de la certificadora que deben cumplirse para obtener la certificación. Se detallan insumos y métodos de producción permitidos para el control de hierbas o plagas.
- La solicitud de certificación.- Solicitud formal de la certificación. Aquí se indica toda la información referente a la finca y al manejo de los cultivos. Esta información se complementa con un detalle del manejo que se le dio a la finca durante los últimos años.
- Declaración jurada del productor.- Documenta bajo juramento que la información contenida en la solicitud de certificación es verdadera.
- Materiales de apoyo.- Documentos que contienen información complementaria.

Cuarto paso- Llenado de la solicitud de certificación y la declaración jurada del productor.

Toda la información contenida en el documento debe ser verdadera y precisa, no se debe ocultar información que sea clave en la decisión de certificación.

Quinto paso - Envío del formulario de solicitud y la declaración jurada del productor

Es preferible hacerlo personalmente por si surge alguna duda en el momento de entregar los formularios. La certificadora procede a revisar la información entregada y asignará un inspector para llevar a cabo la inspección en la finca.

Todos estos pasos deberán encaminar al futuro aplicante a uno de los procesos más importantes para la certificación, la inspección. Esta consiste en una visita que realiza el inspector a la finca con el fin de verificar la información provista por el productor y comparar las prácticas de la finca con las normas de producción.

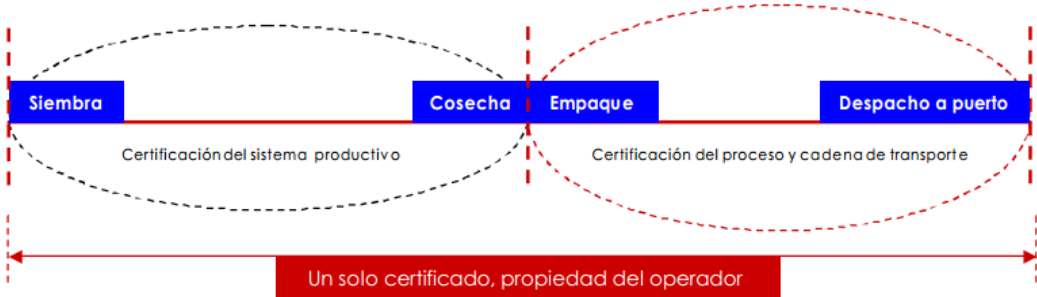
Aquí también se verifican aspectos como los cultivos sembrados, la cantidad de tierra ocupada, la ubicación de la finca, los cultivos vecinos si hubieran, las instalaciones, el equipo de trabajo que posee el productor y la bodega de materiales e insumos, el manejo que se le ha dado a la finca durante los últimos tres años, el manejo de la fertilidad y conservación del suelo que incluye métodos de fertilización de los abonos, su procedencia, las cantidades empleadas y las fechas de aplicación. Además se comprueba la existencia de un plan de manejo para prevenir la erosión del suelo.

A continuación, el inspector envía un informe basado en la inspección realizada, detallando cada uno de los puntos antes mencionados. Para otorgar la certificación existe un Comité de Certificación que tiene la decisión final. Adicionalmente este comité también da recomendaciones a ser acatadas para en el caso de que no se cumpla a cabalidad con alguna de las normas de producción (Delgado y Saborio, s/f: 8-11).

El certificado orgánico tiene normalmente validez por un año, y puede incluir todos los cultivos que hasta el momento tiene sembrado el productor. Sin embargo, si a la mitad del período el productor decide sembrar un cultivo nuevo debe informar a la certificadora para incluirlo dentro de la certificación actual.

Según el lugar en donde se vayan a vender los productos cultivados, se selecciona el tipo de certificación requerida. Como se mencionó previamente, para el caso del brócoli, específicamente, sus principales mercados son Estados Unidos, la Unión Europea y Japón. Cada país cuenta con sus propias normas de certificación.

Gráfico 10. El ámbito de aplicación del proceso de certificación



Fuente y elaboración: (GTZ, s/f)

Finalmente, se puede destacar que hay ámbitos de aplicación del proceso de certificación, uno para certificar el proceso productivo y otro para el proceso del producto y la cadena de

transporte (ver gráfico 10). Para esto, se otorga un único certificado de propiedad del operador quien es el actor con estructura legal, quien firma el contrato con la agencia de certificación, siendo los principales tipos de operadores cooperativas, asociaciones de productores o exportadores que contratan a pequeños productores.

La certificación en el Ecuador

La dependencia del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), denominada Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro (Agrocalidad) mantiene una unidad de programas específicos de certificación orgánica, que cuenta con una normativa que le permite registrar, controlar y supervisar a los operadores de la cadena de producción orgánica agropecuaria para garantizar su categoría como productores, procesadores y comercializadores de productos orgánicos certificados y observar el desempeño técnico y administrativo de las agencias de certificación de productos orgánicos y sus inspectores.

Cualquier empresa certificadora que desee operar en el país debe estar reconocida y acreditada ante el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. En el Ecuador, las certificadoras reconocidas son las siguientes: BCS ÖKO Garantie Cía. Ltda, Control Unión Perú S.A.C, ECOCERT Ecuador S.A., la Certificadora Ecuatoriana de Estándares Ceresecuador Cía. Ltda. y Quality Certification Services Ecuador (QCS). Las normas de producción orgánica son bastante parecidas en todo el mundo en cuanto a los principios generales.

El país cuenta con aproximadamente 160 operadores orgánicos certificados ante Agrocalidad, entre productores, procesadores y comercializadores. Entre los principales productos certificados están: banano, café, cacao y algunas hortalizas. El Ecuador es un país con escaso desarrollo de cultivos orgánicos. Esto se refleja en un limitado 0,93% de tierras agrícolas dedicadas a cultivos no tradicionales (IFOAM, 2011).

Los costos para la certificación orgánica con Agrocalidad varían dependiendo el número de hectáreas, según la tabla 2 que se muestra a continuación:

Tabla 2. Costos de certificación de Agrocalidad según número de hectáreas

Extensión del Cultivo	Valor USD	Periodicidad
Hasta 5 ha	5,00	2 años
5,1-20 ha	15,00	2 años
20,1-100 ha	50,00	2 años
100,1-500 ha	100,00	2 años
500,1-1.000 ha	250,00	2 años
Más de 1.000 ha	300,00	2 años

Fuente: Agrocalidad

Elaboración: Estefanía Charvet

Adicionalmente, se debe recalcar que la Política ambiental nacional (PAN) del Ecuador, en la política 1, estrategia 4, establece: incentivar actividades productivas rentables de bajo impacto ambiental, para lo cual se requiere fomentar y apoyar las actividades no contaminantes (Ministerio del Ambiente, s/f). Es así que se especifica como una de estas actividades, al fomento de agricultura orgánica en el Ecuador. Con esta finalidad, se plantea crear un inventario de agricultores orgánicos en el país para desarrollar mecanismos de incentivo a sus labores, implementar mecanismos de fomento de agricultura orgánica a través del amparo a los mercados orgánicos en zonas urbanas y difundir los beneficios a la salud por el consumo de productos agrícolas orgánicos.

La agroecología en el Ecuador

A todo lo anterior debe agregarse, que hay varias experiencias a nivel nacional que están desvinculadas del concepto de certificación por terceros, a las cuales se les denomina agroecológicas, ya que poseen su propio mecanismo de autorregulación para garantizar la calidad y el cumplimiento de lineamientos o estándares de la producción.

Un ejemplo es Probio, quienes emplean un mecanismo en el cual los costos de verificación son mínimos, ya que cuentan con la garantía de un veedor local y una normativa rigurosa. El veedor no tiene ningún vínculo con los productores, lo que evita sesgos en los resultados de la evaluación. De esta forma, según sugieren los grupos agroecológicos, esto ayuda a no limitar el consumo elitista de productos orgánicos certificados. A este mecanismo de “certificación” se le denomina *sistema participativo de garantía*. Este sistema se basa en los siguientes principios: el poder igualitario de participación de todos sus miembros, la organización y el compartir una visión común y el cumplimiento de normas mínimas establecidas en los cultivos.

La garantía del cultivo, a través del sistema participativo de garantía, se realiza mediante la utilización de un aval o sello, que tiene un código de ética. Para recibir este sello, se requiere de un registro geográfico del predio y adicionalmente se toman muestras de agua y suelo para ser analizadas, además de la respectiva inspección. Con los resultados, es el comité de ética quien proporciona el sello de garantía. A diferencia de la certificación de terceros, este certificado es entregado a la unidad de producción agrícola (UPA) y al productor, más no al producto cultivado, generando una “certificación” más holística.

Análisis costo financiero del cultivo de agricultura orgánica y convencional

Esta sección muestra financieramente cuál de las dos alternativas de cultivo, ya sea orgánica o convencional es financieramente más rentable. Esto se logra a través de la evaluación de ciertos índices financieros que muestren el retorno y la liquidez principalmente.

Este análisis fue trabajado en base al estudio de caso del cultivo de brócoli en una plantación de tipo orgánico y otra de tipo convencional. Las dos plantaciones se encuentran localizadas en Latacunga, en la provincia de Cotopaxi.

Análisis costo/beneficio

El análisis costo beneficio será una sección que le permita al tomador de decisiones contar con una herramienta adicional o un criterio específico financiero para colaborar en el proceso de toma de decisiones, que permita definir cuál de los dos procesos de producción de brócoli, orgánico o convencional resulta finalmente más conveniente, tomando en cuenta varios componentes. A su vez, esto permitirá tener argumentos para fortalecer diversas políticas encaminadas hacia el sistema productivo que resulte holísticamente más benéfico.

Un proyecto de inversión, es una herramienta que aporta para la búsqueda de una solución inteligente para un problema relacionado con una necesidad humana. También se le puede considerar como respuesta a una idea que busca solucionar un problema o aprovechar una oportunidad. A través de la realización de la evaluación financiera de un proyecto, se puede identificar y discriminar entre las diferentes alternativas de inversión, seleccionando así la opción más factible, sustentable y rentable en términos sociales y financieros (Yépez, 2009). Según Baca (2001: 2), un proyecto se puede describir como *“un plan, que si se le asigna determinado monto de capital y se le proporcionan insumos de varios tipos, podrá producir un bien o un servicio útil al ser humano o a la sociedad en general”*.

Mientras que, según Fontaine (2008: 3), el proceso de evaluación se basa en lo siguiente:

En emitir un juicio sobre la bondad o conveniencia de una proposición; para ello es necesario definir previamente el o los objetivos perseguidos. La evaluación resulta más interesante cuando hay objetivos en conflicto [...] y es absolutamente necesaria cuando se presentan opciones para la solución de un mismo problema, o para alcanzar los objetivos deseados.

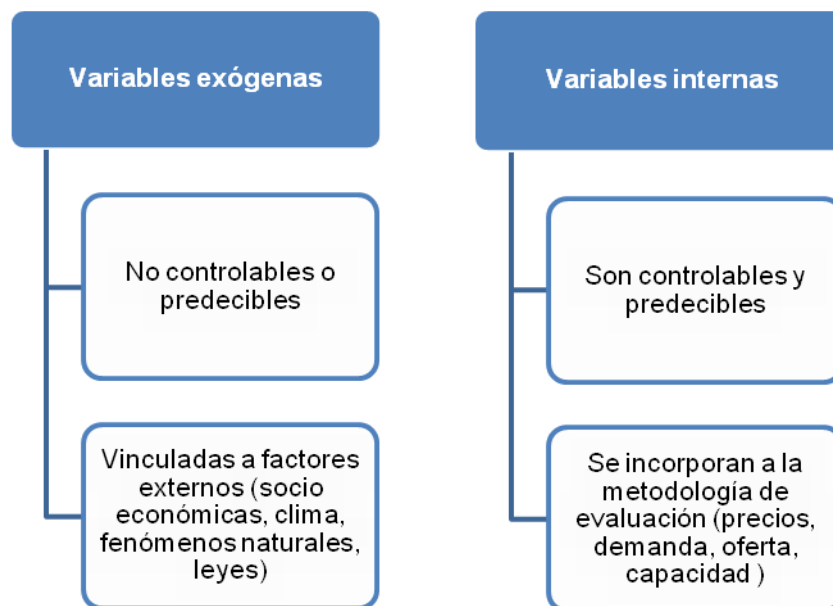
Siempre que coexista una necesidad humana de bienes o servicios, existirán oportunidades de inversión y para realizar dicha inversión se requiere un sustento basado en un proyecto correctamente estructurado y evaluado que oriente las acciones. Sin embargo, la realización de la evaluación de proyectos no implica que los proyectos evaluados estén exentos al

fracaso, según Sapag (2007: 35), algunos de los elementos que advierten estos resultados son los siguientes:

- Imposibilidad de predicción perfecta sobre los componentes de los beneficios y los costos.
- Errores conceptuales de algunos evaluadores.

Para comprender los distintos riesgos que contiene la realización de un proyecto (ver Gráfico 11), es necesario conocer que todo proyecto de inversión identifica y estima dos tipos de variables: exógenas e internas (Yépez, 2009).

Gráfico 11. Tipos de variables



Fuente: (Yépez, 2009)
Elaboración: Estefanía Charvet

De acuerdo a Yépez (2009) entre los posibles riesgos derivables de la realización de un proyecto de inversión se encuentran los siguientes:

- Posibilidad de ocurrencia de un evento que afecte el desarrollo del proyecto.
- Presencia de variables exógenas en la formulación, evaluación e implementación del proyecto.

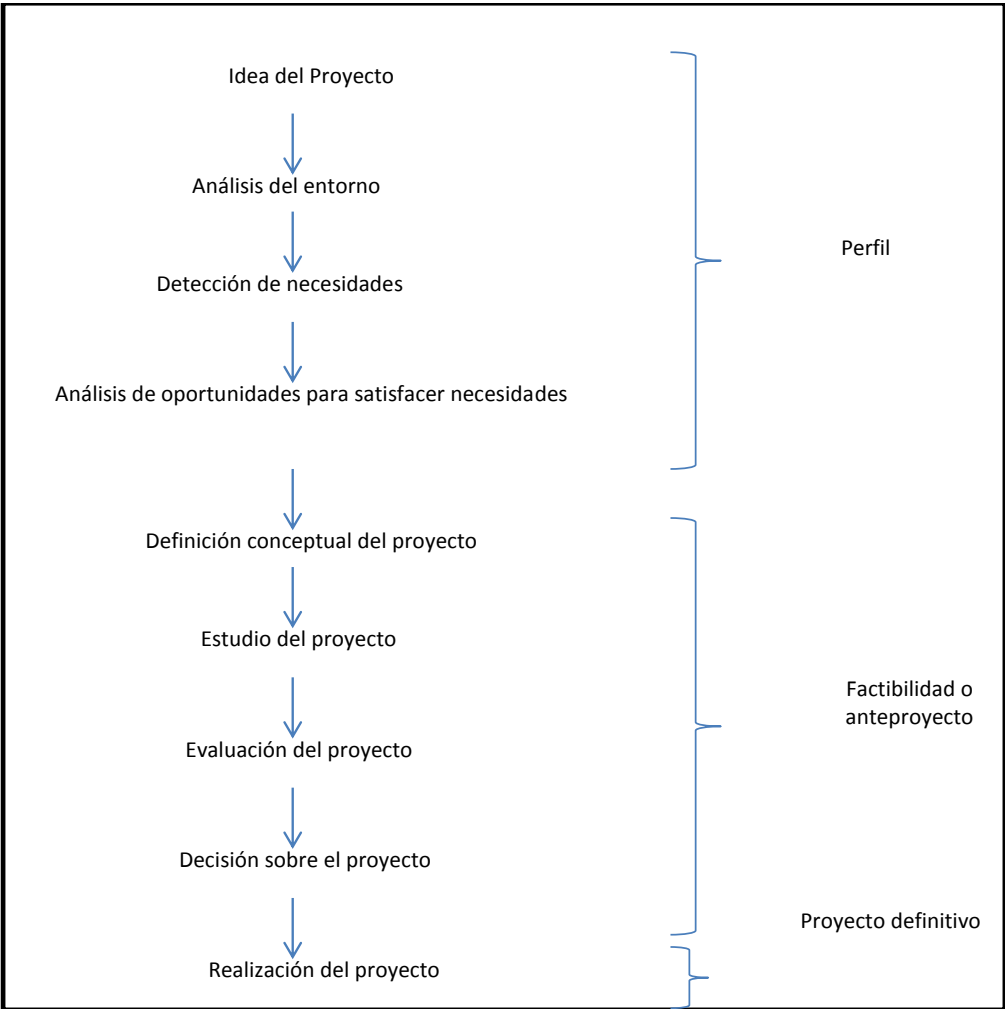
Un aspecto que no se puede relegar a segundo plano es determinar el alcance del proyecto, el cual requiere tomar en cuenta la viabilidad comercial. Esto implica medir la sensibilidad al bien o al servicio producido; la viabilidad técnica, que implica posibilidades materiales,

físicas y químicas; la viabilidad legal, que involucra restricciones de carácter legal y normativo; la viabilidad financiera y económica; y, finalmente su impacto ambiental.

Procesos de evaluación de proyectos

Baca (2001: 5), dispone que la evaluación de proyectos distingue tres niveles de profundidad: el perfil, el estudio de prefactibilidad o anteproyecto, en el cual se profundiza la investigación en fuentes primarias y secundarias de información (detalla la tecnología, determina los costos totales y la rentabilidad económica del proyecto) y, finalmente, el proyecto definitivo que contiene toda la información del anteproyecto con mayor detalle y especificidad (ver gráfico 12).

Gráfico 12. Proceso de evaluación de proyectos



Fuente: (BACA, 2001: 6)

Identificación y medición

Para realizar la identificación de los costos y beneficios de un proyecto, en primer lugar se debe definir la situación base o sin proyecto; es decir, determinar cuál sería el escenario en el caso de que no existiera el proyecto específico. Fontaine recomienda poner especial énfasis en establecer cuales son los costos y beneficios verdaderamente atribuibles al proyecto.

El proceso de identificación parte con definir, medir y valorar los costos y beneficios pertinentes de todas las alternativas de proyectos posibles que permitan alcanzar los objetivos planteados. Una vez realizado esto, se debe proceder con la medición, para lo cual se emplean unidades de medida o normas (p.ej metros lineales, cúbicos, grados centígrados) (Fontaine, 2008: 4-11).

Estudio de mercado

Esta sección consta fundamentalmente de la cuantificación de la oferta y la demanda, el análisis de los precios y el estudio de la comercialización. El estudio de la oferta y la demanda puede obtenerse a partir de fuentes de información primaria, las cuales proporcionan datos más confiables; sin embargo, también es posible obtener este tipo de información de fuentes secundarias. Adicionalmente, un estudio de mercado aporta con la provisión de una política adecuada de precios, de comercialización del producto o servicio y principalmente, sirve para determinar si existe o no un mercado viable para el producto o servicio a proveerse (Baca, 2001: 7).

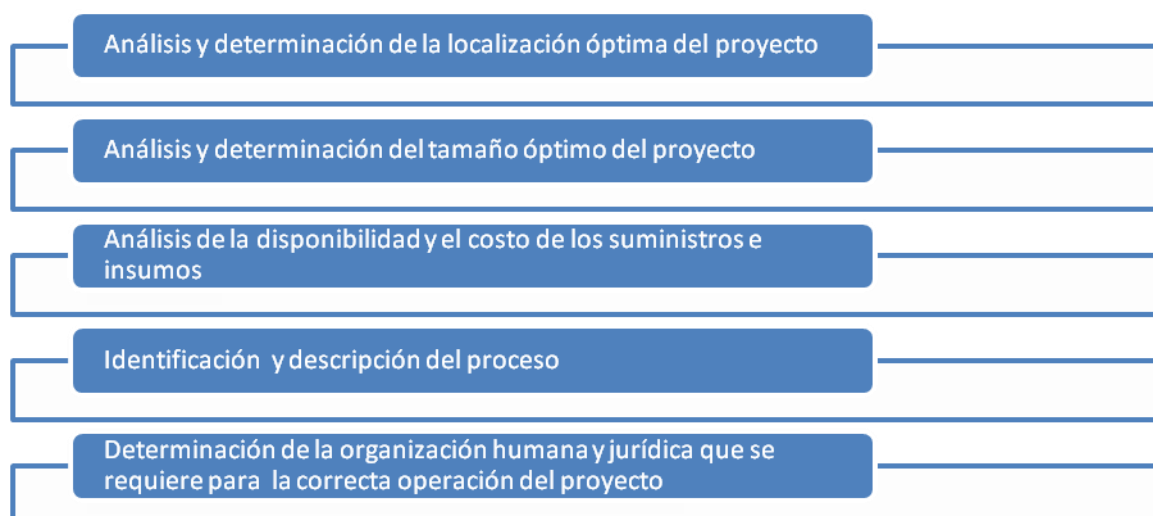
Estudio técnico

En este apartado se determinan el tamaño de la planta, la localización óptima de la misma, la ingeniería del proyecto y el análisis administrativo. Lo que se pretende es dominar la tecnología de producción. Un estudio técnico está conformado por los siguientes aspectos (ver gráfico 13).

Estudio y evaluación económica

En esta etapa del proyecto se busca ordenar y sistematizar la información monetaria proporcionada en las etapas anteriores del proceso, que servirán como base para la evaluación económica.

Gráfico 13. Componentes de un estudio técnico



Fuente: (BACA, 2001: 85)

Le metodología para calcular el beneficio económico derivado de un proyecto de inversión es la siguiente (Fontaine, 2008: 11-18):

Un proyecto utiliza en el período t los insumos j en las cantidades Y_{jt} , con un costo unitario de P_{jt} , de modo que el costo total en el período t es:

$$(1) \quad C_t = \sum_j Y_{jt} \cdot P_{jt}$$

A su vez, el proyecto genera beneficios en el período t mediante la entrega de X_{it} bienes i que generan un beneficio unitario de P_{it} ; así, el beneficio total en el año t es:

$$(2) \quad B_t = \sum_i X_{it} \cdot P_{it}$$

Restando (1) de (2) se obtiene el beneficio neto en el período t :

$$(3) \quad BN_t = B_t - C_t = \sum_i X_{it} \cdot P_{it} - \sum_j Y_{jt} \cdot P_{jt}$$

La preparación del proyecto busca determinar los valores de X_{it} e Y_{jt} como los valores que adoptarán P_{it} e P_{jt} . La evaluación económica del proyecto sumará los BN_t que se estimó generará el proyecto durante su existencia y sobre la conveniencia de llevarlo a cabo (Fontaine, 2008: 12-13).

