

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**DOCTORADO EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**



**“INNOVACIONES AGROECOLÓGICAS Y SU CONTRIBUCIÓN AL  
DESARROLLO SOSTENIBLE DE TOACASO, COTOPAXI,  
ECUADOR”**

**Presentada por:**

**JACQUELYN SILVANA PACHECO JIMÉNEZ**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR  
*DOCTORIS PHILOSOPHIAE* EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**












**Lima - Perú**

**2022**

## Document Information

<b>Analyzed document</b>	2. Tesis doctorado - Jacquelyn Pacheco Jimenez.pdf (D149668832)
<b>Submitted</b>	2022-11-14 19:45:00
<b>Submitted by</b>	Alfredo Alberto Beyer Arteaga
<b>Submitter email</b>	abeyer@lamolina.edu.pe
<b>Similarity</b>	5%
<b>Analysis address</b>	abeyer.unalm@analysis.orkund.com

## Sources included in the report

<b>SA</b>	<b>Tesis Diana Verdesoto linea base.docx</b> Document Tesis Diana Verdesoto linea base.docx (D106426922)		<b>6</b>
<b>SA</b>	<b>JORGE CASTILLO E TESIS REVISION FINAL (1).docx</b> Document JORGE CASTILLO E TESIS REVISION FINAL (1).docx (D142403793)		<b>5</b>
<b>SA</b>	<b>Anteproyecto Febres Cordero.doc</b> Document Anteproyecto Febres Cordero.doc (D29216802)		<b>2</b>
<b>SA</b>	<b>YANEZ GAIBOR DARWIN JAVIER.docx</b> Document YANEZ GAIBOR DARWIN JAVIER.docx (D26228629)		<b>1</b>
<b>SA</b>	<b>LIBRO INTRODUCCION A LA SOSTENIBILIDAD SALOMON BARREZUETA UNDA.docx</b> Document LIBRO INTRODUCCION A LA SOSTENIBILIDAD SALOMON BARREZUETA UNDA.docx (D17012723)		<b>3</b>
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.fao.org/3/i8067s/i8067s.pdf">https://www.fao.org/3/i8067s/i8067s.pdf</a> Fetched: 2022-11-14 19:51:00		<b>3</b>
<b>W</b>	URL: <a href="https://sites.google.com/site/agroecologiadeseelsurs/autores/mst">https://sites.google.com/site/agroecologiadeseelsurs/autores/mst</a> Fetched: 2022-11-14 19:47:00		<b>2</b>
<b>SA</b>	<b>tesis maestria al urkund.docx</b> Document tesis maestria al urkund.docx (D16543058)		<b>2</b>
<b>W</b>	URL: <a href="http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=S1316-33612017000100003&amp;lng=es&amp;nrm=iso&amp;...">http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=S1316-33612017000100003&amp;lng=es&amp;nrm=iso&amp;...</a> Fetched: 2022-11-14 19:47:00		<b>1</b>
<b>SA</b>	<b>Jonathan_lbarra_correccion 05.12.21 (1).docx</b> Document Jonathan_lbarra_correccion 05.12.21 (1).docx (D121379663)		<b>4</b>
<b>SA</b>	<b>TESIS REVISION URKUN GARY LOOR2 (1).docx</b> Document TESIS REVISION URKUN GARY LOOR2 (1).docx (D100663452)		<b>3</b>

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**DOCTORADO EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**

**“INNOVACIONES AGROECOLÓGICAS Y SU CONTRIBUCIÓN AL  
DESARROLLO SOSTENIBLE DE TOACASO, COTOPAXI,  
ECUADOR”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR**

*Doctoris Philosophiae (Ph.D.)*

**Presentada por:**

**JACQUELYN SILVANA PACHECO JIMÉNEZ**

**Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:**

Ph.D. Jorge Castillo Valiente  
**PRESIDENTE**

Dr. Oscar Ortiz Oblitas  
**ASESOR**

Dr. Alberto Julca Otiniano  
**MIEMBRO**

Dra. Carmen Felipe Morales  
**MIEMBRO**

Ph.D. Carolina Cedano Saavedra  
**MIEMBRO EXTERNO**

*A mis hijos Arturo y Camila*

*A mi esposo Richard*

*A mis padres Martha y Hugo*

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi esposo Richard y a mis hijos Arturo y Camila, por su apoyo incondicional y por ser mi motivo y motor para alcanzar mis metas.

A mis padres Martha y Hugo, por su ayuda constante y su permanente motivación.

A mis hermanas, por su estímulo y cariño.

Al Dr. Oscar Ortiz Oblitas, por ser mi mentor y apoyar cada etapa de mi investigación.

A Rebeca Ordoñez, por su afable asistencia y ser quien siempre estuvo atenta a mis inquietudes y necesidades.

A mis amigos y compañeros de aula con quienes compartí esta experiencia y de quienes aprendí mucho.

A todo el personal docente y administrativo del Programa de Doctorado en Agricultura Sustentable.

A la Universidad Central del Ecuador por todas las facilidades para la realización de mis estudios.

# ÍNDICE GENERAL

<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>7</b>
2.1. DESARROLLO SUSTENTABLE, AGRICULTURA SUSTENTABLE Y AGROECOLOGÍA .....	7
2.2. PRINCIPIOS Y MÉTODOS AGROECOLÓGICOS.....	8
2.3. CONSECUENCIAS DE LA AGRICULTURA CONVENCIONAL .....	9
2.4. CONSECUENCIAS DE ADOPCIÓN DE LA AGROECOLOGÍA EN TÉRMINOS DE SOSTENIBILIDAD SOCIAL, AMBIENTAL Y ECONÓMICA.....	12
2.5. ADOPCIÓN DE INNOVACIONES, SU PROCESO Y CATEGORÍAS DE ADOPTADORES.....	12
2.6. LA AGROECOLOGÍA EN AMÉRICA LATINA .....	14
2.7. EVALUACIÓN DE SUSTENTABILIDAD.....	17
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>19</b>
3.1. ZONA DE ESTUDIO.....	19
3.2. HIPÓTESIS .....	20
3.3. SELECCIÓN DE LA MUESTRA .....	21
3.4. MÉTODOS PARA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN Y ANÁLISIS.....	22
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>35</b>
4.1. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA INTRODUCCIÓN Y DISEMINACIÓN DE LOS MÉTODOS AGROECOLÓGICOS EN LA PARROQUIA TOACASO, COTOPAXI-ECUADOR .....	35
4.2. ADOPCIÓN DE LOS MÉTODOS AGROECOLÓGICOS EN LA PARROQUIA TOACASO, COTOPAXI-ECUADOR .....	39
4.2.1. Etapas en la adopción del sistema de producción agroecológico en la parroquia Toacaso.....	39
4.2.2. Factores que influyen en la adopción de prácticas agroecológicas .....	41
4.2.3. Consecuencias de la adopción de prácticas agroecológicas en los medios de vida de las familias .....	44
4.2.4. Comparando agricultores que han adoptado prácticas agroecológicas, agricultores convencionales y grupo control (comparando grupos con y sin prácticas agroecológicas).....	46

4.3. SUSTENTABILIDAD DE FINCAS AGROECOLÓGICOS EN LA PARROQUIA TOACASO, COTOPAXI-ECUADOR .....	58
4.3.1. Sustentabilidad sociocultural .....	58
4.3.2. Sustentabilidad ambiental .....	67
4.3.3. Sustentabilidad económica .....	71
4.3.4. Sustentabilidad General .....	73
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>79</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>81</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>82</b>
<b>VIII. ANEXOS .....</b>	<b>93</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Ubicación política y características biofísicas .....	20
<b>Tabla 2:</b> Indicadores para cambios en el conocimiento de los agricultores (Toacaso 2020) .....	23
<b>Tabla 3:</b> Indicadores para cambios en las habilidades de los agricultores (Toacaso 2020)	24
<b>Tabla 4:</b> Indicadores para cambios de actitudes y percepciones de los agricultores (Toacaso 2020).....	25
<b>Tabla 5:</b> Indicadores para cambios en el capital social de los agricultores (Toacaso 2020) .....	25
<b>Tabla 6:</b> Indicadores para evaluar cambios en el aspecto económico de los agricultores (Toacaso 2020) .....	26
<b>Tabla 7:</b> Indicadores para evaluar cambios en aspectos ambientales (Toacaso 2020).....	26
<b>Tabla 8:</b> Escala y subindicadores de satisfacción de necesidades básicas .....	29
<b>Tabla 9:</b> Escala de los indicadores: aceptabilidad del sistema productivo, integración social .....	30
<b>Tabla 10:</b> Escala y subindicadores de conservación de la vida del suelo.....	31
<b>Tabla 11:</b> Escala de los indicadores: Riesgo de erosión.....	31
<b>Tabla 12:</b> Escala de los indicadores: Manejo de Biodiversidad .....	32
<b>Tabla 13:</b> Escala y subindicadores de autosuficiencia alimentaria .....	33
<b>Tabla 14:</b> Escala del indicador ingreso suficiente para la familia .....	33
<b>Tabla 15:</b> Escala y subindicadores de riesgo económico .....	34
<b>Tabla 16:</b> Comparación de conocimiento según sistema de producción.....	47
<b>Tabla 17:</b> Comparación de habilidades según sistema de producción .....	49
<b>Tabla 18:</b> Comparación de actitudes y percepciones según el sistema de producción .....	51
<b>Tabla 19:</b> Comparación de cambios en el capital social según el sistema de producción..	52
<b>Tabla 20:</b> Comparación de cambios en el aspecto económico según el sistema de producción .....	55
<b>Tabla 21:</b> Comparación de cambios en el aspecto ambiental según el sistema de producción .....	56
<b>Tabla 22:</b> Índice de sustentabilidad sociocultural (ISC), indicadores y subindicadores de los agricultores agroecológicos de Toacaso y convencionales de Toacaso y Mulaló .....	65



<b>Tabla 23:</b> Sustentabilidad sociocultural de los agricultores agroecológicos de Toacaso y convencionales de Toacaso y Mulaló .....	66
<b>Tabla 24:</b> IS Gen sistemas de producción agroecológicos en etapa consolidada, inicial y de transición (IK: índice de sustentabilidad económica; IA: índice de sustentabilidad ambiental; ISC: índice de sustentabilidad sociocultural; IS: índice de sustentabilidad.....	74
<b>Tabla 25:</b> Sustentabilidad general de los sistemas de producción agroecológica por etapas de adopción (IK. Índice de sustentabilidad económica, IA. Índice de sustentabilidad ambiental, ISC. Índice de sustentabilidad sociocultural, IS Gen. Índice de sustentabilida.....	75
<b>Tabla 26:</b> IS Gen de los sistemas de producción agroecológicos y convencionales de Toacaso y convencionales de Mulaló .....	76
<b>Tabla 27:</b> Sustentabilidad de los sistemas de producción agroecológicos y convencionales .....	78

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación Geográfica .....	19
<b>Figura 2.</b> Curva de Adopción de la Producción Agroecológica de los Agricultores de Toacaso, Cotopaxi, 2020 .....	40
<b>Figura 3.</b> Factores que influyen en la adopción de prácticas agroecológicas en el cultivo de hortalizas y consecuencias de la adopción, Toacaso 2020 y correlación no paramétrica Rho de Spearman. N= 44.....	42
<b>Figura 4.</b> Porcentaje de agricultores por etapa de adopción que han alcanzado sustentabilidad sociocultural. N =44.....	58
<b>Figura 5.</b> Indicadores y subindicadores socioculturales de los sistemas de producción agroecológicos en etapa consolidada, de transición e inicial. Escala: 0= menor valor de sustentabilidad, 4= mayor valor de sustentabilidad, (> 2) = sustentable .....	64
<b>Figura 6.</b> Indicadores y subindicadores socioculturales de los sistemas de producción agroecológicos y convencionales de Toacaso y convencionales de Mulaló. Escala: 0= menor valor de sustentabilidad, 4= mayor valor de sustentabilidad.....	65
<b>Figura 7.</b> Sustentabilidad sociocultural de los agricultores agroecológicos de Toacaso y convencionales de Toacaso y Mulaló .....	66
<b>Figura 8.</b> Sustentabilidad ambiental de los sistemas de producción agroecológicos en etapa consolidada, transición e inicial. (IA. Índice de sustentabilidad ambiental) ....	67
<b>Figura 9.</b> Indicadores y subindicadores ambientales de los sistemas de producción agroecológicos en etapa consolidada, de transición e inicial. Escala: 0= menor valor de sustentabilidad, 4= mayor valor de sustentabilidad.....	70
<b>Figura 10.</b> Sustentabilidad económica de los sistemas de producción agroecológica por etapas de adopción.....	71
<b>Figura 11.</b> Diagrama tipo ameba de los indicadores y subindicadores económicos. Escala: 0= menor valor de sustentabilidad, 4= mayor valor de sustentabilidad .....	74
<b>Figura 12.</b> Sustentabilidad general de los sistemas de producción agroecológica por etapas de adopción.....	75
<b>Figura 13.</b> IS Gen de los sistemas de producción agroecológicos y convencionales de Toacaso y convencionales de Mulaló. Escala: 0= menor valor de sustentabilidad, 4= mayor valor de sustentabilidad.....	76

<b>Figura 14.</b> Sustentabilidad de los sistemas de producción agroecológicos y convencionales de Toacaso y convencionales de Mulaló .....	78
---	----

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Índice de sustentabilidad sociocultural (ISC) agricultores agroecológicos en etapa consolidada.....	93
<b>Anexo 2.</b> Índice de sustentabilidad sociocultural (ISC) agricultores agroecológicos en etapa de transición .....	94
<b>Anexo 3.</b> Índice de sustentabilidad sociocultural (ISC) agricultores agroecológicos en etapa inicial.....	95
<b>Anexo 4.</b> Índice de sustentabilidad ambiental (IA) sistemas de producción agroecológicos en etapa consolidada .....	96
<b>Anexo 5.</b> Índice de sustentabilidad ambiental (IA) sistemas de producción agroecológicos en etapa de transición.....	97
<b>Anexo 6.</b> Índice de sustentabilidad ambiental (IA) sistemas de producción agroecológicos en etapa inicial .....	98
<b>Anexo 7.</b> Indicadores y subindicadores económicos e índice de sustentabilidad económica (IK) sistemas de producción agroecológicos en etapa consolidada.....	99
<b>Anexo 8.</b> Índice de sustentabilidad económica (IK) sistemas de producción agroecológicos en etapa de transición.....	100
<b>Anexo 9.</b> IK sistemas de producción agroecológicos en etapa inicial .....	101
<b>Anexo 10.</b> Especies cultivadas en las fincas agroecológicas de Toacaso .....	102
<b>Anexo 11.</b> Especies animales presentes en las fincas agroecológicas de Toacaso .....	104

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue determinar los factores que han influido en la adopción de métodos agroecológicos y las consecuencias generadas en la parroquia de Toacaso, y extraer lecciones sobre las ventajas y desventajas para la sostenibilidad de sistemas de producción agroecológicos en la zona Andina. Se seleccionó una muestra de 44 productores agroecológicos y 44 productores convencionales en la parroquia Toacaso, y una muestra de 44 productores convencionales en la parroquia Mulaló como control. Se identificaron cinco categorías de adoptadores: el 6.8 por ciento son innovadores arriesgados con 22 años de adopción de métodos agroecológicos, el 13.6 por ciento son adoptadores tempranos que tienen entre 13 y 20 años de adopción; en estos dos grupos de agricultores considerados en etapa consolidada se evidenció la adopción de prácticas agroecológicas adecuadas en el manejo de suelo, agua, cultivos, animales y comercialización; el 25 por ciento considerados una mayoría temprana adoptó prácticas agroecológicas después de 13 años, se definen en etapa de transición; finalmente, el 31.8 por ciento son la mayoría tardía, quienes han tardado más de 20 años en adoptar este sistema de producción, seguidos de los últimos adoptantes que corresponden al 22.7 por ciento. Se encontró que factores como edad, acceso a capacitación, pertenencia a una organización de productores, superficie destinada para la producción e infraestructura vial influyen en la adopción de prácticas agroecológicas como: rotación de cultivos, manejo de mayor número de especies vegetales y animales, disminución en la dependencia de insumos químicos y producción con valor agregado, con consecuencias a nivel social, ambiental y económica. Se determinó la consecuencia de la adopción en términos de sostenibilidad social ambiental, económica y general usando la metodología propuesta por Sarandón (2002), De estos sistemas de producción, el 47.73 por ciento de los agricultores agroecológicos tienen sustentabilidad social con un índice promedio de sustentabilidad social de 2.3; el 86.36 por ciento de agricultores agroecológicos alcanzó sustentabilidad ambiental con un índice promedio de 2.43; el 47.72 por ciento alcanzó sustentabilidad económica con un índice promedio de 1.93; y el 27.27 por ciento alcanzó sustentabilidad general con un índice promedio de sustentabilidad general de 2.16.

**Palabras clave:** innovaciones, sustentabilidad, adopción de prácticas agroecológicas

## ABSTRACT

The objective of this research was to determine the factors that have influenced the adoption of agroecological methods and their consequences in the parish of Toacaso, and to draw lessons on the advantages and disadvantages for the sustainability of agroecological production systems in the Andes., A sample of 44 agroecological producers and 44 conventional producers were selected in the parish Toacaso, and a sample of 44 conventional producers in the parish Mulaló as control. Five categories of adopters were identified: 6.8 percent are innovative risk takers with 22 years of adoption, 13.6 percent early adopters who have between 13 and 20 years of adoption, these two groups of farmers were considered in consolidated stage, it was evident the adoption of good agroecological practices in the management of soil, water, crops, animals and marketing; 25 percent are early majority adopted agroecological practices after 13 years, defined in transition stage; finally, 31.8 percent are late majority, who have taken more than 20 years to adopt this production system, followed by the last adopters who correspond to 22.7 percent. Factors such as age, access to training, membership of a producer organization, area destined for production and road infrastructure, influence the adoption of agroecological practices such as: crop rotation, management of a greater number of plant and animal species, reduction in dependence on chemical inputs and production with added value, with consequences at social, environmental, and economic levels. The consequences of adoption in terms of environmental, economic and general social sustainability were determined using the methodology proposed by Sarandón (2002). From these production systems, 47.73 percent of agroecological farmers have social sustainability with an average index of social sustainability of 2.3; 86.36 percent of agroecological farmers achieved environmental sustainability with an average index of 2.43; 47.72 percent achieved economic sustainability with an average index of 1.93, and 27.27 percent achieved general sustainability with an average index of 2.16.

**Keywords:** innovations, sustainability, adoption of agroecological practices

## I. INTRODUCCIÓN

El reto actual de la agricultura es producir suficientes alimentos para una población creciente, la cual se estima llegará a 9.1 billones de personas al 2050 (Pérez *et al.* 2018). De acuerdo con las proyecciones del Instituto Nacional de Estadística y Censos (2010) en el Ecuador llegaremos a 23.4 millones de habitantes.

El reto es aún mayor ya que hay que producir mayor cantidad de alimentos, pero a la vez que sean más nutritivos, saludables e inocuos y que permitan garantizar la seguridad alimentaria de las personas (Hunter *et al.* 2017). Si bien la agricultura convencional ha brindado mayor producción de alimentos, también ha generado problemas ambientales debido, por ejemplo, al uso inadecuado de productos agroquímicos. Por esta razón, se propone a la agricultura sostenible para lograr estos objetivos con mínimo impacto ambiental, la cual de acuerdo con Pérez *et al.* (2018) es necesaria no solo para producir más alimentos, sino que hay que asegurar suficientes recursos como agua limpia, suelo agrícola, energía y mano de obra.

Desde hace varias décadas se ha propuesto a la agroecología como un método alternativo para producir cantidad y calidad de alimentos disminuyendo la presión sobre los recursos vitales como agua, suelo y biodiversidad (Altieri 1995; Gliessman 1998).

La agroecología es un enfoque holístico basada en la práctica de principios ecológicos que promueven el uso eficiente de energía para producir alimentos con poca dependencia de insumos externos, en sistemas agro diversos y socialmente justos (Altieri 1995; Gliessman 1998). Esta forma de producción constituye una alternativa para la agricultura familiar, tradicionalmente desvalorizada (Fundación Heifer 2014) y soslayada por políticas públicas que favorecen la agricultura comercial orientada a la exportación, industria y mercados (Idrobo 2016).

Las consecuencias de la producción intensiva, con alta dependencia de insumos externos, se ha evidenciado en el deterioro de los sistemas de producción de agricultores en diversas partes del mundo. Si bien, los agroquímicos han apoyado la producción de alimentos, también han generado efectos negativos en el ambiente y la salud humana; se estima que cada año alrededor de 25 millones de agricultores a nivel mundial presentan intoxicación involuntaria por plaguicidas (Carvalho 2017).

McLaughlin *et al.* (2014) mencionan casos de estudio sobre la asociación del cáncer de mamá y la agricultura, y la relación entre la exposición a pesticidas y el aborto espontáneo. Zúñiga *et al.* (2021) reportan la evidencia generada del estudio de siete regiones agrícolas de Chile sobre la exposición a plaguicidas en niños, población en general y trabajadores agrícolas, con efectos negativos en el funcionamiento cognitivo, el sistema nervioso, reproductivos, genotóxicos y carcinógenos. Por otro lado, Meeker *et al.* (2011) mencionan evidencias sobre la alteración de la función tiroidea con la exposición a pesticidas. También, Everett *et al.* (2019) mencionan la asociación del uso de herbicidas e insecticidas con la diabetes gestacional en mujeres expuestas a la agricultura.

En el mundo, 1.8 billones de agricultores utilizan plaguicidas para la protección de sus cultivos, los mecanismos de acción de los plaguicidas pueden tener efectos negativos en la biodiversidad, los ecosistemas y la salud (Carvalho 2017).

En el Ecuador se reporta un incremento en la importación de fertilizantes y plaguicidas en un 69 por ciento en el período 2005 a 2015, con una tendencia creciente a la industrialización y exportaciones agrícolas, lo que indica mayor inversión de las unidades de producción. Idrobo (2016) y Naranjo (2017), mencionan que en el Ecuador cultivos como maíz, papa y tomate se encuentran entre los cultivos con mayor uso de plaguicidas y de igual manera el caso de hortalizas cuyas semillas son importadas. Además, es una práctica común entre los agricultores aplicar mayores cantidades de plaguicidas cuando se observa un aumento en la resistencia de los insectos a determinados compuestos. Esto por lo general lo hacen aumentando la frecuencia de aplicación o utilizando productos con ingredientes activos de mayor toxicidad.



Los impactos de estas prácticas agrícolas se evidencian también en la salud de las personas, así lo refleja el caso de la papa en la provincia del Carchi, donde el uso indiscriminado de plaguicidas ubicó a esta provincia en el 2002 como la provincia con el índice de mortalidad por pesticidas más alto en el mundo (21 de cada 100 mil habitantes) (Pumisacho y Sherwood 2002).

La región andina en el Ecuador reúne gran parte de la agricultura familiar, es allí donde se produce la mitad de los alimentos de consumo diario de la población del Ecuador; sin embargo, es también donde se encuentran grandes desigualdades, debido a que los pequeños productores luchan con el poder del mercado y el costo de los insumos para la producción. Leporati *et al.* (2014), indican que en Ecuador existe en total 842 882 unidades productivas (UPAs), de las cuales 712 035 son agrícolas familiares, que representa el 84.5 por ciento. Idrobo (2016), manifiesta que en el país existen diversos tipos y realidades de agricultura familiar de las cuales una minoría de familias agricultoras han logrado especializarse y hacer de la agricultura su principal fuente de ingreso.

Según la Fundación Heifer (2014), la región Sierra del Ecuador concentra el mayor porcentaje de agricultura familiar (58 por ciento UPAs), con un tamaño promedio de 6.9 hectáreas (ha). Indica que la agricultura familiar representa el 45 por ciento de la producción agrícola nacional. Asimismo, Rosero (2009) refiere que, en el año 2009, existía en el Ecuador alrededor de tres mil unidades de producción agroecológicas y muy pocas orgánicas.

Grain (2014) indica que, en Ecuador, “casi el 56 por ciento de los agricultores son pequeños y poseen menos del 3 por ciento del área agrícola. Sin embargo, producen más de la mitad de los vegetales, el 46 por ciento del maíz, más de un tercio de los cereales, más de un tercio de los frijoles, el 30 por ciento de las papas y el 8 por ciento del arroz,” también considera que estas pequeñas fincas utilizan mejor la biodiversidad, mantienen el paisaje y brindan oportunidades de trabajo contribuyendo a la economía local.