Debido a que los beneficios netos se materializan en distintos períodos t , para sumarlos y obtener una medida del valor de todos los Beneficios Netos que genera el proyecto, su VBN, cada uno de los valores anuales debe ajustarse por un coeficiente V_t para poder hacerlos comparables (Fontaine, 2008:13).

$$(4) \quad VBN = \sum_t^n BN_t \cdot V_t$$

En la presente investigación, se pretende determinar entre los dos tipos de agricultura estudiados, la convencional y la orgánica, para el caso específico del cultivo del brócoli, cuál de ellas es una mejor inversión, a través del análisis de índices financieros. En definitiva, si un inversor está buscando proyectos rentables, lo que procura este apartado del estudio es definir si esta alternativa resulta propicia en términos financieros, o no, esto implica poder recuperar la inversión y, además, generar rentabilidad adicional para el inversor. Con esta finalidad, se analizan diversos índices financieros que permiten al inversionista valorarlos e inclinarse por una alternativa u otra.

Complementando el párrafo precedente, Sapag (2007: 34) afirma que la evaluación se expresa de diversas formas, entre los principales criterios para evaluación se encuentran los siguientes:

1. El valor actual neto (VAN): mide en valores monetarios los recursos que aporta el proyecto por sobre la rentabilidad exigida a la inversión.
2. La tasa interna de retorno (TIR): mide la rentabilidad de un proyecto en términos porcentuales y corresponde a la tasa que hace al valor actual neto igual a cero.
3. Período de recuperación de la inversión (PRI): mide en cuánto tiempo se recupera la inversión, incluido el costo del capital involucrado.

El valor actual neto (VAN)

Mide el aumento en la riqueza que un proyecto le genera a su dueño, comparado con lo que hubiera obtenido sin aplicar proyecto alguno o aplicando un proyecto alternativo.

$$(5) \quad VAN = \sum_0^n \frac{BN_i}{(1+r)^i}$$

Donde:

B_i = Beneficios del proyecto en el año i

C_i = Costos del proyecto en el año i

r = Tasa de descuento

Como ratifica Fontaine (2008: 34, 94), la inversión es rentable solo si la cantidad de dinero que se aporta hoy para hacer frente a los gastos de inversión, es menor que la cantidad de dinero con la que se debe contar hoy para obtener un flujo de ingresos comparable al que generaría el proyecto en cuestión. Numéricamente eso implica que el VAN sea mayor a cero.

Fernández (2007: 130-131) establece que para proyectos mutuamente excluyentes se opta por el proyecto con el mayor VAN, mientras que para proyectos independientes se sigue la siguiente regla:

VAN > 0 Se elige el proyecto

VAN < 0 No se acepta el proyecto

VAN = 0 Financieramente no se elige, pero estratégicamente puede ser escogido.

Adicionalmente, cabe recalcar que un VAN positivo garantiza:

- Recuperación de la inversión
- Pagar el costo del financiamiento
- Generación de un excedente

La ventaja de recurrir a este indicador es que considera todos los flujos y su ubicación en el tiempo. Mientras que sus principales desventajas radican en que no pondera la importancia de la inversión inicial en su resultado.

La tasa interna de retorno (TIR)

Fernández (2007: 100,132), define la tasa interna de retorno como la tasa de interés que hace igual a cero el valor actual de un flujo de beneficios netos. Precisa a la TIR como la tasa de descuento (r), que permite al valor actual de los flujos de beneficio (positivo) igualarse al valor actual de los flujos de inversión negativos.

$$(6) \quad 0 = \sum_{i=0}^n \frac{BN_i}{(1+r)^i}$$

Las reglas de decisión de la TIR son:

Para proyectos mutuamente excluyentes, se elige el proyecto con la TIR mayor.

Para proyectos independientes, se usa la siguiente regla de decisión:

Si el TIR > K^5 ; VAN > 0 Se opta por el proyecto

Si el TIR < K ; VAN < 0 No se opta por el proyecto

Si el TIR = K ; VAN = 0 No se opta por el proyecto

⁵ Costo del capital

Período de recuperación de la inversión

El período de recuperación se define como el tiempo en años que se tarda en recuperar el monto de inversión inicial de un proyecto. Si los flujos netos del efectivo son iguales en cada período, entonces:

$$(7) \quad PRI = \frac{I}{FN}$$

Donde:

I = Inversión inicial

Fn = Flujo neto de efectivo actual

Fernández (2007: 128) explica, si los flujos del efectivo no son iguales, el *PRI* se calcula acumulando los flujos del efectivo sucesivos (positivos o negativos), hasta que su suma sea igual a la inversión.

$$(8) \quad PR = N^{\circ} \text{ de años antes de cubrir } I_0 + \frac{\text{Monto no cubierto de } I_0}{\text{Flujo del año en el que se cubre } I_0}$$

Según este método, las mejores inversiones son aquellas que tienen un plazo de recuperación más corto. La importancia de este método es que basa la escogencia de los proyectos considerando el criterio de liquidez, más que de rendimiento.

Entre las limitaciones del método están el no tomar en cuenta el valor del dinero en el tiempo y, además, no considera los flujos obtenidos después del plazo de recuperación.

Otros indicadores financieros:

Meza (2010: 147), establece otros indicadores que serán tomados en consideración para la evaluación financiera:

Indicadores de Rentabilidad

- **La rentabilidad sobre los activos (ROA).**- Es uno de los índices de rentabilidad y muestra cuanto de utilidad genera cada dólar invertido.

$$(9) \quad ROA = \frac{\text{Utilidad neta}}{\text{Activos}}$$

- **Rentabilidad sobre el patrimonio (ROE).**- Es un indicador de rentabilidad que muestra cuánta utilidad genera para los accionistas cada dólar que invirtieron.

$$(10) \quad ROE = \frac{\text{Utilidad neta}}{\text{Patrimonio}}$$

Indicadores de Liquidez

- **Capital de trabajo.**- Son los recursos que requiere la empresa para poder operar. En el caso del cultivo de brócoli, son todos los recursos que requiere el productor para iniciar con el cultivo.

$$(11) \quad CT = \text{Activos corrientes} - \text{Pasivos corrientes}$$

- **Prueba ácida.**- Es un indicador que sirve para medir la liquidez de una empresa, su capacidad de pago.

$$(12) \quad \text{Prueba ácida} = \frac{\text{Activo corriente} - \text{Inventarios}}{\text{Pasivo Corriente}}$$

Indicadores de eficiencia

- **Rotación de activos.**- Relación entre ventas y activos. Muestra la eficiencia en el manejo de los activos de una empresa.

$$(13) \quad \text{Rotación de activos} = \frac{\text{Ventas}}{\text{Activo total}}$$

- **Rotación de cuentas por cobrar.**- Indica cuantas veces en el año las cuentas por cobrar fueron recuperadas o cobradas.

$$(14) \quad \text{Rotación de cuentas por cobrar} = \frac{\text{Costo de Ventas}}{\text{Cuentas por Cobrar promedio}}$$

- **Rotación inventarios.**- Cuantas veces se rotó el inventario en un año.

$$(15) \quad \text{Rotación de inventario} = \frac{\text{Costo de ventas}}{\text{Inventario promedio}}$$

El excedente privado (Beneficio - Costo)

El costo

El costo total privado (CTP) es el precio pagado por cada insumo, multiplicado por la cantidad empleada del mismo.

$$(16) \quad CTP = X_1P_1 + X_2P_2 + X_3P_3 + \dots + X_nP_n + ck$$

Donde cada P representa el precio de los distintos insumos X_n

El monto de c dependerá del tipo de interés y también de la vida útil del bien de capital, k (Fontaine, 2008: 16).

El beneficio

El consumidor debe afrontar un costo de oportunidad debido a su restricción presupuestaria que le hace sacrificar el consumo de ciertas cosas para consumir otras. El beneficio total privado (BTP) está dado por el precio del bien P_p multiplicado por la cantidad vendida de él (Fontaine, 2008: 16).

$$(17) \quad BTP = P \cdot P_p$$

El excedente

La producción de un bien se genera con la lógica que la inversión sea menor a ganancia, y así, obtener un excedente:

$$\sum P_{ins} \cdot Q_{ins} < P_p \cdot P$$

$$CTP < BTP$$

$$(18) \quad (PTP - CTP) = \text{Excedente privado}$$

Si el costo es igual al beneficio la riqueza del productor no aumenta pues habrá incurrido en costos que se igualan a sus beneficios. Sin embargo, si el costo es menos al beneficio, el excedente económico será positivo (siempre y cuando los precios empleados para realizar este cálculo reflejen los verdaderos costos de utilizar los insumos) por lo que aumenta la riqueza del productor (Fontaine, 2008: 17).

La depreciación de la maquinaria

La depreciación hace referencia a una disminución en el tiempo del valor de los activos. Cuando se produce un bien o servicio determinado, se incurre en un desgaste en la maquinaria empleada para esa finalidad. Por este motivo, el precio del bien debe incluir un valor de recuperación de dicho desgaste. Así, al alcanzar la vida útil de la maquinaria se contarán con los recursos económicos necesarios para reponerla (Fontaine, 2008: 58-59).

Análisis costo/beneficio de la producción de brócoli bajo dos sistemas de cultivo

Identificación del proyecto

Cultivo de brócoli orgánico en lugar de convencional

En primera instancia, deben definirse todos los costos y los beneficios atribuibles al proyecto. La falta de inversión en el cultivo de brócoli orgánico implicaría que la hortaliza se seguiría cultivando como hasta el momento, es decir con uso intensivo del suelo de cultivo que utiliza gran cantidad de fertilizantes y fitosanitarios que deterioran la calidad de ciertos factores ambientales. A la larga esto derivará en suelos altamente desgastados lo cual incentivará la extensión de los suelos agrícolas y otros daños al ambiente.

Por otro lado, los beneficios que derivan del consumo de brócoli orgánico involucran menor impacto al ambiente y reducción del riesgo de afectaciones a la salud, derivada de la utilización de productos químicos que usualmente se los emplea en cultivos convencionales de brócoli. A esto debe acotarse que la producción nacional de brócoli aporta con la generación de 11.700 empleos directos, donde cuatro mil familias dependen de los ingresos derivados de esta actividad (MCPEC, 2011).

Dada la gran aceptación que tienen en el medio los productos orgánicos, los consumidores están dispuestos a pagar más por un producto que cumple con cualidades como el ser amigable con el ambiente y ser cultivado sin la utilización de productos químicos perjudiciales para la salud.

Caracterización del producto – Brócoli

Es una hortaliza, familia de las crucíferas. Su nombre científico es *Brassica olerace*. Originaria del Mediterráneo y Asia menor, está formada por tallos carnosos y gruesos que brotan de axilas foliares formando inflorescencias, generalmente una central de mayor tamaño y otras laterales. Contiene varias yemas florales con pedúnculos carnosos que son la parte comestible (IICA, 2007: 3). Las características comerciales deseables de la inflorescencia son: que sea compacta y de grano fino (USAID, 2008: 2). El brócoli adquirió mucha popularidad desde principios de siglo y, últimamente, se ha incrementado su consumo debido a resultados de investigaciones que afirman que esta hortaliza es altamente efectiva en la prevención y el control del cáncer por el alto contenido que posee de ácido fólico. El brócoli contiene alto valor nutricional por su alto contenido de vitaminas, minerales, carbohidratos y proteínas (ver tabla 3).

Tabla 3. Composición nutricional del Brócoli

Compuesto	Cantidad
Calorías	28 Kcal
Agua	90,69 g
Proteína	2,98 g
Grasa	0,35 g
Cenizas	0,92 g
Carbohidratos	5,24 g
Fibra	3 g
Calcio	48 mg
Hierro	0,88 mg
Fósforo	66 mg
Vitamina C	93,2 mg

Fuente: FAO

Elaboración: Estefanía Charvet

Nota: Valores correspondientes por cada 100 gramos de la porción comestible del brócoli.

El brócoli posee grandes oportunidades comerciales por su gran aceptación en mercados como el estadounidense, europeo y japonés y su demanda es creciente, debido a la tendencia internacional por consumir productos naturales de preferencia aquellos que tengan algún beneficio probado para la salud.

El crecimiento del cultivo comercial de brócoli en Ecuador se inició en 1990, cuando se ampliaron las superficies del cultivo. La agroindustria, dedicada al proceso de IQF (Individual Quick Frozen o congelación rápida individual), comenzó su desarrollo alrededor del año 1992. Desde su inicio, este subsector tuvo un crecimiento constante y sostenido, representando una creciente proporción de las exportaciones no tradicionales. En el Ecuador todavía no se registran procesos industriales de brócoli preparado y envasado. La totalidad de la producción se la comercializa fresca o congelada (CORPEI, 2009: 3).

Los suelos recomendados para el cultivo son los ricos y fértiles en materia orgánica, que posean un buen drenaje ya que resulta particularmente sensible al exceso de agua. Esta hortaliza es tolerante a las distintas épocas de siembra a lo largo de todo el año, tomando en cuenta que durante la época seca el cultivo requiere riego.

Es un cultivo particularmente de zonas altas o climas templados y relativamente secos, tolera heladas de hasta -2°C durante sus primeras etapas, siendo su temperatura óptima de 15° a 18° grados centígrados, lo cual implica un clima frío convirtiendo a la sierra ecuatoriana en la región productiva de esta hortaliza por excelencia. Esto incluye provincias como Cotopaxi, Pichincha y Tungurahua, aunque recientemente los cultivos en las provincias de Chimborazo, Imbabura, Cañar y Azuay se han incrementado. Para su mejor desarrollo y calidad se recomiendan zonas arriba de los 1.500 msnm. Por esta razón algunas de las principales zonas de cultivo a nivel nacional son las provincias de Pichincha y Cotopaxi. No obstante, temperaturas inferiores a 3 ° C y superiores a 30 ° C detienen su crecimiento (Barahona, 2006:16).

Situación del proyecto

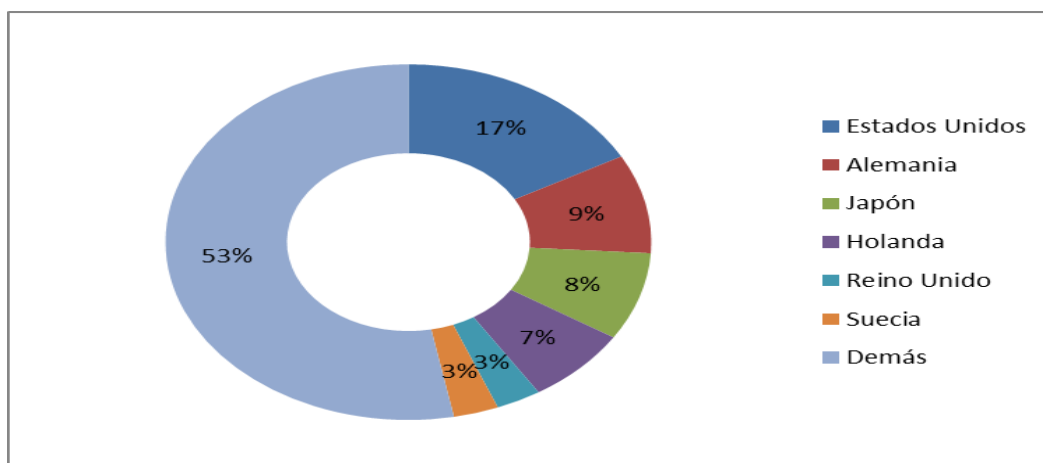
En la actualidad es evidente la creciente tendencia a nivel mundial por demandar productos orgánicos. El brócoli es un producto no tradicional que tiene gran aceptación en el mercado internacional. Actualmente, su cultivo ha sido considerado por el Ministerio Coordinador de la producción, empleo y competitividad como uno de los sectores estratégicos, dentro de la categoría alimentos. Adicionalmente, dada la posición geográfica del Ecuador (sobre la línea equinoccial y con zonas altas que superan los 2000 msnm) recibe gran exposición a la luz solar, mayor a la de otras regiones del mundo, permitiendo así la formación de pellas de un color verde más intenso, a diferencia de sus pares mexicanas y uruguayas que son amarillentas y rojizas.

a) Oferta del producto

De acuerdo a datos del MCPEC (2011) Ecuador es el mayor exportador de brócoli de Sudamérica y uno de los tres principales proveedores del mercado europeo. En los últimos años el crecimiento de las exportaciones fue del 13% anual. Los mercados más representativos son los de: Estados Unidos (17%), Alemania (9%) y Japón (8%). En el 2010, el país exportó un total de 34.041,11 TM (35.527,61 miles de USD) (ver gráfico 14).

Según datos del Censo Agropecuario (2000) las superficies cultivadas más representativas se encuentran en la provincia de Cotopaxi (2040 ha), seguido por Pichincha (480 ha) e Imbabura (300 ha) las cuales representan el 68%, 16% y 10% de la superficie total cultivada, respectivamente.

Gráfico 14. Destino de las exportaciones de brócoli 2004-2009



Fuente: (BCE, 2011)

Elaboración: Estefanía Charvet

Nota: En la categoría demás no existe una precisión más exhaustiva, sin embargo entre los países aquí contenidos están Bélgica, Canadá, Finlandia, Italia, Israel, Irlanda, Francia, Noruega, Nueva Zelanda y Venezuela.

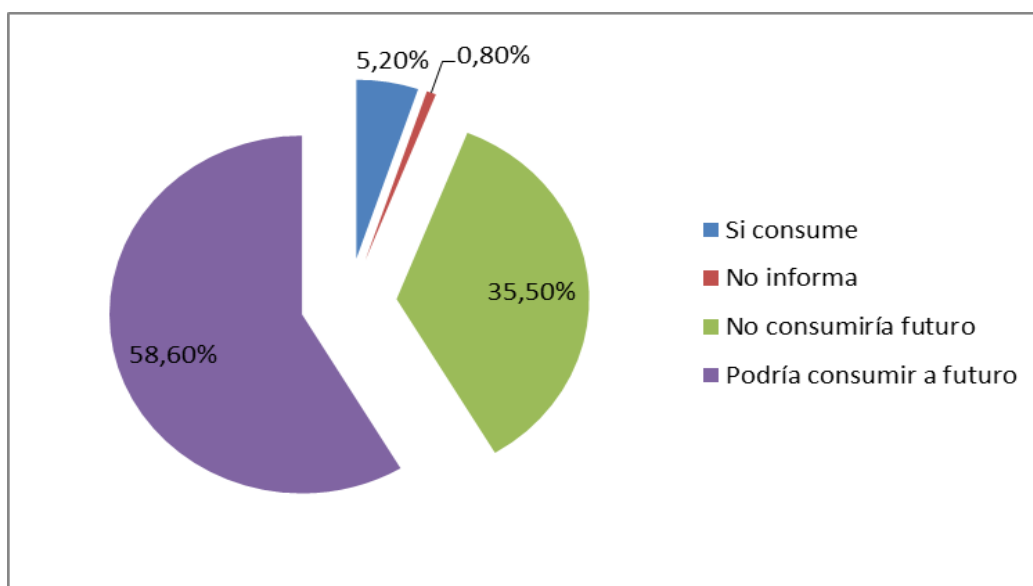
b) Demanda del producto

Los datos presentados en esta sección provienen de un estudio realizado por Veco y BCS (2007) acerca del consumo de productos orgánicos en los hogares ecuatorianos, según el cual en el mercado ecuatoriano el 7,1% de los hogares los conoce; Sin embargo, únicamente el 5,2% los consume. Pese a que un 94,1% no consume este tipo de productos, el 58,6% afirma que podría comenzar a consumirlo en el futuro, mientras que 35,5% definitivamente no lo consumiría (ver gráfico 15). En todas las ciudades consideradas para el estudio, más del 50% de encuestados se consideran consumidores potenciales.

Otro dato relevante derivado de este estudio afirma que al igual que el conocimiento el número de hogares disminuye a medida que decrece el nivel de ingreso del hogar.

Cabe recalcar que con el fin de realizar el análisis financiero, el estudio se basará en ciertos supuestos, que posteriormente serán detallados, según los cuales toda la producción es demandada y ésta es exportada a través de una empresa específicamente encargada de comercializar el producto, omitiendo la demanda interna de brócoli orgánico. Sin embargo, se agregó esta información al ser considerada relevante para comprender la dinámica del mercado nacional, ya que una apertura en dicho mercado sería una gran oportunidad para los productores.

Gráfico 15. Consumo de productos orgánicos en Ecuador 2007



Fuente: (Veco y BCS 2007)

Elaboración: Estefanía Charvet

Normas y sistema tributario

Para los productos orgánicos, incluyendo al brócoli, se diseñaron disposiciones legales y tributarias. Según la Normativa de la Producción Orgánica Agropecuaria (2003) desarrollada

por el MAGAP, la cual considera a la agricultura orgánica como una forma de desarrollo del agro ecuatoriano y tomando en cuenta que el Ecuador sustenta gran parte de su economía en la agricultura, se establecen normas y procedimientos para la producción, transformación, empaque, etiquetado, almacenamiento, transporte, comercialización, exportación e importación de los productos agropecuarios orgánicos; y también para asegurar que todas las fases, desde la producción hasta llegar al consumidor final, estén sujetas a un sistema de control común.

En lo que respecta al sistema tributario, el análisis financiero considerará todos los impuestos que por ley las actividades productivas en el país deben asumir:

- **Retención de impuestos.-** La retención es la obligación que tiene un comprador de bienes y servicios, de no entregar el valor total de la compra al proveedor, sino de guardar o retener un porcentaje por concepto de impuestos. Este valor debe ser entregado al Estado a nombre del contribuyente, para quien esta retención le significa un prepago o anticipo de impuestos.
- **Impuesto a la renta.-** Es el impuesto que se debe cancelar sobre los ingresos o rentas, producto de actividades personales, comerciales, industriales, agrícolas y, en general, actividades económicas y aún sobre ingresos gratuitos, percibidos durante un año, luego del descuento de los costos y gastos incurridos para obtener o conservar dichas rentas. Se declara anualmente.

Comparación de la evaluación de proyectos entre agricultura orgánica y agricultura convencional

Se parte considerando que el proyecto cuenta con 100 hectáreas, cuyo avalúo es de 8.000 USD por hectárea, dando un total de 800.000 USD. Asimismo, dentro de cada proyecto se prevé la compra de varios activos fijos, como por ejemplo tractor, equipo de riego, entre otros (ver tabla 4):

Tabla 4. Activos considerados para los dos proyectos

Activos fijos operativos	
Terreno	800.000,00
Fomento agrícola	0,00
Tractor	45.000,00
Equipo de riego	40.000,00
Activos fijos administración y ventas	
Computadora	1.600,00
Muebles de oficina	1.500,00
Subtotal activos fijos	888.100,00
(-) depreciaciones	
Total activos fijos netos	888.100,00

Elaboración: Estefanía Charvet

Adicionalmente, se toman como punto de partida los siguientes supuestos:

1. Toda la producción de los cultivos de tipo orgánico y convencional es demandada.
2. La producción es entregada a una empresa encargada de la exportación del total de la producción, por lo que no se incurren en costos por venta.
3. Se asume que se empleará toda la capacidad instalada.
4. El nivel de producción se mantendrá constante durante los diez años para los que se proyectará el modelo financiero. El nivel de producción empleado para el cálculo proviene de datos reales de un promedio de cultivo de brócoli.
5. Se asume que el inversionista cuenta con un capital inicial de inversión que evitará que recurra a créditos, esto con el fin de mantener simplicidad en el modelo. Por consiguiente, los únicos gastos financieros que se toman en cuenta son los de depreciaciones.
6. En los costos directos de producción no se consideró ningún valor o porcentaje para imprevistos.
7. Se asume que ambos proyectos cuentan con 100 hectáreas aptas para el cultivo de la hortaliza. Esto también implica que para el caso del brócoli orgánico, no se debe incurrir en gastos adicionales inherentes a la conversión del tipo de cultivo (de convencional a orgánico).
8. Los precios en el mercado de brócoli son de 0,25 centavos de dólar para el convencional y de 0,47 centavos de dólar para el brócoli orgánico.

Evaluación de un proyecto de agricultura orgánica de brócoli

En base a visitas de campo se obtuvieron los costos de producción que fueron empleados como los valores referenciales para la realización del cálculo. Inicialmente, el proyecto parte como un proyecto nuevo, cuyo período pre operativo es de 4 meses. Este período es el tiempo que tarda el brócoli desde que se inicia con el proceso de cultivo hasta obtener finalmente el producto, durante el cual no existen ingresos. Este proyecto se prevé tendrá una duración de 10 años.

A continuación, en el detalle de mano de obra directa se incluyeron los jornales del personal empleado para los diversos procesos productivos, entre los que se destaca: la preparación del terreno, siembra, aplicaciones de fertilizante, riegos, cosechas, entre otros.

En mano de obra indirecta, se ha contemplado la contratación de un ingeniero agrónomo y de dos técnicos para que le asistan. Dentro de suministros y servicios se ha incluido un solo componente, el servicio de transporte. Adicionalmente, en gastos administrativos se incluye una secretaria-contadora, dos guardias y al gerente general. A la fuerza de trabajo se les

realizaron asignaciones salariales de acuerdo a lo estipulado en la ley vigente. Basado en el supuesto inicial, estos valores de costos se replican en los años consecutivos.

En la tabla 5, se puede observar el resumen de costos para el cultivo orgánico de brócoli. Cabe recalcar que el brócoli orgánico tiene una intensidad de mano de obra de 0,7 personas por hectárea.

Tabla 5. Resumen de costos y gastos para el cultivo orgánico de brócoli

Costos directos de producción		
Mano de obra directa		445.936,80
Materiales directos ⁶		924.933,00
Subtotal		1.370.869,80
Costos indirectos de producción		
Costos que representan desembolso:		
Mano de obra indirecta		33.600,00
Materiales indirectos		0,00
Suministros y servicios		7.500,00
Mantenimiento y seguros		2.550,00
Agua, luz, teléfono e internet		1.560,00
Mantenimiento		1.800,00
Materiales de oficina y otros		840,00
Parcial		47.850,00
Costos que no representan desembolso:		
Depreciaciones		8.500,00
Amortizaciones		105,36
Subtotal		56.455,36
Gastos de administración	% depreciación imputado	0,00%
Gastos que representan desembolso:		
Remuneraciones		31.560,00
Mantenimiento y seguros		48,00
Imprevistos	0,0%	0,00
Parcial		31.608,00
Gastos que no representan desembolso:		
Depreciaciones		0,00
Amortizaciones		2.107,20
Subtotal		33.715,20
Gastos de ventas	% depreciación imputado	100,00%
Gastos que representan desembolso:		
Remuneraciones		0,00
Comisiones sobre ventas	0,0%	0,00
Imprevistos	0,0%	0,00
Parcial		0,00
Gastos que no representan desembolso:		
Depreciaciones		683,33
Subtotal		683,33
Gastos financieros		0,00
Total		1'461.723,69

Elaboración: Estefanía Charvet

⁶ Dentro de este rubro se han incluido el costo de las plantas, los fertilizantes y los productos fitosanitarios.

El estado de pérdidas y ganancias muestra los ingresos, los costos y los gastos en los que incurrió la empresa para su manejo (ver tabla 6). Según los resultados obtenidos, se tiene un total de ventas netas de 1'762.500,00 y un costo de producción de 1'427.325,16, lo cual resulta en una utilidad bruta en ventas de 335.174,84, lo que en términos porcentuales se traduce en el 19,02% con respecto a las ventas netas. Al restarle los gastos adicionales (ventas y administración) se genera una utilidad antes de participación de utilidades de 300.776,3. Se debe considerar que a este valor, se le deduce el 25%, es decir, 63.914,97 que será destinado para el pago del impuesto a la renta, dejando un total de utilidad neta de 191.744,90, lo cual representa el 10,88% de las ventas netas.

Tabla 6. Estado de pérdidas y ganancias para el cultivo de brócoli orgánico

Descripción	Monto	%
Ventas netas	1.762.500,00	100,00
Costo de ventas	1.427.325,16	80,98
Utilidad bruta en ventas	335.174,84	19,02
Gastos de ventas	683,33	0,04
Gastos de administración	33.715,20	1,91
Utilidad (perdida) operacional	300.776,31	17,07
Gastos financieros	0,00	0,00
Otros ingresos	0,00	0,00
Otros egresos	0,00	0,00
Utilidad (perdida) antes participación	300.776,31	17,07
Participación utilidades	45.116,45	2,56
Utilidad (perdida) antes impuesto renta	255.659,86	14,51
Impuesto a la renta 25,00%	63.914,97	3,63
Utilidad (perdida) neta	191.744,90	10,88

Elaboración: Estefanía Charvet

Cabe recalcar que los saldos de caja son siempre superiores a los requerimientos en caja, por lo que no existen necesidades de financiamiento para el caso presentado. Para verificar si este proyecto es rentable se van a considerar o examinar los siguientes indicadores, sin embargo para ampliar esta información ver tabla 7:

1. El VAN, mide el aumento en la riqueza que el proyecto le genera a su dueño, comparado con lo que hubiera obtenido sin aplicar proyecto alguno o aplicando un proyecto alternativo. Se elige el proyecto cuando el VAN sea superior a 1, y este proyecto tiene una VAN de 327.397,98, lo que sugiere que si se debe realizar el proyecto.
2. La tasa interna de retorno financiero (TIRF), es aquella que permite descontar los flujos netos de operación de un proyecto e igualarlos a la inversión inicial. Para este proyecto la TIRF es del 17,13%, es muy superior a la tasa de descuento que es del 12%. Es decir, sí sugiere que se lleve a cabo el proyecto. Adicionalmente, el TIRF que se va a obtener con el proyecto supera a la tasa de interés pagada por mantener el capital en una póliza bancaria.

3. El período de recuperación es el tiempo en años que tarda en recuperarse el monto de inversión inicial de un proyecto. En este caso es de 5,7 años.
4. Coeficiente costo/beneficio: Muestra que los beneficios son superiores a los costos, es decir que por cada dólar invertido en el proyecto se obtiene 1,28 USD.
5. La rentabilidad sobre los activos (ROA) es de 13,15% para el primer año de proyecto y, en promedio, para todos los años de inversión es de 11,73%. Esto quiere decir que por cada dólar invertido en activos, en promedio, se recibe 0,12 centavos de utilidad.
6. La rentabilidad sobre el patrimonio (ROE): muestra que para el primer año de proyecto la rentabilidad por cada dólar invertido para los inversionistas es de 14,63% y, en promedio, de la inversión para todos los años de proyecto es de 12,90%, lo cual implica que por cada dólar invertido, los accionistas reciben 0,13 centavos de dólar de utilidad.
7. Capital de trabajo: En el caso del cultivo de brócoli, el capital en promedio por cada año es 626.111,4

Tabla 7. Indicadores financieros para el cultivo de brócoli orgánico

<i>Período</i>	2	3	4	Promedio
	%	%	%	%
Composición de activos				
Activo corriente/activos totales	39,1	46,9	53,0	46,3
Activo fijo/activos totales	60,3	52,7	46,7	53,2
Activo diferido/activos totales	0,6	0,4	0,2	0,4
Otros activos/activos totales	0,0	0,	0,0	0,0
Apalancamiento				
Pasivos totales/activos totales	10,1	8,9	8,0	9,0
Pasivos corrientes/activos totales	10,1	8,9	8,0	9,0
Patrimonio/activos totales	89,9	91,1	92,0	91,0
Composición de costos y gastos				
Costos directos/costos y gastos totales	93,8	93,8	93,8	93,8
Costos indirectos/costos y gastos totales	3,9	3,9	3,9	3,9
Gastos administrativos/costos y gastos totales	2,3	2,3	2,3	2,3
Gastos de ventas/costos y gastos totales	0,0	0,0	0,0	0,0
Gastos financieros/costos y gastos totales	0,0	0,0	0,0	0,0
Costo de ventas/costos y gastos totales	97,6	97,6	97,6	97,6
Costo materia prima/costos y gastos totales	63,3	63,3	63,3	63,3
Costo materiales indirectos/costos y gastos totales	0,0	0,0	0,0	0,0
Costo suministros y servicios/costos y gastos totales	0,5	0,5	0,5	0,5
Costo mano obra directa/costos y gastos totales	30,5	30,5	30,5	30,5

Costo mano obra indirecta/costos y gastos totales	2,3	2,3	2,3	2,3
Gastos personal administrativos/costos y gastos totales	2,2	2,2	2,2	2,2
Gastos personal ventas/costos y gastos totales	0,0	0,0	0,0	0,0
Total remuneraciones/costos y gastos totales	35,0	35,0	35,0	35,0
Liquidez	USD			
Flujo operacional	202.230,3	312.172,2	312.172,2	275.524,9
Flujo no operacional	0,0	(109.031,4)	(109.031,4)	(72.687,6)
Flujo neto generado	202.230,3	203.140,8	203.140,8	202.837,3
Saldo final de caja	385.127,1	588.267,8	791.408,6	588.267,8
Requerimientos de recursos frescos	0,0	0,0	0,0	0,0
Capital de trabajo	422.970,6	626.111,4	829.252,2	626.111,4
Índice de liquidez (prueba ácida)	3,9	5,2	6,6	5,2
Índice de solvencia	3,6	5,0	6,4	5,0
Retorno				
Tasa interna de retorno financiera (TIRF)	17,13%	327.398,0	1,3	
Tasa interna de retorno del inversionista (TIRI)	17,85%			
Valor actual neto (VAN)	327.397,98	USD		
Período de recuperación (nominal)	5,70	AÑO		
Coficiente beneficio/costo	1,28			
Utilidad neta/patrimonio (ROE)	14,63%	12,76%	11,32%	12,90%
Utilidad neta/activos totales (ROA)	13,15%	11,62%	10,41%	11,73%
Utilidad neta/ventas	10,88%	10,88%	10,88%	10,88%
Punto de equilibrio	20,83%	20,83%	20,83%	20,83%
Cobertura de intereses	0,0	0,0	0,0	0,0
Rotaciones				
Rotación cuentas por cobrar	12,0	12,0	12,0	12,0
Rotación de inventarios	24,0	24,0	24,0	24,0
Sociales	USD			
Sueldos y salarios	511.096,80	511.096,80	511.096,80	511.096,80
Valor agregado	811.873,11	811.873,11	811.873,11	811.873,11
Costo de oportunidad	12,00%	Año		

Elaboración: Estefanía Charvet

Evaluación de un proyecto de agricultura convencional de brócoli

De forma similar al caso anterior, en base a visitas de campo se obtuvieron los costos de producción, empleados como los valores referenciales para la realización del cálculo. Inicialmente, el estudio parte de un proyecto nuevo, cuyo período pre operativo es de 4 meses, es decir, el tiempo que tarda el brócoli desde que se inicia con el proceso de cultivo hasta obtener finalmente el producto, durante el cual no existen ingresos. De la misma manera, por términos de comparabilidad, este proyecto prevé tendrá una duración de 10 años.

Así como en el caso de la agricultura orgánica, en el detalle de mano de obra directa se incluyeron los jornales del personal empleado para los diversos procesos productivos, entre los que se destaca la preparación del terreno, siembra, aplicaciones de fertilizante, riegos, cosechas, entre otros. Esta variación poco significativa, se debe a que los procesos no difieren mucho de cultivo a cultivo.

Por términos de comparabilidad entre ambos análisis y basados en los requerimientos del cultivo convencional, en el componente mano de obra indirecta, se contempló la contratación de un ingeniero agrónomo y de dos técnicos para que le asistan. Dentro de suministros y servicios se incluyó un solo componente, el servicio de transporte. Adicionalmente, en gastos administrativos también se incluye una secretaria-contadora, dos guardias y al gerente general. A los empleados se les realizaron asignaciones salariales de acuerdo a lo estipulado en la ley vigente. Basado en el supuesto inicial, estos valores de costos se replican en los años consecutivos.

En la tabla 8, se puede observar el resumen de costos para el cultivo convencional de brócoli. Cabe recalcar que el brócoli convencional tiene una intensidad de mano de obra de 0,5 personas por hectárea, 0,2 menos que la intensidad de mano de obra en un cultivo orgánico.

Tabla 8. Resumen de costos y gastos para el cultivo convencional de brócoli

Costos directos de producción		
Mano de obra directa		335.514,00
Materiales directos		474.726,00
Imprevistos %	0,0%	0,00
Subtotal		810.240,00
Costos indirectos de producción		
Costos que representan desembolso:		
Mano de obra indirecta		33.600,00
Suministros y servicios		18.000,00
Mantenimiento y seguros		2.550,00
Agua, luz, teléfono, internet		1.560,00
Mantenimiento		1.800,00
Materiales de oficina y otros		840,00
Imprevistos %	0,0%	0,00
Parcial		58.350,00
Costos que no representan desembolso:		
Depreciaciones		8.500,00
Amortizaciones		105,36
Subtotal		66.955,36
Gastos de administración	% depreciación imputado	0,00%
Gastos que representan		

desembolso:		
Remuneraciones		31.560,00
Mantenimiento y seguros		48,00
Imprevistos	0,0%	0,00
Parcial		31.608,00
Gastos que no representan desembolso:		
Depreciaciones		0,00
Amortizaciones		2.107,20
Subtotal		33.715,20
Gastos de ventas	% depreciación imputado	100,00%
Gastos que representan desembolso:		
Remuneraciones		0,00
Comisiones sobre ventas	0,0%	0,00
Imprevistos	0,0%	0,00
Parcial		0,00
Gastos que no representan desembolso:		
Depreciaciones		533,33
Subtotal		533,33
Gastos financieros		0,00
Total		911.443,89

Elaboración: Estefanía Charvet

Según los resultados obtenidos (ver tabla 9), el total de ventas netas de 1'350.000,00 y un costo de ventas de 877.195,36, lo que resulta en una utilidad bruta en ventas de 472.804,64, que, en términos porcentuales, se traduce en el 35,02% con respecto a las ventas netas, sobrepasando en 16% al porcentaje de utilidad bruta con respecto a las ventas para el caso del brócoli orgánico. Al restarle los gastos adicionales (ventas y administración) presenta una utilidad antes de participación de utilidades de 438.556,11. Se debe considerar que de este valor, el 25%, es decir, 93.193,17 será destinado para el pago del impuesto a la renta, dejando un total de utilidad neta de 279.579,52, lo que representa el 20,71% de las ventas netas.

Tabla 9. Estado de pérdidas y ganancias para el cultivo de brócoli convencional

Descripción	Monto	%
Ventas netas	1.350.000,00	100,00
Costo de ventas	877.195,36	64,98
Utilidad bruta en ventas	472.804,64	35,02
Gastos de ventas	533,33	0,04
Gastos de administración	33.715,20	2,50
Utilidad (perdida) operacional	438.556,11	32,49

Gastos financieros	0,00	0,00
Otros ingresos	0,00	0,00
Otros egresos	0,00	0,00
Utilidad (perdida) antes participación	438.556,11	32,49
Participación utilidades	65.783,42	4,87
Utilidad (perdida) antes impuesto renta	372.772,69	27,61
Impuesto a la renta 25,00%	93.193,17	6,90
Utilidad (perdida) neta	279.579,52	20,71

Elaboración: Estefanía Charvet

Cabe recalcar que los saldos de caja son siempre superiores a los requerimientos en caja, por lo que no existen necesidades de financiamiento para el caso presentado. Para aseverar si este proyecto es rentable se analizarán los siguientes indicadores (ver tabla 10):

1. Se elige el proyecto en el caso de que el VAN sea superior a 1, y este proyecto tiene una VAN de 953.603,71, lo que sugiere que sí se debe realizar el proyecto.
2. La tasa interna de retorno financiero (TIRF), permite descontar los flujos netos de operación de un proyecto e igualarlos a la inversión inicial. Para este proyecto la TIRF es del 28,93%, muy superior a la tasa de descuento que es 12%. Es decir, sí sugiere que se lleve a cabo el proyecto. Adicionalmente, el TIRF que se va a obtener con el proyecto supera a la tasa de interés pagada por mantener el capital en una póliza bancaria.
3. El período de recuperación es el tiempo en años que tarda en recuperarse el monto de inversión inicial de un proyecto. En este caso es de 3,39 años.
4. Coeficiente costo/beneficio: Muestra que los beneficios son superiores a los costos, es decir que por cada dólar invertido en el proyecto se obtiene 1,91 USD.
5. Coeficiente costo/beneficio: Muestra que los beneficios son superiores a los costos, es decir que por cada dólar invertido en el proyecto se obtiene 1,28 USD.
6. La rentabilidad sobre los activos (ROA) es de 18,77% para el primer año de proyecto y en promedio para todos los años de inversión es de 16,07%. Esto quiere decir que por cada dólar invertido en activos en promedio se recibe 0,16 centavos de utilidad.
7. La rentabilidad sobre el patrimonio (ROE): muestra que para el primer año de proyecto la rentabilidad por cada dólar invertido para los inversionistas es de 21,32% y en promedio de la inversión para todos los años de proyecto es de 17,95%, lo que implica que por cada dólar invertido, los accionistas reciben 0,18 centavos de dólar de utilidad.
8. Capital de trabajo: En el caso del cultivo de brócoli el capital en promedio por cada año es 713.955,82.

Tabla 10. Indicadores financieros para el cultivo de brócoli convencional

Período	2	3	4	Promedio
	%	%	%	%
Composición de activos				
Activo corriente/activos totales	40,4	50,5	57,8	49,5
Activo fijo/activos totales	59,0	49,2	42,0	50,1
Activo diferido/activos totales	0,6	0,4	0,2	0,4
Otros activos/activos totales	0,0	0,0	0,0	0,0
Apalancamiento				
Pasivos totales/activos totales	12,0	10,1	8,7	10,3
Pasivos corrientes/activos totales	12,0	10,1	8,7	10,3
Patrimonio/activos totales	88,0	89,9	91,3	89,7
Composición de costos y gastos				
Costos directos/costos y gastos totales	88,9	88,9	88,9	88,9
Costos indirectos/costos y gastos totales	7,3	7,3	7,3	7,3
Gastos administrativos/costos y gastos totales	3,7	3,7	3,7	3,7
Gastos de ventas/costos y gastos totales	0,1	0,1	0,1	0,1
Gastos financieros/costos y gastos totales	0,0	0,0	0,0	0,0
Costo de ventas/costos y gastos totales	96,2	96,2	96,2	96,2
Costo materia prima/costos y gastos totales	52,1	52,1	52,1	52,1
Costo materiales indirectos/costos y gastos totales	0,0	0,0	0,0	0,0
Costo suministros y servicios/costos y gastos totales	2,0	2,0	2,0	2,0
Costo mano obra directa/costos y gastos totales	36,8	36,8	36,8	36,8
Costo mano obra indirecta/costos y gastos totales	3,7	3,7	3,7	3,7
Gastos personal administrativos/costos y gastos totales	3,5	3,5	3,5	3,5
Gastos personal ventas/costos y gastos totales	0,0	0,0	0,0	0,0
Total remuneraciones/costos y gastos totales	44,0	44,0	44,0	44,0
Liquidez				
Flujo operacional	356.258,07	449.802,00	449.802,00	418.620,69
Flujo no operacional	-	(158.976,59)	(158.976,59)	(105.984,39)
Flujo neto generado	356.258,07	290.825,41	290.825,41	312.636,30
Saldo final de caja	469.607,00	760.432,41	1.051.257,82	760.432,41
Requerimientos de recursos frescos	-	-	-	-
Capital de trabajo	423.130,41	713.955,82	1.004.781,23	713.955,82
Índice de liquidez (prueba ácida)	3,37	4,99	6,62	4,99
Índice de solvencia	3,26	4,88	6,51	4,88
Retorno				
Tasa interna de retorno financiera (TIRF)	28,93%			
Tasa interna de retorno del inversionista (TIRI)	29,53%			
Valor actual neto (VAN)	953.603,71	USD		
Período de recuperación (nominal)	3,39	ANO		
Coeficiente beneficio/costo	1,91			
Utilidad neta/patrimonio (ROE)	21,32%	17,58%	14,95%	17,95%
Utilidad neta/activos totales (ROA)	18,77%	15,80%	13,64%	16,07%
Utilidad neta/ventas	20,71%	20,71%	20,71%	20,71%
Punto de equilibrio	15,26%	15,26%	15,26%	15,26%
Cobertura de intereses	0	0	0	0,0%
Rotaciones				

Rotación cuentas por cobrar	12	12	12	12
Rotación de inventarios	24	24	24	24
Sociales	USD			
Sueldos y salarios	400.674,00	400.674,00	400.674,00	400.674,00
Valor agregado	839.230,11	839.230,11	839.230,11	839.230,11
Generación de divisas	0	0	0	0,0%
Costo de oportunidad	12%	ANO		

Elaboración: Estefanía Charvet

Matriz de fortalezas-debilidades-oportunidades y amenazas

Es una herramienta de conciliación que ayuda a desarrollar cuatro tipos de estrategias: las estrategias FO (fortalezas-oportunidades), las estrategias DO (debilidades-oportunidades), las estrategias FA (fortalezas-amenazas) y la estrategia DA (debilidades-amenazas). Las estrategias FO utilizan las fortalezas internas de una empresa para aprovechar las oportunidades externas. Las estrategias DO, tienen como objetivo superar las debilidades internas, aprovechando las oportunidades externas. Las estrategias FA emplean las fortalezas de una empresa para evitar o reducir el efecto de las amenazas externas. Y finalmente, las estrategias DA son tácticas defensivas dirigidas a reducir las debilidades internas y evitar las amenazas externas.