La agricultura familiar de subsistencia (AFS) se caracteriza por la condición de inseguridad alimentaria, escasa disponibilidad de tierra, no tener acceso al crédito ni ingresos suficientes. Ubicada por lo general en ecosistemas frágiles de áreas tropicales y alta montaña donde la extrema pobreza rural es prevalente (Soto *et al.* 2007). La Fundación Heifer (2014)

añade que, la agricultura familiar y campesina, está seriamente amenazada debido a la falta de políticas de apoyo a este sector, y a lo invisible que resulta el papel que juegan en la provisión de alimentos, en la sostenibilidad ambiental y en frenar el calentamiento global, por lo tanto, es un sector que está en proceso de transición.

De acuerdo a Vía Campesina (2013), el modelo de agricultura convencional basado en la producción agrícola industrial ha fallado y no se ha solucionado los problemas de hambre en el mundo, y sugiere que las respuestas a este problema surgirán de una agricultura familiar y campesina fortalecida que base su alimentación en la producción diversificada, siendo fiel a los principios de soberanía alimentaria y modelos sostenibles de producción agroecológica.

Una de las respuestas a los problemas que enfrenta la agricultura familiar en el Ecuador ha sido la producción agroecológica. FAO (2018) menciona un estudio de caso en Ecuador, en el año 2014, donde 250 000 familias se comprometieron en adquirir alimentos frescos agroecológicos y locales para consumir una dieta variada y saludable basada en la cultura alimentaria tradicional, lo que llevó a un gasto anual combinado de hasta 600 millones de dólares.

El apoyo a modelos de mercado exitosos que destacan la producción local y regional puede fomentar la producción agroecológica e impulsar la economía local. Este es el caso de los 56 000 agricultores urbanos, el 85 por ciento de los cuales son mujeres, que proporcionan alimentos variados y ecológicos a 170 000 consumidores de Quito (Ecuador), con el apoyo del ayuntamiento (FAO 2018). Por su parte, Gortaire (2017) mencionan que la comercialización de productos agroecológicos se ha extendido a lo largo de todo el país. Este proceso nació de la necesidad de los campesinos agroecológicos de vender su producción a precios justos, promoviendo la venta directa campesino-consumidor, con una posición crítica frente a los procesos de certificación orgánica, dado el negociado que ejercen las certificadoras privadas y la elitización de los productos sanos, a los cuales pueden acceder personas con mayores recursos socioeconómicos.

La parroquia Toacaso, perteneciente al cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, dedicada a la agricultura, encontró como una oportunidad económica en la década de los 80 la producción intensiva del cultivo de zanahoria y papa. Sin embargo, como menciona la

Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO (2018), el alto uso de insumos externos y los sistemas agrícolas que hace uso intensivo de recursos han contribuido a la deforestación, la escasez de agua, la pérdida de biodiversidad, el agotamiento de los suelos y elevados niveles de emisiones de gases de efecto invernadero.

Como una alternativa para mitigar los impactos de la agricultura intensiva, se inicia la producción agroecológica en Toacaso impulsada por la Organización internacional Suiza de cooperación al desarrollo (Swissaid) en las denominadas granjas biológicas (Jiménez 2016). Se espera que esta iniciativa se haya fortalecido con el pasar de los años, como lo indica el Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Toacaso - GAD (2014).

La parroquia Toacaso representa una experiencia sobre uso de sistemas agroecológicos que merecen ser estudiados en cuanto a su contribución al desarrollo sustentable en el Ecuador, donde se han documentado relativamente poco este tipo de experiencias.

Existe poca literatura que explique los factores que influyen en la adopción de la agricultura agroecológica y sobre sus consecuencias con relación a la sostenibilidad. Por tanto, dada la existencia de experiencias de adopción de agricultura agroecológica en el Ecuador, como el caso de Toacaso, es necesario estudiar los factores que influyen en la adopción de métodos agroecológicos y las consecuencias de dicha adopción. Este análisis permitirá contribuir a la literatura sobre adopción de tecnologías agroecológicas y extraer lecciones sobre cómo solucionar el problema de la agricultura familiar en el Ecuador y contribuir a mitigar los impactos de la agricultura convencional al ambiente y a la salud de productores y consumidores.

El problema de la investigación se definió como: ¿Cuáles son los factores que han influido para la adopción de métodos de producción agroecológica en el cultivo de hortalizas en la parroquia de Toacaso, y cómo dicha adopción ha contribuido al desarrollo sostenible desde los puntos de vista económico, social y ambiental?

Considerando los objetivos, se determinó como objetivo general: Determinar los factores que han influido en la adopción de métodos agroecológicos y sus consecuencias, y extraer lecciones sobre las ventajas y desventajas para la sostenibilidad de sistemas de producción agroecológicos de la parroquia de Toacaso.

Respecto a los objetivos específicos, se consideró los siguientes puntos:

- Describir la evolución histórica de la introducción y diseminación de los métodos agroecológicos en la parroquia Toacaso.
- Determinar la adopción de los métodos agroecológicos para el cultivo de hortalizas en Toacaso, y los factores que han influido en dicha adopción.
- Determinar las consecuencias de la adopción en términos de sostenibilidad económica, social y ambiental.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. DESARROLLO SUSTENTABLE, AGRICULTURA SUSTENTABLE Y AGROECOLOGÍA**

La sostenibilidad a nivel local, nacional y global es una preocupación actual de muchas organizaciones. Es así que las Naciones Unidas han aprobado 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) acordadas por 193 países para erradicar la pobreza y el hambre del mundo para el año 2030, estos incluyen: 1) el fin de la pobreza, 2) hambre cero, 3) salud y bienestar, 4) educación de calidad, 5) igualdad de género, 6) agua limpia y saneamiento, 7) energía asequible y no contaminante, 8) trabajo decente y crecimiento económico, 9) industria, innovación e infraestructura, 10) reducción de las desigualdades, 11) ciudades y comunidades sostenibles, 12) producción y consumo responsables, 13) acción por el clima, 14) vida submarina, 15) vida de ecosistemas terrestres, 16) paz, justicia e instituciones sólidas, 17) alianzas para lograr los objetivos. Cada país debe definir estrategias para alcanzar dichos objetivos, las cuales deben ser aplicadas a nivel local, regional y nacional (PNUD 2015). Estos objetivos incluyen metas compatibles con la producción agroecológica, específicamente está relacionada con el objetivo 12: producción y consumo responsables, a través del cumplimiento de este objetivo se pretende abordar los problemas relacionados con la contaminación del aire, el agua y el suelo y producir alimentos sanos, nutritivos con menos recursos; es decir, a través de la agroecología se puede contribuir a reducir la dependencia de insumos externos y los impactos que el uso inadecuado de los mismos puede causar al ambiente, también se puede promover el cambio en patrones de consumo por otros más amigables con el ambiente y contribuir a generar política pública que garantice la seguridad alimentaria y mitiguen los impactos negativos al ambiente.

Para tener capacidad de resiliencia (capacidad de mantener los capitales básicos después de crisis), y por tanto mayor sostenibilidad, las comunidades rurales necesitan innovar lo suficientemente rápido para adaptarse a las condiciones que cambian más rápido que nunca (Doutwaite *et al.* 2009). Algunas de estas innovaciones podrían estar vinculadas al manejo agroecológico.

“Una agricultura sustentable es aquella que mantiene en el tiempo un flujo de bienes y servicios que satisfagan las necesidades alimenticias, socioeconómicas y culturales de la población, dentro de los límites biofísicos que establece el correcto funcionamiento de los sistemas naturales (agroecosistemas) que lo soportan” (Sarandón *et al.* 2006).

De acuerdo a Sarandón (2002), define la agroecología como: “Un nuevo campo de conocimientos, un enfoque, una disciplina científica que reúne, sintetiza y aplica conocimientos de la agronomía, la ecología, la sociología, la etnobotánica y otras ciencias afines, con una óptica holística y sistémica y un fuerte componente ético, para generar conocimientos y validar y aplicar estrategias adecuadas para diseñar, manejar y evaluar agroecosistemas sustentables.”

Asimismo, Gliessman (2002), menciona que la agroecología establece el desarrollo de nuevos modelos en la agricultura que apliquen conceptos y principios ecológicos para el diseño y manejo de agroecosistemas sostenibles, de esta manera se puede desarrollar prácticas que permitan reducir la dependencia de insumos externos y disminuir los impactos por el uso de esos insumos, además permite valorizar el conocimiento empírico de los agricultores y el acceso igualitario de todas las personas a los medios de vida.

También, Altieri (2002) menciona que la agroecología es definida “como la aplicación de los conceptos y principios ecológicos para diseñar agroecosistemas sustentables, provee una base para evaluar la complejidad de los agroecosistemas”, por lo que se requiere el desarrollo de agroecosistemas con menor dependencia de agroquímicos y de energía, es decir sistemas agrícolas complejos en donde las interacciones ecológicas y las sinergias entre sus componentes biológicos, permitan al sistema mejorar la fertilidad de su suelo, su productividad y la protección de sus cultivos.

## **2.2. PRINCIPIOS Y MÉTODOS AGROECOLÓGICOS**

Altieri y Nicholls (2000) refieren los siguientes principios agroecológicos para el manejo sustentable de agroecosistemas: 1) Diversificación vegetal y animal a nivel de especies o genética en tiempo y en espacio, 2) Reciclaje de nutrientes y materia orgánica, optimización de la disponibilidad de nutrientes y balances del flujo de nutrientes, 3) Provisión de condiciones edáficas óptimas para crecimiento de cultivos manejando materia orgánica y estimulando la biología del suelo, 4) Minimización de pérdidas de suelo y agua

manteniendo la cobertura del suelo, controlando la erosión y manejando el microclima, 5) Minimización de pérdidas por insectos, patógenos y malezas mediante medidas preventivas y estímulo de fauna benéfica, antagonistas, alelopatía, etc., 6) Explotación de sinergias que emergen de interacciones planta-planta, plantas y animales y animales-animales”. Estos principios son aplicables a los sistemas de producción en Ecuador.

Sarandón (2014), manifiesta que los agroecosistemas que sean manejados agroecológicamente deben tener las siguientes características: la producción debe promover la conservación de suelos, agua energía y biodiversidad, debe promover la disminución del riesgo por variaciones ambientales o de mercado , debe lograr estabilidad y resiliencia en el tiempo, también debe disminuir el uso de recursos naturales renovables de tal forma que permita la reposición natural de los mismos y el uso de recursos no renovables a un ritmo igual o menor a la tasa de desarrollo de tecnologías alternativas, disminuir la emisión de residuos al ambiente sin alterarlo, incrementar la biodiversidad funcional de los sistemas productivos, reducir la dependencia de insumos externos, uso eficiente de la energía, permitir reciclaje de nutrientes, fijación de nitrógeno, alelopatías y otras, reducir impactos al ambiente, al agricultor y al consumidor, manejar los sistemas de cultivo ajustados a la productividad potencial y a las limitaciones físicas, económicas y socioculturales de los agroecosistemas, y finalmente permitir el desarrollo de tecnologías aceptables culturalmente y socialmente.

Asimismo, Gliessman (2002) menciona que los métodos y principios ecológicos son las bases de la agroecología y son relevantes para determinar “si una práctica agrícola particular, un insumo o decisión de manejo es sostenible” por otro lado también a partir de estos “decidir la estrategia de manejo y su impacto a largo plazo”. Sostiene además que la agricultura no puede ser sostenible si depende de insumos externos, por lo que recomienda que para alcanzar la sostenibilidad se debe implementar prácticas agrícolas que reduzcan la dependencia de insumos externos y que a su vez esta práctica disminuya los impactos que puedan causar el uso de estos insumos.

### **2.3. CONSECUENCIAS DE LA AGRICULTURA CONVENCIONAL**

El modelo de agricultura convencional se ha caracterizado por su alta dependencia de recursos, energía e insumos externos con consecuencias en el ambiente y la salud humana. Sevilla (2008), menciona que con la implementación de la Revolución Verde se sustituyó

los ciclos cerrados de energía y materiales por el uso masivo de insumos externos procedentes de energías no renovables, lo que se traduce en impactos sobre los bienes ecológicos comunales. Por ejemplo, la eliminación de la flora en terrenos no cultivados, el laboreo excesivo y profundo, la no reposición de la materia orgánica y la quema de residuos de cosechas han producido impactos sobre el suelo como la erosión hídrica y eólica, la degradación química y exceso de sales, la degradación biológica y física. La combustión de motores de maquinaria agrícola, la aplicación de plaguicidas y abonos industriales, la quema de residuos de cosechas y la sobreacumulación de estiércol han dado lugar a impactos como la emisión de gases de efecto invernadero que contribuyen al cambio climático, la reducción de la capa de ozono, la lluvia ácida y la polución; por otro lado, la aplicación de plaguicidas y abonos industriales y la sobreacumulación de estiércol producen la contaminación de los recursos marinos y fluviales. Respecto a los recursos genéticos, la siembra de híbridos y variedades exógenas y explotación de razas de ganado con base genética reducida e inadaptada a ecosistemas locales ha producido pérdida de diversidad genética y conocimiento campesino sobre temas agropecuarios acumulados durante miles de años. En tanto que, en la vida salvaje, la aplicación de plaguicidas y abonos industriales y la quema de residuos de cosechas produce disfuncionalidades fisiológicas y muerte de muchas especies, impacto similar se produce en los seres humanos por la aplicación de plaguicidas y abonos industriales.

De acuerdo a Carvalho (2017), la protección de cultivos basada en la identificación la plaga, y en el desarrollo de productos químicos sintéticos que la controlen, ha logrado resultados temporales, pues tiene un costo asociado a la contaminación de los alimentos, el medio ambiente y la salud humana.

Chocano *et. al* (2008), manifiestan que la simplificación de la fertilización (aplicación de fertilizantes químicos a los cultivos en forma de formulaciones comerciales) tiene como consecuencia directa la alteración de la fracción orgánica del suelo, su desaparición está relacionada con la pérdida de su estructura y su capacidad para optimizar la infiltración y retención del agua, lo que da paso a los fenómenos erosivos y la pérdida de suelo.



Carvalho (2017), menciona que hay evidencia de contaminación de los cuerpos acuáticos por residuos plaguicidas y que estos residuos tóxicos no solo afectan la calidad del agua para consumo humano, también eliminan especies acuáticas, reducen la biodiversidad y comprometen el funcionamiento de los ecosistemas.

Según Naranjo (2017), en la agricultura convencional, es una práctica común de los agricultores aplicar mayores cantidades de plaguicidas cuando aumenta la resistencia de los insectos a determinados compuestos por lo general lo hacen aumentando la frecuencia de aplicación o utilizando productos con ingredientes activos de mayor toxicidad a modo de un “espiral tóxica”.

De acuerdo a Pumisacho y Sherwood (2002), refieren un ejemplo de resistencia a plaguicidas en el caso del minador de la hoja de papa (*Liriomyza huidobrensis*) que antes de 1999 era controlada en forma natural por sus depredadores y a partir de este año se convirtió en una de las principales plagas de este cultivo en el Ecuador. Además, el escarabajo de la papa (*Leptinotarsa decemlineata*), y la polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*) constituyen hoy en día plagas resistentes a algunos insecticidas.

Naranjo (2017), menciona el caso del maíz duro en Ecuador en marzo del 2017, en donde la presencia del gusano cogollero puso en riesgo la inversión de los agricultores quienes adoptaron ciclos de fumigación utilizando plaguicidas altamente tóxicos con graves riesgos a la salud de los productores.

Carvalho (2017), menciona que cada año alrededor de 25 millones de trabajadores agrícolas presentan intoxicaciones involuntarias por pesticidas, e indica varios estudios en donde se asocia la exposición a pesticidas y productos químicos sintéticos con enfermedades como el cáncer, la obesidad, la alteración endocrina y otras.

Por los antecedentes antes mencionados, Pearse (1980) sostiene que los campesinos pobres sin recursos ganaron muy poco de la Revolución Verde, debido a que las tecnologías impulsadas nacieron en países desarrollados en condiciones y ambientes diferentes; también Sevilla (2008) manifiesta que la adopción de la Revolución Verde supuso para los países en vía de desarrollo “la sustitución masiva de los terrenos comunales por la propiedad privada superconcentrada y el desalojo generalizado de formas sociales de

agricultura familiar por latifundios agroindustriales”. Sin embargo, Pingali (2012) plantea que, si bien la Revolución Verde generó incrementos en productividad y desarrollo económico, hay la necesidad de redefinirla mirando más los aspectos sociales y medioambientales.

#### **2.4. CONSECUENCIAS DE ADOPCIÓN DE LA AGROECOLOGÍA EN TÉRMINOS DE SOSTENIBILIDAD SOCIAL, AMBIENTAL Y ECONÓMICA**

De acuerdo a Gliessman (2002), la sostenibilidad es “una versión del concepto de rendimiento sostenido; es decir, la capacidad de cosechar a perpetuidad cierta biomasa de un sistema que tiene la capacidad de renovarse por sí mismo o que su renovación no está en riesgo” En tal virtud, las consecuencias de adopción en términos de sostenibilidad social, ambiental y económica debería propender a la implementación de la mayor cantidad de prácticas agrícolas que permitan desarrollar la agroecología con los principios agroecológicos propuestos por Altieri y Nicholls (2000), Gliessman (2002) y Sárandon (2014), citados anteriormente.

El mismo autor menciona que la agricultura sostenible debería tener un mínimo efecto negativo en el ambiente evitando la contaminación de la atmósfera y al agua superficial o subterránea con sustancias tóxicas o dañinas, debería preservar y mejorar la fertilidad del suelo, mantener su salud ecológica y realizar prácticas para prevenir la erosión, también propone el uso responsable del agua de forma tal que se permita la recarga de los acuíferos y el uso para el consumo humano y otros elementos del ecosistema, y el uso de los recursos dentro del agroecosistema de tal forma que se remplace el uso de insumos externos mejorando el ciclo de nutrientes, además propone incluir a las comunidades cercanas, realizar conservación partiendo de un conocimiento ecológico amplio y la valoración y conservación de la diversidad biológica, también propone que debe garantizarse la equidad en el acceso a prácticas agrícolas apropiadas, conocimiento y tecnología y permitir el control local de los recursos agrícolas.

#### **2.5. ADOPCIÓN DE INNOVACIONES, SU PROCESO Y CATEGORÍAS DE ADOPTADORES**

Los procesos de innovación en la agricultura y otros han sido estudiados desde hace más de 50 años. Uno de los primeros autores en proponer teorías para entender los factores que influyen en la adopción de innovaciones es Rogers (1995), quien analiza la innovación

desde un punto de vista lineal, aunque se menciona el concepto de adaptación de innovaciones.

La Teoría de Difusión de la Innovación propuesta por Rogers permite entender el proceso de adopción de los usuarios de una innovación, el autor refiere que existen cinco fases en la decisión de adopción de los individuos, la primera es el conocimiento que un individuo adquiere sobre una innovación, la segunda es el convencimiento en donde el individuo evalúa las ventajas y desventajas de la innovación y toma una posición sobre la innovación si esta es conveniente o no, la tercera fase es la decisión en donde el individuo decide si adopta o no la innovación, la cuarta fase es la implementación, en la cual el individuo implementa la innovación; y la quinta fase es la confirmación en la cual el individuo adoptador evalúa la innovación y toma la decisión de continuar o no con la innovación (Rogers 1995).

Rogers propone cinco categorías de adoptadores de la innovación, con la base de que no todos los individuos adoptan al mismo tiempo una innovación, estas son: los innovadores en el cual están los individuos arriesgados que adoptan primeros la innovación, los adoptadores tempranos que son aquellos que adoptan la innovación una vez que tienen información de los primeros adoptantes y que de acuerdo con el autor aquí se encuentran gran parte de los líderes del sistema social de la innovación, luego se encuentran la mayoría temprana que son aquellos individuos que adoptan la innovación más rápido con relación a la media, y la mayoría tardía son aquellos individuos que adoptan la innovación después por la influencia del entorno; finalmente se encuentran los últimos adoptantes que son aquellos individuos más reservados y críticos sobre una innovación y quienes toman la decisión cuando tienen certeza sobre las bondades de la innovación (Rogers 1995).

Recientemente se plantea que “la innovación es un proceso por el cual invenciones son puestas en uso”, este proceso de innovación se centra en la gente (contribución y aprendizaje), no en las tecnologías; involucra una selección de ideas e innovaciones que genera aprendizaje, lo cual es a la vez un proceso de aprender a innovar, por parte de los potenciales adoptadores, quienes contribuyen a adaptar, modificar y ajustar la innovación. La idea inicial (invención) puede ser generada por un equipo externo, pero la innovación es generalmente modificada (adaptada) en el proceso hasta alcanzar suficiente grado de optimización para entrar en la etapa de adopción a gran escala (Douthwaite *et al.* 2009).

Actualmente, se sugiere la influencia de los sistemas sociales en los procesos de innovación. “Por ejemplo, el enredamiento para la innovación es el proceso en el cual los actores sociales buscan, establecen y manejan relaciones interactivas con los actores pertenecientes a su especialidad u otras diferentes. El objetivo es intercambiar ideas, aprender en conjunto y reflexionar para buscar soluciones a problemas” (Engel 1997).

Actualmente se sugiere la influencia de los sistemas sociales en los procesos de innovación. “Por ejemplo, el enredamiento para la innovación es el proceso en el cual los actores sociales buscan, establecen y manejan relaciones interactivas con los actores pertenecientes a su “especialidad” u otras diferentes. El objetivo es intercambiar ideas, aprender en conjunto y reflexionar para buscar soluciones a problemas” (Engel 1997)

En los sistemas de innovación, Hall *et al.* (2003) mencionan que un sistema de innovación consta de los agentes que intervienen en el proceso de innovación. Sus acciones e interacciones y las normas formales y no formales que regulan este sistema, y son frutos de redes de agentes sociales y económicos que interactúan entre ellos y crean nuevas formas de solucionar problemas, estas innovaciones tienen un régimen sociotécnico que la mantiene, sustenta o la impide. Otros elementos importantes son el capital social (capacidad de establecer relaciones de cooperación) y las instituciones entendidas como el conjunto de normas, leyes y reglamentos.

## **2.6. LA AGROECOLOGÍA EN AMÉRICA LATINA**

### **Argentina**

De acuerdo con Sabourin *et al.* (2017), la agroecología inicia en Argentina a partir de la década de los 80 impulsada por diversas ONG, actualmente se identifican tres tipos de agroecología una a gran escala o extensiva, en donde las unidades de producción son mixtas (cultivos y ganadería) con extensiones que oscilan en 50 y 600 ha y que están ubicadas principalmente en la región Pampeana promovidas por profesionales vinculados a redes académicas de agroecología, redes de municipios y el INTA.

Un segundo tipo es la agroecología de la agricultura familiar realizada en huertas familiares, comunitarias e instituciones distribuidas por todo el país y promovidas por diversas organizaciones como ProHuerta, ONG's Redes de la economía social, AELA,

MNCI, INTA (CIPAF); y el último tipo denominada producción orgánica con diversas unidades de producción distribuidos en Mendoza, Misiones, Río Negro y Buenos Aires y promovidos por redes internacionales (Ifoam, Ciao). Ministerio de Agroindustria, Mapo.

### **Brasil**

Sabourin *et al.* (2017) mencionan que en Brasil la agroecología nace a finales de la década de los 70 impulsada por ONG en colaboración con movimientos sociales y organizaciones de agricultores familiares. En la década de los 90, las ideas de agroecología encontraron respaldo en el Ministerio del Medio Ambiente, se menciona la experiencia de Rio Grande do Sul donde se trató de incorporar la agroecología como enfoque de política pública para el desarrollo rural, en 1993 en Río de Janeiro se implementó el Sistema Integrado de Producción Agroecológica (SIPA), con aproximadamente 70 ha. Por otro lado, Domené (2017) menciona que el Movimiento de los Trabajadores Sin Tierra de Brasil (MST) promueve la agroecología a través de diferentes formas de producción, la biotecnología, producción de bioinsumos, el territorio, la biodiversidad, el papel de las mujeres y los jóvenes, y ha demostrado que es posible producir agroecológicamente.

### **Chile**

Para Sabourin *et al.* (2017) en Chile la agroecología está asociada a la agricultura orgánica y ha sido promovida en la década de los 80 y 90, en los últimos años relacionada más con valorización cultural y promovida como una alternativa para el segmento de pequeños productores.