Según David (2008: 221), existen ocho etapas implicadas en la elaboración de una matriz FODA:

1. Listar las oportunidades externas clave de la empresa.
2. Listar las amenazas externas clave de la empresa.
3. Listar las fortalezas internas clave de la empresa.
4. Listar las debilidades internas clave de la empresa.
5. Conciliar las fortalezas internas con las oportunidades externas y registrar el resultado de las estrategias FO en la celda apropiada.
6. Conciliar las debilidades internas con las oportunidades externas y registrar las estrategias DO resultantes.
7. Conciliar las fortalezas internas con las amenazas externas y registrar las estrategias FA resultantes.
8. Conciliar debilidades internas con las amenazas externas y registrar las estrategias DA resultantes

Cabe recalcar que la matriz FODA tiene ciertas limitaciones. En primera instancia, la matriz no muestra cómo lograr una ventaja competitiva,⁷ por lo que no debe ser un fin en sí misma, es muy útil si se emplea como punto de partida para llevar a cabo un análisis sobre cómo podrían implementarse las estrategias propuestas. Adicionalmente, el FODA evalúa de forma estática en el tiempo una situación constantemente cambiante (David, 2008: 225).

Análisis FODA del cultivo de brócoli bajo el sistema de cultivo orgánico y convencional

El cultivo de brócoli orgánico puede verse beneficiado o afectado por oportunidades y amenazas externas, como por ejemplo acontecimientos económicos, sociales, ambientales, legales, gubernamentales, tecnológicos, competitivos, entre otros, que podrían generar cambios en la producción en el futuro. Se requiere identificar estos aspectos para obtener ventaja de las oportunidades externas y poder disminuir o evitar el impacto de las amenazas. Por otro lado, existen fortalezas y debilidades inherentes a cada uno de los procesos productivos, que, al identificarlos, pueden proporcionar criterios de comparabilidad entre ambos sistemas de cultivo. El análisis FODA se efectuó con el fin de realizar recomendaciones viables para el tipo de agricultura que, derivada de los análisis costo beneficio, resulten más convenientes (ver tablas 11 y 12).

Tabla 11. Análisis FODA del cultivo orgánico de brócoli

Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> - No utilizar de químicos favorece a la salud de jornaleros y consumidores - La producción del brócoli bajo esta modalidad de cultivo se encuentra armonizada con el ambiente - Genera múltiples plazas laborales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Existen nichos de mercado emergentes que requieren productos orgánicos y que pueden ser bien aprovechados. - El brócoli está considerado entre los sectores estratégicos, por lo que cuenta con beneficios crediticios, y seguro campesino, entre otros. - Altos precios pagados en los mercados internacionales por la venta de productos orgánicos - Estimaciones de aumento de consumo de productos orgánicos, entre los que se incluye el brócoli, en el mercado interno ecuatoriano. - Los suelos y el clima ecuatoriano favorecen al cultivo de brócoli.

⁷ Ventaja de una empresa, definida como una característica diferencial, en comparación a la de sus competidoras.

Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> - Este sistema de cultivo demanda cuidados especiales. - No puede generar los mismos volúmenes de producción que la agricultura convencional - Los costos de producción son más elevados 	<ul style="list-style-type: none"> - El elevado costo de la certificación conlleva a que productores desistan de convertirse en productores orgánicos certificados. - Existen otros países, principalmente centroamericanos, que son igual o más competitivos que el Ecuador, lo cual genera disputa por los mercados. - Las actividades agrícolas que emplean biocidas pueden contaminar los cultivos si se encuentran a una distancia muy cercana. - Los insumos son más costosos que los empleados bajo un sistema de producción de brócoli convencional. - Hacen falta políticas de investigación y desarrollo para la producción orgánica. - Existen pocos incentivos para el fomento de la agricultura orgánica en general. - El mercado impone más restricciones a los productos.

Elaboración: Estefanía Charvet

Estrategias fortalezas-oportunidades

Implementar campañas de marketing verde sobre consumo de alimentos orgánicos. Sin limitarse a la promoción de los beneficios ambientales, sino destacando la generación de empleo.

Fomentar la asociación con otros productores orgánicos para demandar que el Estado le proporcione tasas de interés preferenciales por los costos ambientales evitados.

Solicitar la ejecución de las políticas ambientales nacionales, dentro de las que se contempla la promoción de productos orgánicos en el mercado interno.

Estrategia debilidades-oportunidades

Para ser más competitivo en costos, y tomando en cuenta las potencialidades del producto tanto en el mercado nacional como internacional, resultaría conveniente la creación de un sitio web accesible para el público en general donde se muestren las bondades de los productos orgánicos.

Estrategia fortalezas – amenazas

Anunciar las ventajas de la certificación orgánica para la inserción en mercados internacionales

Explicar las razones del diferencial de precio, que principalmente están ligadas a mayores beneficios a la salud de los cultivadores y menores daños ambientales.

Estrategia debilidades – amenazas

Crear un fondo de desarrollo de investigaciones sobre cultivos orgánicos, así se fomenta la mejora en las técnicas de cultivo, que permitan abaratar los costos.

Difundir las ventajas de la certificación

Publicitar pellas con excelente calidad que se producen en el país, debido a las condiciones climáticas y geográficas favorables.

Tabla 12. Análisis FODA de la agricultura convencional

Fortalezas (interna)	Oportunidades (externa)
<ul style="list-style-type: none">- La tecnología existente permite producción a gran escala.- Los productos químicos empleados en el proceso son más efectivos por lo que requieren de menor número de aplicaciones, reduciendo así el costo de los insumos.- Gran experticia desarrollada para cultivar brócoli.- Genera múltiples plazas laborales.	<ul style="list-style-type: none">- Existen nichos de mercado emergentes que pueden ser bien aprovechados- Los suelos y el clima ecuatoriano favorecen el cultivo de brócoli.- Los productos derivados de este sistema de producción pueden acceder fácilmente a los mercados con limitadas restricciones.- El brócoli está considerado dentro de los sectores estratégicos por lo que cuenta con beneficios crediticios, seguro campesino, entre otros.

Debilidades (interna)	Amenazas (externa)
<ul style="list-style-type: none"> - Los químicos perjudiciales empleados inducen a la resistencia de las plagas. - Este tipo de agricultura fomenta la disminución de la productividad en el largo plazo. - Algunos de los insumos agrícolas empleados en este tipo de cultivo son perjudiciales para la salud humana. - La producción de brócoli bajo esta modalidad de cultivo no presenta armonización con el ambiente 	<ul style="list-style-type: none"> - Tendencia creciente en el mercado por consumir productos orgánicos. - El gobierno puede poner impuestos para internalizar los costos de la contaminación derivada de la agricultura convencional. - Las condiciones climáticas adversas pueden destruir el cultivo. - Las técnicas de investigación y desarrollo sobre el cultivo de brócoli, son manejadas de forma limitada por el sector privado y no se comparten con pequeños agricultores.

Elaboración: Estefanía Charvet

Estrategias fortalezas-oportunidades

Publicitar el producto para expandir su exportación a nuevos mercados, ya que la producción a gran escala permite abastecer nuevas demandas.

Las condiciones actuales de la agricultura convencional de brócoli permiten fácilmente la expansión de este cultivo.

Estrategia debilidades-oportunidades

Fomentar la investigación sobre nuevos tratamientos para prevenir enfermedades derivadas del contacto con productos químicos, lo cual ayudaría a mejorar la imagen destructiva de la agricultura convencional.

Estandarizar normas internas de manejo de productos químicos a través de la creación de una asociación de cultivadores de brócoli, para así disminuir los casos de afectaciones a la salud, tanto de jornaleros como de consumidores (químicos residuales).

Estrategia fortalezas – amenazas

Promocionar el producto ya que su producción a gran escala le permite satisfacer grandes demandas, en corto plazo, que en un inicio el brócoli orgánico no podría cubrir.

Estrategia debilidades – amenazas

Competir por costos y por calidad externa del producto con el mercado orgánico

Desmentir los mitos derivados de los cultivos convencionales (muy perjudiciales) y orgánicos (muy benéficos). Promocionar productos estéticamente más atractivos que los producidos por el mercado orgánico.

Interpretación de los resultados de la evaluación comparativa entre ambos proyectos

Partiendo del análisis de los costos directos de producción, el brócoli orgánico presenta ciertamente costos más elevados de producción, debido a que emplea mayor cantidad de mano de obra por hectárea de producción, la cual representa en términos porcentuales un 32,9% adicional con respecto a la empleada en un cultivo convencional. Además, los costos de los materiales directos superan por casi el doble al costo de los materiales directos de producción empleados en el cultivo de brócoli convencional. Es así que, el total de los costos del cultivo de brócoli orgánico es de 1'461.723,7, mientras que en el caso del cultivo convencional la cifra ni siquiera alcanza el millón (911.443,9). La utilidad neta en un cultivo orgánico representa el 10,9% de las ventas, mientras que para el caso del cultivo convencional ésta asciende hasta llegar al 20,7%.

Esta diferencia evidenciada en los costos superiores está parcialmente compensada debido a que el precio del mercado de brócoli orgánico supera en 0,22 centavos por kilo al brócoli convencional, 0,25 y 0,47 centavos de dólar respectivamente. Sin embargo, la utilidad bruta en ventas de brócoli convencional supera con el 41,1% respecto a la utilidad bruta derivada del cultivo orgánico.

Al analizar los índices financieros, y para el caso de proyectos mutuamente excluyentes, se valora que ambos tengan una TIRF superior a la tasa de descuento, condición con la que cumplen; sin embargo, se prioriza el proyecto que presente una TIRF mayor, que corresponde al cultivo de brócoli convencional (17,17% vs 28,93%). En el caso del valor actual neto, pese a ser en ambos casos positivo, el cultivo convencional supera en aproximadamente 600.000 USD, por lo que también prioriza el proyecto de agricultura convencional.

El período de recuperación para la agricultura convencional (3,4 años) es menor al registrado para la agricultura orgánica (5,7 años). Adicionalmente, el coeficiente beneficio/costo evidencia que por cada dólar invertido en agricultura convencional se recupera 1,91 dólares, mientras que en el caso de la agricultura orgánica el coeficiente alcanza únicamente 1,28, lo cual implica una diferencia de 0,63 centavos de dólar.

Adicionalmente, el ROA, derivado del cultivo convencional comparado con el de agricultura orgánica, es 5,6% superior. Esto implica que por cada dólar invertido en activos en un cultivo de brócoli convencional se recibe mayor utilidad de la que se recibiría en un cultivo de brócoli orgánico. Y lo mismo sucede con el ROE del cultivo de brócoli convencional, es 6,7%

superior al de un cultivo de brócoli orgánico, lo cual implica que la utilidad que un inversionista recibe por cada dólar de inversión derivado del cultivo de brócoli convencional es superior al que se obtiene del brócoli orgánico (14,63% vs 21,32%).

Se concluye en términos financieros, el cultivo de brócoli convencional, resulta más beneficioso que el brócoli orgánico. Recalcando que este análisis no considera el costo de las externalidades negativas causadas por la agricultura convencional al ambiente.

En lo que respecta a la generación de empleo, el cultivo de brócoli orgánico asigna 111.000 USD más que el cultivo convencional pues sus actividades contemplan mayor utilización de mano de obra derivada de los cuidados adicionales que requiere un cultivo orgánico.

Finalmente, en lo que respecta al aporte correspondiente al pago del impuesto a la renta, el cual es un impuesto directo y progresivo, la contribución del proyecto de brócoli convencional supera en aproximadamente 30.000 dólares a la contribución del proyecto de brócoli orgánico.

Impactos de la agricultura orgánica en la población y el ambiente

Metodología de análisis de los impactos sociales

Cualquier tipo de proyecto emprendido, genera externalidades, tanto positivas como negativas. Por consiguiente, el objetivo de la sección es incluir las afectaciones para la población derivadas de la aplicación de un proyecto de agricultura orgánica o convencional.

La definición de los impactos sociales emplea investigación empírica sobre hallazgos realizados respecto a la agricultura orgánica y sus posibles incidencias sociales. Los resultados serán expresados a través de una matriz que sintetice dichos hallazgos. Finalmente, se definirá si la inversión en cultivo de brócoli orgánico o convencional, deriva en algún efecto multiplicador para la economía.

Externalidades sobre la población, derivadas de los mecanismos de producción orgánica y convencional

Salud

Existen múltiples impactos para la salud derivados de la utilización de agricultura convencional. Según Sandía et al. (2007: 48), los factores de riesgo para la salud pueden ser componentes del medio físico natural (clima, agua, suelo, fauna, flora), del medio sociocultural (actividades económicas, niveles de ingreso, estilos de vida) y las características biológicas de cada individuo, las cuales predisponen a las personas a padecer, o no una enfermedad. Algunos hallazgos realizados en numerosos estudios para probar los impactos para la población derivados de la utilización de agricultura convencional y agricultura orgánica fueron sintetizados para presentarlos en una matriz que facilite su identificación y comprensión (ver tabla 13).

En síntesis, pese a que la agricultura orgánica, como todo proceso, tiene impactos adversos sobre varios componentes, entre ellos la salud. Se registra un menor número de aspectos negativos en este proceso de cultivo, debido a que evita la utilización de pesticidas. Esto implica que la salud de los productores como de los consumidores tiene menos riesgo de verse afectada.

Tabla 13. Matriz de hallazgos de externalidades negativas derivadas del cultivo y consumo de productos cultivados bajo procesos orgánicos y convencionales.

Factor	Consecuencia o impacto
<p>La agricultura convencional está expuesta al uso inadecuado de plaguicidas.</p>	<p>En las zonas rurales su utilización está caracterizada por un elevado consumo y aplicación descontrolada, así como por un bajo nivel de asesoramiento e incumplimiento de las recomendaciones técnicas con respecto al modo de uso (tipo de producto a emplearse, modo de uso, dosis de aplicación, momentos de aplicación, entre otros.). Los daños a la salud humana pueden darse de forma directa o indirecta. De forma directa cuando se aplica el producto sin tener en cuenta las medidas de protección y el producto entra al organismo vía dérmica o inhalatoria, generando intoxicación. También pueden afectar al consumidor de los alimentos si es que no se respetan los plazos de aplicación y recolección del producto, dejando residuos de los elementos en los alimentos.</p>
<p>La deficiente protección personal en el manejo de plaguicidas</p>	<p>Es muy probable que se produzca intoxicación laboral, tanto por vía cutánea como por vía respiratoria</p>
<p>En ambos tipos de agricultura las largas jornadas laborales que demandan posiciones corporales incómodas</p>	<p>Durante la siembra y cosecha, el personal pueden sufrir lesiones en el sistema muscular, como mialgias, neuritis, artritis y reumatismo</p>
<p>Ambos tipos de agriculturas exponen a sus trabajadores a enfermedades de la piel</p>	<p>Esto se debe al contacto permanente con la tierra, la cual aloja microorganismos patógenos, provocando enfermedades infecciosas y parasitarias</p>
<p>La utilización de fertilizantes orgánicos expone a las poblaciones infantiles</p>	<p>Abonos orgánicos empleados sin ningún tipo de procesamiento, como el estiércol de gallina, chivo y la cascarilla, al ser mal manejados constituyen hábitats para la proliferación de moscos que inciden en la generación de diarreas, afectando especialmente a la población infantil</p>
<p>Los residuos de pesticidas en los alimentos derivados de cultivos convencionales, no siempre están dentro de los niveles seguros para la salud</p>	<p>Un alto porcentaje de alimentos producidos bajo cultivos convencionales contienen residuos de pesticidas por sobre el límite máximo establecido, según los límites residuales aprobados para Europa y Estados Unidos. Como resultado, gran número de personas presentan residuos de productos de este tipo en su cuerpo (100% de las personas testeadas en Estados Unidos). Cumplir con los límites legalmente definidos, no son una garantía de que existan cero riesgos para la salud.</p>

Hay evidencia acerca de la diferencia nutricional entre los alimentos orgánicos y no orgánicos.

Los alimentos orgánicos se ha probado que presentan niveles más bajos de residuos de pesticidas y contenidos de nitrato. De hecho, los productos orgánicos, por lo general, contienen niveles superiores de antioxidantes, vitaminas, minerales y otras sustancias benéficas.

Los productos orgánicos no contienen potencialmente más bacterias perjudiciales (p.ej. E. coli) y microtoxinas, debido a la ausencia de fungicidas.

Los riesgos asociados con E.coli y otros microorganismos peligrosos, no son más elevados en los productos orgánicos. En algunos casos, los estándares orgánicos relacionados con el manejo del suelo y los productos son más estrictos que lo exigido por los gobiernos en sus normativas agrícolas. Es así que los productos orgánico proveen protección adicional a sus consumidores.

Muchos alimentos naturales contienen sustancias alérgicas que tienen impactos considerables para la salud. A través de la utilización de OMG (Organismos modificados genéticamente), se supone que la agricultura convencional será capaz de extraer los genes que producen reacciones alérgicas, creando así eventualmente alimentos mucho más saludables que su contraparte, los orgánicos.

Pese a esto, se debe destacar que por ahora, los alimentos que contienen OMG son más propensos a causar alergias que aquellos no modificados. Dada la falta de conocimiento tanto en lo que respecta a las reacciones alérgicas como a los efectos de los OMG en la salud, sería altamente riesgoso emprender con la producción de alimentos antialérgicos basados en OMG. Esto permite concluir que los alimentos orgánicos, que son producidos sin la utilización de OMG y otras sustancias perjudiciales, siguen siendo los alimentos más seguros en lo que respecta a las reacciones alérgicas.

Se ha probado que algunos pesticidas naturales empleados en los cultivos orgánicos, presentan efectos contraproducentes para la salud. Por ejemplo, la piretrina rociada en las frutas orgánicas es altamente tóxica. Por consiguiente, se vuelve complejo confiar en la seguridad que proveen los productos orgánicos.

Los pesticidas naturales tienen un proceso de degradación muy rápido, por lo que no dejan residuos en los alimentos. La agricultura orgánica prioriza las medidas de prevención y únicamente como último recurso recurre a los pesticidas naturales. Existen unidades para establecer estándares orgánicos, quienes son los responsables de la generación de información sobre la toxicidad de las sustancias naturales, por consiguiente medidas preventivas son aplicadas mientras se descubren nuevas alternativas.

Fuente: IFOAM y (Sandía, y otros s/f)
Elaboración: Estefanía Charvet

Para corroborar esta información, se destaca que según Sandía et al. (s/f), entre los daños de los plaguicidas, la intoxicación es la de mayor preocupación, en Reino Unido, de 100.000 personas que manejan plaguicidas, entre cuatro y seis caen enfermas, mientras que en países en desarrollo se presentan aproximadamente 20 casos por cada 100.000 usuarios de plaguicidas. De igual manera Smith et al. 2003 citado en Sandía et al., s/f, indica que 1'500.000 intoxicaciones se producen por plaguicidas, de las cuales 20.000 culminan en la

muerte. En lo que respecta al uso de los fertilizantes, especialmente el fósforo y el nitrógeno al ingresar por alguna vía al organismo pueden provocar cáncer gástrico y el síndrome del niño azul.

El tratamiento de estas enfermedades se convierte en costos para el estado ecuatoriano. Esta, precisamente, es la justificación económica para el establecimiento de programas de vigilancia y prevención de envenenamientos en zonas definidas como prioritarias, por el gran porcentaje de zonas agrícolas. Según un estudio realizado durante un año (1992-1993) en la provincia de Carchi-Ecuador, entre 15 casos que requirieron hospitalización, el tiempo promedio de permanencia fue de dos días y el total de días de hospitalización de 33 días. Si a esto se le agregan los 28 casos de consulta externa, se genera un gasto total anual de \$827. Las estadísticas del hospital local muestran que en 1999 existieron 509 hospitalizaciones por enfermedad, de las cuales 55 fueron por intoxicación, lo que representa el 11% de hospitalizados (Yanggen, Crissman, y Espinosa, 2003: 100).