### **Perú**

En Perú acorde con Altieri (2017) la agroecología nació a finales de la década de los 70 y fue promovida tanto por el sector público a través de programas para el manejo integrado de plagas por el Centro de Introducción y Cría de Insectos útiles (CICIU), como por el sector privado a través de diferentes organizaciones y docentes universitarios, lo que impulso la articulación de redes como la Red de Alternativas al Uso de Agroquímicos (RAAA 1989) y Red de Agricultura Ecológica (RAE 1989) organización que en 1999 impulso la primera Bioferia en Miraflores en Lima y que se mantiene hasta la actualidad, en 1996 se crea la Asociación Nacional de Productores Ecológicos (ANPE) que impulso la aprobación del Sistema de Garantía participativo SGP, como sistema de garantía para el mercado local. También cabe destacar como un tema importante de la agroecología en el Perú la feria

gastronómica Mistura organizada anualmente por la Sociedad Peruana de Gastronomía con el objetivo de conservar la biodiversidad y la cultura alimenticia local.

## **Ecuador**

Acorde con Gortaire (2017), el debate y construcción de la agroecología en Ecuador inicia en la década de los 80 impulsada por organizaciones no gubernamentales y profesionales, en conjunto con los movimientos indígenas y campesinos, menciona en este proceso inicial la presencia de actores clave como el MAG-CARE-PROMUSTA, el Centro Andino de Tecnología Rural en Loja, Grupo Ecológico Camino Verde en Chimborazo, Brethren y Unida en Pichincha quienes promovían la conservación de suelos, el CESA y el consorcio CAMAREN y la Universidad de Cuenca trabajaban en el uso adecuado del agua, el INIAP y la UCASAJ impulsaron la reforestación con especies nativas, la recuperación de la agrobiodiversidad y la Fundación Ayuda en Acción quienes promovieron fincas integrales, sentaron las bases para la agroecología en Ecuador, a finales de los 80 se forma la asociación de productores biológicos PROBIO que promueve la agricultura orgánica, y la finca familiar Chaupi Molino de propiedad de Francisco Gangotena, los primeros proyectos de agricultura alternativa se inician con la ayuda de la Fundación Brethren y Unida (FBU) y luego la Fundación Swissaid, también en la sierra central la presencia del grupo ecológico “Camino Verde” y las Escuelas Radiofónicas Populares dan inicio a procesos de capacitación con ayuda internacional, se crea la finca demostrativa San Antonio. Posteriormente en 1990 se constituye la CEA (Coordinadora Ecuatoriana de Agroecología) y la Universidad Central del Ecuador en conjunto con la fundación Kellogg realiza un trabajo de integración de huertos familiares orgánicos en el norte de Pichincha. En 1993, se destaca los proyectos de implementación de técnicas agroecológicas en las provincias de Cotopaxi, Carchi, Chimborazo, Bolívar, Manabí y Guayas impulsadas por el Ministerio de Bienestar Social con el Programa Nacional de Desarrollo Rural, en el mismo año Cuenca con el apoyo de MAG- CARE- PROMUSTA apertura la tienda Agrovida, también destaca en Tungurahua el proyecto Salesiano “chicos de la Calle” con la creación de la Granja Ecológica en Ambato, en Loja se desarrolla el programa que promueve la agricultura orgánica en valle del río Catamayo a través del Centro de Investigaciones sociales de Loja (CISOL), en Manabí y Quevedo con el apoyo de la fundación Heifer y la fundación María Luisa Gómez la UPOCAM y la UOCQ realizan programa y proyectos de producción y formación orgánica agroecológica en el 2000 se crea la canasta comunitaria UTOPIA en Riobamba, en el 2002 se forma la Red de Guardianes de Semilla (RGS), el trabajo de la fundación Heifer en

Ecuador promovió procesos importantes de formación en agroecología en Manabí, Los Ríos, Loja, Azuay, Chimborazo, Tungurahua, Cotopaxi, Pichincha e Imbabura. Entre 1996 y 2006 se consolidaron asociaciones y redes agroecológicas en el país.

## **2.7. EVALUACIÓN DE SUSTENTABILIDAD**

La evaluación de la sustentabilidad ha sido una preocupación constante desde hace varios años y sigue siendo un tema de investigación vigente. La evaluación de sustentabilidad es una herramienta para la planificación y el diseño de un sistema de manejo de recursos naturales con relación a su estabilidad productiva, mejora económica, aceptación social y cuidado del medio ambiente. La evaluación procura responder a preguntas fundamentales como: ¿qué se va a sostener?, ¿durante cuánto tiempo?, ¿en qué escala espacial?, ¿sustentabilidad para quién?, ¿quién la llevará a cabo?, ¿cómo? (Maserá *et al.* 2000).

Recientemente se ha publicado un artículo que propone un grupo de indicadores con los cuales se puede comparar la situación de la sustentabilidad de la agricultura a nivel global (Zhang *et al.* 2021). Este estudio propone una matriz de agricultura sostenible con 18 indicadores, de las tres dimensiones, como indicadores ambientales se encuentran la sostenibilidad del consumo de agua de riego, N y P excedente, la superficie boscosa perdida debido a las actividades agrícolas, emisión total de gases de efecto invernadero de las actividades agrícolas por superficie cosechada, y erosión del suelo. Los indicadores económicos son: PIB agrícola por trabajador agrícola, acceso a la financiación para los agricultores, volatilidad de los precios de los cultivos, gasto agrícola público por trabajador agrícola, valores totales de las exportaciones agrícolas como porcentaje del PIB agrícola, porcentaje de pérdida de alimentos. En la dimensión social propone como indicadores: índice H de diversidad de producción de cultivos, asequibilidad de los alimentos por población de bajos ingresos, prevalencia de la desnutrición, tasa de pobreza rural, puntuación del informe sobre la brecha de género mundial, derechos sobre la tierra.

Mazabel *et al.* (2010), en un estudio para evaluar la sustentabilidad social en la agricultura de riego utilizando el marco de MESMIS consideraron como indicadores la disponibilidad de tiempo libre, permanencia de los productores en el sistema, calidad de vida, importancia del capital social comunitario, mecanismos de resolución de conflictos, empleos agropecuarios generados por URP, liderazgo existente en el sistema, grado de presencia del Comité de Agua, facilidad de acceso al agua en el sistema, existencia de

estrategias para superar aspectos críticos en torno a la fuente hídrica, visión ambiental a corto, mediano y largo plazo, asimilación de innovaciones, autonomía respecto a insumos y recursos externos al sistema, democracia y participación para la toma de decisiones al interior del sistema, acceso a créditos, seguros u otros mecanismos para obtener recursos y seguridad de los productores con base en documentos oficiales.

Un estudio de caracterización y evaluación de la sustentabilidad de fincas en alto Urubamba, Cusco, Perú, Merma *et al.* (2012) proponen los siguientes indicadores basados en la metodología de Sarandón (2002): dimensión económica: autosuficiencia alimentaria, ingreso económico neto mensual por familia, riesgo económico; para la dimensión ecológica: conservación de la vida del suelo, riesgo de erosión y manejo de la biodiversidad y para la dimensión sociocultural: satisfacción de las necesidades básicas, aceptabilidad del sistema de producción e integración social a sistemas organizativos. Estos indicadores también fueron utilizados en el estudio de Evaluación de la sustentabilidad mediante indicadores en unidades de producción de la provincia de Napo, Amazonia Ecuatoriana (Bravo *et al.* 2017).

Acorde con Zeballos (2015), la elección de los indicadores e índices en la evaluación de la sustentabilidad de Agroecosistemas dependerá del correcto análisis del agroecosistema a evaluar. Por su parte, Sarandón (2002), menciona que el uso de indicadores con valores claros, objetivos y generales, permite la operativización del concepto de sustentabilidad y mejora la toma de decisiones de los sistemas agropecuarios. Un indicador es una variable seleccionada y cuantificada que nos permite ver una tendencia que de otra forma no es fácilmente detectable.

El Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) permite medir la sustentabilidad a través de la comparación de dos sistemas o más al mismo tiempo o analizar la evolución de un sistema a lo largo del tiempo (Sarandón 2002).



### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. ZONA DE ESTUDIO

El presente estudio se llevó a cabo en la región andina del Ecuador, en la parroquia Toacaso ubicada en el cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi (Figura 1).



**Figura 1. Ubicación Geográfica**

Fuente: *Mapa provincia de Cotopaxi - Bing images.* (n.d.).

Se seleccionó la parroquia de Toacaso porque cuenta con experiencias de adopción de prácticas agroecológicas desde hace 20 años, y porque representa un caso de estudio con condiciones similares a otros de la sierra centro del Ecuador que cuentan con ecosistemas de páramo, con alta proporción de minifundios, y mayor presión sobre los recursos naturales. Además, la sistematización de esta experiencia permitirá analizar, entender y extraer lecciones que permitan realizar generalizaciones para otras provincias ubicadas en los páramos de la sierra central.

En esta Parroquia, en promedio el 72 por ciento de su población se dedica a las actividades agropecuarias (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquia Rural de Toacaso 2014); sin embargo, a pesar de ser una parroquia productora de alimentos presenta un alto índice de desnutrición de 52 por ciento (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo 2013), y presenta un alto índice de pobreza de 93 por ciento medida por Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) (INEC 2010). Estas características son comunes a otras provincias ubicadas en la Sierra central en los Andes ecuatorianos en donde alcanzan índices de desnutrición del 54 por ciento (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo 2013), gran parte de su población se dedica a la agricultura y ganadería y presentan índices de pobreza (NBI) entre el 64 por ciento y 90 por ciento (INEC 2010) por lo que los resultados obtenidos tendrían aplicación en mayor escala.

Por sus antecedentes y su ubicación estratégica cercana a mercados importantes como: Latacunga, Saquisilí, Mejía, Rumiñahui y Quito, esta parroquia constituye un modelo interesante en la Sierra central, como proveedores de alimentos de las zonas urbanas.

La Tabla 1 muestra la ubicación política, así como las características biofísicas correspondientes a la zona.

**Tabla 1: Ubicación política y características biofísicas**

<b>Ubicación política</b>	<b>Características biofísicas</b>
País: Ecuador	Altitud: 2800 - 4000 msnm
Región: Andina	Superficie: 21.32 km <sup>2</sup> .
Provincia: Cotopaxi	Temperatura: 6 - 12 °C
Cantón: Latacunga	Precipitación 500 - 750 mm anuales
Parroquia: Toacaso	

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Toacaso (2014).

### **3.2. HIPÓTESIS**

Hipótesis general:

- Los sistemas de producción agroecológica en los cultivos de hortalizas en la parroquia de Toacaso no han sido adoptados por los productores debido a la inexistencia de un sistema de innovación de apoyo.

Hipótesis específicas:

- La adopción de sistemas agroecológicos no ha generado consecuencias económicas positivas que contribuyan al desarrollo sostenible en la parroquia Toacaso.
- La adopción de sistemas agroecológicos no ha generado consecuencias sociales positivas que contribuyan al desarrollo sostenible en la parroquia Toacaso.
- La adopción de sistemas agroecológicos no ha generado consecuencias ambientales positivas que contribuyen al desarrollo sostenible en la parroquia Toacaso.

### 3.3. SELECCIÓN DE LA MUESTRA

Para esta investigación se consideró como población en estudio a los socios de las asociaciones Productores Agroecológicos y Artesanal los Ilinizas y Emprendedores de Cotopaxi, quienes son productores agroecológicos de la parroquia de Toacaso. De acuerdo con el Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Toacaso (2014), existía un registro 77 socios de las asociaciones: Productores Agroecológicos y Artesanal los Ilinizas y Emprendedores de Cotopaxi, en base a esta información se calculó el tamaño de la muestra, por el método de proporciones, el mismo que es igual a 44 productores agroecológicos, también se consideró el mismo número de productores de hortalizas cuyo sistema de producción sea convencional para poder realizar comparaciones entre los dos sistemas de producción en la parroquia Toacaso, e igual número de productores como tratamiento control, es decir, sin influencia de innovaciones agroecológicas en la parroquia Mulaló.

Se utilizó como instrumento el cuestionario dirigido a 44 productores agroecológicos y 44 productores convencionales (no agroecológicos) en la parroquia Toacaso y los 44 productores convencionales (no agroecológicos) tomados en la parroquia Mulaló que tiene condiciones agroecológicas similares a la parroquia Toacaso.

Tamaño de la muestra por el método de proporciones:

$$n = \frac{\frac{4PQ}{d^2}}{\frac{\frac{4PQ}{d^2} - 1}{N} + 1}$$

Donde:

n: tamaño de la muestra

N: Población objetivo (Universo)

P: Probabilidad de acierto 0.5

Q: Probabilidad de error =.5

d: Porcentaje de error

Población = 77 productores agroecológicos

Muestra = 44 productores agroecológicos

### **3.4. MÉTODOS PARA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN Y ANÁLISIS**

Para esta investigación se utilizó el marco metodológico de Evaluación rápida de los sistemas de innovación agrícola – RAAIS (Schut *et al.* 2015).

RAAIS es una herramienta de múltiples métodos que combina técnicas de análisis y recolección de datos cualitativos y cuantitativos, permite la triangulación crítica y validación de datos con diferentes grupos de partes interesadas (agricultores, ONG/sociedad civil, sector privado, gobierno e investigadores). Facilita la interacción entre las partes interesadas en la recolección y análisis de datos, proporciona una base para aumentar la conciencia de que abordar estos problemas requiere una acción colectiva (Schut *et al.* 2015).

Para determinar la adopción de métodos agroecológicos y los factores que influyeron en dicha adopción, se identificó a los productores pioneros en la producción agroecológica en la zona, identificados como líderes de la producción y comercialización de productos agroecológicos con posicionamiento en el mercado, la selección de los productores pioneros siguió el principio del muestreo de bolas de nieve (Atkinson y Flint 2001). A partir de ellos y una vez realizada la caracterización de sus sistemas productivos se identificó las prácticas que adoptan, en función de estas se realizó la encuesta para determinar si otros agricultores las realizan. Para este propósito, se adaptó la metodología propuesta por Ortiz y Pradel (2009), realizando preguntas que permitieron determinar la etapa en la que está el sistema de producción y evaluar impactos en el capital humano (cambios en conocimiento, actitudes y habilidades), en capital social (cambios en la organización, acceso a información, acceso a mercado), aspectos económicos (ingreso de la familia, acceso a crédito, autosuficiencia alimentaria), aspectos ambientales (mejoramiento de fertilidad del suelo, eficiencia de uso del agua, biodiversidad, dependencia de insumos externos).

Finalmente se realizó una comparación “con y sin” adopción de prácticas agroecológicas, y se analizaron los tres grupos de agricultores diferentes en el mismo tiempo, un grupo que cultiva hortalizas con enfoque agroecológico, un segundo grupo que cultiva hortalizas en el sistema convencional en la parroquia Toacaso, y un tercer grupo de agricultores convencionales pertenecientes a la parroquia de Mulaló.

• **Indicadores utilizados para evaluar cambios y comparar grupos**

Para medir cambios en el capital humano, específicamente en el conocimiento se evaluaron los conocimientos referentes a: rotación de cultivos, rotación de cultivos con leguminosas, manejo residuos sólidos (residuos orgánicos de cosechas y excretas de animales), elaboración de abonos orgánicos, manejo de plagas con insecticidas biológicos, uso de barreras vivas, producción de semillas. En la Tabla 2, se observa los indicadores que se consideraron para cada conocimiento.

**Tabla 2: Indicadores para cambios en el conocimiento de los agricultores (Toacaso 2020)**

<b>Cambios en el Conocimiento y prácticas de cultivo</b>	<b>Indicador</b>
Conocimiento sobre rotación de cultivos	Porcentaje de agricultores que conocen y realizan rotación de cultivos por ciento de agricultores que conocen y realizan rotación de cultivo con leguminosas
Conocimiento sobre manejo de residuos sólidos (residuos orgánicos de cosechas y excretas de animales)	Porcentaje de agricultores que conocen realizan manejo
Conocimiento sobre elaboración de abonos orgánicos	Porcentaje de agricultores que conocen y elaboran abonos orgánicos
Conocimiento sobre manejo de plagas con insecticidas biológicos	Porcentaje de agricultores que conocen y realizan con insecticidas biológicos manejo de plagas
Conocimiento sobre uso de barreras vivas	Porcentaje de agricultores que conocen y tienen barreras vivas
Conocimiento sobre fuentes de material siembra	Porcentaje de agricultores que conocen fuentes de material de siembra y producen su propia de semilla

Otro tema relacionado a capital humano fue la evaluación de cambios en las habilidades de los agricultores (este indicador va más allá del conocimiento y trata de capturar el cómo realizan las prácticas) para implementar prácticas agroecológicas en sus unidades productivas, para lo cual se realizaron las siguientes preguntas: ¿Cómo mantiene la diversidad de su unidad productiva?, ¿Grado de organización de los productores?, ¿Cómo comercializa sus productos? (Tabla 3).

**Tabla 3: Indicadores para cambios en las habilidades de los agricultores (Toacaso 2020)**

<b>Cambios en habilidades</b>	<b>Indicador</b>
Habilidades para implementar prácticas agroecológicas en sus unidades productivas.	
Pregunta: ¿Cómo mantiene la diversidad de su unidad productiva?	<p>Porcentaje de agricultores que realiza asociación de cultivos.</p> <p>Porcentaje de agricultores que tiene más de 5 especies vegetales en su unidad productiva.</p> <p>Porcentaje de agricultores que tiene de 5 hasta 9 especies animales en su unidad productiva.</p>
Pregunta: ¿Grado de organización de productores?	Porcentaje de agricultores que pertenecen a una asociación de productores.
Pregunta: ¿Cómo comercializa sus productos	Porcentaje de agricultores que se asocia para sus productos.

Se evaluó los cambios en las actitudes y percepciones de los agricultores frente al uso de agroquímicos, nutrición y alimentación saludable (Tabla 4).

En los cambios del capital social se evaluó organización de los productores para comercializar sus productos, acceso a mercados, acceso a información, capacitación, salud pública, salud privada, acceso a educación de los hijos (Tabla 5).

Para la evaluación de cambios en el aspecto económico se realizaron las siguientes preguntas: si el ingreso que percibe por la producción es suficiente para su familia, si requiere realizar otras actividades fuera de su unidad productiva para generar y completar sus ingresos, y acceso a crédito (Tabla 6).

**Tabla 4: Indicadores para cambios de actitudes y percepciones de los agricultores (Toacaso 2020)**

<b>Actitudes y percepciones</b>	<b>Indicador</b>
Frente al uso de agroquímicos	Porcentaje de agricultores que no usa agroquímicos en sus cultivos
Autosuficiencia alimentaria	<p>Porcentaje de agricultores que produce sus propios alimentos</p> <p>Porcentaje de agricultores que considera que la agroecología ha mejorado la nutrición de su familia</p> <p>Porcentaje de agricultores que considera que con la implementación de la producción agroecológica ahora tiene más comida y debe comprar menos.</p>

**Tabla 5: Indicadores para cambios en el capital social de los agricultores (Toacaso 2020)**

<b>Cambios en el capital social</b>	<b>Indicador</b>
Vinculación con ONG	Porcentaje de agricultores que tuvieron vinculación con alguna ONG
Acceso a mercados	<p>Porcentaje de agricultores que comercializan sus productos de forma directa</p> <p>Porcentaje de agricultores que comercializan sus productos a intermediarios</p> <p>Porcentaje de agricultores que comercializan sus productos a centros de acopio</p>
Acceso a capacitación	Porcentaje de los agricultores tiene acceso a capacitación

**Tabla 6: Indicadores para evaluar cambios en el aspecto económico de los agricultores (Toacaso 2020)**

<b>Cambios en el aspecto económico</b>	<b>Indicador</b>
Ingreso de la finca es suficiente para su familia	Porcentaje de agricultores que manifiesta que el dinero que perciben por la agricultura les alcanza para su hogar.
Si requiere realizar otras actividades fuera de su unidad productiva para generar y sus ingresos.	Porcentaje de agricultores que realiza fuera de su unidad productiva para completar complementar sus ingresos.
Acceso a crédito	Porcentaje de agricultores que tiene acceso a crédito.

La evaluación de cambios relacionados a capital natural, en aspectos ambientales se realizó en función de la gestión de la fertilidad del suelo, eficiencia de uso del agua, utilización de insumos externos: fertilizantes y pesticidas, biodiversidad (Tabla 7).

**Tabla 7: Indicadores para evaluar cambios en aspectos ambientales (Toacaso 2020)**

<b>Cambios en aspectos ambientales</b>	<b>Indicador</b>
Gestión de la fertilidad del suelo	Porcentaje de agricultores que realizan rotación de cultivo con leguminosas
	Porcentaje de agricultores que utiliza abonos orgánicos
	Porcentaje de agricultores que realiza labranza manual
Eficiencia de uso del agua	Porcentaje de agricultores que tiene sistema de riego tecnificado.
Utilización de insumos externos, fertilizantes químicos y pesticidas	Porcentaje de agricultores que no utilizan insumos para la producción.
Biodiversidad	Porcentaje de agricultores que realizan prácticas agrícolas que incrementan la biodiversidad

Finalmente se realizó una comparación “con y sin”, y se analizaron los tres grupos de agricultores diferentes en el mismo tiempo, un grupo que cultiva hortalizas con enfoque agroecológico, un segundo grupo que cultiva hortalizas en el sistema convencional sin enfoque agroecológico en la parroquia Toacaso, y un tercer grupo de agricultores convencionales sin enfoque agroecológico pertenecientes a la parroquia de Mulaló.



Para determinar las consecuencias de la adopción en términos de sostenibilidad, social y ambiental se utilizó el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS).

Para determinar las consecuencias de la adopción en términos de sostenibilidad social se utilizó el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS).

Para determinar los indicadores se utilizó la metodología propuesta por Sarandón (2002), considerando las dimensiones económica, social, cultural y ambiental, se adaptó la metodología propuesta por Ortiz y Pradel (2009) en la evaluación de impactos en programas de Manejo Integrado de Plagas (MIP), utilizando encuestas con preguntas que indaguen las consecuencias económicas y ambientales.

La metodología MESMIS se aplicó en 7 etapas: 1) Caracterización de los sistemas productivos a través de encuestas a los agricultores, 2) Identificar puntos críticos de los sistemas de producción de tipo ambiental, económico, social, técnicos, que puedan afectar la estabilidad del sistema productivo, 3) Construir indicadores, 4) Medir cada indicador, 5) Obtener índice de sustentabilidad económica, social, ambiental, 6) Análisis de resultados obtenidos, 7) Comparación de resultados del sistema de producción agroecológico con sistemas de producción convencional (Maserá *et al.* 2000).

Se utilizó como instrumento el cuestionario dirigido a 44 productores agroecológicos y 44 productores convencionales (no agroecológicos) en la parroquia Toacaso y adicionalmente se identificó como tratamiento “control” a una muestra de 44 productores convencionales (no agroecológicos) tomados en la parroquia Mulaló que tiene condiciones agroecológicas similares a la parroquia Toacaso.

Para determinar el índice de sustentabilidad sociocultural, ambiental y económica se construyeron los indicadores utilizando la metodología propuesta por Sarandón (2002).

Los datos fueron estandarizados mediante la conversión a una escala de 0 a 4, siendo 4 el mayor valor de sustentabilidad y 0 el menor valor, de acuerdo a la importancia de cada variable algunos indicadores fueron ponderados multiplicando el valor de la escala por un

coeficiente en función de la importancia de cada variable respecto a la sustentabilidad, como se observa en las fórmulas utilizadas para la obtención del índice de sustentabilidad ambiental y económico respectivamente.

Fórmula para determinar el índice de sustentabilidad sociocultural:

$$ISS = \frac{2[(2A1+2A2+2A3+2A4)/7]+2B+C+D}{6}$$

6

#### • **Indicadores Socioculturales**

A: Satisfacción de necesidades básicas, es sustentable si los agricultores tienen aseguradas sus necesidades básicas (vivienda, educación, salud, servicios), se estableció tres subindicadores: la tenencia de tierra y tipo de vivienda, el acceso a educación, el acceso a salud y a servicios básicos, los cuáles se valoraron en una escala de 0 a 4 (Tabla 8).

B: Aceptabilidad del sistema de producción, la satisfacción del productor está directamente relacionada con el grado de aceptación del sistema productivo.

C: Integración social, se evalúa la relación con otros miembros de la comunidad.

D: Conocimiento y conciencia ecológica. El conocimiento y la conciencia ecológica son fundamentales para tomar decisiones adecuadas respecto a la conservación de los recursos. Los tres indicadores se valoraron en una escala de 0 a 4 (Tabla 9).