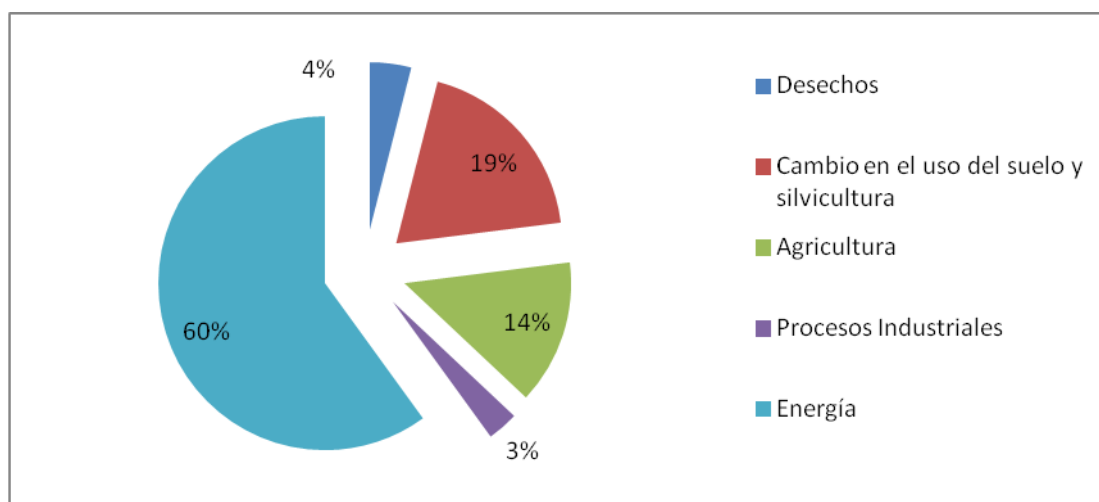
En conclusión, en lo que respecta a impactos para la salud de los cultivadores y consumidores, la agricultura orgánica presenta un riesgo menor que la agricultura convencional, derivado de la no utilización de pesticidas perjudiciales. Además, los cultivos de agricultura orgánica que tienen una certificación, garantizan el cumplimiento de ciertos estándares de cultivo que reduciría riesgos por mal manejo de los productos empleados en el sistema de cultivo.

Medio de vida

De acuerdo al informe del Instituto de Recursos Mundiales 1992-1993, se calcula que con base en la tasa actual de deforestación, entre 4 y 8% de las especies de bosque húmedo estarían sentenciados a la extinción para el 2015 y un máximo del 35% para el 2040 debido a la agricultura, afectando así, a las comunidades dependientes directamente de los bosques. Las ganancias derivadas por la conversión de ecosistemas naturales empeora la situación de pobreza de ciertos grupos o pueblos. Adicionalmente, debe añadirse que la agricultura tal y como se la conoce ahora, es la causante del 14% de las emisiones mundiales de CO₂ a la atmósfera (ver gráfico 16), empeorando la problemática derivada del cambio climático (p. ej. desertificación, inundaciones, entre otras).

Los procesos intensivos de agricultura, con la aplicación de productos químicos perjudiciales, generaron desertificación, recurrente en todos los continentes, excepto en la Antártida, y afecta los medios de subsistencia de millones de personas, incluyendo una gran proporción de la población pobre que habita en las tierras secas. Las evaluaciones sobre el grado de prolongación de la desertificación varían, con serios impactos locales y mundiales. Las áreas afectadas a veces pueden estar localizadas a miles de kilómetros de las áreas desertificadas.

Gráfico 16. Emisiones globales de gases de efecto invernadero por sector de actividad



Fuente: (Honty, 2011: 6)
Elaboración: Estefanía Charvet

Los procesos relacionados con la desertificación, como por ejemplo, la reducción de la cubierta vegetal del suelo, aumentan la formación de aerosoles y el polvo. Éstos, a su vez, afectan los patrones de la formación de nubes y de la precipitación, el ciclo mundial del carbono, y la biodiversidad de las plantas y animales (World Resources Institute, 2005: 8). De esta forma alteran los ciclos normales de cultivo e incluso pueden ocasionar pérdidas totales del área en producción, provocando grandes pérdidas económicas, principalmente, a pequeños agricultores que tienen poca capacidad de reacción frente a la adversidad climática.

Según Altieri y Nicholls (2009: 14), el calentamiento global dará lugar a efectos físicos como la pérdida de materia orgánica del suelo por calentamiento, debido a que temperaturas más altas del aire pueden acelerar la descomposición de la materia orgánica y afectar la fertilidad del suelo. Adicionalmente, también mencionan que las estaciones de crecimiento más largas pueden permitir a varias especies de insectos plaga completar mayor número de generaciones por año y también propiciar la proliferación de enfermedades de las plantas, con el consecuente incremento de pérdidas en las cosechas.

En definitiva, como se mencionó previamente, los agricultores de subsistencia serían los más afectados, teniendo que afrontar drásticos cambios en la productividad de sus cultivos, restringiendo así sus ingresos y fuente primaria de alimentación, acarreado una problemática social compleja.

Adicionalmente, a todos estos costos, un estudio realizado en España, calculó que el monto promedio de emisiones que genera un cultivo de brócoli convencional es de 4.703,5 kg/ de CO₂ por hectárea (Lessco2, s/f). Por lo que si para el caso estudiado, se decidiera ingresar al sistema de mercado de carbono voluntario, el cual permite compensar las emisiones generadas o en otras palabras disminuir la huella de carbono que deja este proceso agrícola, se debe pagar en promedio \$6,00 USD por cada tonelada (Finanzas carbono, 2012), lo que equivale a un crédito. De este modo, 100 Ha de producción de brócoli convencional generarían 470.350 kg/ de CO₂. Dado que el caso de estudio realiza 3 cultivos

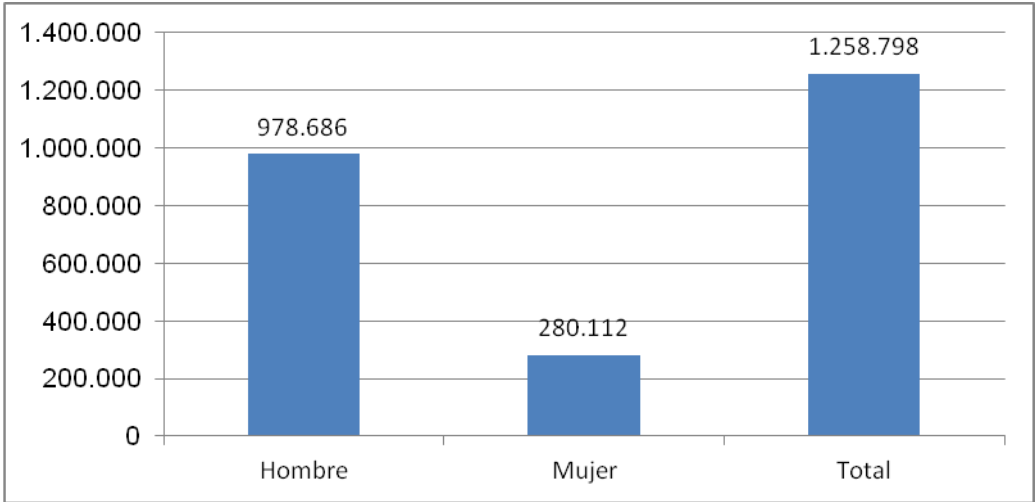
anuales las emisiones ascienden a 1'411.050 kg/de CO₂ por año, lo que implican 1.411 toneladas, que resulta consecuentemente \$ 8.466,3 USD en compensaciones, asumiendo que no existe un límite de emisiones y todo lo que se emite se compensa. Un análisis más profundo del mercado de carbono, será motivo de otro estudio. Esto da lugar a que un cultivo que produzca menores emisiones, como podría ser un cultivo orgánico, debido a que emplea insumos menos contaminantes en términos de emisiones, pueda acceder a compensaciones económicas dentro de un sistema de mercado voluntario, generando un beneficio adicional.

Empleo

Un impacto social positivo es constatado en la información presentada que deriva del análisis de la matriz de Leopold y de los indicadores sociales generados por el modelo financiero, se observa que ambos apuntan hacia una mayor generación de empleo, en la agricultura orgánica al comparar los valores registrados en el cultivo convencional. Se destaca aquí que la intensidad de mano de obra de un cultivo convencional comparado con uno de orgánico varía de 0,5 a 0,7, respectivamente.

Según datos obtenidos en el último censo realizado en el 2010, el 8,7% de la población ecuatoriana está vinculada con actividades agrícolas, de ganadería, silvicultura y pesca, lo cual equivale a 1'260.000 personas aproximadamente (ver gráfico 17). De esta cifra, el 77,7% son hombres y el 22,3% mujeres.

Gráfico 17. Población de (10 años y más) cuya rama de actividad es la agricultura



Fuente: Censo de población y vivienda (2010)
Elaboración: Estefanía Charvet

Finalmente, un método de producción más sostenible garantiza seguir aprovechando los recursos naturales con fines agrícolas. Al respecto, una de las principales críticas vinculadas con la agricultura orgánica, se refiere a que ésta no es capaz de generar los alimentos

suficientes para la población mundial. Sin embargo y contradiciendo este argumento, el Instituto Rodale,⁸ realizó un estudio en el que se afirma que si lo que se busca es alimentar al mundo por los siguientes 50 años, entonces, la agricultura convencional es la solución, pero si se requieren alimentos para los próximos 1500 años, la agricultura orgánica es la alternativa más viable. Esta producción sostenida también garantiza la seguridad alimentaria de la población ecuatoriana, al no depender netamente de importaciones.

Adicionalmente, incluye un enfoque inclusivo de género, ya que las mujeres son responsables de más de la mitad de la producción agrícola a nivel mundial y, en los procesos de cultivo orgánico. Así, el rol femenino puede verse fortalecido, dado que, las mujeres frecuentemente tienen un rol empoderante como custodias de semillas y conocimiento tradicional y precisamente la agricultura orgánica fomenta la biodiversidad y el conocimiento tradicional (IFOAM, 2008). Esto puede corroborarse localmente en la actividad de agricultura orgánica que tiene lugar en el Distrito Metropolitano de Quito, en el que participan 21 parroquias suburbanas y rurales, además de 20 parroquias centrales del Distrito, donde el 65% de las personas que trabajan en los huertos orgánicos, son mujeres (Diario Hoy, 2009).

Método de evaluación de impacto ambiental

Origen de la evaluación de impacto ambiental

La temática ambiental adquiere mayor relevancia a la segunda mitad del siglo XX como una materia de interés científico, político y público. Como comenta Pierri (2005:54), a lo largo de la historia han existido catástrofes ambientales que pusieron el tema en la mira pública, a saber: el envenenamiento por mercurio de Minamata (Japón, 1950-1960), la muerte de aproximadamente 4000 personas en Londres por contaminación atmosférica (1952), entre otros (ver anexo A). Adicionalmente, en 1972 varios científicos estadounidenses publicaron el informe “Los límites del crecimiento” que trata de las dificultades entre el crecimiento poblacional y económico (Oyarzún, 2008: 4). Para 1980 más de 75 países habían incorporado el proceso de evaluación de impacto ambiental (EIA) en sus legislaciones.

La evaluación de impacto ambiental (EIA) surge en Estados Unidos en el año 1970 a raíz de la promulgación de la Ley Nacional de Política Ambiental, la cual exige emplear un enfoque de EIA en todas las intervenciones que puedan afectar al medio ambiente y hacer los respectivos estudios de impacto ambiental. Dentro de los objetivos de la ley prevalece “cumplir las responsabilidades que cada generación tiene como un albacea del medio ambiente para las futuras generaciones” y “conseguir el más amplio y beneficioso uso del medio ambiente, sin degradación, ni riesgo para la salud o la seguridad, ni cualquier otra consecuencia no deseable ni pretendida”. También Oyarzun (2008: 10), plantea considerar cinco áreas relativas a sus acciones y posibles efectos, que se mencionan a continuación:

⁸ Organización sin fines de lucro dedicada a la investigación de agricultura orgánica

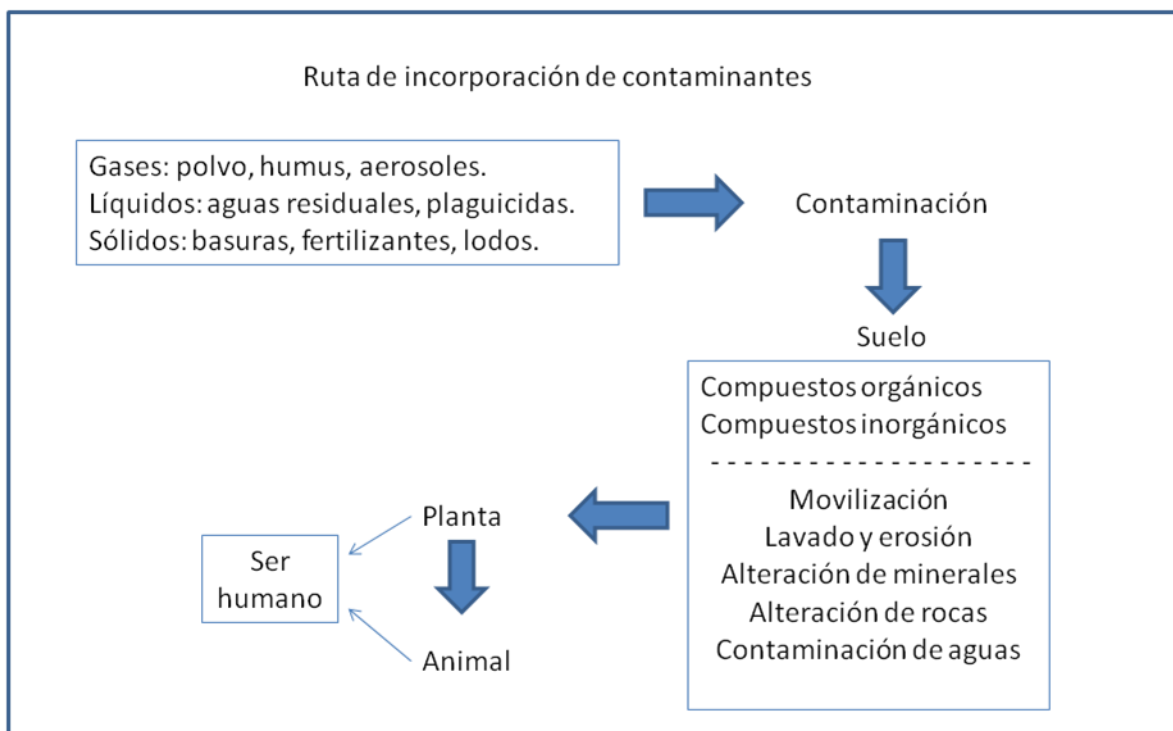
- El impacto ambiental de la actuación
- Cualquier efecto ambiental adverso resultante de ella que no pueda ser evitado si la propuesta se ejecuta.
- Alternativas a la actuación propuesta.
- Relaciones entre los usos y beneficios a corto plazo y aquellos relativos a la productividad a largo plazo.
- Cualquier efecto irreversible e irrecuperable resultante de la actuación propuesta.

Generalidades de la evaluación de impacto ambiental

Toda actividad económica genera impactos ambientales que no siempre son tomados en cuenta al momento de calcular los beneficios derivados de un proyecto específico (ver gráfico 18).

Se entiende por impacto ambiental, a la alteración, favorable desfavorable, producida por la presencia y actuación de un proyecto sobre la salud y bienestar del hombre. Esta alteración viene dada por la diferencia entre la situación futura del medio con proyecto y la que tendría si el proyecto no existiera, o lo que es igual, evolución del medio ambiente con proyecto y sin proyecto (Analistas Económicos de Andalucía, 2011).

Gráfico 18. Ciclo de Incorporación de contaminantes



Fuente: (Mas y Azcue, 1993)

Existen numerosos métodos para evaluar el impacto ambiental por lo que la clave está en seleccionar correctamente los métodos más apropiados para las necesidades específicas de cada estudio de impacto. Los más usados son los de menor complejidad, entre los que se encuentran las opiniones de expertos. Se debe delinear la EIA ya que su aplicabilidad depende de varios factores y puede variar de país a país según la legislación, los datos de referencia, estándares ambientales, entre otros (Leyton, 2004: 39).

Algunas de las características deseables en los métodos de evaluación son las que se nombran a continuación (Leyton, 2004):

- *Deben adecuarse a las tareas que hay que realizar como la identificación de impactos o la comparación de opciones.*
- *Ser lo suficientemente independientes de los puntos de vista personales del equipo evaluador y sus sesgos*
- *Ser económicos en términos de costes y requerimiento de datos, tiempo de aplicación, cantidad y tiempo de personal, equipo e instalaciones.*

La evaluación de impacto ambiental, se sustenta en la premisa que el medio ambiente posee diversas cualidades físicas, químicas, biológicas, económicas, sociales, culturales etcétera. A través de la EIA, se pueden valorar las cualidades intrínsecas o propias o sus cualidades extrínsecas o utilitarias (Oyarzún, 2008: 16). Por ejemplo, los árboles como tal purifican el aire (cualidad intrínseca), sin embargo, otra gente los valora por la madera (cualidad utilitaria). Una limitación de la EIA radica en que la valoración depende del criterio personal, por lo que algunas de las metodologías para realizar este proceso pueden volverse subjetivas.

Realizar una correcta evaluación de impacto ambiental depende de ciertos factores. El primero consiste en comprender correctamente de qué se trata el proyecto y cómo éste afecta el medio ambiente, la tecnología que utiliza y la magnitud de la propuesta. A esto debe añadirse que todo proyecto se establece en un medio físico o biológico que debe estar claramente establecido y debería contar con la aceptación de las comunidades que se vean afectadas con la implementación del proyecto.

Según Oyarzun (2008: 19-20), la naturaleza de los impactos ambientales es muy variada, entre estos menciona los siguientes:

- Contaminación del aire, aguas superficiales y subterráneas y de los suelos.
- Destrucción del hábitat, pérdida de biodiversidad y especies en riesgo de extinción.
- Degradación del medio físico (erosión, remoción en masa y excavaciones). Alteraciones del paisaje.
- Degradación de recursos hídricos, pérdida de vías navegables, etc.
- Daños a sitios de interés arqueológico, histórico o cultural.
- Pérdida de formas culturales.

Cabe destacar que pese a que las evaluaciones de impacto ambiental asignan puntos según los diversos factores afectados. Esto no implica que estos deriven de un método cuantitativo de evaluación.

Metodologías de EIA

Existen varios tipos de metodologías sencillas para realizar el análisis de impactos ambientales. Sin embargo, no todas las metodologías aplican a todos los países ya que también se debe tomar en cuenta la legislación correspondiente a cada país, así como los estándares ambientales vigentes. Las características deseables en las metodologías a emplearse son principalmente que se adecuen a las tareas de identificación de impactos, ser lo suficientemente independientes de puntos de vista personales que puedan sesgar los criterios y ser económicos en términos de costos, tiempo de aplicación, cantidad y tiempo de personal (Leyton, 2004: 40).

Canter y Sadler, en 1997 realizaron una clasificación en 22 grupos de las metodologías de EIA. *“Entre las metodologías generales existentes se pueden seleccionar, en función de que representan un amplio rango de opciones, a las siguientes”* (Leyton, 2004: 46):

- Listas de chequeo
- Matriz de Leopold
- Sistema de evaluación ambiental Batelle-Columbus
- Método de transparencias
- Análisis costes-beneficios
- Modelos de simulación
- Sistemas basados en un soporte informatizado del territorio

Para fines de esta investigación se empleará el método de la matriz de Leopold, el cual se explica en el siguiente apartado.

Matriz de Leopold

Este método de evaluación fue desarrollado por el Departamento del Interior de Estados Unidos en respuesta a la ley de política ambiental de EE.UU de 1969. El análisis de la matriz no produce un resultado cuantitativo, sino, más bien, un conjunto de juicios de valor, con el objetivo de garantizar que los impactos de diversas acciones sean evaluados apropiadamente y considerados en la etapa de planeación del proyecto. Es decir que los números obtenidos representarán solo una apreciación y no deben tomarse como una cuantificación del impacto (Oyarzun, 2008: 55).

Según Leyton (2004: 47), la matriz fue desarrollada con el objeto de instaurar relaciones causa-efecto de acuerdo con las características particulares de cada proyecto, a partir de

dos listas de chequeo que contienen 100 posibles acciones proyectadas y 88 factores o variables ambientales (características físico-químicas, condiciones biológicas, factores culturales, relaciones ecológicas, otros), es así que resultan 8.800 interacciones posibles que son susceptibles de ser modificados en caso de que el proyecto sea puesto en marcha.

Cabe recalcar que las afectaciones a los factores pueden ser positivas o negativas. Cada interacción entre las acciones y los factores corresponde a una celda en la matriz en la que debe verificarse si realmente coexiste dicha intersección entre la acción y el factor. Así, el tamaño de la matriz puede ser adecuado según las características del proyecto a considerar y el entorno ambiental y cultural.

Según el modelo estándar de la matriz de Leopold, en cada una de las celdas se debe colocar dos valores: el primero, corresponde a la magnitud, y el segundo a la importancia. Magnitud, se refiere a la extensión del impacto, que puede medirse en términos de superficie, mientras que la importancia se refiere al aprecio que merece el factor afectado. Según se haya definido el impacto como positivo o negativo, cada una de las celdas contará con un signo (+) o un signo (-).

Leyton (2004: 49), califica a la matriz como 'global' debido a que el método además de incluir características físicas, químicas y biológicas, abarca otras como las geobiofísicas y socioeconómicas.

Otro aspecto que no puede relegarse, mencionado por Oyarzun (2008:20), es la existencia de criterios generales para considerar la gravedad de un impacto:

- Afecta la salud o la seguridad pública.
- El impacto implica superar una norma o disposición legal.
- Perturba ámbitos naturales o humanos intrínsecamente valiosos (parques naturales, sitios históricos, etc.).
- Es irreversible, extenso o intenso.
- Afecta a especies en peligro de extinción.
- El componente afectado es reconocido por su importancia funcional para el medio ambiente.
- El componente afectado es reconocido pública o políticamente como importante.
- El impacto tiene potencialidad para generar conflictos sociales

Se debe tener claro que los aspectos ambientales son las intersecciones entre las acciones del proyecto y el ambiente físico, biológico y humano.

Identificación de los impactos ambientales

De las 8.800 interacciones posibles entre las acciones y los efectos ambientales que pueden generar, al momento de realizar el análisis respectivo, no todas resultan pertinentes, pues no todos los factores ambientales son susceptibles a modificarse y, precisamente, es por

eso que la matriz se ve reducida considerablemente. Según el tipo de proyecto al que se esté aplicando la matriz, es posible agregarse nuevas acciones que no estén contenidas en la lista de acciones sugeridas por la matriz (Canter, 2002: 63).

Para proceder con el llenado de la matriz, y por motivo de la investigación, se va a emplear la matriz de Leopold modificada, la que al igual que la matriz original, permite evaluar los impactos ambientales, ecológicos, físicos-químicos y sociales. Esta metodología fue reconocida por el Banco Mundial y permite determinar la importancia de las actividades desarrolladas para el medio ambiente.