Fórmula para determinar el índice de sustentabilidad ambiental:

$$IA = \frac{(A1+A2+A3+A4)/4 + (B1+B2+B3)/3 + (2C1+C2+2C3)/5}{3}$$

3

#### • **Indicadores, subindicadores y valoración**

A: Conservación de la vida de suelo: es sustentable si las prácticas mantienen o mejoran la vida en el suelo, se consideraron 4 subindicadores: A1. Rotación de cultivos con leguminosas, A2. Diversificación de cultivos, A3. Materia Orgánica en el suelo, A4. Tipo de labranza (Tabla 10).

B: Riesgo de erosión: es sustentable si las prácticas disminuyen o evitan el riesgo de erosión del suelo, se consideraron 3 subindicadores: B1. Pendiente, B2. Riego, B3. Uso de insecticidas y fungicidas (Tabla 11).

C: Manejo de Biodiversidad: es sustentable si aumenta la diversidad espacial y temporal, se consideraron 3 subindicadores: C1. Diversidad de cultivos (diversidad en el espacio), C2. zDiversidad de animales (diversidad en el espacio), C3. Realiza prácticas de: producción de semilla, uso de barreras vivas, rotación de cultivos, asociación de cultivos (diversidad en el tiempo) (Tabla 12).

**Tabla 8: Escala y subindicadores de satisfacción de necesidades básicas**

<b>Indicador: A. Satisfacción de necesidades básicas</b>				
<b>Subindicadores:</b>				
<b>Escala</b>	<b>A1. Tenencia de tierra y tipo de vivienda</b>	<b>A2. Acceso a Educación</b>	<b>A3. Acceso a Salud</b>	<b>A4. Acceso a Servicios básicos</b>
<b>4</b>	Vivienda propia de ladrillo o mixta	Agricultores o sus hijos tienen acceso a la universidad	Hospital público	Luz, agua, teléfono, celular, internet
<b>3</b>	Vivienda propia de bloque	Agricultores o sus hijos tienen acceso a estudios tecnológicos	Centro de salud público	Luz, agua, celular, internet
<b>2</b>	Vivienda prestada de ladrillo o mixta	Agricultores o sus hijos tienen acceso al colegio	Médico privado	Luz, agua, teléfono o celular
<b>1</b>	Vivienda prestada de bloque	Agricultores o sus hijos tienen acceso a la escuela	Curandero	Luz, agua
<b>0</b>	Vivienda arrendada de bloque	Agricultores y sus hijos no tienen acceso a educación.	No tiene acceso	No tiene acceso

**Tabla 9: Escala de los indicadores: aceptabilidad del sistema productivo, integración social**

<b>Indicadores:</b>			
<b>Escala</b>	<b>B. Aceptabilidad del sistema de productivo</b>	<b>C. Integración Social</b>	<b>D. Conciencia ecológica y alimentación saludable</b>
<b>4</b>	Tiene más comida saludable y mejora su nutrición, No encuentra desventajas.	Muy alta (4: asociativa, vinculación con empresas no agrícolas, vinculación con el sector privado y ONG)	Visión amplia: cuidado del ambiente y salud.
<b>3</b>	A veces tiene más comida y desearía cultivar mayor superficie.	Alta (vinculación con 3 de 4)	Se reduce al No uso de agroquímicos.
<b>2</b>	Tiene más comida, pero no hay mercados y los precios son bajos.	Media (vinculación 2 de 4)	Percibe que consume productos saludables que mejoran su nutrición.
<b>1</b>	Tiene más comida, pero pierde mucho (pérdida económica), no es rentable, produce menos.	Baja (vinculación 1 de 4)	Tiene un ligero conocimiento ecológico (algunas prácticas).
<b>0</b>	No encuentra ventajas en el sistema de producción.	Nula	Sin conciencia sobre alimentación y ecología.

**Tabla 10: Escala y subindicadores de conservación de la vida del suelo**

<b>Indicador: A. Conservación de la vida del suelo</b>				
<b>Subindicadores:</b>				
<b>Escala</b>	<b>A1. Rotación de cultivos con</b>	<b>A2. Diversificación de cultivos leguminosas</b>	<b>A3. Materia Orgánica en el suelo</b>	<b>A4. Tipo de labranza</b>
4	Rotación permanente con leguminosas	Más de 20 especies cultivadas en asociación	Mas del 6 por ciento de MO en el suelo	Labranza cero
3	Rotación eventual con leguminosas	de 16 a 20 especies cultivadas en asociación	De 3 a 6 por ciento de MO en el suelo	Labranza manual
2	Rotación con maíz y papa	de 11 a 15 especies cultivadas en asociación	De 1 a 2.9 por ciento de MO en el suelo	Labranza con Yunta
1	Rotación eventual con otros cultivos	de 6 a 10 especies cultivadas en asociación	Menos del 1 por ciento de MO en el suelo	Labranza Mixta
0	No realiza rotación	hasta 5 especies cultivadas	No incorpora MO	Labranza Mecánica

**Tabla 11: Escala de los indicadores: Riesgo de erosión**

<b>Indicador: B. Riesgo de erosión</b>			
<b>Subindicadores:</b>			
<b>Escala</b>	<b>B1. Pendiente</b>	<b>B2. Riego</b>	<b>B3. Uso de insecticidas y fungicidas</b>
4	0 a 5 por ciento	Goteo	No aplica
3	5 a 15 por ciento	aspersión	1 aplicación
2	16 a 30 por ciento	mixto	2 aplicaciones
1	31 a 45 por ciento	gravedad	3 aplicaciones
0	menor al 45 por ciento	secano	4 o más

**Tabla 12: Escala de los indicadores: Manejo de Biodiversidad**

<b>Indicador: C. Manejo de Biodiversidad</b>			
<b>Subindicadores:</b>			
<b>Escala</b>	<b>C1. Diversidad de cultivos</b>	<b>C2. Diversidad de animales</b>	<b>C3. Realiza prácticas de: producción de semilla, uso de barreras vivas, rotación de cultivos, asociación de cultivos</b>
4	Más de 20	9 o más	Realiza las cuatro prácticas
3	16 a 20	6 a 8	Realiza tres practicas
2	11 a 15	3 a 5	Realiza dos practicas
1	6 a 10	1 a 2	Realiza una practica
0	5 o menos	0	Ninguna practica

Fórmula para determinar el índice de sustentabilidad económica:

$$IK = \frac{2[(A1+A2)/2] + B + (C1+C2+2C3)}{4}$$

**• Indicadores, subindicadores y valoración**

A: Autosuficiencia alimentaria: es sustentable si las prácticas mantienen o mejoran la vida en el suelo, se consideraron 2 subindicadores: A1. Diversificación de la producción, A2. Superficie dedicada para la producción agroecológica (Tabla 13).

B: Ingreso suficiente para la familia: es sustentable si cumple con las siguientes condiciones: a) No trabaja en otras actividades fuera de la unidad productiva, b) Manifiesta que tiene más comida, c) Manifiesta que el dinero que percibe por agricultura le alcanza para su familia, d) tiene acceso a crédito (Tabla 14).

C: Riesgo económico: es sustentable si disminuye el riesgo económico, se consideraron 3 subindicadores: C1. Diversificación para la venta, C2. Número de canales de comercialización, C3. Dependencia de insumos externos (Tabla 15).

**Tabla 13: Escala y subindicadores de autosuficiencia alimentaria**

---

**Indicador: A.**  
**Autosuficiencia alimentaria Subindicadores:**

---

<b>Escala</b>	<b>A1. Diversificación de la producción</b>	<b>A2. Superficie dedicada para la producción agroecológica</b>
4	más de 20 productos	más de 1,5 ha
3	16 a 20 productos	1 a 1,5 ha
2	11 a 15 productos	0,51 a 0,99 ha
1	6 a 10 productos	0,1 a 0,5 ha
0	5 o menos productos	menos de 0,1 ha

---

**Tabla 14: Escala del indicador ingreso suficiente para la familia**

---

**Indicador: B. Ingreso suficiente para la familia**

---

**Subindicadores:**

---

<b>Escala B</b>	
4	Cumple con las siguientes condiciones: a) No trabaja en otras actividades fuera de la unidad productiva, b) Manifiesta que tiene más comida, c) Manifiesta que el dinero que percibe por agricultura le alcanza para su familia, d) Tiene acceso a crédito
3	cumple con 3 condiciones de ingreso para la familia
2	cumple con 2 condiciones de ingreso para la familia
1	cumple con 1 condición de ingreso para la familia
0	No cumple ninguna condición de ingreso suficiente para la familia

---

**Tabla 15: Escala y subindicadores de riesgo económico**

<b>Indicador: C. Riesgo Económico</b>		
<b>Subindicadores:</b>		
<b>Escala</b>	<b>C1. Diversificación insumos externos venta para C2. Número de canales de comercialización</b>	<b>C3. Dependencia de insumos para la producción</b>
4	Más de 20 productos sin valor agregado, o 16 o más productos con valor agregado	5 No utiliza fertilizantes fungicidas, insecticidas herbicidas
3	16 a 20 productos sin valor agregado, o de 11 a 15 productos con valor agregado	4 Utiliza solo fertilizantes
2	11 a 15 productos sin valor agregado, o de 6 a 10 productos con valor agregado	3 Utiliza pesticidas 1 a 2 aplicaciones
1	6 a 10 productos sin valor agregado, o 5 productos con valor agregado	2 Utiliza pesticidas 3 o 4 aplicaciones
0	5 o menos productos sin valor agregado, o menos de 5 productos con valor agregado	1 Utiliza pesticidas más de 4 aplicaciones

• **Índice de Sustentabilidad General**

Para determinar el índice de sustentabilidad general (IS Gen) se utilizó los indicadores económicos (IK), ambiental (IA) y sociocultural (ISC), un sistema productivo es sustentable si el índice de sustentabilidad general es mayor que dos ( $IS\ Gen > 2$ ) y si ninguna de las tres dimensiones tiene un valor menor a dos (Sarandón 2002).

Fórmula para determinar el índice de sustentabilidad general: IS

$$Gen = (IK + IE + ISC) / 3$$



## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA INTRODUCCIÓN Y DISEMINACIÓN DE LOS MÉTODOS AGROECOLÓGICOS EN LA PARROQUIA TOACASO, COTOPAXI-ECUADOR**

La revisión de fuentes secundarias, que es parte de la metodología sugerida por Schut *et al.* (2015), tales como documentos históricos, trabajos de investigación, informes y estudios de caso, permitió definir un punto de partida para describir cómo ha evolucionado la introducción y diseminación de los métodos agroecológicos en la parroquia de Toacaso a través de los años.

Toacaso es un pueblo ancestral y su existencia se remonta a la época preinca. De acuerdo con Suquilanda (1996), el hombre prehispánico imitó a la naturaleza y se integró a ella para hacerla producir lo que le permitió “conocer a fondo la dinámica de los ecosistemas naturales y hacerlos compatibles con los sistemas productivos y sociales,” a la vez desarrollaron sistemas conservacionistas para evitar el deterioro de los suelos como terrazas, andenes, siembras en contorno, también infraestructura para riego como albarradas, camellones y canales.

Por otro lado, Gortaire (2017) indica que hasta 1540 existió una influencia del incario en la agricultura ecuatoriana, lo cual se evidencia en “la chakra andina, técnicas como el wachu rozado, diversas herramientas agrícolas, la construcción de camellones, andenes, terrazas y sistemas de riego que incluso hasta nuestros días siguen vigentes”.

En Toacaso se evidencia actualmente la chakra andina, de acuerdo con Gortaire (2017), esta forma de agricultura es propia de los pueblos indígenas de la sierra y se la encuentra en todo el callejón interandino; se caracteriza “por su agrobiodiversidad, y un complejo sistema de semillas y adaptaciones varietales que se desarrollan en diversos pisos agroclimáticos de la serranía aproximadamente entre los 2 400 y 3 500 m.s.n.m”.

Vilalta (2015), citando a Murra (1978); Salomon (1980) y Golte (2001) mencionan que Toacaso se caracterizó por una agricultura diversificada en diferentes pisos ecológicos complementarios en los Andes de páramo; en cuyo espacio los campesinos desarrollaron mecanismos de intercambio de los productos que se cultivaban en alturas diferentes, esta forma de producir se mantuvo en la época colonial a pesar de la irrupción de la conquista española en la agricultura que proponía un modelo de producción de monocultivo o de cultivos introducidos como trigo, cebada y otros.

De acuerdo con Jiménez (2016), a partir de la década de 1950 sucedieron varios cambios como la eliminación de modelos agro-productivos locales y con ello el desuso de variedades y semillas nativas y del conocimiento tradicional.

Para Vilalta (2015), la historia de los pobladores de Toacaso “estuvo completamente ligada al régimen de hacienda desde los tiempos de la colonia hasta bien entrado el siglo XX, con los procesos de reforma agraria de 1964 y 1973”, cuando se emitió la Ley de Reforma Agraria, que dio lugar a la liquidación del régimen de hacienda, que promovía la colonización de nuevas tierras.

Cabe mencionar que, hasta inicios de la década de los sesenta, Toacaso estuvo conformada por varias haciendas, las más representativas son El Pongo que tenía 15 000 ha y era de propiedad de José Antonio Tapia Vargas, Razuyacu (con 1 665 ha) y Cotopilaló (con 1 584 ha) que pertenecían a la Curia Metropolitana de Quito.

Existían otras con menor extensión como San Carlos (735 ha), San Bartolo (512 ha), Yanahurco Chico (229 ha), Quillusilín (412 ha), La Moya (610 ha), San Francisco (210 ha), La Providencia (312 ha), Chisulchí (350 ha), Chizaló (150 ha), y una sola comunidad indígena en la parte baja llamada Pilacumbi (Bretón 2012).

De la mano de la ley de Reforma Agraria de 1964, se inició el fin del régimen gamonal en Toacaso, la abolición de las relaciones de producción precarias, la parcelación de las haciendas y la entrega de huasipungos <sup>1</sup>, procesos que se consolidaron con la emisión de la

---

<sup>1</sup> Palabra quechua que significa una pequeña superficie de tierra, que por lo general era de mala calidad agrícola, y solían entregar los patrones terratenientes a sus trabajadores en calidad de pago por sus faenas agrícolas. Esta era la principal forma de remuneración y muchas veces la única que recibían los campesinos en

ley de Reforma Agraria de 1973, que dio lugar a la creación de diversas organizaciones como cooperativas, comunidades campesinas y organizaciones de base de todo tipo que se constituyeron legalmente para ser sujetos de la transferencia de dominio o de propiedad (Bretón 2012).

Mirando la posición de la economía familiar campesina entre 1964 a 1979, el modelo de desarrollo rural era el de industrialización por sustitución de importaciones (ISI), época marcada por la llamada modernización de la agricultura y la integración de los campesinos al mercado y al desarrollo nacional (Carrión y Herrera 2012).

Luego de esta etapa, el ISI sería reemplazado por el modelo neoliberal entre 1980 al 2006. Carrión y Herrera (2012) manifiestan que este período estuvo marcado por la reducción del Estado y políticas de apoyo hacia los pequeños y medianos productores campesinos, se impulsó las exportaciones no tradicionales y los pequeños campesinos quedaron relegados de las políticas públicas agraria. Esto afectó directamente a los pobladores de Toacaso.

De acuerdo con Bretón (2012), en esta época con la ayuda de agencias de desarrollo, particularmente privadas, hubo un fortalecimiento organizativo de los indígenas campesinos. Carrión y Herrera (2012), citando a Larrea (1998) mencionan que, tras de 20 años de políticas neoliberales, la economía familiar campesina fue desplazada de la política agraria, dejándola sujeta a los programas focalizados de desarrollo como las Escuelas Revolución Agraria y el Programa de Mejoramiento de Riego en las provincias centrales.

A partir de 1980, con la caída de las exportaciones petroleras, se implementan nuevas políticas para impulsar el modelo agrario empresarial, como medidas compensatorias al proceso de reforma agraria; entre 1978 y 1979 se expide la Ley de Fomento y Desarrollo Agropecuario, en cuyo marco las familias campesinas de pequeños productores no son reconocidas como agentes que aportan productividad al país (Carrión y Herrera 2012).

---

los pasados tiempos de la época feudal, caracterizada por la explotación, humillación y maltrato a los trabajadores agrícolas los cuales eran sometidos a condiciones inhumanas y deplorables con la complicidad y silencio de las autoridades civiles, políticas y eclesiásticas, que estaban al servicio de los terratenientes (Enciclopedia de la política Rodrigo Borja).

De acuerdo con Gortaire (2017), en la década de los 80 en América Latina se integran diversas disciplinas científicas tanto ambientales, como agronómicas y sociales, tomando como base la enorme riqueza de la agricultura ancestral y los nuevos conocimientos sobre el funcionamiento de los ecosistemas naturales. Posiblemente, esta situación inició los enfoques agroecológicos.

Gortaire (2017) también indica que, en 1982, la fundación SWISSAID (Organización Internacional Suiza de Cooperación al Desarrollo) inicia un largo proceso de trabajo muy intenso a favor de la agricultura indígena campesina con una fuerte orientación agroecológica. Mencionando a Jiménez (2016), esto se evidencia con el inicio de la producción agroecológica en Toacaso impulsada por SWISSAID en las denominadas granjas biológicas.

Esta información es corroborada por resultados de entrevistas realizadas a seis agricultores pioneros en la producción agroecológica en la parroquia, a quienes se les preguntó sobre cómo empezó la producción agroecológica en Toacaso, quiénes fueron los primeros en adoptarla, porqué adoptaron esta forma de producción y cuáles han sido las ventajas y desventajas que encuentran en la producción agroecológica de hortalizas. Un habitante de Pilacumbi, un barrio que pertenece a la zona baja de Toacaso, manifestó “en la década de los 80, cultivábamos papa, y luego zanahoria amarilla.

Al mismo tiempo en 1984, en la parte alta de la parroquia de Toacaso, de la mano de la Unión de Organizaciones Indígenas y Campesinas del Norte de Cotopaxi” (UNOCANC), nace la Organización de Mujeres Indígenas y Campesinas Sembrando Esperanza (OMICSE), la misma que logro consolidarse luego de varios años. (Randy Mikuna, s.f.). Hace 20 años recibí una charla de agricultura orgánica y visité unas fincas demostrativas en Chimborazo y Tungurahua, me gustó y empecé a sembrar en 500 metros, aprendí de un vecino en la práctica, luego venían técnicos de la ONG (Swissaid), me enseñaron a hacer bocashi<sup>2</sup>, bioles<sup>3</sup>”.

---

<sup>2</sup> El bocashi es una palabra japonesa que significa “materia orgánica fermentada”. Este abono se deja descomponer en un proceso aeróbico de materiales de origen animal o vegetal. Su uso activa y aumenta la cantidad de microorganismos en el suelo, así como mejora sus características físicas y suple a las plantas con nutrientes Shintani *et al.* (2000).

<sup>3</sup> El biol “es una fuente de fitoreguladores, que se obtiene como producto del proceso de descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos” Suquilanda (1996).

De acuerdo con Quishpe (2016) y Bretón (2012), desde 1999 al 2005, la OMICSE recibió apoyo de la organización no gubernamental española Oxfam Intermón (IO) que impulsó “un proyecto de cuyes”, a través del cual se promovió la producción de abonos orgánicos y la implementación de fincas integrales para mejorar la nutrición familiar y comercializar los excedentes de producción. Quishpe (2016), menciona que el impulso de la producción agroecológica tuvo un enfoque de género reflejada en la igualdad de oportunidades.

Entre 2014 a 2016 se consolida la Asociación de Productores Agroecológicos Randy Mikuna, la cual promueve circuitos cortos de comercialización y canastas de alimentos para transformar y proteger el territorio, el cual actualmente involucra a 32 familias en este sistema de producción y comercialización (Randy Mikuna s.f.).

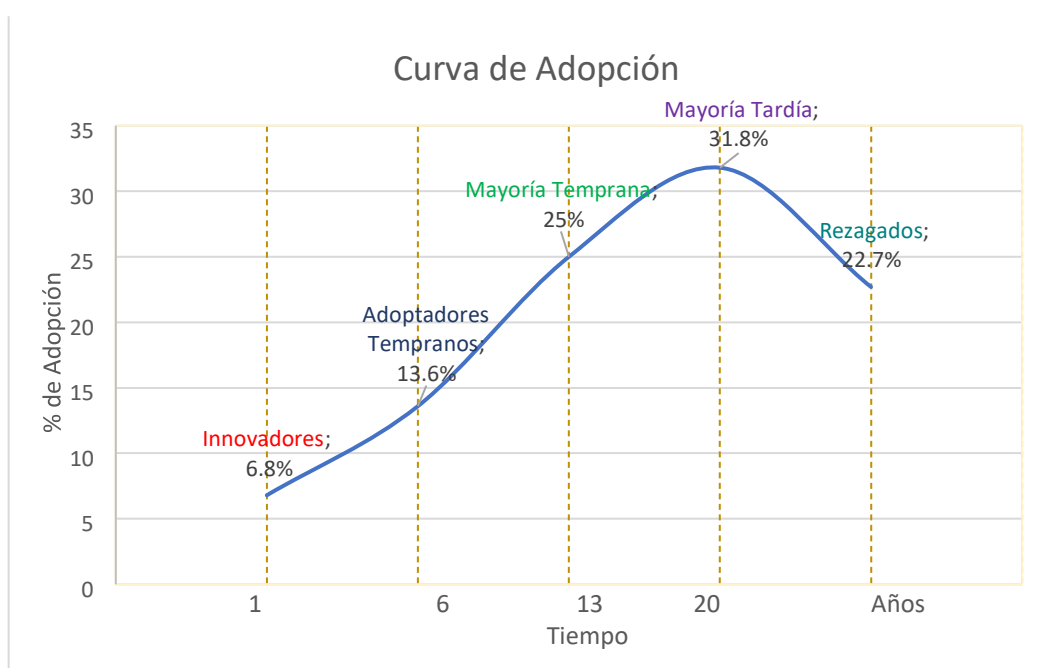
Alrededor de 20 años de producción agroecológica en Toacaso dio lugar a la formación de asociaciones principalmente motivados por el objetivo de comercializar sus productos, pero también a la disolución de varias de ellas en la parroquia. Actualmente se observa agricultores agroecológicos consolidados que tienen mercados cautivos en donde venden sus productos y se aprecia una comercialización directa entre productor y consumidor. Esto es mencionado por una informante, quien empezó a producir hortalizas hace 20 años y ha estado vendiendo sus productos en los cantones Latacunga y Quito los sábados y domingos. Por otro lado, los agricultores agroecológicos que se encuentran en el proceso de transición, como es el caso de otra informante, quién menciona que lleva 6 años de transición a la agroecología y vende sus productos en el cantón Saquislí, los miércoles y jueves. Estos resultados muestran que el proceso hacia una agricultura agroecológica en la parroquia continúa en la actualidad.

## **4.2. ADOPCIÓN DE LOS MÉTODOS AGROECOLÓGICOS EN LA PARROQUIA TOACASO, COTOPAXI-ECUADOR**

### **4.2.1. Etapas en la adopción del sistema de producción agroecológico en la parroquia Toacaso**

Las categorías de adaptadores fueron identificadas acorde con Rogers (1995), en su teoría de difusión de innovaciones. Se encontró, coincidentemente con lo indicado por este autor, que no todos los individuos adoptan una innovación al mismo tiempo y que el proceso de adopción de innovaciones tiene una distribución normal a lo largo del tiempo, donde el número acumulado de adoptadores sigue una curva en forma de S.

En el caso de Toacaso, se identificó que existen innovadores arriesgados, que corresponden al 6.8 por ciento de la muestra (Figura 2) y son aquellos que participaron de procesos de capacitación impulsadas por la Organización Internacional Suiza de cooperación al desarrollo (SWISSAID) en las denominadas granjas biológicas, y aquellas mujeres que recibieron apoyo de la organización española Oxfam Intermón (IO), que impulsó el proyecto cuyes y promovió la producción de abonos orgánicos y la implementación de fincas integrales. Al momento del estudio estos agricultores tienen 22 años de haber adoptado este sistema de producción.



**Figura 2. Curva de adopción de la producción agroecológica de los agricultores de Toacaso, Cotopaxi, 2020**

Fuente: Elaboración propia.