Como primer paso, se establece una matriz causa-efecto entre los componentes, factores o características ambientales ubicadas en las filas de la matriz y las acciones, actividades o características del proyecto que pueden incidir desfavorablemente en la calidad del entorno. Estas están especificadas en las columnas. Todo esto con la finalidad de identificar los impactos ambientales. Hecha esta primera identificación, se pueden eliminar todas las intersecciones (cuadrículas) irrelevantes, de tal forma que la matriz queda simplificada y más manejable (Garmendia et al, 2005: 79). Entonces, cada cruce o intersección representa la posibilidad de impacto. Para continuar con el proceso, se recomienda fijar un código para cada uno de los factores ambientales afectados.

Para la identificación de los componentes a analizarse, se debe valorar todas las alternativas y cada fase del proyecto. Para esto, se realiza visitas de campo que permitan al evaluador tener vasto conocimiento del proceso y, adicionalmente, se debe consultar con expertos en el tema a evaluarse. Para el caso del estudio sobre agricultura orgánica se hicieron consultas con ingenieros agrónomos e ingenieros ambientales, ya que es fundamental su experticia en el tema.

Cuantificación de los impactos ambientales

Después de identificar los impactos, es vital que se realice una individualización y delimitación correcta de cada uno, diferenciándolos mutuamente, para evitar que estén duplicados.

Como se mencionó previamente, la metodología original de llenado de la matriz, admite dos valores en cada cuadrícula; magnitud e importancia; sin embargo, para la matriz de Leopold modificada, el proceso difiere ya que se integran otros elementos que complementan la evaluación, que son en resumen la manifestación del efecto de las actividades humanas en el ambiente. Según Fernández (2009: 51), la importancia del impacto se mide en función de dos aspectos; el grado de incidencia o intensidad de la alteración producida y la caracterización del efecto, que responde, a su vez, a una serie de atributos de tipo cualitativo (p. ej. extensión, tipo de efecto plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, entre otros).

Estos elementos consisten en criterios de evaluación estándar sobre la base de normas internacionales, a fin de evaluar la trascendencia de los efectos en el medio ambiente:

- Carácter (positiva o negativa) (C)
- Extensión geográfica (E)
- Duración (D)
- Magnitud (M)
- Probabilidad de ocurrencia (Po)
- Frecuencia (F)
- Reversibilidad (R)

Cada uno de los criterios tiene parámetros preestablecidos específicos. A continuación se presentan algunas de las definiciones según Conesa (2009: 51) y Espinoza (2002: 202):

a) Carácter del impacto o naturaleza: Los impactos pueden ser beneficiosos o perjudiciales. Los primeros son caracterizados por el signo positivo (+), los segundos se los expresa como negativos (-).

b) Extensión geográfica (E): A veces la incidencia del impacto está circunscrita; en otros casos se extiende disminuyendo sus efectos (contaminación atmosférica e hídrica) hasta que los mismos no son medibles. En algunos casos sus efectos pueden manifestarse más allá del área del proyecto y de la zona de localización del mismo. Por caso, los efectos secundarios sobre la atmósfera (CO₂ y su incidencia en el efecto invernadero) y los efectos de la degradación de humedales o de contaminación de cultivos (disminución de áreas reproductivas o de alimentación de aves migratorias y la mortandad directa de las aves, y sus efectos en sistemas ecológicos de otros países). El impacto puede localizarse (puntual) o extenderse a todo el entorno del proyecto o actividad (ver tabla 14).

Tabla 14. Descripción del criterio - evaluación extensión geográfica

Criterios	Evaluación	Definición
Extensión geográfica	Puntual	Confinado al área directamente perturbada por el proyecto.
	Local	Sobrepasa las áreas directamente perturbadas pero está dentro de los límites del área del estudio de evaluación que se especificarán para cada disciplina o indicador (generalmente a 1 Km. o menos de las áreas perturbadas)
	Regional	Se extiende más allá de los límites sub-regionales o administrativos especificados para cada disciplina o indicador, pero confinado dentro del mismo país.

Fuente: (Silva, 2007: 21)

- c) Duración (D):** Indica por cuánto tiempo se manifestará el impacto. En otras palabras, se refiere al tiempo desde que un efecto se manifiesta hasta que se retorne a la situación inicial en forma natural o a través de medidas correctoras. Un efecto considerado permanente puede ser reversible cuando finaliza la acción causal (caso de vertidos de contaminantes) o irreversible (caso de afectar el valor escénico en zonas de importancia turística o urbanas a través de la alteración de geoformas o por la tala de un bosque). En otros casos, los efectos pueden ser temporales (ver tabla 15).

Tabla 15. Descripción del criterio - Duración

Criterios	Evaluación	Definición
Duración	A corto plazo	Menos de 1 año.
	A mediano plazo	Entre 1 y 5 años.
	A largo plazo	Más de 5 años.

Fuente: (Silva, 2007:21)

- d) Magnitud/Intensidad (M):** Representa la incidencia o la alteración máxima provocada sobre el factor ambiental y derivada de un accionar específico, en el área en la que se produce el efecto. La ponderación de la magnitud puede ser nula, baja, media o alta (ver tabla 16).

Tabla 16. Descripción del criterio - Magnitud

Criterio	Evaluación	Definición
Magnitud	Ninguna	No se prevé ningún cambio.
	Baja	Se pronostica que la perturbación será algo mayor que las condiciones típicas existentes.
	Media	Se pronostica que los efectos están considerablemente por encima de las condiciones típicas existentes, pero sin exceder los criterios establecidos en los límites permisibles o causan cambios en los parámetros biológicos bajo los rangos de variabilidad.
	Alta	Los efectos predecibles exceden los criterios establecidos o límites permitidos asociados con efectos adversos potenciales o causan un cambio detectable en parámetros biológicos, más allá de la variabilidad natural.

Fuente: (Silva, 2007: 22)

- e) Ocurrencia (O):** indica la probabilidad de que se manifieste el efecto en el ambiente a causa de una fuente de impacto (ver tabla 17).

Tabla 17. Descripción del criterio – Probabilidad de ocurrencia

Criterio	Evaluación	Definición
Ocurrencia	Baja	Poco probable.
	Media	Posible o probable.
	Alta	Muy probable

Fuente: (Silva, 2007: 22)

- f) Frecuencia:** Este atributo hace referencia al ritmo de aparición del impacto, que pueden ser continuos, aislados, periódicos, ocasionales o accidentales (ver tabla 18).

Tabla 18. Descripción del criterio - Frecuencia

Criterio	Evaluación	Definición
Frecuencia	Continua	Ocurrirá continuamente.
	Aislada	Confinado a un período específico (por ejemplo: construcción).
	Periódica	Ocurre intermitente pero repetidamente (por ejemplo: actividades de mantenimiento).
	Ocasional	Ocurre intermitente y esporádicamente (por ejemplo: actividades de mejoramiento).
	Accidental	Ocurre rara vez

Fuente: (Silva, 2007: 23)

- g) Reversibilidad (R):** La duración y la reversibilidad son independientes. Este atributo está referido a la posibilidad de recuperación del componente del medio o factor afectado por una determinada acción. Se considera únicamente aquella recuperación realizada en forma natural después de que la acción ha finalizado. Cuando un efecto es reversible, después de transcurrido el tiempo de permanencia, el factor retornará a la condición inicial (ver tabla 19).

Tabla 19. Descripción del criterio - Reversibilidad

Criterio	Evaluación	Definición
Reversibilidad	Corto Plazo	Puede ser revertido en un año o menos.
	Parcial	Puede ser revertido en más de un año.
	Irreversible	Efectos permanentes.

Fuente: (Silva, 2007: 24)

En la tabla 20, se resumen los criterios de evaluación con su respectiva asignación numérica.

Tabla 20. Rangos de valores para cada criterio de evaluación

Atributo	Símbolo	Rango de Valor	
Carácter	C	Negativo	-1
		Positivo	1
		Neutro	0
Extensión Geográfica	E	Regional	3
		Local	2
		Puntual	1
Duración	D	A corto plazo	1
		A mediano plazo	2
		A largo plazo	3
Magnitud	M	Alta	3
		Media	2
		Baja	1
		Ninguna	0
Ocurrencia	O	Muy probable	3
		Probable	2
		Poco probable	1
Frecuencia	F	Continuo	4
		Aislado	3
		Periódico	2
		Ocasional	1
		Accidental	0
Reversibilidad	R	Irreversible	3
		Parcial	2
		Reversible a corto plazo	1

Fuente: Espinoza (2002:203)
Elaboración: Estefanía Charvet

Sobre la base de asignar valores que reflejen las características cuantitativas y cualitativas del impacto, se puede elaborar una matriz que determina la importancia y la jerarquización de los impactos. A través de una fórmula, se incluyen todos los criterios obteniendo como resultado un valor numérico que permite hacer comparaciones, y se denomina impacto total (IT) (Espinoza, 2002: 203):

$$IT = C \times (F + M + O + E + D + R)$$

Finalmente, se concluye realizando la jerarquización de los impactos ambientales. Éstos asignan una evaluación de acuerdo a los criterios de importancia utilizando los rangos de valor que se presentan a continuación:

- Si los impactos son negativos:

Severo $x \leq (-)15$

Moderado $(-)15 < x < (-10,1)$

Leve $(-10) < x \leq (-5,1)$

Compatible $(-5) < x < (-0,1)$

- Si los impactos son positivos:

Alto $x \geq (+)15$

Mediano $(+)15 > x > (+)9$

Bajo $x \leq (+)9$

Para la presentación de los resultados se realiza asignando colores a cada nivel de impacto, facilitando la lectura (ver tabla 21).

Tabla 21. Presentación de resultados por colores

Valoración de los impactos ambientales	
Negativo	
Severo	$x \leq (-)15$
Moderado	$(-)15 < x < (-10,1)$
Leve	$(-10) < x \leq (-5,1)$
Compatible	$(-5) < x < (-0,1)$
Positivo	
Alto	$x \geq (+)15$
Mediano	$(+)15 > x > (+)9$
Bajo	$x \leq (+)9$

Fuente: (Espinoza, 2002:155)

Elaboración: Estefanía Charvet

Ventajas y desventajas de la utilización de la matriz de Leopold

Una de las principales dificultades al emplear un método de evaluación matricial es el tiempo que toma evaluar todas las alternativas que pueden presentarse en un proyecto específico. Sin embargo, no se puede dejar de lado el hecho que en los recursos necesarios para aplicarlas no son altos y son de gran utilidad en la identificación, comunicación y representación de impactos ambientales (Ramos, 2004: 31). Otra debilidad fundamental de esta herramienta es que la matriz de Leopold es un modo de evaluación de impactos altamente subjetivo (Vitora, 2009: 343); es decir, depende de las percepciones y argumentos de cada persona.

Comparación de beneficios ambientales de la agricultura

Para la realización de la evaluación de impacto ambiental, como se explicó en el marco teórico, se empleará la matriz de Leopold modificada.

Descripción del contexto agrícola del cultivo de brócoli

Se determinó que cada proceso de producción de brócoli, tanto orgánico como convencional existen subprocesos similares. Los principales, y por consiguiente los que fueron considerados para la elaboración de la evaluación de impacto ambiental, fueron los siguientes:

- Preparación y siembra
- Riego
- Controles fitosanitarios
- Fertilización
- Cosecha

A continuación se procede a realizar una breve descripción de lo que incluye cada proceso, no hay diferencias sustanciales en los procesos en los distintos tipos de cultivo:

- 1. Preparación y siembra.**- Es el primer paso en el ciclo de cultivo de brócoli en el que inicialmente se levanta la manguera instalada en el ciclo anterior del proceso de cultivo. Adicionalmente se complementa con la arada y rastrada del terreno. Una vez que el suelo está listo, se aplica el abono de base y se procede nuevamente con la tendida de manguera. En lo que respecta al proceso de siembra, el cultivo recibe pilones ya listos para la siembra, tanto en cultivos orgánicos como convencionales.
- 2. Riego.**- Durante los dos primeros días después de la siembra se realiza el proceso de riego. Posteriormente se realizan 2 o 3 riegos semanales por hectárea. Esto proceso es igual para ambos tipos de cultivo.
- 3. Controles fitosanitarios:** Para el caso del brócoli convencional se aplican herbicidas e insecticidas a los siete días y, posteriormente, hay fumigaciones semanales y luego quincenales. Por otro lado, en el caso de un cultivo orgánico, la fumigación se realiza semanalmente. Además, en la semana 7 hasta la semana 11 se hacen fumigaciones localizadas con bombas de mochila.
- 4. Fertilización.**- En el cultivo convencional, la primera aplicación es la de abono base que se realiza antes de la siembra. Luego hay otra fertilización a la quinta semana, a la octava y posteriormente hay un refuerzo final a la décima semana. En el caso del brócoli orgánico, también se aplica abono de base y, adicionalmente, se fertiliza en la semana 5 y en la semana 8, esto se complementa con varias aplicaciones de biol.

5. **Cosecha.**- Se da por etapas, en la primera entrada se cosecha el 30% del lote, en la segunda entrada el 50% y en la tercera entrada el 20% restante.

Identificación de los posibles factores ambientales afectados

El desarrollo de un cultivo agrícola impacta de formas diversas el ambiente. Mediante la visita a los cultivos y varias entrevistas realizadas a expertos en el tema, se definieron los siguientes como los principales impactos derivados de la agricultura que serán resumidos en la matriz de Leopold modificada en la columna de los factores ambientales afectados:

Características físico-químicas

- Suelo.- Se produce erosión, cuando existe uso inapropiado del recurso, aflojamiento y descubrimiento acelerando el arrastre por el viento y agua, degradándolo y agudizando el proceso de erosión. Esto se agrava si es que hay escasa utilización de técnicas de conservación del suelo. Además, puede presentarse reducción y degradación de las características físicas y químicas del suelo, así como compactación, salinización y contaminación química del mismo.
- Agua.- Se puede producir contaminación química del agua (superficial y subterránea) por el uso excesivo de biocidas y fertilizantes. Es posible también que se agoten los acuíferos por el uso intensivo de riego mediante pozos a profundidad, que utiliza agua en mayor cantidad de la que se repone naturalmente. Ello supone un gradual agotamiento de los mismos.
- Atmósfera.- Fundamentalmente se debe a la liberación de gases y partículas en el aire.

Características biológicas

- Flora y fauna.- Reducción de poblaciones beneficiosas para la agricultura de insectos, la microflora y microfauna, en muchos casos resultan perjudicados por el uso de biocidas de amplio espectro. También se consideran en este grupo los daños a la fauna de ríos y lagos.

Relaciones ecológicas

- Alteración del paisaje.- Este componente tiene mayor aplicabilidad cuando hay cambios en el uso del suelo; sin embargo, puede considerarse como alteraciones al paisaje a ciertos procesos derivados del cultivo.

- Eutrofización.- La contaminación química del suelo y el agua por el uso incontrolado de fertilizantes o fitosanitarios, provoca contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, cuando estos productos son arrastrados por las lluvias, causa eutrofización de las aguas.

Factores culturales

- Deterioro de la salud.- Resulta por el contacto directo o por ingestión de aguas contaminadas con residuos de biocidas, y afectaciones a la salud de los trabajadores por exposiciones prolongadas y sin protección a químicos tóxicos.
- Generación de empleo.- Derivado de la contratación de personal para todos los procesos del cultivo.

Aplicación de la matriz de Leopold al cultivo de brócoli orgánico y convencional

Según lo explicado en la metodología de evaluación, el primer paso consiste en definir el carácter del impacto. Para permitir la comparabilidad de los resultados entre los dos métodos de cultivo, tanto el orgánico como el convencional, se prepararon dos matrices de caracterización.

En las tablas 22 y 23, el carácter (C) o caracterización, permite asignar valores entre -1, 0, 1 según el tipo de impacto negativo, neutro o positivo, respectivamente. En el caso del cultivo de brócoli orgánico la sumatoria del total de impactos positivos y negativos da un total de -25, mientras que el brócoli convencional es de -26. Esto significa que en el caso del brócoli orgánico se produjeron (-31) intersecciones calificadas como negativas y 6 calificadas como positivas, generando un total de 37 intersecciones entre procesos y factores ambientales. Para el caso del brócoli convencional se produjeron (-32) intersecciones calificadas como negativas y 6 calificadas como positivas, generando un total de 38 intersecciones entre procesos y factores ambientales. Además de los resultados iniciales proporcionados, éstos permiten establecer un parámetro de comparabilidad entre ambos análisis, ya que se analizarán prácticamente igual número interacciones, lo que también refleja que los procesos de cultivo, tanto orgánico como convencional, son similares.

Tabla 22. Matriz de caracterización de los impactos ambientales en un cultivo orgánico

Matriz de Leopold			Procesos cultivo orgánico					Resultados Ambientales				
Características o condiciones del medio susceptibles de alterarse	Factores Ambientales afectados		Impactos	Preparación y Siembra	Riego	Fertilización	Controles fitosanitarios	Cosecha	Impacto	Valores Positivos	Valores Negativos	Total Impactos
	Características Físicas-Químicas	Suelo										
	Características Físicas-Químicas	Suelo	Erosión	-1	0	0	0	0	-1		-1	1
			Compactación	-1	-1	-1	-1	-1	-5		-5	5
			Capacidad de uso	-1	0	0	0	0	-1		-1	1
		Agua	Calidad	0	0	1	-1	0	0	1	-1	2
			Disponibilidad	0	-1	0	0	0	-1		-1	1
			Cantidad	0	-1	0	-1	0	-2		-2	2
		Atmósfera	Calidad	0	0	0	-1	0	-1		-1	1
			Calidad (gases, partículas)	-1	0	-1	-1	0	-3		-3	3
		Condiciones Biológicas	Flora	Diversidad y abundancia de especies	-1	0	0	-1	0	-2		-2
	Microflora			-1	0	0	-1	0	-2		-2	2
	Fauna		Diversidad y abundancia de especies	0	0	0	0	0	0		0	0
			Daños a fauna de ríos y lagos	0	0	-1	-1	0	-2		-2	2
			Microfauna (e.g abejas)	-1	0	-1	-1	0	-3		-3	3
	Relaciones ecológicas	Relaciones ecológicas	Alteración al paisaje	-1	-1	0	0	-1	-3		-3	3
			Eutrofización	0	0	-1	-1	0	-2		-2	2
	Factores Culturales	Nivel Cultural	Deterioro de la Salud	0	0	-1	-1	0	-2		-2	2
			Generación de Empleo	1	1	1	1	1	5	5		5
	Resultados de Acciones	Impacto		-7	-3	-4	-10	-1	-25	6	-31	37
		Valores Positivos		1	1	2	1	1				
		Valores Negativos		-8	-4	-5	-11	-2				
Total de Impactos		9	5	7	12	3						

Elaboración: Estefanía Charvet

Tabla 23. Matriz de caracterización de los impactos ambientales en un cultivo convencional

Matriz de Leopold			Procesos cultivo convencional					Resultados Ambientales				
Características o condiciones del medio susceptibles de alterarse	Factores Ambientales afectados		Impactos	Preparación y Siembra	Riego	Fertilización	Controles fitosanitarios	Cosecha	Impacto	Valores Positivos	Valores Negativos	Total Impactos
	Características Físicas-Químicas	Suelo	Erosión	-1	0	0	0	0	-1		-1	1
			Compactación	-1	-1	-1	-1	-1	-5		-5	5
			Capacidad de uso	-1	0	0	0	0	-1		-1	1
			Calidad	0	0	1	-1	0	0	1	-1	2
		Agua	Disponibilidad	0	-1	0	0	0	-1		-1	1
			Cantidad	0	-1	0	-1	0	-2		-2	2
			Calidad	0	0	0	-1	0	-1		-1	1
		Atmósfera	Calidad (gases, partículas)	-1	0	-1	-1	0	-3		-3	3
		Condiciones Biológicas	Flora	Diversidad y abundancia de especies	-1	0	0	-1	0	-2		-2
	Microflora			-1	0	0	-1	0	-2		-2	2
	Fauna		Diversidad y abundancia de especies	0	0	-1	0	0	-1		-1	1
			Daños a fauna de ríos y lagos	0	0	-1	-1	0	-2		-2	2
			Microfauna (e.g abejas)	-1	0	-1	-1	0	-3		-3	3
	Relaciones ecológicas	Relaciones ecológicas	Alteración al paisaje	-1	-1	0	0	-1	-3		-3	3
			Eutrofización	0	0	-1	-1	0	-2		-2	2
	Factores Culturales	Nivel Cultural	Deterioro de la Salud	0	0	-1	-1	0	-2		-2	2
			Generación de Empleo	1	1	1	1	1	5	5		5
	Resultados de Acciones	Impacto		-7	-3	-5	-10	-1	-26	6	-32	38
		Valores Positivos		1	1	2	1	1				
		Valores Negativos		-8	-4	-7	-11	-2				
Total de Impactos			9	5	9	12	3					

Elaboración: Estefanía Charvet

Según lo indicado en la metodología de aplicación de la matriz de Leopold modificada, se calificó cada criterio basado en varios aspectos; la visita de campo al cultivo, complementado con los conocimientos de expertos en el tema agrícola y ambiental. Finalmente, se obtuvo como resultado las matrices que muestran la sumatoria de los parámetros, extensión geográfica, duración, magnitud, ocurrencia y frecuencia y reversibilidad. Aquellos que tienen resultado cero, se debe a la no existencia de interacción entre el proceso y el factor ambiental.

Adicionalmente, en esta matriz se puede observar que los resultados ya fueron multiplicados por el resultado de la caracterización, por lo que si representan afectaciones al medio ambiente tendrán signo negativo, mientras que si son un componente beneficioso tendrán signo positivo. En otras palabras, se aplicó la fórmula que permite determinar el impacto total.

$$IT = C \times (F + M + O + E + D + R)$$

Para poder definir en la sección siguiente el impacto total, se agregaron varias columnas al extremo derecho y cuatro filas en la parte inferior, donde se muestra la sumatoria de los impactos y adicionalmente se puede observar el número de impactos ambientales positivos y negativos, así como también en las filas inferiores pueden verse los impactos resultantes de cada proceso.