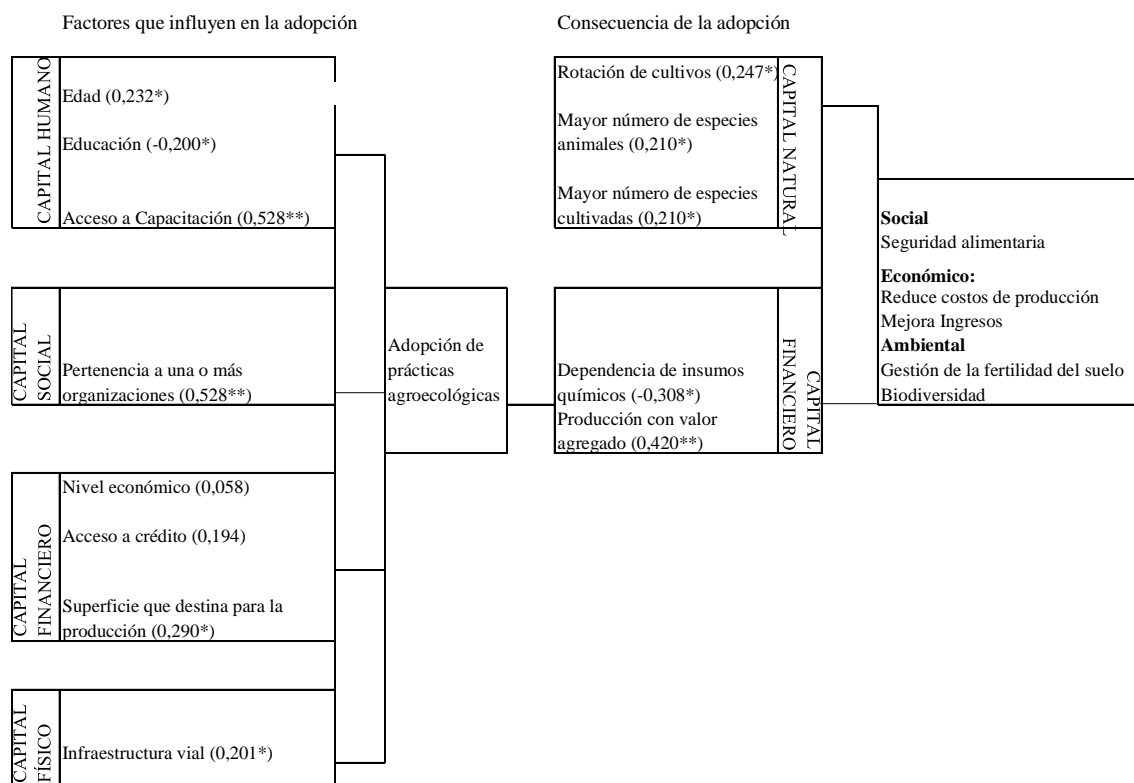
En el siguiente grupo se encuentra los adoptadores tempranos que tienen entre 13 y 20 años en este sistema de producción y corresponden al 13.6 por ciento (Figura 2). A los dos grupos de agricultores (innovadores arriesgados y adoptadores tempranos) se los considera en etapa consolidada debido a que se evidencia la adopción de prácticas apropiadas en el manejo de suelo, agua, cultivos, animales y comercialización y demuestran una comprensión integral del sistema de producción agroecológico.

A continuación, se encontró al grupo de adoptadores denominado mayoría temprana que corresponde al 25 por ciento de agricultores, que adoptaron este sistema de producción después de 13 años (Figura 2); a este grupo de agricultores se los define en etapa de transición hacia la producción agroecológica debido que aun requieren reafirmar prácticas apropiadas en el manejo de suelo, y que aún no han consolidado la comercialización de sus productos. Vale la pena destacar que este grupo de agricultores no fueron parte de los procesos de capacitación promovidos por las organizaciones no gubernamentales y que adoptaron este sistema de producción por observación y aprendizaje de familiares, amigos o vecinos.

Por último, encontramos al grupo de adoptadores denominado mayoría tardía que representa el 31.8 por ciento y son aquellos agricultores que han tardado más de 20 años en adoptar este sistema de producción. Este grupo es seguido por el grupo de los últimos adoptantes que corresponden al 22.7 por ciento (Figura 2). Estos últimos son agricultores que decidieron iniciar la adopción de este tipo del sistema de producción agroecológico como respuesta a la necesidad de garantizar la alimentación de sus familias en épocas de crisis. Esta crisis fue generada por las manifestaciones del mes de octubre del 2020 en las que se cerraron vías de comunicación y mercados debido a la eliminación de subsidios al combustible decretados por el gobierno nacional y la restricción de movilidad declarada a nivel nacional en marzo de 2020 por la Pandemia del Covid 19. A estos dos últimos grupos de productores los ubicamos en la etapa inicial de adopción debido a que frente a la necesidad de alimentos manifiestan el interés de buscar información sobre el sistema de producción agroecológica, están comenzando a implementar algunas prácticas agroecológicas con orientación de sus vecinos y aún se encuentran analizando las ventajas que puede ofrecer este sistema de producción. Esto es también coincidente con la teoría de Rogers (1995) que indica que la primera etapa del proceso de adopción es buscar información sobre la innovación para conocer la nueva idea, luego formar una actitud para pasar al proceso de tomar la decisión de adoptar y confirmar o cambiar dicha decisión.

#### **4.2.2. Factores que influyen en la adopción de prácticas agroecológicas**

La Figura 3 muestra un resumen de los factores que influyen en la adopción de las prácticas agroecológicas y también de las consecuencias de dicha adopción, las cuales se pueden clasificar en económicas, ambientales y sociales.



**Figura 3. Factores que influyen en la adopción de prácticas agroecológicas en el cultivo de hortalizas y consecuencias de la adopción, Toacaso 2020 y correlación no paramétrica Rho de Spearman. N= 44**

Fuente: Elaboración Propia

- **El capital humano**

Se analizaron las variables de capital humano (edad, nivel de educación, tiempo de capacitación en agroecología) y su influencia en la adopción del sistema de producción agroecológica utilizando la correlación no paramétrica Rho de Spearman. Del análisis estadístico se observa una baja correlación entre la edad del agricultor y el tiempo que tiene de haber adoptado la producción agroecológica (0.232), se encuentra correlación negativa entre el nivel de educación y el tiempo de haber adoptado la producción agroecológica (0.28). Es decir, los agricultores que tienen nivel de escolaridad primaria o ciclo básico son los que adoptaron primero la tecnología, esto se explica ya que como se mencionó anteriormente los agricultores consolidados son aquellos que fueron parte de procesos de capacitación en la década de los 80. Además, existe una correlación estadísticamente significativa al 0.01 de probabilidad entre el tiempo de adopción y el tiempo de capacitación que recibieron los agricultores (0.534\*\*) es decir los agricultores consolidados en el sistema



de producción agroecológica son los que tienen mayor tiempo de haber adoptado este sistema de producción y quienes recibieron mayor tiempo de capacitación. Esto coincide con lo indicado por Córdor (2010) en su estudio de adopción de abono líquido o biol en comunidades del Alto Cunas en la región de Junín, Perú en donde los agricultores que participaron en proceso de capacitación campesino a campesino son quienes mayoritariamente adoptaron la práctica de biol. También Almestar (2015) manifiesta que existe relación entre la asistencia técnica y el grado de adopción del cultivo de cacao en el Distrito Santa María de Nieva en Condorcanqui, Perú.

- **El capital social**

Existe una correlación significativa de 0.528\*\* entre la pertenencia a una o más organizaciones con la etapa de adopción en la que se encuentra el sistema de producción; es decir, el capital social aumenta al ser miembros de una organización y esto influye en la adopción. Los agricultores consolidados son quienes han fortalecido el capital social en mayor medida. Esta influencia del capital social en la adopción también fue reportada por Gonzales (2015) quien indica que mientras mayor nivel de organización tienen los agricultores, mayor fue la adopción de prácticas para el manejo y conservación de suelos en la microcuenca San Luis en Ancash, Perú. Pantaléon (2015) también encontró que la asociatividad influye en la adopción del sistema de riego tecnificado por agricultores del valle de Chancay en Lambayeque, Perú.

- **El capital financiero**

Se encontró correlación (0.290\*) ente la superficie total destinada para la producción agroecológica y la etapa en la que se encuentra este sistema de producción. Esto refleja que se destina mayor superficie de terreno para la producción agroecológica mientras más consolidada esta la adopción de este sistema de producción, Una situación similar fue reportada por Gonzales (2015) a mayor tamaño de terreno mayor adopción de nuevas tecnologías para el manejo y conservación de suelos en la microcuenca San Luis en Ancash.

Existe una correlación altamente significativa (0.420\*\*) entre la etapa de adopción y el valor agregado de productos agropecuarios; es decir, aquellos agricultores consolidados en la adopción de prácticas agroecológicas dan mayor valor agregado a la producción en diversas formas de procesamiento como conservas, deshidratados, harinas, quesos, yogurts y pollos o cuyes empacados.

No hay correlación significativa (0.058) entre el nivel económico (bajo, medio bajo, medio alto) de los agricultores con la etapa de adopción en la que está el sistema productivo, lo que demuestra que la adopción de prácticas agroecológicas no está asociada al nivel económico del agricultor. Esto se explica porque la adopción de estas prácticas no requiere inversiones económicas relativamente altas por parte del productor, sino al contrario consiste en adoptar prácticas que permitan menor dependencia de insumos externos. El nivel económico bajo agrupa a aquellos agricultores que consideran que los ingresos que perciben por agricultura no son suficientes para sostener a su familia, que deben realizar otras actividades no agrícolas para completar sus ingresos y que no tienen autosuficiencia alimentaria. En este nivel se encuentran los agricultores con ingresos bajos y autosuficiencia alimentaria. Y en el nivel económico medio alto se encuentran los agricultores que consideraron que sus ingresos por agricultura son suficientes para sostener a su familia, que no necesitan realizar actividades extras a la finca y tienen autosuficiencia alimentaria. Esto se complementa con la baja correlación, no significativa, entre los agricultores que tienen acceso a crédito y la etapa de adopción (0.194) ya que al ser las prácticas agroecológicas fáciles de acceder e implementar no se requiere mayor inversión para adoptarlas.

- **El capital físico**

Para determinar la influencia en el capital físico se determinó la correlación entre el acceso a infraestructura de transporte (vía de tierra, adoquinada, asfaltada) con la etapa del sistema de producción agroecológica, se observó una correlación significativa (0.201\*) indicando que mejores vías de acceso facilitan el acceso a mercados y la comercialización y eso a su vez ayuda a consolidar la adopción de la agroecología. Lo cual coincide con lo mencionado por Pradel *et al.* (2017) sobre la percepción sobre la facilidad de acceso a mercados fue un factor determinante en la adopción de nuevas variedades de papa.

#### **4.2.3. Consecuencias de la adopción de prácticas agroecológicas en los medios de vida de las familias**

La Figura 3 muestra las consecuencias de adopción de prácticas agroecológicas, las cuales se pueden clasificar en económicas, ambientales y sociales.

- **Consecuencias económicas**

Se evaluaron las consecuencias de la adopción de prácticas agroecológicas y se encontró una correlación estadísticamente significativa (0.290\*) entre la superficie destinada para la producción agroecológica y la etapa del sistema de producción, lo cual podría indicar que conforme el agricultor tiene mayor experiencia con la producción agroecológica, destina mayor terreno a la misma, lo cual a su vez le genera mayores ingresos económicos.

Existe correlación significativa (0.210\*) entre el número de especies cultivadas y la etapa del sistema de adopción. De manera similar, conforme se consolida la adopción, los agricultores tienden a incluir mayor número de especies vegetales, en línea con los principios agroecológicos de biodiversidad, con lo cual tienen mayor diversidad de alimentos y de productos para el mercado.

En general, los agricultores adoptantes, tienen mayor diversidad de productos agropecuarios para el mercado, pero también menores costos de producción (ver sección 4.3.2), lo cual les genera mayores ingresos.

Se encontró correlación altamente significativa (0.420\*\*) entre la etapa de adopción y dar valor agregado a los productos en forma de conservas, deshidratados, yogurt, queso o pollos y cuyes empacados. Esto indica que conforme los agricultores ganan experiencia con la adopción de las prácticas agroecológicas, van diversificando no solo en cultivos o crianzas, pero también en etapas de procesamiento de productos para el mercado, lo cual les brinda una mayor oportunidad de ingresos. Estos resultados confirman que las innovaciones forman paquetes relacionados unos a otros en el aspecto productivo, de procesamiento, de mercado, de organización, incluso de políticas y aspectos financieros.

- **Consecuencias ambientales**

Existe correlación significativa (0.247\*) entre las etapas de adopción y la práctica de rotación de cultivos, lo cual indica que conforme se consolida la adopción se practica más la rotación de cultivos, lo cual genera diferentes tipos de beneficios para el suelo y el medio ambiente; pero también en diversificación de productos para el consumo y el mercado, lo cual está de acuerdo con los principios agroecológicos que promueven la rotación de cultivos como práctica esencial.

Existe correlación significativa (0.210\*) entre las etapas de adopción y el número de especies animales que maneja cada familia. Esto indicaría que conforme se va consolidando la adopción, hay un efecto en un mayor número de especies animales, lo cual a su vez brinda mayor diversidad de alimentos e ingresos.

Se determinó una correlación significativa negativa (-0.308\*) entre las etapas de adopción y la dependencia de insumos químicos es decir conforme se consolida la adopción en las diferentes etapas se disminuye la dependencia de insumos químicos, con el consecuente beneficio en reducción de costos de producción y un menor impacto ambiental y un menor riesgo respecto a inocuidad de los alimentos.

#### **4.2.4. Comparando agricultores que han adoptado prácticas agroecológicas, agricultores convencionales y grupo control (comparando grupos con y sin prácticas agroecológicas)**

Con esta comparación se analizaron tres grupos de agricultores diferentes en el mismo tiempo: un grupo que cultiva hortalizas con enfoque agroecológico, un segundo grupo que cultiva hortalizas en el sistema convencional en la parroquia Toacaso, y un tercer grupo de agricultores convencionales pertenecientes a la parroquia de Mulaló, Los resultados de esta comparación se presentan a continuación:

- **Cambios en el capital humano**

**Conocimiento.** Para determinar el grado de asociación que existe entre los indicadores de conocimiento y el tipo de sistema productivo que tiene el agricultor de Toacaso se utilizó la prueba chi<sup>2</sup> y se comparó cada indicador con el tipo de sistema productivo de Toacaso (agroecológico y convencional) y luego se comparó el sistema productivo agroecológico de Toacaso con el convencional de Mulaló (Tabla 16).

Se encontró que la rotación de cultivos es un conocimiento asociado al sistema productivo que tiene el agricultor de Toacaso con 0.004 de significación estadística. Esto quiere decir que los agricultores de Toacaso conocen más sobre rotación de cultivos y lo implementan, lo cual es parte de las prácticas agroecológicas.

**Tabla 16: Comparación de conocimiento según sistema de producción**

Cambios en el Conocimiento y prácticas de cultivo	Indicador	Agricultores agroecológicos Toacaso	Agricultores convencionales Toacaso	Agricultores convencionales Mulaló
		%	%	%
Conocimiento sobre rotación de cultivos	porcentaje de agricultores que realizan rotación de cultivo con leguminosas	75	50 0,015	43,18 0,002
Conocimiento sobre manejo de residuos sólidos (residuos orgánicos de cosechas y excretas de animales)	porcentaje de agricultores que realizan manejo de residuos sólidos	84,09	70,45 0,127	22,72 0,000
Conocimiento sobre elaboración de abonos orgánicos	porcentaje de agricultores que elaboran abonos orgánicos	95,45	70,45	18,18
Conocimiento sobre manejo de plagas con insecticidas biológicos	porcentaje de agricultores que realizan manejo de plagas con insecticidas biológicos	43,18	0 0,001	0 0,001
Conocimiento sobre uso de barreras vivas	porcentaje de agricultores que tienen barreras vivas	59,09	0 0,000	0 0,000
Conocimiento sobre fuentes de material de siembra	porcentaje de agricultores que producen su propia semilla	52,27	65,9 0,193	45,45 0,193

Significación asintótica (bilateral)

No significación asintótica (bilateral)

Se encontró que la rotación de cultivos con leguminosas con 0.015 de nivel de significancia depende del tipo del sistema productivo del agricultor, y esta asociación se incrementa en los agricultores agroecológicos de Toacaso, de igual forma al compararlos con los agricultores convencionales de Mulaló se ratifica esta asociación con el 0.002 de significancia. Es decir, que existe una alta asociación entre el tipo de sistema productivo y el conocimiento e implementación de rotación de cultivos con leguminosas, lo cual es también parte de las prácticas agroecológicas.

Por otro lado, se encontró que el conocimiento sobre manejo de residuos orgánicos de cosechas y excretas de animales no depende del tipo de sistema productivo que tiene el agricultor de Toacaso con 0.127 de significación en la prueba chi<sup>2</sup> (no significativo). Es decir que estas prácticas las manejan tanto productores agroecológicos como convencionales en Toacaso, lo que sugiere que este tipo de conocimiento se podría haber compartido a través de mecanismos de campesino a campesino. Sin embargo, al hacer la comparación con los agricultores de Mulaló hay diferencia significativa (0.00), lo cual indica que esta es una práctica asociada a los productores agroecológicos y convencionales de Toacaso.

Se observó que los agricultores agroecológicos y convencionales de Toacaso conocen técnicas de compostaje y la aplican en un 95.45 por ciento y 70.45 por ciento respectivamente, mientras que en los agricultores de Mulaló este conocimiento solo lo aplica el 18.18 por ciento de agricultores.

Al evaluar el conocimiento sobre manejo de plagas con insecticidas biológicos (con una significancia de 0.001) se encontró que hay asociación entre el conocimiento sobre manejo de plagas con insecticidas biológicos y el tipo de sistema productivo del agricultor de Toacaso y Mulaló. Es decir que el uso de insecticidas biológicos para el control de plagas es un conocimiento asociado a los agricultores agroecológicos de Toacaso.

Se encontró que el 43.18 por ciento de los agricultores agroecológicos conoce y elabora extractos vegetales para el manejo de plagas; por ejemplo, el 22.72 por ciento de los agricultores utiliza extractos de ajo y ají y el 20.45 por ciento de los agricultores mencionan que controlan insectos utilizando extractos de romero, ruda, ortiga, marco, y el 15.90 por ciento de los agricultores utiliza trampas amarillas pegantes o cebos para controlar insectos. Este conocimiento no se observa en los agricultores convencionales de Toacaso y Mulaló. De igual forma se puede observar en el conocimiento sobre uso de barreras vivas con plantas nativas, con el 59.09 por ciento de los agricultores agroecológicos que conocen los beneficios y tiene barreras vivas en su huerto mientras que los agricultores convencionales de Toacaso y Mulaló no las tienen.

Respecto a fuentes de material de siembra, no existe diferencia significativa entre los agricultores agroecológicos y convencionales de Toacaso. Tampoco hay diferencias significativas con los agricultores de Mulaló. Se encontró que en general los agricultores utilizan como fuentes de material de siembra semillas y plántulas que compran de proveedores y que el 52.27 por ciento produce su propia semilla principalmente de papa, habas, maíz, arveja, cilantro, zanahoria, rábano, espinaca, cebolla, mellocos, ocas. El 86.36 por ciento de los agricultores agroecológicos compra plántulas principalmente de lechuga, col, coliflor, acelga, rúcula, romanesco, apio (Tabla 16).

- **Habilidades para realizar prácticas agroecológicas**

La Tabla 17 muestra las diferencias entre habilidades para realizar prácticas agroecológicas de los tres tipos de agricultores estudiados.

**Tabla 17: Comparación de habilidades según sistema de producción**

Cambios en Habilidades para implementar prácticas agroecológicas en sus unidades productivas.		Indicador	Agricultores agroecológicos Toacaso %	Agricultores convencionales Toacaso %	Agricultores convencionales Mulaló %
		porcentaje de agricultores que realiza asociación de cultivos	90,9	22,72 0,027	36,36 0,000
Pregunta: ¿Cómo mantiene la diversidad de su unidad productiva?		porcentaje de agricultores que tiene más de 5 especies vegetales en su unidad productiva	70,45	22,72 0,001	15,9 0,000
		porcentaje de agricultores que tiene de 5 hasta 9 especies animales en su unidad productiva	31,81	20,45 0,101	0 0,000
Pregunta: ¿Cómo comercializa sus productos?		porcentaje de agricultores que se asocia para comercializar sus productos	31,81	9,09 0,049	15,9 0,764

Significación asintótica (bilateral)

No significación asintótica (bilateral)

Para medir las habilidades de los agricultores se visitó los huertos de los agricultores y se verificó por observación la forma como realizaban la asociación de cultivos, el número de especies vegetales cultivadas que refleja la complejidad del manejo de varias especies a la vez y el número de especies animales.

Con un nivel de significancia de 0.027 se encontró que existe asociación entre el tipo de sistema productivo que tiene el agricultor de Toacaso y la asociación de cultivos, esta asociación es más marcada con respecto a los agricultores de Mulaló con un nivel de significancia de 0.00 lo que ratifica que la asociación de cultivos es una práctica asociada a la producción agroecológica (Tabla 17).

Se aprecia que los agricultores agroecológicos han adquirido la habilidad de incrementar y mantener la diversidad de cultivos en sus unidades productivas, lo cual se muestra con los resultados estadísticos significativos; así el 90.9 por ciento de los agricultores agroecológicos realiza asociación de cultivos y el 70.45 por ciento tiene más de 5 especies de cultivos en sus unidades productivas, encontrándose que existen agricultores que tienen hasta 30 especies de cultivos en asociación (Anexo 10), el 47.72 por ciento de los agricultores tiene de 6 a 15 especies vegetales en su huerto el 22.72 por ciento de los agricultores tiene de 16 a 30 especies vegetales en su huerto y el 6.81 por ciento de los agricultores tiene menos de 6 especies vegetales en su huerto. Por el contrario, en los agricultores convencionales de Toacaso se encontró que el 22.72 por ciento asocia sus cultivos y tiene hasta 7 especies de cultivos en su unidad productiva, en los agricultores de Mulaló el 36.36 por ciento realiza asociación de cultivos y solo el 15.9 por ciento tiene más de 5 especies cultivadas.

Se observó, con un nivel de significancia de 0.101 que no existe asociación entre el número de especies animales con el tipo de sistema productivo de los dos grupos de agricultores de Toacaso, sin embargo se observa diferencias al asociar esta práctica con los agricultores de Mulaló con un nivel de significancia 0.00 en donde se observa que los agricultores de esta localidad tienen máximo 4 especies de animales, esto principalmente debido a que la mayoría de agricultores de la zona prioriza la especie bovina sobre otras especies (Tabla 17). Respecto a la diversidad de especies animales se encontró que en Toacaso, tanto los agricultores agroecológicos como convencionales, manejan de 2 a 4 especies entre ellas cuyes, gallinas, cerdos y vacas, el 43.18 por ciento de los agricultores agroecológicos tiene



hasta 4 especies de animales en su unidad productiva y el 31.81 por ciento de los agricultores tiene de 5 hasta 9 especies de animales en su unidad productiva (Anexo 11); en los agricultores convencionales de Toacaso se encontró que el 20.45 por ciento maneja más de 5 especies de animales.

En el caso de los agricultores se encontró que tienen la habilidad de formar asociaciones para la comercialización de sus productos, y esta habilidad estaría asociada al tipo de sistema productivo con un 0.049 por ciento de nivel de significancia, sin embargo, al realizar esta asociación con los agricultores de Mulaló se observa que esta habilidad no es exclusiva de los agricultores agroecológicos, con un nivel de significancia de 0.76 (Tabla 17).

- **Actitudes y percepciones sobre uso de pesticidas y autosuficiencia alimentaria**

La Tabla 18 muestra las diferencias respecto a actitudes y percepciones entre los tres grupos de agricultores estudiados.

**Tabla 18: Comparación de actitudes y percepciones según el sistema de producción**

Actitudes y percepciones	Indicador	Agricultores agroecológicos Toacaso	Agricultores convencionales Toacaso	Agricultores convencionales Mulaló
		%	%	%
Frente al uso agroquímicos	Porcentaje de agricultores que no usa agroquímicos en sus cultivos	65,9	18,18 0,000	34,09 0,003
Autosuficiencia alimentaria	Porcentaje de agricultores que produce sus propios alimentos	93,18	90,9 0,694	68,18 0,003

Significación asintótica (bilateral)

No significación asintótica (bilateral)

Se encuentra alta asociación (con 0.00 de significancia) entre el no uso de agroquímicos en los cultivos con el tipo de sistema productivo del agricultor de Toacaso con 65 por ciento de agricultores agroecológicos no usando agroquímicos comparados con 18.18 por ciento de los convencionales. Al comparar con Mulaló, con 0.003 de significancia, existen diferencias con solo 34.09 por ciento de agricultores que no usan agroquímicos (Tabla 18).

Respecto tema la percepción de autosuficiencia alimentaria, no se encuentra asociación de esta variable con el tipo de sistema productivo del agricultor de Toacaso (con un nivel de significancia de 0.694); sin embargo, la percepción de autosuficiencia alimentaria si está asociada al agricultor agroecológico de Toacaso al compararlo con el agricultor convencional de Mulaló (con un nivel de significancia de 0.003) (Tabla 18).

Se encontró que en general tanto agricultores agroecológicos como convencionales consumen alrededor del 10 por ciento de los alimentos que producen. En el caso de los agricultores agroecológicos, un 93.18 por ciento produce sus propios alimentos, el 95.45 por ciento de los agricultores considera que la agroecología mejoró la nutrición de sus familias y el 77.27 por ciento de agricultores considera que ahora tiene más comida y que debe comprar menos. Para los agricultores convencionales de Toacaso, el 90.9 por ciento produce sus propios alimentos y en Mulaló el 68.10 por ciento manifiesta hacerlo.

- **Cambios en el capital social**

La Tabla 19 muestra cambios en el capital social según el sistema de producción.

**Tabla 19: Comparación de cambios en el capital social según el sistema de producción**

Cambios en el capital social	Indicador	Agricultores agroecológicos	Agricultores convencionales	Agricultores convencionales
		Toacaso %	Toacaso %	Mulaló %
Vinculación de los agricultores con ONG	Agricultores que tuvieron vinculación con alguna ONG	22,72	0 0,001	0 0,001
Acceso a mercados	Agricultores que comercializan sus productos de forma directa	97,72	81,81 0,156	75 0,097
	Agricultores que comercializan sus productos a intermediarios	43,18	31,81 0,271	45,45 0,830
	Agricultores que comercializan sus productos a centros de acopio	20,45	6,81 0,062	25 0,611
Acceso a capacitación	Agricultores que tiene acceso a capacitación	31,81	0 0,000	0 0,000

Significación asintótica (bilateral)

No significación asintótica (bilateral)

La vinculación con organizaciones no gubernamentales (ONG) es un indicador de capital social. Se encontró alto nivel de significancia 0.001 entre el tipo de sistema productivo de Toacaso y la vinculación de los agricultores con alguna ONG, igual nivel de significancia se encontró al comparar el sistema de producción agroecológico de Toacaso con el sistema de producción convencional de Mulaló, esto indica mayor capital humano sugerido por que la vinculación de los agricultores con ONG es mayor en los productores agroecológicos de Toacaso (Tabla 19).

Respecto al acceso a los mercados que tienen los agricultores y la forma de comercialización, que es otro indicador de capital social, no se encontró asociación entre la comercialización directa o a intermediarios (con un nivel de significancia de 0.156 y 0,271 respectivamente) y el tipo de sistema productivo del agricultor en Toacaso y en Mulaló. Se encontró asociación del tipo de sistema productivo del agricultor en la comercialización de productos en centros de acopio (con 0.062 de significancia), es decir que en Toacaso, la práctica de comercializar productos en centros de acopio está asociada a los agricultores agroecológicos.

Al comparar los agricultores agroecológicos de Toacaso con el grupo de agricultores convencionales de Mulaló, se observó que la comercialización a intermediarios y la comercialización en centros de acopio son independientes del tipo de sistema productivo del agricultor (con 0.830 y 0.611 de significación respectivamente), y la comercialización directa es una práctica asociada al sistema de producción agroecológica con 0.097 de significación (Tabla 19).

En el caso de Toacaso con 0.000 de significancia, el acceso a capacitación en agroecología a través de un capital social reflejado en relaciones con ONGs está fuertemente asociado al de sistema de producción agroecológico, con el mismo nivel de significancia se ratifica esta afirmación con respecto a los agricultores de Mulaló quienes manifiestan no tener acceso a capacitación en temas de agroecología (Tabla 19). El 22.72 por ciento de agricultores agroecológicos tuvieron vinculación con alguna ONG, y no se encontró esta vinculación en los agricultores convencionales de Toacaso y Mulaló.

- **Acceso a mercados**

Al evaluar el acceso a mercados se encontró que los agricultores agroecológicos de Toacaso prefieren comercializar sus productos de forma directa. Se encontró que el 97.72 por ciento de los agricultores agroecológicos comercializan sus productos de forma directa en un sistema de comercialización donde el productor pone sus productos a disposición del consumidor final y lo hace realizando la entrega de productos en el domicilio del consumidor o en distintos puntos de venta a los que acuden los clientes finales a comprar directamente al productor, de los cuales el 72.72 por ciento comercializa directamente en puestos prestados en ferias y mercados y el 25 por ciento comercializa directamente en puestos propios en los mercados, de igual forma se observa que el 81.81 por ciento de agricultores convencionales de Toacaso comercializan directamente sus productos y en Mulaló el 75 por ciento.

Principalmente la papa es comercializada a intermediarios, encontrándose que el 43.18 por ciento de los agricultores agroecológicos lo realiza, y en los agricultores convencionales de Toacaso, el 31.81 por ciento mientras que en Mulaló el 45.45 por ciento. También se encontró que el 20.45 por ciento de los agricultores agroecológicos comercializan la leche en centros de acopio, los agricultores convencionales de Toacaso el 6.81 por ciento y el 25 por ciento de los agricultores de Mulaló.

- **Cambios en el aspecto económico**

La Tabla 20 compara percepciones de los tres tipos de agricultores estudiados respecto a aspectos económicos.

Se encontró que la percepción del agricultor sobre si el ingreso que percibe por agricultura es suficiente para cubrir las necesidades de su familia es independiente del tipo de sistema de producción con un nivel de significancia de 0.661, es decir tanto los agricultores agroecológicos como convencionales de Toacaso tienen la misma percepción respecto al dinero que reciben por concepto de agricultura les alcanza para su hogar. En cambio, al comparar con los agricultores de Mulaló se observa alta asociación con 0.000 entre la percepción de que el dinero que recibe el productor por agricultura es suficiente para las necesidades familiares.

**Tabla 20: Comparación de cambios en el aspecto económico según el sistema de producción**

Cambios en el aspecto económico	Indicador	Agricultores agroecológicos Toacaso %	Agricultores convencionales Toacaso %	Agricultores convencionales Mulaló %
Ingreso de la finca es suficiente para su familia	Porcentaje de agricultores que manifiesta que el dinero que perciben por la agricultura les alcanza para su hogar.	63,63	59,09 0,661	25 0,000
Si requiere realizar otras actividades fuera de su unidad productiva para generar y completar sus ingresos.	Porcentaje de agricultores que realiza actividades fuera de su unidad productiva para complementar sus ingresos.	52,27	59,09 0,520	47,72 0,591
Acceso a crédito	Porcentaje de agricultores que tiene acceso a crédito.	50	36,36 0,181	11,36 0,000

Significación asintótica (bilateral)

No significación asintótica (bilateral)

En Toacaso, el 63.63 por ciento de los agricultores agroecológicos manifiestan que el dinero que perciben por la agricultura les alcanza para su hogar, esta percepción la tiene el 59.09 por ciento de los agricultores convencionales de Toacaso y solo el 25 por ciento de los agricultores de Mulaló (Tabla 20) esto se puede atribuir a que los agricultores de Mulaló tienen actividades específicas como la ganadería.

El 52.27 por ciento de los agricultores agroecológicos realiza actividades fuera de su unidad productiva para complementar sus ingresos, de igual manera lo hacen el 59.09 por ciento de los agricultores convencionales de Toacaso y el 47.72 por ciento de los agricultores de Mulaló, es decir la necesidad de complementar sus ingresos realizando actividades fuera de su finca no está asociada el tipo de sistema productivo del agricultor de Toacaso y Mulaló con un nivel de significancia de 0.520 y 0.591, respectivamente (Tabla 20).

En cuanto al acceso a crédito no se encuentra asociación entre esta variable y el tipo de sistema productivo del agricultor de Toacaso con un nivel de significancia de 0.181 es decir que tanto agricultores convencionales como agroecológicos tienen las mismas oportunidades y limitaciones para acceder a créditos.

Cuando se compara Toacaso y Mulaló, se encontró que el 50 por ciento de agricultores agroecológicos tiene acceso a crédito a diferencia del 36,36 por ciento de agricultores convencionales de Toacaso y el 11,36 por ciento de agricultores de Mulaló (Tabla 20). Los resultados indican que esta variable está asociada al productor agroecológico de Toacaso con un nivel de significancia de 0.00 esto se debe a que los agricultores convencionales de Mulaló se dedican principalmente a la producción de leche. Los agricultores encuestados mencionan que esta actividad económica se ha visto notablemente afectada en los últimos dos años debido a la caída del precio del litro de leche de 0.42 USD en promedio hasta 0.28 USD, lo cual influye en la calificación de riesgo del agricultor de Mulaló al momento de solicitar crédito en las entidades financieras (Tabla 20).

- **Cambios en aspectos ambientales (contaminación, mejoramiento de fertilidad del suelo, servicios ambientales)**

La Tabla 21 presenta las diferencias respecto a cambios ambientales percibidas por los tres grupos de agricultores estudiados.

**Tabla 21: Comparación de cambios en el aspecto ambiental según el sistema de producción**

Cambios en aspectos ambientales	Indicador	Agricultores agroecológicos Toacaso %	Agricultores convencionales Toacaso %	Agricultores convencionales Mulaló %
Tipo de labranza	Porcentaje de agricultores que realiza labranza manual	75	4,54 0,000	36,36 0,000
Eficiencia de uso del agua	Porcentaje de agricultores que tiene sistema de riego tecnificado.	95,45	97,72 0,557	9,09 0,000
Utilización de insumos externos fertilizantes químicos y pesticidas	Porcentaje de agricultores que no utilizan insumos externos para la producción.	65,9	18,18 0,000	34,09 0,003
Biodiversidad	Porcentaje de agricultores que realizan prácticas agrícolas que incrementan la biodiversidad	100	43,17	15,9

Significación asintótica (bilateral)

No significación asintótica (bilateral)

Se encontró que la labranza manual es una práctica fuertemente asociada al agricultor agroecológico de Toacaso (con un nivel de significancia de 0.000) al comparar con sistemas productivos convencional de Toacaso y Mulaló (Tabla 21).

Igualmente, la dependencia de insumos externos es una práctica asociada al sistema productivo convencional tanto de Toacaso como de Mulaló, con un nivel de significancia de 0.000 y 0.003, respectivamente; es decir, los agricultores agroecológicos dependen menos de insumos externos (Tabla 21).

Al evaluar el uso de sistemas de riego eficientes se encontró que esta variable no está asociada al tipo de sistema productivo del agricultor de Toacaso (con un nivel de significancia de 0,557), esto se debe a que ambos grupos de agricultores cuentan con riego tecnificado presurizado desde finales de la década de los 90.

Se observó que el 95.45 por ciento de agricultores agroecológicos y el 97.72 por ciento de agricultores convencionales de Toacaso tienen sistema de riego por aspersión, a diferencia de los agricultores de Mulaló donde solo el 9.09 por ciento lo tiene; en este caso se observó que la eficiencia del uso de agua está asociada al productor agroecológico y convencional de Toacaso (con un nivel de significancia de 0.000) (Tabla 21).

Considerando la gestión en la fertilidad del suelo se encontró el 75 por ciento de agricultores agroecológicos realiza rotación de cultivo con leguminosas, el 50 por ciento de agricultores convencionales de Toacaso y el 43.18 por ciento de los agricultores de Mulaló realizan esta práctica. En cuanto a la utilización de insumos externos fertilizantes químicos y pesticidas el 65.9 por ciento de agricultores agroecológicos no utilizan insumos externos para la producción, a diferencia del 18.18 por ciento de agricultores convencionales de Toacaso que no usan estos insumos y el 34.09 por ciento de los agricultores de Mulaló que tampoco los usan.

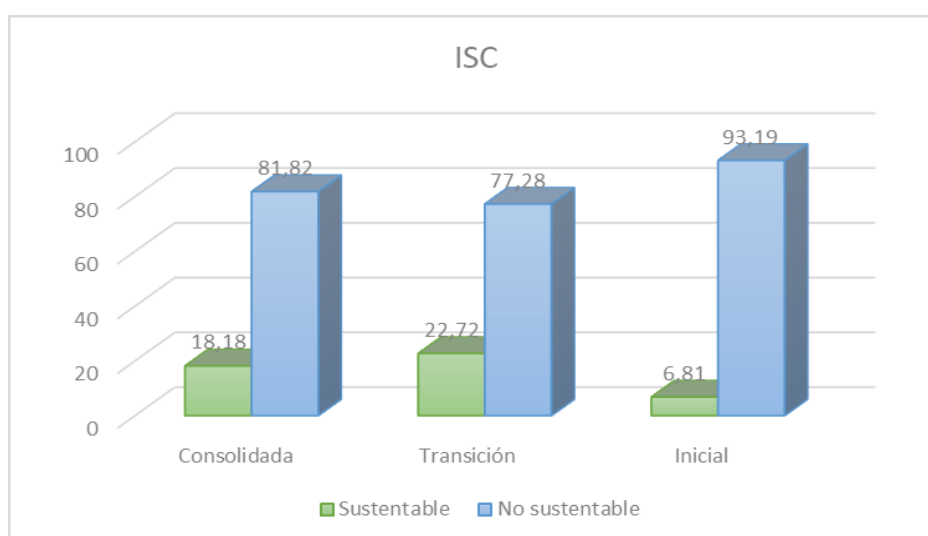
Se analizaron las prácticas agrícolas que incrementan la biodiversidad, se encontró que el 100 por ciento de agricultores agroecológicos realizan prácticas agrícolas que incrementan la biodiversidad, tales como la utilización de diferentes variedades de un mismo cultivo por ejemplo 4 variedades de coles, 4 variedades de lechugas, 2 variedades de zanahorias, 3 variedades de espinacas, lo que aumenta la diversidad intraespecífica, también realizan

asociación de cultivos en un mismo espacio, rotación de cultivos y asociación de especies silvestres en cercas vivas, uso de abonos verdes y cultivos de cobertura; el 43.17 por ciento de agricultores convencionales de Toacaso y el 15.9 por ciento de agricultores de Mulaló (Tabla 21).

### 4.3. SUSTENTABILIDAD DE FINCAS AGROECOLÓGICAS EN LA PARROQUIA TOACASO, COTOPAXI-ECUADOR

#### 4.3.1. Sustentabilidad sociocultural

Se encontró que de las 44 unidades productivas que implementaron el sistema de producción agroecológica, 21 tienen sustentabilidad sociocultural (Figura 4).



**Figura 4. Porcentaje de agricultores por etapa de adopción que han alcanzado sustentabilidad sociocultural. N =44**

- **Sustentabilidad sociocultural de agricultores agroecológicos en etapa consolidada**

En el subindicador tenencia de la tierra y vivienda se encontró que el 76.92 por ciento de los agricultores agroecológicos en etapa consolidada tienen título de propiedad y vivienda de bloque y el 23.07 por ciento tiene título de propiedad y vivienda de ladrillo o mixta; en este subindicador el índice de sustentabilidad promedio fue de 2.45.

Respecto al subindicador acceso a educación el 46.15 por ciento de agricultores consolidados o sus hijos tiene acceso a la universidad, el 15.38 por ciento estudio hasta la secundaria, el 15.38 por ciento estudio en la escuela y el 23.07 por ciento no estudio. El índice de sustentabilidad promedio para este subindicador fue 2.31.



En el subindicador acceso a salud el 46.15 por ciento tiene acceso a hospital público, el 53.84 por ciento tiene acceso a un centro de salud público, el 15.38 por ciento tiene acceso a un médico privado y el 15.38 por ciento de los agricultores agroecológicos no tiene acceso a salud; el índice de sustentabilidad promedio en este subindicador fue 2.54.

Para el subindicador acceso a servicios se observó que 46.15 por ciento de los agricultores consolidados tienen acceso a luz, agua, teléfono o celular, el 23.07 por ciento tiene acceso a luz, agua, teléfono, celular e internet, de igual forma otro 23.07 por ciento tiene acceso a luz, agua celular e internet, y el 7.69 por ciento no tiene acceso a estos servicios, el índice promedio de sustentabilidad para este subindicador fue 2.54.

En promedio el índice de sustentabilidad para el indicador de satisfacción de necesidades básicas para los agricultores consolidados fue 2.66.

Para el indicador aceptabilidad del agricultor del sistema productivo se encontró que el 53.84 por ciento de los agricultores consolidados considera que tiene más comida, pero no hay mercados y los precios son bajos; el 23.07 por ciento considera que tiene más comida saludable que mejora su nutrición y no encuentra desventajas en el sistema productivo agroecológico, el 15.38 por ciento considera que tiene más comida, pero pierde mucho (económicamente) y que el sistema de producción agroecológica no es rentable y produce menos, y el 7.69 por ciento no encuentra ventajas en este sistema de producción. En promedio el índice de sustentabilidad para el indicador aceptabilidad del sistema de producción agroecológica fue 2.15.

En el indicador integración social se encontró que 46.15 por ciento de los agricultores en etapa consolidada tienen muy alta integración social es decir se asocia o forma organizaciones, está vinculado a empresas no agrícolas, al sector privado y a ONG. El 38.46 por ciento tiene nula integración social, el 7.69 por ciento tiene un nivel de integración social media y otro 7.69 por ciento tiene baja integración social. El índice promedio de sustentabilidad de los agricultores consolidados para este indicador fue 2.08.

En el indicador conocimiento, conciencia ecológica y alimentación saludable se encontró que el 38.46 por ciento de los agricultores consolidados percibe que consume productos saludables que mejoran su nutrición, el 23.07 por ciento tiene una visión amplia que incluye

el cuidado del ambiente y la salud; en el 15.38 por ciento su conocimiento y conciencia ecológica se reduce al no uso de agroquímicos en su sistema de producción, otro 15.38 por ciento no tiene conciencia sobre alimentación saludable y ecología, y un 7.69 por ciento conoce algunas prácticas y tiene un ligero conocimiento ecológico. El índice promedio de sustentabilidad para este indicador fue 2.23.

El ISC promedio para los agricultores agroecológicos consolidados fue 2.45 que indica que tienen sustentabilidad social.

- **Agricultores agroecológicos en etapa de transición**

Para el subindicador tenencia de la tierra y vivienda se encontró que el 85.71 por ciento de los agricultores en etapa de transición a la agroecología tienen título de propiedad y vivienda de bloque y el 14.28 por ciento tienen vivienda prestada de bloque; en este subindicador el índice de sustentabilidad promedio fue de 2.71.

Para el subindicador acceso a educación, el 21.42 por ciento de agricultores en etapa de transición o sus hijos tiene acceso a la universidad, el 50 por ciento estudio hasta la secundaria, el 28.58 por ciento estudio en la escuela; el índice de sustentabilidad promedio para este subindicador fue 2.71.

En el subindicador acceso a salud, el 14.28 por ciento tiene acceso a hospital público, el 57.14 por ciento tiene acceso a un centro de salud público, el 21.42 por ciento tiene acceso a un médico privado y el 7.14 por ciento no tiene acceso a salud. El índice de sustentabilidad promedio en este subindicador fue 2.71.

Para el subindicador acceso a servicios se observó que 21.42 por ciento de los agricultores en etapa de transición tienen acceso a luz, agua, teléfono, celular e internet, el 7.14 por ciento tiene acceso a luz, agua, celular e internet, el 42.85 por ciento tiene acceso a luz, agua teléfono o celular, el 14.28 por ciento tiene luz y agua y otro 14.28 por ciento no tiene acceso a estos servicios. El índice promedio de sustentabilidad para este subindicador fue 2.07.

En promedio el índice de sustentabilidad para el indicador de satisfacción de necesidades básicas para los agricultores en etapa de transición fue 2.41.

Para el indicador aceptabilidad del sistema productivo se encontró que el 35.71 por ciento de los agricultores en transición considera que tiene más comida, pero no hay mercados y los precios son bajos, el 14.28 por ciento considera que tiene más comida saludable que mejora su nutrición y no encuentra desventajas en el sistema productivo agroecológico; otro 14.28 por ciento considera que a veces tiene más comida y desearía cultivar mayor superficie de terreno, el 28.57 por ciento considera que tiene más comida, pero pierde mucho, que el sistema de producción agroecológica no es rentable y produce menos, y el 7.14 por ciento no encuentra ventajas en este sistema de producción. En promedio el índice de sustentabilidad para el indicador aceptabilidad del sistema de producción agroecológica fue 2.00.

En el indicador integración social se encontró que 14.28 por ciento de los agricultores en etapa de transición tienen muy alta integración social es decir se asocia en organizaciones, está vinculado a empresas no agrícolas, al sector privado y a ONG, el 42.85 por ciento tiene nula integración social, el 28.57 por ciento tiene alta integración social, el 7.14 por ciento tiene un nivel de integración social media y otro 7.14 por ciento tiene baja integración social. El índice promedio de sustentabilidad de los agricultores en transición para este indicador fue 1.64.

En el indicador conocimiento, conciencia ecológica y alimentación saludable se encontró que el 37.71 por ciento de los agricultores en transición percibe que consume productos saludables que mejoran su nutrición, en el 21.42 por ciento su conocimiento y conciencia ecológica se reduce al no uso de agroquímicos en su sistema de producción, el 37.71 por ciento no tiene conciencia sobre alimentación saludable y ecología y un 7.14 por ciento conoce algunas prácticas y tiene un ligero conocimiento ecológico. El índice promedio de sustentabilidad para este indicador fue 1.14.

El ISC promedio para los agricultores en etapa de transición a la agroecología fue 2.05 que indica sustentabilidad social, los indicadores que incidieron en este valor fueron la aceptabilidad del sistema de producción, la integración social y el conocimiento y conciencia ecológica.

- **Agricultores agroecológicos en etapa inicial**

En el subindicador tenencia de la tierra y vivienda se observó que el 70.58 por ciento de los agricultores en etapa inicial de adopción de la agroecología tienen título de propiedad y vivienda de bloque y el 17.64 por ciento tienen vivienda prestada de bloque, el 5.88 por ciento tiene título de propiedad y vivienda mixta, y 5.88 por ciento vive arrendando en vivienda de bloque, en este subindicador el índice de sustentabilidad promedio fue de 2.53.

Para el subindicador acceso a educación, el 17.64 por ciento de agricultores en etapa inicial o sus hijos tiene acceso a la universidad, el 5.88 por ciento estudio una tecnología, el 47.05 por ciento estudio hasta la secundaria, el 11.76 por ciento estudio en la escuela, el 17.64 por ciento no tiene acceso a educación, el índice de sustentabilidad promedio para este subindicador fue 1.94.

Para el subindicador acceso a salud, el 11.76 por ciento tiene acceso a hospital público, el 70.58 por ciento tiene acceso a un centro de salud público, el 17.64 por ciento tiene acceso a un médico privado, el índice de sustentabilidad promedio en este subindicador fue 2.94.

En el subindicador acceso a servicios se observó que el 29.41 por ciento de los agricultores tienen acceso a luz, agua, teléfono, celular e internet, el 29.41 por ciento tiene acceso a luz, agua teléfono o celular, el 35.29 por ciento tiene luz y agua y el 5.88 por ciento no tiene acceso, el índice promedio de sustentabilidad para este subindicador fue 2.12.

En promedio el índice de sustentabilidad para el indicador de satisfacción de necesidades básicas para los agricultores en etapa de transición fue 2.38.

Para el indicador aceptabilidad del sistema productivo se encontró que el 5.88 por ciento de los agricultores en etapa inicial considera que tiene más comida saludable que mejora su nutrición, y no encuentra desventajas en el sistema productivo agroecológico; el 58.82 por ciento considera que tiene más comida, pero no hay mercados y los precios son bajos, el 11.76 por ciento considera que a veces tiene más comida y desearía cultivar mayor superficie de terreno, el 5.88 por ciento considera que tiene más comida, pero pierde mucho, que el sistema de producción agroecológica no es rentable y produce menos, y el 17.64 por ciento no encuentra ventajas en este sistema de producción.

En promedio el índice de sustentabilidad para el indicador aceptabilidad del sistema de producción agroecológica fue 1.82.