De acuerdo a la Tabla 24, el resultado *más significativo* es de tipo positivo y corresponde al factor cultural, generación de empleo. Esto fue también corroborado en la visita de campo, evidenciando que la producción de brócoli orgánico requiere gran número de jornaleros, por lo que resulta evidente que a nivel cultural habrá beneficios para la población por la creación de fuentes de empleo.

A continuación existe un resultado, en este caso considerado *medianamente significativo*, en lo que respecta a impactos en la compactación del suelo, debido al trabajo de maquinaria pesada y de mano obra que debe trabajar sobre este recurso durante todo el proceso de cultivo.

Posteriormente, se presentan impactos de significancia menor en el factor biológico, microfauna; en las relaciones ecológicas, alteración del paisaje; y en las características químicas, y atmósfera. El resto de afectaciones se consideran levemente significativas.

En lo que respecta al cultivo de brócoli convencional (ver tabla 25), presenta como resultado más significativo, al igual que el cultivo orgánico, la generación de fuentes de empleo. Cabe recalcar que, debido a los productos químicos empleados para el manejo de este tipo de cultivo, requiere de una menor intervención de jornaleros. Asimismo, presenta un impacto *medianamente significativo* en la compactación del suelo debido a los trabajos realizados con maquinaria pesada y jornaleros durante el proceso de cultivo. Posteriormente, existen impactos de significancia menor en lo que respecta a las características químicas, atmósfera; las condiciones biológicas, microfauna; la relación ecológica, alteración del paisaje; y el nivel cultural, deterioro de la salud. El resto de afectaciones son consideradas levemente significativas.

Tabla 24. Matriz con sumatoria de parámetros para medir el impacto ambiental – Cultivo orgánico.

Matriz de Leopold			Proceso Cultivo Orgánico					Resultados Ambientales				
Características o condiciones del medio susceptibles de alterarse	Factores Ambientales afectados		Impactos	Preparación y Siembra	Riego	Fertilización	Controles fitosanitarios	Cosecha	Impacto	Valores Positivos	Valores Negativos	Total Impactos
	Características Físicas-Químicas	Suelo	Erosión	-12	0	0	0	0	-12		-12	12
			Compactación	-11	-11	-10	-9	-7	-48		-48	48
			Capacidad de uso	-14	0	0	0	0	-14		-14	14
		Agua	Calidad	0	0	9	-9	0	0	9	-9	18
			Disponibilidad	0	-11	0	0	0	-11		-11	11
			Cantidad	0	-11	0	-7	0	-18		-18	18
	Atmósfera	Calidad	0	0	0	-9	0	-9		-9	9	
		Calidad (gases, partículas)	-10	0	-7	-7	0	-24		-24	24	
	Condiciones Biológicas	Flora	Diversidad y abundancia de especies	-6	0	0	-6	0	-12		-12	12
Microflora			-9	0	0	-8	0	-17		-17	17	
Fauna		Diversidad y abundancia de especies	0	0	0	0	0	0		0	0	
		Daños a fauna de ríos y lagos	0	0	-6	-7	0	-13		-13	13	
Microfauna (e.g abejas)		-9	0	-6	-9	0	-24		-24	24		
	Relaciones ecológicas	Alteración al paisaje	-8	-7	0	0	-8	-23		-23	23	
Eutrofización		0	0	-7	-6	0	-13		-13	13		
Factores Culturales	Nivel Cultural	Deterioro de la Salud	0	0	-8	-7	0	-15		-15	15	
		Generación de Empleo	14	14	14	14	13	69	69	0	69	
Resultados de Acciones	Impacto		-65	-26	-21	-70	-2	-184				
	Valores Positivos		14	14	23	14	13		78			
	Valores Negativos		-79	-40	-44	-84	-15			-262		
	Total de Impactos		93	54	67	98	28				340	

Elaboración: Estefanía Charvet

Tabla 25. Matriz con sumatoria de parámetros para medir el impacto ambiental – Cultivo convencional

		Matriz de Leopold		Proceso Cultivo Convencional				Resultados Ambientales				
		Factores Ambientales afectados	Impactos	Preparación y Siembra	Riego	Fertilización	Controles fitosanitarios	Cosecha	Impacto	Valores Positivos	Valores Negativos	Total Impactos
Características o condiciones del medio susceptibles de alterarse	Características Físicas-Químicas	Suelo	Erosión	-12	0	0	0	0	-12		-12	12
			Compactación	-11	-11	-10	-9	-7	-48		-48	48
			Capacidad de uso	-14	0	0	0	0	-14		-14	14
			Calidad	0	0	9	-11	0	-2	9	-11	20
		Agua	Disponibilidad	0	-11	0	0	0	-11		-11	11
			Cantidad	0	-11	0	-7	0	-18		-18	18
			Calidad	0	0	0	-12	0	-12		-12	12
		Atmósfera	Calidad (gases, partículas)	-10	0	-9	-9	0	-28		-28	28
		Condiciones Biológicas	Flora	Diversidad y abundancia de especies	-6	0	0	-9	0	-15		-15
	Microflora			-9	0	0	-10	0	-19		-19	19
	Fauna		Diversidad y abundancia de especies	0	0	-6	0	0	-6		-6	6
			Daños a fauna de ríos y lagos	0	0	-8	-9	0	-17		-17	17
			Microfauna (e.g abejas)	-9	0	-7	-10	0	-26		-26	26
	Relaciones ecológicas	Relaciones ecológicas	Alteración al paisaje	-8	-7	0	0	-8	-23		-23	23
			Eutrofización	0	0	-7	-7	0	-14		-14	14
	Factores Culturales	Nivel Cultural	Deterioro de la Salud	0	0	-10	-11	0	-21		-21	21
			Generación de Empleo	14	14	14	12	13	67	67		67
	Resultados de Acciones	Impacto		-65	-26	-34	-92	-2	-219			
		Valores Positivos		14	14	23	12	13		76		
		Valores Negativos		-79	-40	-57	-104	-15			-295	
		Total de Impactos		93	54	80	116	28				371

Elaboración: Estefanía Charvet

Resultados de la evaluación de impacto ambiental

De forma general, al comparar los resultados obtenidos en el proceso de cultivo orgánico y el convencional (ver tablas 26 y 27), podemos observar que en el caso del brócoli orgánico existen ocho interacciones que presentan un nivel de impacto ambiental moderado, mientras que en lo que respecta al brócoli convencional existen 14 interacciones que presentan esta condición. En ninguno de los cultivos se determinaron impactos severos. El total de impactos para el cultivo de brócoli orgánico son menores (-184) que para el brócoli convencional (- 219). Ambos tipos de cultivo presentan impactos positivos en lo que respecta a la generación de empleo, aunque al observar con detenimiento los resultados correspondientes al cultivo orgánico, estos están más próximos al rango superior de impacto medio (M), con respecto a su par en el cultivo convencional, esto implica que existe mayor generación de empleo en un cultivo orgánico. De la misma se observa que los impactos en la salud de la población, en el cultivo orgánico, se consideran leves, mientras que para la agricultura convencional son moderados. Esto se debe, principalmente, a la utilización de productos químicos perjudiciales para la salud, principalmente en los procesos de fertilización y los controles fitosanitarios.

Tabla 26. Matriz de resultados cualitativos - Agricultura orgánica

Matriz de Leopold			Proceso Cultivo Orgánico					
Factores Ambientales afectados		Impactos	Preparación y Siembra	Riego	Fertilización	Controles fitosanitarios	Cosecha	
Características o condiciones del medio susceptibles de alterarse	Características Físicas-Químicas	Suelo	Erosión	M				
			Compactación	M	M	M	L	L
			Capacidad de uso	M				
			Calidad			B	L	
	Agua	Disponibilidad		M				
		Cantidad		M			L	
		Calidad					L	
	Atmósfera	Calidad (gases, partículas)	M		L	L		
	Condiciones Biológicas	Flora	Diversidad y abundancia de especies	L			L	
			Microflora	L			L	
		Fauna	Diversidad y abundancia de especies				0	
			Daños a fauna de ríos y lagos			L	L	
		Microfauna (e.g abejas)	L		L	L		
	Relaciones ecológicas	Relaciones ecológicas	Alteración al paisaje	L	L			L
			Eutrofización			L	L	
	Factores Culturales	Nivel Cultural	Deterioro de la Salud			L	L	
Generación de Empleo			M	M	M	M	M	

Elaboración: Estefanía Charvet

Nota: L = Leve

M= Moderado

M= Impacto positivo mediano

B= Impacto positivo bajo

Tabla 27. Matriz de resultados cualitativos - Agricultura convencional

Matriz de Leopold			Proceso Cultivo Convencional					
Factores Ambientales afectados		Impactos	Preparación y Siembra	Riego	Fertilización	Controles fitosanitarios	Cosecha	
Características o condiciones del medio susceptibles de alterarse	Características Físicas-Químicas	Suelo	Erosión	M				
			Compactación	M	M	M	L	L
			Capacidad de uso	M				
		Agua	Calidad			B	M	
			Disponibilidad		M			
			Cantidad		M		L	
	Atmósfera	Calidad				M		
		Calidad (gases, partículas)	M		L	L		
		Condiciones Biológicas	Flora	Diversidad y abundancia de especies	L			L
	Microflora			L			M	
	Fauna		Diversidad y abundancia de especies			L		
			Daños a fauna de ríos y lagos			L	L	
	Microfauna (e.g abejas)		L		L	M		
		Relaciones ecológicas	Alteración al paisaje	L	L			L
	Eutrofización				L	L		
	Factores Culturales	Nivel Cultural	Deterioro de la Salud			M	M	
			Generación de Empleo	M	M	M	M	M

Elaboración: Estefanía Charvet

Nota: L = Leve

M= Moderado

M= Impacto positivo mediano

B= Impacto positivo bajo

Análisis específico de impacto por procesos- agricultura orgánica

Preparación y siembra.- La preparación del suelo y la siembra son el primer proceso en el cultivo agrícola. Se ve afectado de forma moderada el suelo con erosión, compactación y la capacidad de uso del mismo. Esto se debe, principalmente, a la utilización de maquinaria pesada para la rastra y arada del terreno. Se debe recalcar que al aflojarse el suelo y su posterior descubrimiento, aceleran el arrastre por viento y agua provocando degradación y erosión. El arar la tierra en forma profunda reduce la cantidad de materia orgánica, lo cual impacta sobre la fertilidad del suelo e impide que las plantas desarrollen raíces profundas. Adicionalmente, otro de los impactos moderados es en la atmósfera, por la utilización de combustibles fósiles en los tractores y por la generación de partículas en el proceso de rastrada y arada. Finalmente, se generan otros impactos leves que resultan poco significativos. Se observa la presencia de generación de empleo calificada con un nivel de impacto positivo medio.

Riego.- Genera impactos moderados en lo que respecta a la compactación del suelo y principalmente en la disponibilidad y cantidad de agua, debido a que la utilización de agua para un fin específico reduce la cantidad y disponibilidad del bien en general.

Fertilización.- Se realiza en varias ocasiones durante el proceso de cultivo y con mayor intensidad en el cultivo orgánico, lo cual implica que se produce afectación por la presencia de jornaleros y también por la posible utilización de abonadoras. Además, se producen ciertos impactos leves, en cuanto el uso exagerado de fertilizantes tiene como consecuencia la reducción de las poblaciones de insectos y de especies de microorganismos, así como el traslado y pérdida de nutrientes para las plantas. Finalmente, se da impacto positivo de nivel medio en lo que respecta a la generación de empleo e impacto positivo bajo en la calidad del suelo, ya que los fertilizantes mejoran las condiciones del mismo.

Controles fitosanitarios.- Considerados uno de los procesos más perjudiciales dentro de la agricultura; sin embargo, debido a que los productos empleados en el cultivo orgánico son certificados con impacto mínimo sobre el medio ambiente, se observa que su impacto ambiental es únicamente de nivel leve. No obstante, no se descarta que los productos fitosanitarios puedan afectar a las características físicas y químicas tanto del suelo como del agua. El uso incontrolado de productos de este tipo, provoca contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, cuando estos productos son arrastrados por las lluvias. Esta contaminación causa la eutrofización de las aguas, mortandad en los peces y otros seres vivos.

Los productos fitosanitarios empleados para agricultura orgánica son menos potentes que los que se emplean en el cultivo convencional, por lo que requieren de mayor número de aplicaciones, factor que tiene incidencia directa en la generación de empleo.

Cosecha.- Este proceso no difiere para ninguno de los dos tipos de agricultura y no presenta ningún impacto remarcable. También tiene una carga positiva de generación de empleo.

Análisis específico de impacto por procesos- agricultura convencional

Preparación y siembra.- Son el primer proceso en el cultivo agrícola. El suelo se ve afectado de forma moderada con procesos de erosión, compactación y limitación en la capacidad de uso del mismo. Esto se debe principalmente a la utilización de maquinaria pesada para la rastra y la arada al igual como sucede en el proceso orgánico. Se presentan impactos moderados en la atmósfera por la utilización de combustibles fósiles en los tractores y por la generación de partículas en el proceso de rastrada y arada. Finalmente, se generan otros impactos leves que resultan poco significativos. Se constata la generación de empleo calificado con un nivel de impacto positivo medio. Este proceso es idéntico en ambos tipos de agricultura.

Riego.- Genera impactos moderados en lo que respecta a la compactación del suelo, y principalmente en la disponibilidad y cantidad de agua, debido a que la utilización de agua para un fin específico reduce la cantidad y disponibilidad del bien en general. Este proceso es también idéntico en ambos tipos de agricultura, por lo que los impactos no difieren.

Fertilización.- La fertilización se realiza en varias ocasiones durante el proceso de cultivo, con menos intensidad que en el cultivo orgánico. Presenta impactos ambientales moderados en la compactación del suelo por la utilización de maquinaria agrícola y la intervención de jornaleros en el cultivo. Dado el tipo de fertilizantes empleados en la agricultura convencional, existe más probabilidad que la exagerada utilización de estos productos traiga como consecuencia la reducción de las poblaciones de insectos y de especies de microorganismos. Esto se ve reflejado al observar en detalle la evaluación cuantitativa donde se evidencia que este valor es superior al presentado al cultivo orgánico.

Adicionalmente, tiene un impacto medio positivo en la generación de empleo, aunque se debe recalcar que pese a que el impacto es de tipo medio, igual como sucede en el brócoli orgánico, la frecuencia de las fertilizaciones es un tanto menor en este tipo de cultivo por lo que requiere menos manos de obra.

Controles fitosanitarios.- Son el proceso que más calificaciones de impacto moderado presenta, debido a lo poco amigables que resultan estos productos no solo con el ambiente sino también con la salud de las personas que los emplean. Su uso excesivo aporta a la reducción y degradación de las características físicas del suelo que afecta su estructura y calidad. A todo esto se añaden perjuicios a la microflora y microfauna, principalmente. La contaminación química deriva en eutrofización y en daños a la fauna de ríos o estanques cercanos. Pese a esto, contribuyen a la generación de empleo por la cantidad de mano de obra que se utiliza.

Cosecha.- Este proceso no difiere para ninguno de los dos tipos de agricultura y no presenta ningún impacto remarcable. También tiene una carga positiva de generación de empleo.

Conclusiones de la evaluación de impacto ambiental

En resumen, la agricultura orgánica conlleva a múltiples beneficios ambientales, asociados a los distintos factores ambientales que se detallan y sintetizan a continuación:

- a) **Suelo:** Dado que la agricultura orgánica aplica rotaciones de cultivo y hay prácticas que promueven el enriquecimiento del suelo, como la utilización de fertilizantes orgánicos, se beneficia notablemente a la flora y fauna que allí habita. Se mejora la capacidad de circulación retención de los nutrientes lo que de cierta forma compensa la disminución de aplicación de productos fertilizantes. Con la aplicación de estas técnicas, el suelo está menos expuesto a la erosión y desgaste, y menos propenso a reducir su productividad a futuro.
- b) **Agua:** Se reduce notablemente el riesgo de producir contaminación al recurso hídrico (incluyendo aguas subterráneas) debido que se recurre a fertilizantes orgánicos en lugar de sintéticos.
- c) **Aire:** Se reducen las emisiones de CO₂ a la atmósfera debido a que se utilizan menos productos químicos, los cuales en su proceso productivo no necesariamente emplean energías limpias. Según un informe de la FAO, algunas de las técnicas empleadas en la

agricultura orgánica, entre las que se destacan la labranza mínima, la devolución de los residuos de las cosechas al suelo, la utilización de cubiertas vegetales y las rotaciones contribuyen a la fijación de nitrógeno, lo que, a su vez, incrementa la devolución de carbono al suelo aumentando su productividad y la cantidad de carbono almacenado en el mismo.

- d) Biodiversidad:** La no utilización de productos químicos perjudiciales en el cultivo orgánico propicia un desarrollo adecuado, tanto de flora como de fauna. La presencia de microflora y microfauna aporta para la generación de los ciclos de nutrientes necesarios para la producción. Adicionalmente, permite la variabilidad genética, gracias a lo cual se pueden encontrar variedades o semillas que presenten mejor resistencia climática y a enfermedades. Finalmente, aporta a la biodiversidad natural al prohibir la utilización de OMG (organismos modificados genéticamente), beneficiando así también a la salud de los consumidores de los productos orgánicos.
- e) Servicios ecológicos:** La utilización de un mecanismo de producción orgánico permite disminuir los costos ocultos de la agricultura para el medio ambiente, desde el punto de vista de la degradación de los recursos.
- f)** La utilización de agricultura orgánica emplea como último recurso a los plaguicidas por lo que al no emplearlos, se reduce la probabilidad de disminución de las cosechas a causa de plagas cada vez más resistentes a estos productos. Cabe recalcar que en las grandes áreas de monocultivos los elementos naturales que contrarrestan las plagas ya no son tan eficientes, lo cual genera un círculo vicioso que incentiva la utilización de plaguicidas cada vez en mayores proporciones.

Como conclusión general de esta sección, la agricultura orgánica genera condiciones favorables en varios niveles como se ha explicado previamente. Esta reducción en los impactos a los medios de producción naturales deriva en garantizar sostenibilidad de la producción en el largo plazo, lo que permitirá no solamente asegurar un ingreso económico constante favoreciendo la economía doméstica, sino también acarrea todos los beneficios derivados de un ecosistema sano y productivo, proveyendo con servicios ecosistémicos, manteniendo la biodiversidad y la calidad del agua el aire y el suelo. Es así que la aplicación de un sistema de producción orgánico en términos ambientales y de sostenibilidad futura redonda en mayores beneficios ambientales que un sistema de agricultura convencional, en particular al considerar el valor económico total de un ecosistema en particular, como una expresión monetaria de los beneficios que dicho ecosistema genera para la sociedad basado en sus valores de uso y no uso.

Conclusiones

Al tomar en cuenta únicamente el factor financiero, el brócoli cultivado de forma convencional resulta una inversión más rentable que aquel cultivado de forma orgánica. Este resultado deriva de varios elementos, entre ellos el presentar un TIR mayor en el caso del cultivo de brócoli convencional, que le supera con más de diez puntos porcentuales. Adicionalmente, en el cultivo de brócoli convencional, el tiempo de recuperación del capital es menor y la utilidad por unidad invertida es superior. La utilidad neta en un cultivo orgánico representa el 10,9% de las ventas mientras que para el caso del cultivo convencional asciende hasta llegar al 20,7%.

La diferencia en la rentabilidad entre ambos cultivos está basada principalmente en los costos de los materiales directos vinculados al cultivo de brócoli orgánico que superan en 33% con respecto al de tipo convencional. Esto se debe fundamentalmente a la cantidad de insumos adicionales que utilizan, ya que generalmente en un cultivo orgánico se aplican técnicas preventivas pues no admiten el uso de productos químicos perjudiciales, que si bien son más eficientes en el tratamiento de plagas o enfermedades, poseen efectos contraproducentes. Además, debe añadirse que el cultivo de brócoli orgánico es más intensivo en mano de obra que el cultivo convencional (0,7 vs 0,5 personas por hectárea). En definitiva, estos indicadores muestran que un cultivo de brócoli orgánico, bajo los supuestos asumidos para el cálculo de los índices e indicadores financieros, es superior, por consiguiente es más rentable, es decir financieramente más conveniente.

El cultivo de brócoli convencional y orgánico afecta a la población directa e indirectamente vinculada con su cultivo, según el análisis de impactos sociales, se determinó que la agricultura orgánica presenta un riesgo menor que la agricultura convencional, derivado de la no utilización de pesticidas perjudiciales. Además, los cultivos de agricultura orgánica en general, que tienen una certificación, garantizan el cumplimiento de ciertos estándares de cultivo que evitaría riesgos por mal manejo de los productos empleados en el sistema de cultivo. A esto debe añadirse que los procesos de cultivo convencional han provocado daños probados al medio ambiente agravando las emisiones de efecto invernadero causantes del cambio climático, los cuales a futuro darán lugar a efectos físicos como la pérdida de materia orgánica del suelo por calentamiento, debido a que temperaturas más altas del aire pueden acelerar la descomposición de la materia orgánica y afectar la fertilidad del suelo. Adicionalmente, entre sus efectos también puede producirse mayor resistencia de plagas incrementando las pérdidas a las cosechas.

Dada la importancia del sector agrícola para el país es sin duda importante evaluar cuál es su contribución vía impuestos, la cual derivada del análisis financiero afirma que es sin duda superior para el caso del cultivo de brócoli convencional. Sin embargo, existe otro factor a consideración que es la generación de empleo, la cual deriva de un cultivo de brócoli orgánico más intensivo que el brócoli convencional. A este impacto sobre las poblaciones aledañas al cultivo puede considerarse como una externalidad positiva. El desarrollo de la agricultura puede contribuir directamente a disminuir la pobreza de las zonas rurales dado que la mayoría de los pobladores y pobladoras que residen en esas zonas dependen de la actividad agrícola como su principal fuente de sus ingresos y empleo.

Las personas dedicadas a un cultivo orgánico orientan sus actividades alrededor de dos consideraciones: primero, el mercado interno es muy limitado y segundo, la estandarización de producción y consumo en los países industrializados incluye prácticamente todo el mundo como proveedor potencial.