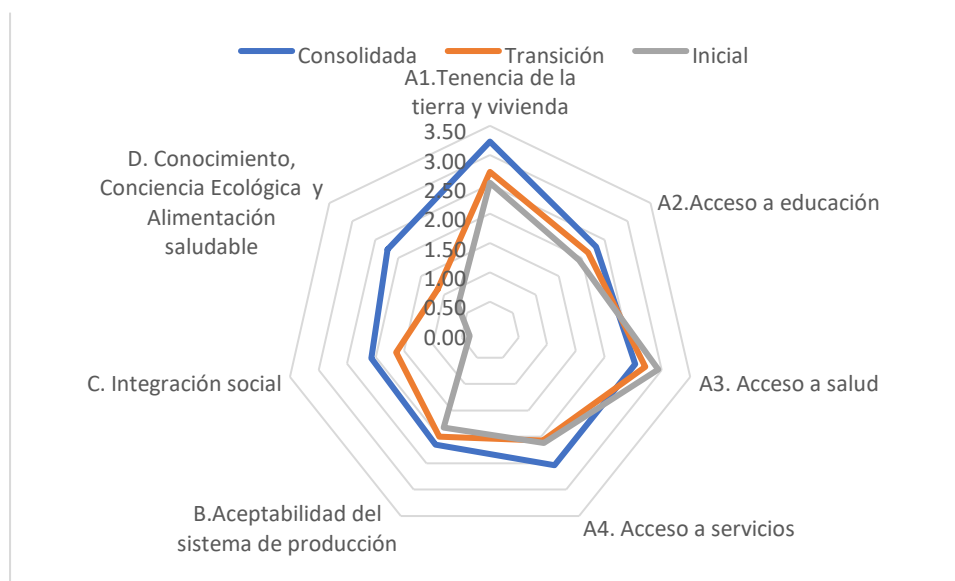
En el indicador integración social se encontró que solo el 11.76 por ciento de los agricultores en etapa inicial tiene integración social media, el 11.76 por ciento tiene baja integración social, el 76.47 por ciento tiene nula integración social. El índice promedio de sustentabilidad de los agricultores en transición para este indicador fue 0.35.

En el indicador conocimiento, conciencia ecológica y alimentación saludable se encontró que el 23.52 por ciento de los agricultores en etapa inicial percibe que consume productos saludables que mejoran su nutrición, en el 5.88 por ciento su conocimiento y conciencia ecológica se reduce al no uso de agroquímicos en su sistema de producción, un 5.88 por ciento conoce algunas prácticas y tiene un ligero conocimiento ecológico y el 64.70 por ciento no tiene conciencia sobre alimentación saludable y ecología. El índice promedio de sustentabilidad para este indicador fue 0.71.

El ISC promedio para los agricultores en etapa inicial de adopción de la agroecología fue 1.69, lo que indica que no alcanzan sustentabilidad social. Los factores limitantes para alcanzar la sustentabilidad social en esta etapa fueron el acceso a educación, aceptabilidad del sistema de producción, conocimiento y conciencia ecológica y la integración social, siendo esta última la más relevante

El ISC promedio de los agricultores agroecológicos en las tres etapas de adopción fue 2.03 que indica sustentabilidad social, se observó menor índice para los indicadores integración social, conocimiento, conciencia ecológica, alimentación saludable e integración social (Figura 5).

La Figura 5 presenta el diagrama tipo ameba, el cual indica el estado de los indicadores y subindicadores socioculturales de los sistemas de producción agroecológicos de hortalizas a medida que más se aproxima la ameba de etapa de adopción agroecológica al diámetro mayor del círculo (valor 4) el sistema es socialmente más sustentable.



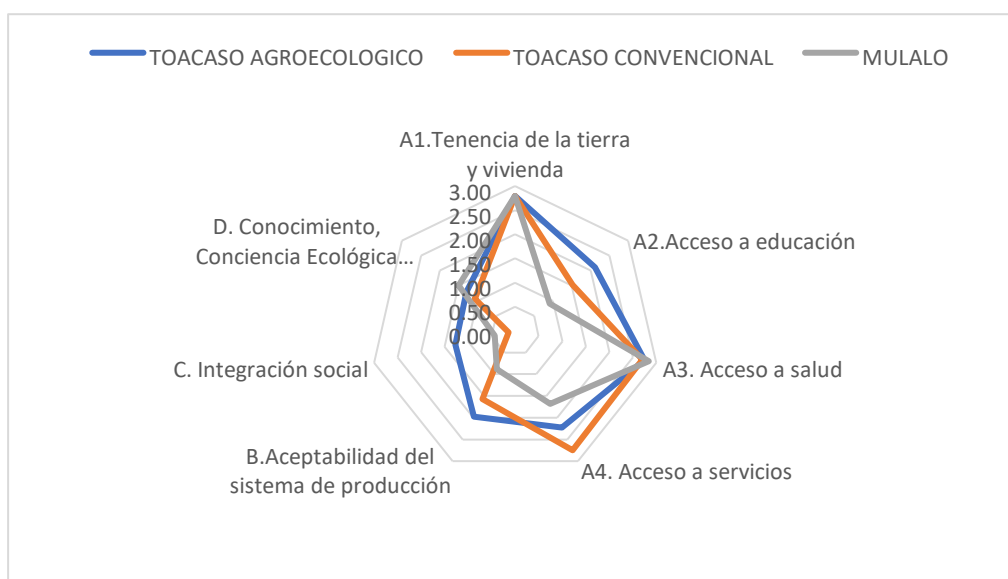
**Figura 5. Indicadores y subindicadores socioculturales de los sistemas de producción agroecológicos en etapa consolidada, de transición e inicial. Escala: 0= menor valor de sustentabilidad, 4= mayor valor de sustentabilidad, (> 2) = sustentable**

El ISC promedio para los agricultores convencionales de Toacaso fue 1.65 y para los agricultores convencionales de Mulaló el ISC fue de 1.40, los factores que influyeron en este resultado fueron el limitado acceso a educación, servicios básicos, aceptabilidad del sistema de producción, integración social y conocimiento y conciencia ecológica (Tabla 22). De manera similar, estudiando el caso de sustentabilidad en papa en el Perú, Coaquira (2020) reporta la satisfacción de necesidades básicas, la integración social y el nivel de educación como los indicadores limitantes de la sustentabilidad social. Por otro lado, Anzules (2019), estudiando la sustentabilidad de los sistemas de producción de cacao en Ecuador, manifiesta que para mejorar la sustentabilidad social en este cultivo se debe mejorar el acceso a educación, la aceptación del sistema de producción y el conocimiento y conciencia ecológica. Aquino (2018) indica la satisfacción del agricultor con el sistema productivo como factor limitante de la sustentabilidad social en el cultivo de Tarwi en la zona altoandina del valle de Mantaro en Perú. Marques (2015) reportó que la integración social ocasionó la mayor brecha para alcanzar la sustentabilidad social de productores convencionales de café en Cusco, Perú.

**Tabla 22: Índice de sustentabilidad sociocultural (ISC), indicadores y subindicadores de los agricultores agroecológicos de Toacaso y convencionales de Toacaso y Mulaló**

Sistema de producción	A1. Tenencia de la tierra y vivienda	A2. Acceso a educación	A3. Acceso a salud	A4. Acceso a servicios	B. Aceptabilidad del sistema de producción	C. Integración social	D. Conocimiento, Conciencia Ecológica y Alimentación saludable	ISC
Toacaso agroecológico	2.80	2.11	2.75	2.23	1.98	1.27	1.30	2.03
Toacaso convencional	2.80	1.52	2.70	2.75	1.57	0.14	1.07	1.65
Mulaló	2.80	0.91	2.84	1.68	0.89	0.43	1.50	1.40

En la Figura 6 se observa el estado de los indicadores y subindicadores socioculturales de los sistemas de producción agroecológicos y convencionales a medida que más se aproxima la ameba del sistema de producción al diámetro mayor del círculo (valor 4) el sistema es socialmente más sustentable.

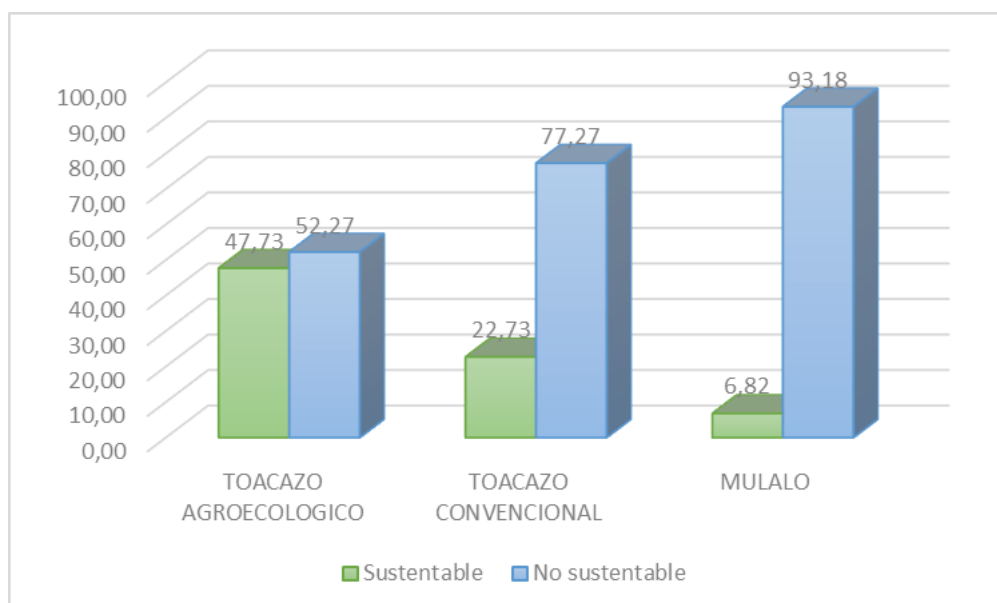


**Figura 6. Indicadores y subindicadores socioculturales de los sistemas de producción agroecológicos y convencionales de Toacaso y convencionales de Mulaló. Escala: 0= menor valor de sustentabilidad, 4= mayor valor de sustentabilidad**

De los sistemas productivos estudiados se observa sustentabilidad social en el 47.73 por ciento de los productores agroecológicos y el 22.73 por ciento de los agricultores convencionales de Toacaso, en Mulaló solo el 6,82 de los agricultores alcanzaron la sustentabilidad social (Tabla 23 y Figura 7). En un estudio comparativo entre fincas orgánicas y convencionales de café en Cusco, Perú, Marques (2015) refiere sustentabilidad social para las fincas orgánicas de café y no sustentabilidad social en las fincas convencionales.

**Tabla 23: Sustentabilidad sociocultural de los agricultores agroecológicos de Toacaso y convencionales de Toacaso y Mulaló**

Sistema de producción	Valor ISC	%	Sustentabilidad
Toacaso agroecológico	> a 2	47.73	Si
	< a 2	52.27	No
Toacaso convencional	> a 2	22.73	Si
	< a 2	77,27	No
Mulaló	> a 2	6.82	Si
	< a 2	93.18	No



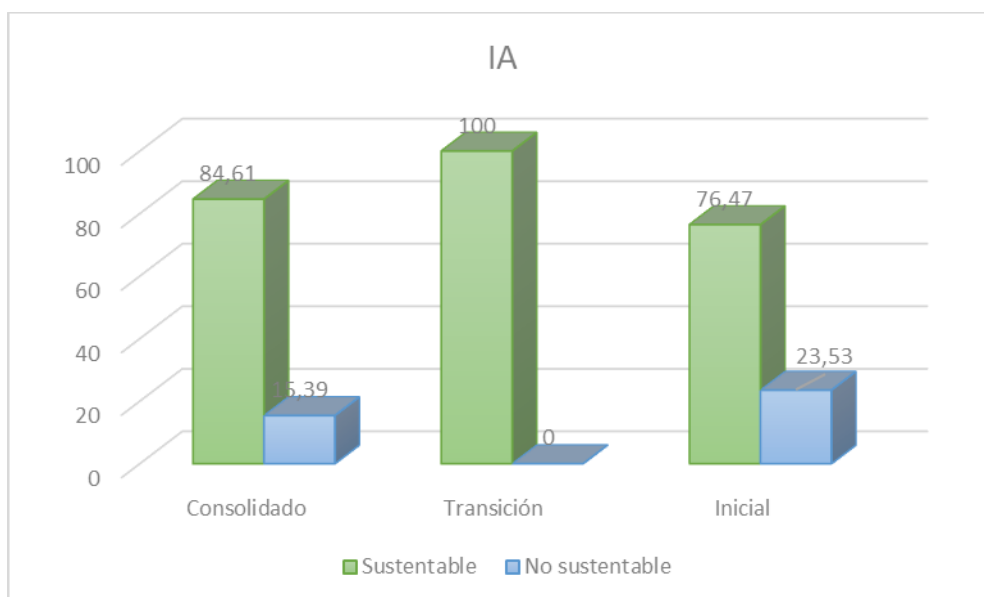
**Figura 7. Sustentabilidad sociocultural de los agricultores agroecológicos de Toacaso y convencionales de Toacaso y Mulaló**



### 4.3.2. Sustentabilidad ambiental

En la determinación de la sustentabilidad ambiental se encontró que de las 44 unidades productivas que implementaron el sistema de producción agroecológica, 38 (86.36 por ciento) tienen sustentabilidad ambiental, con un índice de sustentabilidad ambiental promedio de 2.43.

Se observó sustentabilidad ambiental en el 84.61 por ciento de los sistemas de producción agroecológicos consolidados, el 100 por ciento de los sistemas de producción en etapa de transición y el 76.47 por ciento de los sistemas de producción en etapa inicial de adopción de la agroecología (Figura 8).



**Figura 8. Sustentabilidad ambiental de los sistemas de producción agroecológicos en etapa consolidada, transición e inicial. (IA. Índice de sustentabilidad ambiental)**

- **Agricultores agroecológicos en etapa consolidada**

El 84.61 por ciento de los agricultores con sistemas de producción en etapa consolidados alcanzaron la sustentabilidad ambiental con un índice de sustentabilidad ambiental promedio de 2.69 (Figura 8). Se observó que los factores que incidieron a que las unidades productivas no alcanzaron sustentabilidad ambiental en esta etapa fueron la pendiente, el manejo del agua y el número de especies animales y vegetales (Anexo 10 y 11); es decir,

aquellos agricultores que se encontraban en suelos con mayor pendiente no contaban con sistema de riego tecnificado lo que afecta la sustentabilidad ambiental.

En el indicador conservación de la vida de suelo se consideraron cuatro subindicadores con una escala de 0 a 4 en donde 4 representa el mayor valor de sustentabilidad y 0 el menor. Para la rotación de cultivos con leguminosas se encontró un valor promedio de 3.69, en la diversificación de cultivos se encontró un valor de 2, para la materia orgánica en el suelo se encontró un valor de 2.85 y respecto al tipo de labranza del suelo un valor de 1.54. El índice promedio del indicador conservación de la vida del suelo es de 2.52 lo que indica sustentabilidad en las prácticas de conservación de la vida del suelo (Tabla 23).

Para el indicador riesgo de erosión se encontró un índice promedio de 3 que indica sustentabilidad en el manejo de suelo para evitar riesgo de erosión; se consideraron 3 subindicadores: pendiente con un promedio de 3.69, riego con un promedio 2.77 y uso de insecticidas y fungicidas con un promedio de 2.79 (Tabla 23).

El indicador manejo de biodiversidad se encontraron un índice promedio de 2.55. Aquí se consideraron tres subindicadores, primero la diversidad de cultivos que tuvo un promedio de 2, la diversidad de animales con 1.69 y el uso de prácticas que favorecen la biodiversidad como: producción de semilla, uso de barreras vivas, rotación de cultivos, asociación de cultivos tuvo un promedio de 3.54 (Tabla 23).

- **Agricultores agroecológicos en etapa de transición**

El 100 por ciento de sistemas de producción en etapa de transición alcanzaron la sustentabilidad ambiental con un índice de sustentabilidad ambiental promedio de 2.41 (Figura 8). A pesar de que el índice de sustentabilidad ambiental promedio fue menor que en los agricultores en etapa consolidada todos los agricultores en transición alcanzaron sustentabilidad ambiental ya que no tuvieron afectación por suelos en pendiente, sistema de riego utilizado y número de especies animales y vegetales.

Para el indicador conservación de la vida de suelo se consideraron cuatro subindicadores con una escala de 0 a 4 en donde 4 representa el mayor valor de sustentabilidad y 0 el menor; en la rotación de cultivos con leguminosas se encontró un valor promedio de 3.71, en la diversificación de cultivos se encontró un valor de 1.57, respecto a la materia orgánica en el

suelo se encontró un valor de 2.21 y para el tipo de labranza del suelo el 1.21. El índice promedio del indicador conservación de la vida del suelo es de 2.18 lo que indica sustentabilidad en las prácticas de conservación de la vida del suelo (Tabla 23).

Para el indicador riesgo de erosión se encontró un índice promedio de 2.88 que indica sustentabilidad en el manejo de suelo para evitar riesgo de erosión, se consideraron 3 subindicadores: pendiente con un promedio de 3.50, riego con un promedio 3 y uso de insecticidas y fungicidas con un valor promedio de 2.14 (Tabla 23).

El indicador manejo de biodiversidad se encontró un índice promedio de 2.16; se consideraron tres subindicadores: diversidad de cultivos que tuvo un promedio de 1,64, la diversidad de animales con 1.50 y el uso de prácticas que favorecen la biodiversidad como: producción de semilla, uso de barreras vivas, rotación de cultivos, asociación de cultivos con un promedio de 3.

- **Agricultores agroecológicos en etapa inicial de adopción**

El 76.47 por ciento de sistemas de producción en etapa inicial de adopción, alcanzaron la sustentabilidad ambiental con un índice de sustentabilidad ambiental promedio de 2.26 (Figura 8).

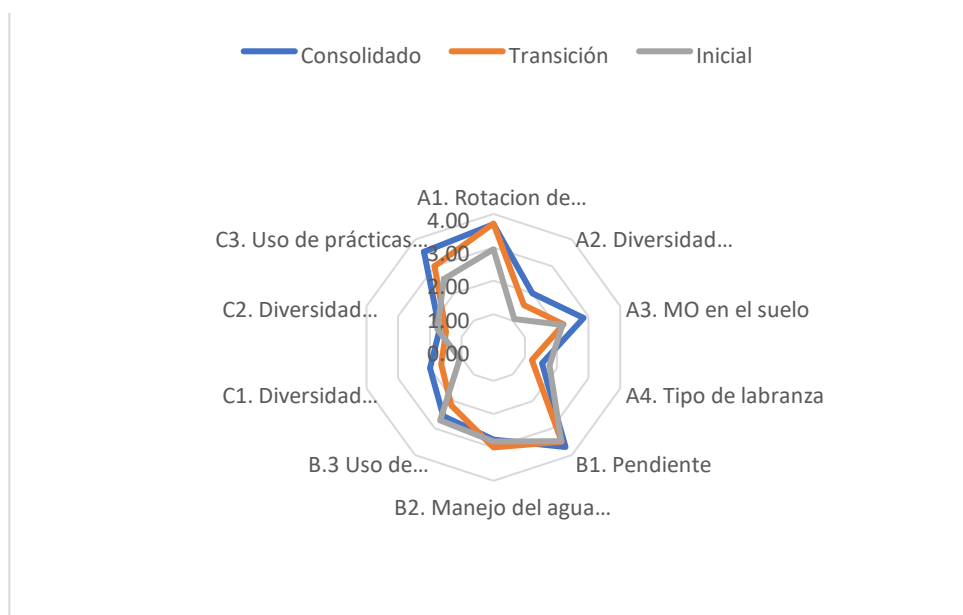
En el indicador conservación de la vida de suelo se consideraron cuatro subindicadores con una escala de 0 a 4 en donde 4 representa el mayor valor de sustentabilidad y 0 el menor En la rotación de cultivos con leguminosas se encontró un valor promedio de 2.94, en la diversificación de cultivos se encontró un valor de 1.06, la materia orgánica en el suelo tuvo un valor de 2.18 y el tipo de labranza del suelo 1.76.

El índice promedio del indicador conservación de la vida del suelo fue de 1.99 lo que indica que no existe sustentabilidad en las prácticas de conservación de la vida del suelo de los sistemas de producción en etapa inicial de adopción de prácticas agroecológicas.

Para el indicador riesgo de erosión se encontró un índice promedio de 3 que indica sustentabilidad en el manejo de suelo para evitar riesgo de erosión; se consideraron 3 subindicadores: pendiente con un promedio de 3.47, riego con un promedio 2.82 y uso de insecticidas y fungicidas con un promedio de 2.71.

Para el indicador manejo de biodiversidad se encontró un índice promedio de 1.79; se consideraron tres subindicadores: diversidad de cultivos tuvo un promedio de 1,05 y la diversidad de animales de 1.75 y el uso de prácticas que favorecen la biodiversidad como: producción de semilla, uso de barreras vivas, rotación de cultivos, asociación de cultivos tuvo un promedio de 2.53.

La Figura 9 presenta el diagrama tipo ameba, el cual indica el estado de los indicadores y subindicadores ambientales de los sistemas de producción agroecológicos de hortalizas a medida que más se aproxima la ameba de etapa de adopción agroecológica al diámetro mayor del círculo (valor 4) el sistema es ambientalmente más sustentable.

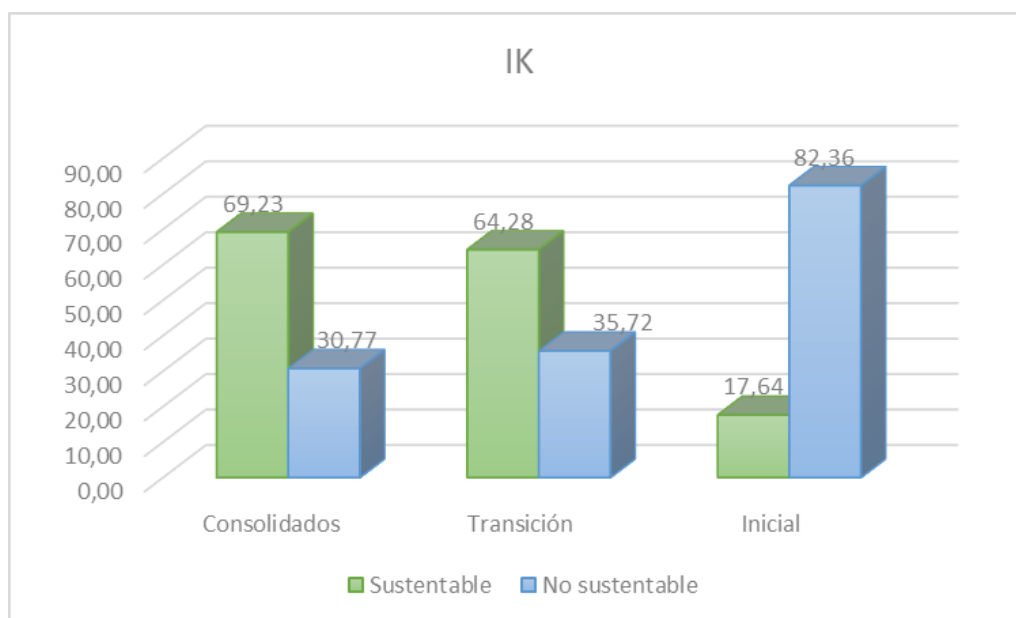


**Figura 9. Indicadores y subindicadores ambientales de los sistemas de producción agroecológicos en etapa consolidada, de transición e inicial. Escala: 0= menor valor de sustentabilidad, 4= mayor valor de sustentabilidad**

### 4.3.3. Sustentabilidad económica

En la determinación de la sustentabilidad económica se encontró que el 47.72 por ciento de sistemas de producción que adoptaron métodos de producción agroecológica alcanzaron sustentabilidad económica, el índice promedio de sustentabilidad económica fue de 1.93.

Considerando los agricultores en diferentes etapas de adopción, se observó sustentabilidad económica en el 69.23 por ciento de los sistemas de producción agroecológicos consolidados, el 64.28 por ciento de los sistemas de producción en etapa de transición y el 17.64 por ciento de los sistemas de producción en etapa inicial de adopción de la agroecología (Figura 10).



**Figura 10. Sustentabilidad económica de los sistemas de producción agroecológica por etapas de adopción**

- **Agricultores agroecológicos en etapa consolidada**

En el indicador autosuficiencia alimentaria se encontró sustentabilidad con un índice promedio de 3.92. Se consideraron dos subindicadores: para el subindicador diversificación de la producción el valor promedio fue 2 y para el subindicador superficie dedicada para la producción agroecológica 1.92. esto indica que, al producir mayor diversidad en la misma área, se estaría produciendo mayor diversidad de nutrientes, lo cual es beneficioso para el agricultor y su familia ya que diversifica la dieta

Para el indicador ingreso suficiente para la familia se encontró un índice promedio de 2.62 lo que indica sustentabilidad.