El análisis de los impactos ambientales de ambos tipos de cultivo mostró que el cultivo de brócoli orgánico resulta menos perjudicial para el ambiente. Este resultado está directamente relacionado con la no utilización de pesticidas perjudiciales que produzcan externalidades negativas sobre el ambiente. Para poder cuantificar a cuánto ascienden los costos derivados del daño al ambiente definidos bajo la aplicación de la matriz de Leopold, se debería utilizar un método de valoración ambiental, lo cual constituye motivo de otra investigación.

Recomendaciones

El componente ambiental es un elemento clave del desarrollo sostenible que bajo ningún concepto puede ser divisado de forma aislada a cualquier proceso de desarrollo.

El desarrollo de investigaciones para mejorar el cultivo de la hortaliza viene siendo encabezado por la empresa privada por lo que resulta fundamental desarrollar nuevas estrategias para capacitar a los pequeños productores y de esta forma lograr que también ellos tengan acceso a estos avances investigativos en materia de cultivo, que sin duda les permitirán producir más eficientemente.

Debido a las nuevas competencias ambientales asignadas a través del Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD), los gobiernos locales deberían comenzar a rendir un rol más protagónico en lo que respecta al fomento de consumo responsable de alimentos, en donde cada consumidor sepa cómo fueron cultivados sus alimentos y en lo que respecta al productor deberían fomentarse o favorecerse los cultivos orgánicos, cuyos impactos para la población y el ambiente son más benéficos.

Dado que actualmente las políticas de gobierno son una importante limitación pues incentivan el uso de insumos convencionales, abaratando su precio de producción, provocando con ello que las tecnologías insostenibles sean más redituables. Debería existir un planteamiento más claro sobre la estrategia del Ecuador encaminada a establecer una agricultura más sostenible, que impida la creación de una brecha entre productos orgánicos más saludables bajo una lógica de mercado que imposibilite a los quintiles más pobres de acceder a estos bienes de consumo que tendrán un precio mayor en el mercado que sus pares cultivados de forma convencional.

El brócoli es un producto con gran potencial para expandir sus mercados, principalmente al mercado europeo y de los Estados Unidos; sin embargo, requiere mayor publicidad enfocados en sus beneficios probados para la salud. Resulta relevante, también, estandarizar normas internas de manejo de productos químicos a través de la creación de una asociación de cultivadores de brócoli, para así disminuir los casos de afectaciones a la salud, tanto de jornaleros como consumidores (químicos residuales).

La producción, certificación y comercialización del brócoli orgánico es casi inalcanzable para un pequeño productor, son los grandes productores los que tienen mayores oportunidades. Esto debido a que el nivel de inversión varía entre cultivos dependiendo de la intensidad de producción. Las inversiones requeridas para la agro exportación no tradicional son más elevadas que las exigidas por la producción para el mercado interno, debido principalmente a la necesidad de acoplarse con las características externas de calidad exigidas y cantidades requeridas. En definitiva las exigencias de la producción, la certificación y las particularidades del mercado requieren de mayor organización para permitirles a los pequeños productores participar en este tipo de producción orgánica a gran escala. Por este motivo se debería evaluar la posibilidad de establecer un sistema alternativo al sistema de certificaciones por terceros conjuntamente con Agrocalidad.

Recomendaciones de política pública

Basado en el análisis de cuál es el marco normativo, político e institucional vigente que afecta directa o indirectamente a la agricultura orgánica en el Ecuador, se realizan las siguientes recomendaciones de posibles políticas públicas.

En el marco de políticas públicas vigentes, a saber; Plan Nacional del Buen Vivir 2009-2013 y la Política Ambiental Nacional, se deben crear y fortalecer políticas que permitan fomentar el cultivo orgánico en diversas escalas, pero principalmente apuntando hacia pequeñas UPA, donde se permita a pequeños productores involucrarse con este nuevo mecanismo de cultivo.

Recuperar, documentar y fomentar el conocimiento ancestral sobre cultivos.

Fomentar la agricultura orgánica a través de campañas de sensibilización enfocadas específicamente a los consumidores, donde el mensaje se centralice en los beneficios de toda índole generados a partir del consumo de productos de origen orgánico. De esta forma el accionar no solo se sesga hacia el fomento de la oferta sino también fomenta la creación de una demanda local que permita dar dinamismo a este mercado.

La venta de productos orgánicos sin duda requiere de un mecanismo de certificación, sin embargo debe establecerse un mecanismo que permita reducir este costo para no quitarle competitividad al producto orgánico. Esto puede lograrse a través de impulso gubernamental de nuevas alternativas de certificación que sean legalmente reconocidas y controladas y que a su vez garanticen la inserción de los productos principalmente a mercados locales. Evaluar la factibilidad de implementar sistemas de certificación voluntaria.

Armonizar los programas fomentados por el MAGAP que se enfocan únicamente en agricultura convencional. Es decir, que esta institución debería comenzar a promocionar a través de capacitaciones masivas la aplicación de agricultura orgánica con todos los beneficios que actualmente se ofertan para la agricultura convencional, entre los que se encuentra el abaratamiento de los insumos requeridos.

Marco legal

Evaluar el marco legal vigente que puede afectar positiva o negativamente al fomento de la agricultura orgánica.

Solamente una vez que exista una visión nacional coherente y un paquete de políticas públicas bien encaminadas se debe establecer un marco legal nacional donde se encargue de normar lo establecido en la política pública.

Dentro de la nueva ley de tierras debe declararse la necesidad de un porcentaje mínimo de tierras de cultivo destinadas a cultivos orgánicos como una medida a fomentar la intensificación de este tipo de cultivo más sostenible.

Marco institucional

En el marco institucional, se requiere una visión compartida entre las instituciones rectoras del ambiente y la agricultura, para que no existan contraposiciones discursivas y sus programas no deriven en la neutralización de los resultados alcanzados. Esto puede canalizarse a través de la creación de una unidad autónoma de desarrollo y fomento de agricultura orgánica, coordinada por ambas instituciones.

De acuerdo al Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomía y Descentralización, se han asignado nuevas competencias a los gobiernos locales en lo que respecta a la gestión ambiental, sin embargo no existe una especificidad en lo que respecta al fomento de agricultura sostenible, por todos los beneficios ambientales que aporta. Por este motivo la articulación institucional también debe integrar a gobiernos locales para establecer cómo integrar su rectoría y participación en el fomento de agricultura orgánica.

Referencias bibliográficas

- Acosta, Alberto. *Breve historia económica del Ecuador*. Quito-Ecuador: Corporación Editora Nacional, 2001.
- . *La maldición de la abundancia*. Quito: Abya-Yala, 2009.
- Agrisafe. «Agrisafe.» 2006. <http://agrisafe.org/> (último acceso: 05 de febrero de 2012).
- Altieri, Miguel. *Agroecología, Bases científicas para una agricultura sustentable*. Montevideo: Nordan Comunidad, 1999.
- Altieri, Miguel, y Clara Nicholls. «Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas.» *LEISA Revista de agroecología*, 2009: <http://www.agriculturesnetwork.org/magazines/latin-america/4-respuestas-al-cambio-climatico/cambio-climatico-y-agricultura-campesina-impactos>.
- Analistas Económicos de Andalucía. *Economía Andaluza*. 2011. <http://www.economiaandaluza.es/sites/default/files/cap179.pdf> (último acceso: 05 de marzo de 2012).
- Andersen, Mikkel. *Es la certificación algo para mí?- Una guía práctica sobre por qué, cómo y con quién certificar productos agrícolas para la exportación*. San José; C.R: RUTA-FAO, 2003.
- Baca, Gabriel. *Evaluación de Proyectos*. México: Mc Graw Hill, 2001.
- Banco Central del Ecuador. «Boletín mensual estadístico.» Quito, Varios años.
- Barahona, Marco. *Manual de horticultura*. Quito: IASA-ESPE, 2006.
- Barbier, Edward. *The concept of sustainable economic development; Environmental Conservation*. Switzerland: The Foundation For Environmental Conservation, 1987.
- Cabrera Reyes, Zuleika,. «Neoliberalismo; principios y efectos del neoliberalismo.» 09 de 2003. <http://www.elprisma.com/apuntes/economia/neoliberalismoconcepto/> (último acceso: 10 de 09 de 2011).
- Canter, Larry. *Manual de evaluación de impacto ambiental*. Madrid: McGraw Hill, 2002.
- Castañeda, Oscar R. «Portal de las responsabilidades y el desarrollo sustentable.» *Agricultura Orgánica*. 2000. <http://www.codigor.com.ar/agricorganica.htm#Costos> (último acceso: 14 de Octubre de 2011).
- Correa, Rafael. *Ecuador: de banana republic a la no república*. Bogotá-Colombia: Debate, 2009.
- . *El reto del desarrollo. ¿estamos preparados para el futuro?*. Quito: Orion, 1996.
- David, Fred. *Conceptos de administración estratégica*. México: Pearson Education, 2008.
- Delgado, Guillermo, y Geovanny SABORIO. *La Certificación en la agricultura orgánica*. <http://www.cedeco.or.cr/documentos/Certificacion.pdf> (último acceso: 31 de Octubre de 2011).

- Diario Hoy. «La agricultura orgánica en Quito busca nuevos procesos y técnicas.» 18 de Marzo de 2009.
- EGM Consultores. *Estudio de mercado nacional de agricultura orgánica*. 2007. http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/publicaciones/Estudio_Agricultura_Organica_Chile.pdf (último acceso: 04 de 01 de 2012).
- Espinoza, Guillermo. «Gestión y fundamentos de evaluación impacto ambiental.» Editado por Banco Interamericano de Desarrollo y Centro de Estudios para el Desarrollo. 2002. [http://www.ingenieroambiental.com/4020/gestion%20y%20fundamentos%20de%20evaluacion%20de%20impacto%20ambiental\(6\).pdf](http://www.ingenieroambiental.com/4020/gestion%20y%20fundamentos%20de%20evaluacion%20de%20impacto%20ambiental(6).pdf).
- FAO. «Departamento de Protección de los Recursos Naturales Renovables.» *Proyecto FAO de apoyo a la agricultura orgánica*. septiembre de 2004. http://boletindeproren.sag.gob.cl/septiembre2004/archivos_pdf/proyecto_fao.pdf (último acceso: 01 de Octubre de 2011).
- . «Depósito de documentos de la FAO.» *Los mercados mundiales de frutas y verduras orgánicas*. 2011. <http://www.fao.org/docrep/004/y1669s/y1669s04.htm#TopOfPage> (último acceso: 20 de septiembre de 2011).
- FAO. (2004). *Documentos de la FAO sobre productos básicos y comercio*. Recuperado el 28 de Julio de 2012, de Las normas sociales y ambientales, la certificación y el etiquetado de cultivos comerciales: <http://www.fao.org/docrep/008/y5136s/y5136s00.htm>
- FAO/OMS. «CODEX Alimentarius.» *Alimentos Producidos Orgánicamente*. 2011. ftp://ftp.fao.org/codex/Publications/Booklets/Organics/organic_2007s.pdf (último acceso: 10 de Octubre de 2011).
- Fernandez, Saúl. *Los proyectos de Inversión*. Cartago - Costa Rica: Tecnológica de Costa Rica, 2007.
- Finanzas carbono. *Plataforma sobre financiamiento de carbono para América Latina*. 2012. <http://finanzascarbono.org/mercado-voluntario/estadisticas/> (último acceso: 24 de mayo de 2012).
- Foladori, Guillermo, y Naína PIERRI. *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable*. México: Colección América Latina y el Nuevo Orden Mundial, 2005.
- Fontaine, Ernesto. *Evaluación social de proyectos*. México: Prentice Hall, 2008.
- Gallopin, Gilberto. «Sostenibilidad y desarrollo sostenible.» *CEPAL*. 2003. <http://www.eclac.org/publicaciones/xml/6/14256/lcl1864p.pdf> (último acceso: 2011 de septiembre de 26).
- Garmendia, Alfonso, Adela Salvador, Cristina Crespo, y Luis Garmendia. *Evaluación de impacto ambiental*. Madrid: Pearson Hall, 2005.
- GTZ. *Fomento de la producción orgánica en el Ecuador- Construcción participativa de Sistemas internos de control para la producción orgánica certificada*. Ecuador: Documento de orientación técnica, s/f.
- Guimaraes, Roberto. «Desarrollos Sustentable: ¿Propuesta alternativa o retórica neoliberal?» *TEMAS* 31 a 47.

- Instituto ecuatoriano de estadísticas y censos. *Ecuador inmediato*. 04 de 2012.
<http://www.ecuadorencifras.com/cifras-inec/pobrezaConsumo.html#> (último acceso: 5 de 11 de 2011).
- IFOAM. «La agricultura orgánica y la igualdad de género.» *International federation of organic agriculture movements*, 2008.
- Larrea, Carlos. *Hacia una historia ecológica del Ecuador*. Quito: Corporación Editora Nacional, 2006.
- Larrea, Carlos. *Industria, estructura agraria y migraciones internas en el Ecuador: 1952-1982*. Quito: FLACSO, 1991.
- Lessco2. *Resultados de balances de carbono realizados en explotaciones agrícolas*. s/f.
<http://www.lessco2.es/pdfs/fichas/brocoli.pdf> (último acceso: 23 de mayo de 2012).
- Leyton, Luis Alberto. *Metodologías de evaluación de impacto ambiental*. 2004.
- Leyton, Luis. *Aplicación del análisis multicriterio en la evaluación de impactos ambientales*. 19 de 07 de 2004.
<http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6830/04Lag104de09.pdf?sequence=4>
(último acceso: 2012 de marzo de 3).
- MAGAP. *Agrocalidad*. 2012.
<http://www.agrocalidad.gov.ec/agrocalidad/index.php/es/inocuidad-alimentaria/programas-especificos> (último acceso: 03 de 01 de 2012).
- Mankiw, Gregory. *Principios de economía*. Madrid: McGraw-Hill/Interamericana, 2004.
- Mas, A., y J.M. Azcue. *Metales en sistemas biológicos*. Barcelona: Promociones y Publicaciones Universitarias S.A, 1993.
- MCPEC, Ministerio Coordinador de la Producción Empleo y Competitividad. «Plan de mejora competitiva del brócoli.» Quito, 2011.
- Meza, Jhonny. *Evaluación financiera de proyectos*. Bogotá: Ecoediciones, 2010.
- Millennium ecosystem assesment. *Evaluación de los ecosistemas del milenio*. Millennium ecosystem assesment, (s/f).
- Ministerio de Agricultura. «Normativa de la producción orgánica agropecuaria del MAGAP.» De Registro Oficial 154. Ecuador, 2003.
- Ministerio del Ambiente. «Política Ambiental Nacional.» s/f.
<http://www.ambiente.gob.ec/sites/default/files/archivos/PUBLICACIONES/PLANIFICA/CloN/politicaambiental.pdf>.
- Montes, Julio. *Medio ambiente y desarrollo sostenido*. Universidad Pontificia Madrid, 2001.
- Naciones Unidas. «Our common future: Brundtland Report.» 1987.
- Naciones Unidas. (Octubre de 1992). *Resumen de prensa sobre la agenda 21*. Recuperado el 15 de 06 de 2012, de
http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/spanish/a21_summary_spanish.pdf

- Naciones Unidas. (s/f). *Agenda 21 - Resumen Ejecutivo*. Recuperado el Junio de 2012, de http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/spanish/a21_summary_spanish.pdf
- Oficina de estudios y políticas agrarias. «Estudio del mercado nacional de agricultura orgánica.» Santiago de Chile, 2007.
- Oyarzún, Jorge. *Evaluación de impactos ambientales*. 2008.
- Oyarzún, María Teresa, Florence Tartanac, y Hernando Riveros. «Propuesta de un sello de calidad para promover productos de la pequeña agroindustria rural en América Latina.» *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*. Noviembre de 2002. <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/agro/pdf/selloagr.pdf>.
- Pacheco Prado, Lucas. *Política Económica; Un enfoque desde la economía política*. Quito: Letramía, 2004.
- Pierri, Naína. «Historia del concepto de desarrollo sustentable.» En *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre desarrollo sustentable*, de Foladori y Pierri, 27-79. México: Colección América Latina y el Nuevo Orden Mundial, 2005.
- PNUMA, P. d. (Febrero de 2012). *XVIII Reunión del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe*. Recuperado el Junio de 2012, de Marco Institucional para el Desarrollo Sostenible: <http://www.pnuma.org/forodeministros/18-ecuador/Reunion%20Expertos/Marco%20Institucional%20para%20el%20Desarrollo%20Sostenible/ESPANOL%20Marco%20Institucional%20Para%20el%20Desarrollo%20Sostenible%2016%20DEC%202011%20FINAL.pdf>
- Ponce, Victor. «La Matriz de Leopold para la evaluación de impacto ambiental.» 03 de 2009. http://ponce.sdsu.edu/la_matriz_de_leopold.html (último acceso: 20 de 09 de 2011).
- Ramos, Amilcar. «Metodologías matriciales de evaluación ambiental para países en desarrollo: matriz de Leopold.» Editado por Universidad San Carlos de Guatemala. Noviembre de 2004. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2469_C.pdf (último acceso: 2 de Febrero de 2012).
- Recio, Guillermo. «Desarrollo sustentable y Neoliberalismo: La problemática Mapuche.» *Universidad Autónoma de Nuevo León*. 2010. <http://lanic.utexas.edu/project/etext/llil/llil/2010/guajardo.pdf> (último acceso: 2011 de septiembre de 27).
- Research Institute of Organic Agriculture FiBL and International Federation of Organic Agriculture Movements IFOAM. *Organic-World*. junio de 2011. <http://www.organic-world.net> (último acceso: enero de 2012).
- Salas Falconi, Fernando. *Los Fundamentos económicos del Neoliberalismo*. Venezuela: CEDICE, 1987.
- Sánchez, José Moncada. *Desarrollo y subdesarrollo del capitalismo ecuatoriano*. Quito-Ecuador: La Tierra, 2009.
- Sandía, Luis, Johnny Arandia, Miguel Cabeza, y Guillermo Bianchi. *Agricultura, salud y ambiente*. Venezuela: CIDIAT, Fundación Polar, s/f.
- Sapag, Nassir. *Proyectos de inversión, formulación y evaluación*. México: Pearson Education, 2007.

- Silva, Rodrigo. «Matriz de Leopold modificada.» Viña del Mar, 2007.
- Soto, Gabriela Expositores y organizadores del taller. «Memoria del taller: Agricultura orgánica; una herramienta para el desarrollo rural sostenible y la reducción de la pobreza.» FAO. Mayo de 2003.
<http://www.fao.org/es/esc/common/ecg/263/es/rutataller.pdf>.
- Suquilanda, Manuel B. *Agicultura Orgánica; Alternativa tecnológica del futuro*. Quito: Abya Yala, 1995.
- Suquilanda, Manuel. *Serie Agricultura orgánica*. Quito: Fundación para el desarrollo agropecuario, 2006.
- Tommasino, Humberto. «Sustentabilidad rural: Desacuerdos y controversias.» En *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable*, de Guillermo Foladori y Naína Pierri, 137-160. México: Colección América Latina y el Nuevo Orden Mundial, 2005.
- UICN. «The world conservation strategy.» Génova International Union for Conservation of Nature and Natural Resources: Programa de las Naciones Unidas para el ambiente, WWF, 1980.
- . *UICN*. http://intranet.iucn.org/webfiles/doc/SSC/SSCwebsite/SUSG_policy_esp.pdf (último acceso: 07 de 11 de 2011).
- UICN, PNUMA, WWF. «Cuidar la Tierra: estrategia para el futuro de la vida.» Gland-Suiza, 1991.
- Varian, Hal R. *Microeconomía Intermedia; Un enfoque actual*. Colombia: Antoni Bosch, 1999.
- Veco y BCS. «Perspectivas del mercado nacional de productos orgánicos y el proceso de certificación.» Quito, 2007.
- Vilches, A., Gil, D., Toscano, J.C. y Macías, O. «Contaminación sin fronteras [artículo en línea].» (2011). <<http://www.oei.es/decada/accion.php?accion=005>> (último acceso: 20 de 08 de 2011).
- Vitora, Conesa Fdez. *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Madrid: Grupo Mundi-Prensa, 2009.
- Willer Helga, Lukas Kilcher. *The world of organic agriculture. Statistics and emerging trends*. Bonn: FiBL-IFOAM Report, 2011.
- William F., Waters (editor). *Desafíos en la agroexportación no tradicional: Impactos ambientales y sociales*. Quito: World Resources Institute - Universidad San Francisco de Quito, 1993.
- World Resources Institute. *Evaluación de los ecosistema del milenio, 2005. Ecosistemas y bienestar humano: Síntesis sobre desertificación*. Washington, DC: World Resources Institute, 2005.
- Yanggen, David, Charles Crissman, y Patricio Espinosa. *Los plaguicidas, impactos en producción, salud y medio ambiente en Carchi-Ecuador*. Quito: Abya Yala, 2003.
- Yépez, Daniel. «Evaluación financiera de proyectos.» Quito, 2009.

Anexos

Anexo A

Recuadro 1. Algunos hitos en la crisis ambiental

1976	Catástrofe química ecológica en Sevesco, Italia: Una nube de dioxina contamina a todos los seres vivos de la región
1978	Segunda crisis del petróleo (entre octubre de 1973 y noviembre de 1981 el precio del barril de petróleo pasó de 3 a 34 dólares)
1984	Científicos británicos anuncian que desde 1970 todos los años, en la primavera, se viene produciendo un agujero en la capa de ozono estratosférica, situada sobre la Antártida, exponiendo más a los seres vivos a las radiaciones ultravioleta solares.
	En los Estados Unidos se autoriza la construcción de la bomba de neutrones, que mata a las personas y deja intactos los objetos.
	Escape en la fábrica de plaguicidas Union Carbide (multinacional estadounidense) provocó la muerte de 2000 personas y ceguera de diversas y diversas lesiones en otras 200.000
1985	El arsenal atómico acumulado es suficiente para matar a 58.000 millones de personas, doce veces a cada ser humano del planeta
1986	Estalla un reactor en la central nuclear de Chernobyl, liberando una gran nube de agentes radioactivos contaminantes que se extiende sobre la Unión Soviética y Europa occidental. Hubo solo 34 muertos directos, pero se estima que en los próximos 70 años morirá medio millón de personas a causa del accidente.

Fuente: Richmann y Fernandez, 1994