En el indicador riesgo económico de los sistemas de producción consolidados se encontró un promedio de sustentabilidad de 2.75. El valor promedio para el subindicador diversificación para la venta fue 2.77, lo que evidencia que la diversificación de la producción de los agricultores (mayor número de cultivos y crianzas) no es únicamente a una estrategia de manejo de cultivos, control de plagas e incremento de la biodiversidad, también responde a la demanda de los consumidores quienes piden diversidad de productos, esto a su vez tiene un beneficio adicional para los mismos ya que contribuye a que tengan dietas más diversas y nutritivas; no se encontró sustentabilidad de los sistemas de producción agroecológicos consolidados en el subindicador número de canales de comercialización en donde se obtuvo un promedio de 0.69, el promedio para el subindicador dependencia de insumos externos fue de 3.77.

Se encontró sustentabilidad económica en el 69.23 por ciento de los sistemas de producción consolidados.

- **Agricultores agroecológicos en etapa de transición**

En el indicador autosuficiencia alimentaria se encontró sustentabilidad con un índice promedio de 2.93. En este caso, se consideraron dos subindicadores: para el subindicador diversificación de la producción el valor promedio fue 1.57 y para el subindicador superficie dedicada para la producción agroecológica 1.36. Para el indicador ingreso suficiente para la familia se encontró un índice promedio de 2.43 lo que indica sustentabilidad.

En el indicador riesgo económico de los sistemas de producción en etapa de transición se encontró un promedio de sustentabilidad de 2.23. El valor promedio para el subindicador diversificación para la venta fue 2.43, no se encontró sustentabilidad de los sistemas de producción agroecológicos en etapa de transición en el subindicador número de canales de comercialización en donde se obtuvo un valor promedio de 0.93, el promedio para el subindicador dependencia de insumos externos fue de 2.79.

Se encontró sustentabilidad económica en el 64.28 por ciento de los sistemas de producción en etapa de transición, el índice promedio de sustentabilidad económica fue 1.90.

- **Agricultores agroecológicos en etapa inicial de adopción**

Para este grupo de agricultores, en el indicador autosuficiencia alimentaria se encontró sustentabilidad con un índice promedio de 2.12 se consideraron dos subindicadores, para el subindicador diversificación de la producción el valor promedio fue 1.06 y para el subindicador superficie dedicada para la producción agroecológica 1.06.

Para el indicador ingreso suficiente para la familia se encontró un índice promedio de 2.12 lo que indica sustentabilidad.

En el indicador riesgo económico de los sistemas de producción en etapa inicial se encontró un promedio de sustentabilidad de 2.37; no se encontró sustentabilidad de los sistemas de producción agroecológicos en etapa inicial en los subindicadores diversificación para la venta con un valor promedio de 1.82 y número de canales de comercialización en donde se obtuvo un valor promedio de 1.53 el promedio para el subindicador dependencia de insumos externos fue de 3.06.

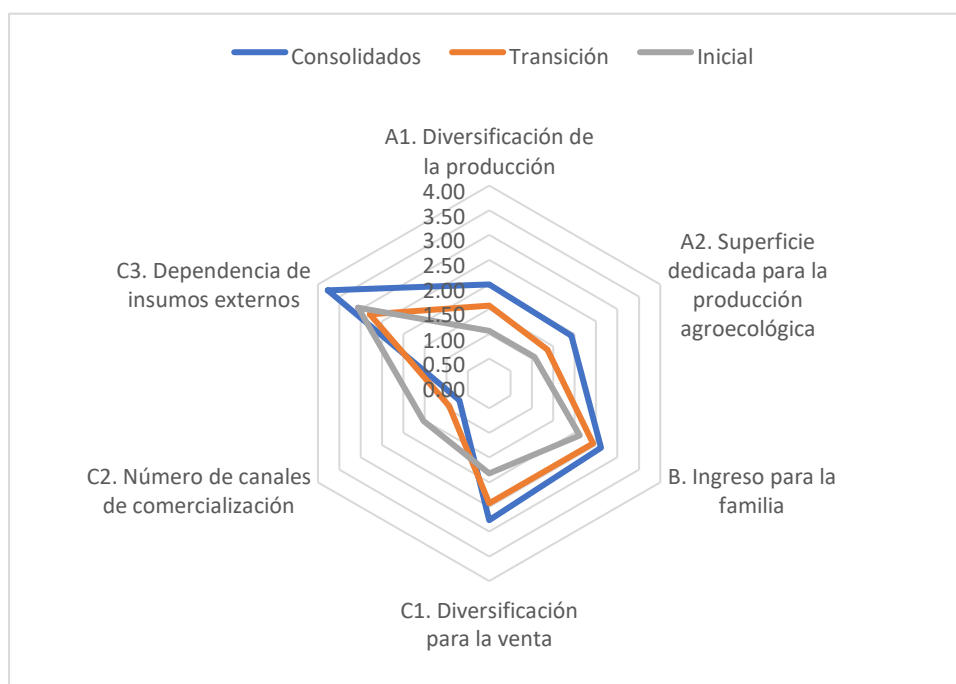
Se encontró sustentabilidad económica en el 17.64 por ciento de los sistemas de producción en etapa inicial, el índice promedio de sustentabilidad económica fue 1.93.

La Figura 11 presenta el diagrama tipo ameba, el cual indica el estado de los indicadores y subindicadores económicos de los sistemas de producción agroecológicos de hortalizas a medida que más se aproxima la ameba de etapa de adopción agroecológica al diámetro mayor del círculo (valor 4) el sistema es económicamente más sustentable.

#### **4.3.4. Sustentabilidad General**

Se encontró que apenas el 27.27 por ciento de los 44 agricultores con sistemas de producción que adoptaron métodos de producción agroecológica alcanzaron sustentabilidad general, el índice promedio de sustentabilidad general fue de 2.16.

Todos los indicadores económicos, ambientales y sociales fueron mayores para la etapa consolidada, seguidos por la etapa de transición y finalmente la etapa inicial de adopción, dinámica que se mantuvo en el índice de sustentabilidad general. Los sistemas en etapa consolidada tuvieron un IS Gen promedio de 2.49, en los sistemas en etapa de transición el IS Gen fue 2.12 y en los sistemas en etapa inicial de adopción el IS Gen fue 1.87 (Tabla 24).



**Figura 11. Diagrama tipo ameba de los indicadores y subindicadores económicos.**  
**Escala: 0= menor valor de sustentabilidad, 4= mayor valor de sustentabilidad**

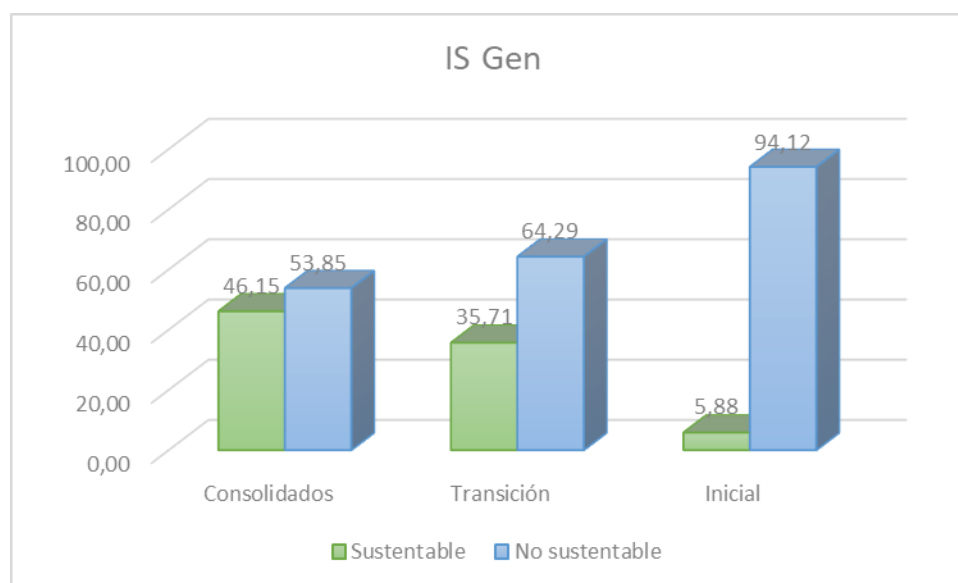
Entre los factores que afectaron la sustentabilidad se encuentran la diversificación de la producción, superficie dedicada para la producción agroecológica, la diversificación para la venta y el número de canales de comercialización que incidieron en el índice económico, otros como la diversidad de cultivos asociados, el tipo de labranza y la diversidad de especies cultivadas y de animales incidieron en el índice ambiental, el acceso a educación la aceptabilidad del sistema de producción, la interacción social, el conocimiento y conciencia ecológica incidieron en el índice sociocultural.

**Tabla 24: IS Gen sistemas de producción agroecológicos en etapa consolidada, inicial y de transición (IK: índice de sustentabilidad económica; IA: índice de sustentabilidad ambiental; ISC: índice de sustentabilidad sociocultural; IS: índice de sustentabilidad)**

<b>Etapa de adopción</b>	<b>IK</b>	<b>IA</b>	<b>ISC</b>	<b>IS Gen</b>
Consolidados	2.32	2.69	2.45	2.49
Transición	1.90	2.41	2.05	2.12
Inicial	1.65	2.26	1.69	1.87
Promedio	1.96	2.45	2.06	2.16



Se observó sustentabilidad general en 6 unidades productivas de los sistemas de producción agroecológicos consolidados que corresponde al 46.15 por ciento, en 5 unidades productivas de los sistemas de producción en etapa de transición que representa el 35.71 por ciento y en 1 unidad productiva de los sistemas de producción en etapa inicial de adopción de la agroecología equivalente al 5.88 por ciento (Tabla 25 y Figura 12).



**Figura 12. Sustentabilidad general de los sistemas de producción agroecológica por etapas de adopción**

**Tabla 25: Sustentabilidad general de los sistemas de producción agroecológica por etapas de adopción (IK. Índice de sustentabilidad económica, IA. Índice de sustentabilidad ambiental, ISC. Índice de sustentabilidad sociocultural, IS Gen. Índice de sustentabilidad**

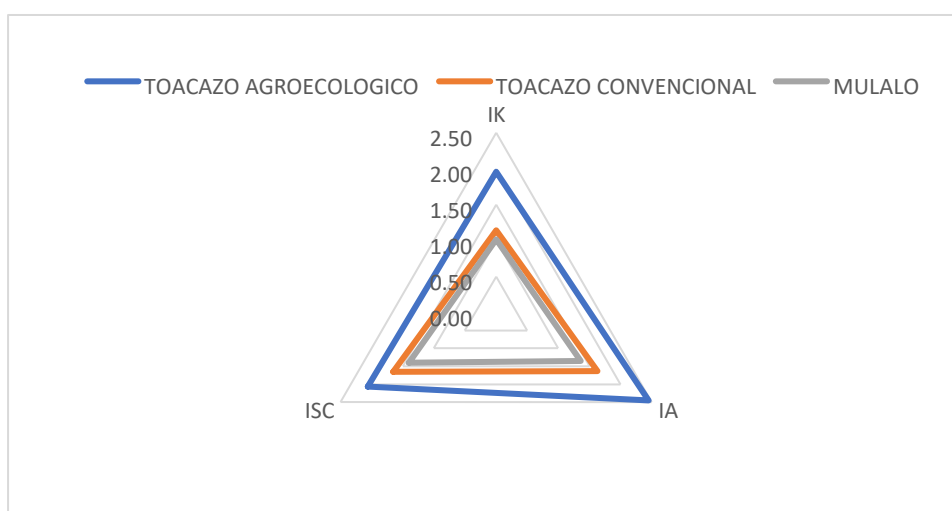
Etapa de adopción	Valor	IK	IA	ISC	IS Gen	Sustentabilidad
Consolidados	> a 2	69.23 %	84.61 %	18.18 %	46.15 %	Si
	< a 2	30.77 %	15.39 %	81.82 %	53.85 %	No
Transición	> a 2	64.28 %	100 %	22.72 %	35.71 %	Si
	< a 2	35.72 %	0.00 %	77.28 %	64.29 %	No
Inicial	> a 2	17.64 %	76.47 %	6.81 %	5.88 %	Si
	< a 2	82.36 %	23.53 %	93.19 %	94.12 %	No

En los sistemas productivos convencionales de Toacaso se observa que en promedio el índice de sustentabilidad social fue 1.65 y en Mulaló 1.40. En estos casos los resultados determinantes fueron los factores socioculturales: acceso a educación, servicios básicos, aceptabilidad del sistema productivo, integración social y conocimiento y conciencia ecológica. Para el sistema agroecológico fue de 2.06 (Tabla 26 y Figura 13).

**Tabla 26: IS Gen de los sistemas de producción agroecológicos y convencionales de Toacaso y convencionales de Mulaló.**

Sistema de producción	IK	IA	ISC	IS Gen
Toacaso Agroecológico	1.96	2.45	2.06	2.16
Toacaso convencional	1.14	1.63	1.65	1.475
Mulalo	1.02	1.36	1.40	1.259

(IK. Índice de sustentabilidad económica, IA. Índice de sustentabilidad ambiental, ISC. Índice de sustentabilidad sociocultural, IS Gen. Índice de sustentabilidad general)



**Figura 13. IS Gen de los sistemas de producción agroecológicos y convencionales de Toacaso y convencionales de Mulaló. Escala: 0= menor valor de sustentabilidad, 4= mayor valor de sustentabilidad**

El índice de sustentabilidad ambiental alcanzó un valor promedio de 1.63 en los sistemas convencionales de Toacaso y 1.36 en Mulaló, en este caso se encontraron como factores determinantes la rotación de cultivos, la diversidad de cultivos, la materia orgánica en el suelo, el tipo de labranza, la diversidad de especies cultivadas y la diversidad de animales.

En el caso de Mulaló, además de los mencionados, se sumaron el manejo de agua y uso de prácticas que favorecen la biodiversidad. En el sistema agroecológico el índice promedio de sustentabilidad ambiental fue 2.45 (Tabla 26 y Figura 13). Estudios realizados por Sanjinez (2019) en el cultivo de arroz reporta como factores que afectaron el índice ambiental la falta de rotación de cultivos, la carencia de diversificación de cultivos y mal manejo de la biodiversidad. Por otro lado, Anzules (2019), estudiando el cultivo de cacao, menciona entre otros factores limitantes de este indicador la diversidad de cultivos y la biodiversidad. Coaquira (2020) menciona que entre los factores determinantes en la sustentabilidad ambiental en el cultivo de papa se encontraron el uso de maquinaria y el sistema de riego.

El valor promedio del índice de sustentabilidad económico fue 1.14 para el sistema convencional de Toacaso, 1.02 para Mulaló y 1.96 para el sistema agroecológico de Toacaso. Incidieron en estos valores la diversidad de la producción, la superficie destinada para el cultivo, el ingreso suficiente para la familia, diversificación para la venta y el número de canales de comercialización (Tabla 26 y Figura 13). Otros estudios como el de Márquez (2015) en el cultivo de café encontraron como factor determinante del índice económico la diversidad para la venta; Aliaga (2019) en el cultivo de ají Supano encontró como factor determinante la diversificación de las ventas, y Anzules (2019) en el cultivo de cacao encontró como factor limitante la diversidad de la producción.

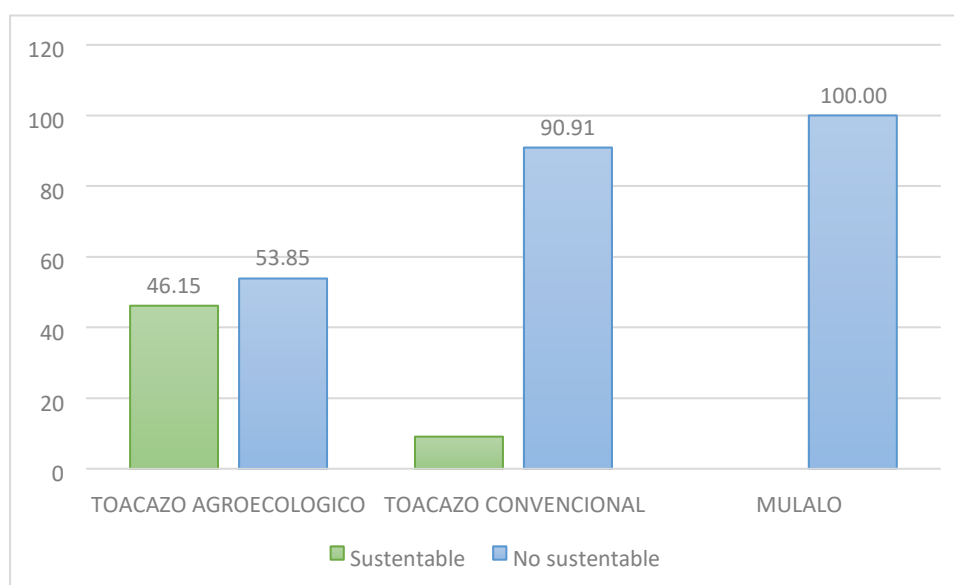
En esta investigación no se midió el rendimiento total de los cultivos respecto al monocultivo en virtud que en la evaluación de métodos agroecológicos es más significativo medir la diversidad y calidad de los alimentos en respuesta al mercado y no su volumen de producción, esto debido a que los consumidores demandan alta variedad de productos en sus canastas, lo que a la vez le permite al agricultor manejar un sistema de mercadeo diferente al convencional, es decir el productor agroecológico no intenta colocar en el mercado grandes volúmenes de producción si no variedad de productos, por medio de un sistema de comercialización diferente, en donde el productor está en contacto directo con el consumidor final por lo que puede identificar sus necesidades de alimentos y sus preferencias, esto a su vez le permite al productor planificar su producción en función de las especies demandas por el consumidor.

Al analizar la sustentabilidad general de los sistemas productivos se encontró que el 46.15 por ciento de las fincas que adoptaron la producción agroecológica son sostenibles, comparadas con el 9.09 por ciento de las fincas convencionales de Toacaso y ninguna finca de Mulaló (Tabla 27 y Figura 14). Valores similares obtuvieron Anzules (2019) con el 48 por ciento de fincas sustentables evaluando la sustentabilidad del cacao en Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador, y Marquez (2015) con 4.92 por ciento fincas convencionales sostenibles y 39.34 por ciento fincas orgánicas sostenibles en el estudio de café en Cusco, Perú.

**Tabla 27: Sustentabilidad de los sistemas de producción agroecológicos y convencionales**

Sistema de producción	Valor	IK	IA	ISC	IS Gen	Sustentabilidad
Toacaso agroecológico	> a 2	69,23	84,61	47,73	46,15	Si
	< a 2	30,77	15,39	52,27	53,85	No
Toacaso convencional	> a 2	2,32	18,18	22,73	9,09	Si
	< a 2	97,73	81,82	77,27	90,91	No
Mulalo	> a 2	2,27	0	6,82	0	Si
	< a 2	97,73	100	93,18	100	No

(IK. Índice de sustentabilidad económica, IA. Índice de sustentabilidad ambiental, ISC. Índice de sustentabilidad sociocultural, IS Gen. Índice de sustentabilidad general)



**Figura 14. Sustentabilidad de los sistemas de producción agroecológicos y convencionales de Toacaso y convencionales de Mulaló**

## V. CONCLUSIONES

- Se refuta la hipótesis de que los sistemas de producción agroecológica en los cultivos de hortalizas en la parroquia de Toacaso no han sido adoptadas por los productores debido a la inexistencia de un sistema de innovación de apoyo, ya que se evidencia la evolución de la introducción y diseminación de los métodos de producción agroecológica con un sistema de innovación de apoyo lo que ha permitido el desarrollo de nuevas habilidades de producción y comercialización en los productores, que logran vender sus productos hortícolas directamente al consumidor final.
- Se confirma la hipótesis que la adopción de sistemas agroecológicos ha generado consecuencias económicas positivas tales como la reducción de costos de producción que contribuyen al desarrollo sostenible en la parroquia Toacaso, lo cual ha favorecido su adopción.
- Se confirma la hipótesis que la adopción de sistemas agroecológicos ha generado consecuencias sociales positivas que contribuyen al desarrollo sostenible en la parroquia Toacaso, especialmente reflejado en mejor capital social (organizaciones fortalecidas y contactos con otras organizaciones).
- Se confirma la hipótesis que la adopción de sistemas agroecológicos ha generado consecuencias ambientales positivas, tales como la gestión adecuada de la fertilidad del suelo, y la conservación de la biodiversidad que contribuyen al desarrollo sostenible en la parroquia Toacaso, influidos principalmente por el acceso a capacitación y la pertenencia a organizaciones.
- La consecuencia de la adopción de prácticas agroecológicas en el capital natural son mayor conocimiento y habilidades para rotación de cultivos, mayor número de especies vegetales cultivadas y el número de especies de animales manejadas en la unidad productiva; en el capital financiero, la menor dependencia de insumos químicos y la

producción con valor agregado. Prácticas que socialmente contribuyen a la seguridad alimentaria, económicamente permiten reducir los costos de producción y mejorar los ingresos del agricultor, y ambientalmente permiten gestionar la fertilidad del suelo y mejorar la biodiversidad.

- Los factores ambientales determinantes en la sustentabilidad fueron: la rotación de cultivos, la diversidad de cultivos, la materia orgánica en el suelo, el tipo de labranza, la diversidad de especies cultivadas y la diversidad de animales. Para el caso de Mulaló con agricultura convencional, además de los mencionados se sumaron limitaciones respecto al manejo de agua y uso de prácticas que favorecen la biodiversidad. Entre los factores socioculturales que incidieron en la sustentabilidad fueron: acceso a educación, servicios básicos, aceptabilidad del sistema productivo, integración social y conocimiento y conciencia ecológica. Los factores económicos que influyeron en la sustentabilidad fueron: la diversidad de la producción, la superficie destinada para el cultivo, el ingreso suficiente para la familia, diversificación para la venta y el número de canales de comercialización.
- De los tres sistemas de producción estudiados, el mayor número de unidades productivas que alcanzaron la sustentabilidad general estuvieron entre las que han implementado prácticas agroecológicas, presentando mayor sustentabilidad en las fincas en etapa consolidada seguidas por aquellas que están en etapa de transición e inicial, respectivamente.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Fomentar la producción agroecológica en pequeños productores y facilitar la comercialización de sus productos a través de la creación de espacios que permitan la interacción directa entre el productor y el consumidor final, mejorando el capital social y garantizando la calidad de los productos, precio justo y demanda consciente y permanente, permitirá al agricultor superar el problema de comercialización.
- Implementar programas de educación a nivel parroquial, con énfasis en el conocimiento y conciencia ecológica incidirá en la aceptabilidad de los sistemas productivos agroecológicos e incentivará a la población a adoptar prácticas agroecológicas en sus unidades productivas.
- Continuar trabajando para reducir los factores que limitan la adopción de prácticas agroecológicas y promover un sistema de innovación de apoyo que ayude a productores y otros componentes del sistema a trabajar más coordinadamente.
- Para estudios similares hay que considerar que los indicadores de sustentabilidad deben ser adaptados a las condiciones particulares de cada localidad y que los valores de escala y ponderaciones pueden variar en función de su particularidad.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aliaga, J. 2019. Caracterización y sostenibilidad del ají Supano (*Capsicum chinense* Jacq.) en la cuenca baja del río Supe, Lima. Tesis para optar el grado de *Doctoris Philosophiae* (Ph.D.) en Agricultura Sustentable. Escuela de Posgrado. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Almestar, J. 2015. Interculturalidad y grado de adopción del cultivo del cacao en el distrito de Santa María de Nieva, Condorcanqui, Amazonas, Perú. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en Innovación Agraria para el Desarrollo Rural. Escuela de Post Grado. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Altieri, M. 1995. Agroecology: the science of sustainable agricultura. Boulder CO: Westview Press.
- Altieri, M.A. 2017. (Editor) Historia de la Agroecología en América Latina y España. Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología. Berkeley, California. 114 p.
- Altieri, M. 2002 Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables. En: Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable, SJ Sarandón (editor), Ediciones Científicas Americanas, La Plata. 2:49-56.
- Altieri, M; Nicholls, C. 2000. Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. México- Distrito Federal. Visitado el 11 de octubre de 2021. Recuperado en: [www.agro.unc.edu.ar/biblio/agroecologia2.pdf](http://www.agro.unc.edu.ar/biblio/agroecologia2.pdf).



- Anzules, V. 2019. Sustentabilidad de sistemas de producción de cacao (*Theobroma Cacao* L.) en Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. Tesis para optar el grado de *Doctoris Philosophiae* (Ph.D.) en Agricultura Sustentable. Escuela de Posgrado. Doctorado en Agricultura Sustentable. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Aquino, C. 2018. Sustentabilidad del cultivo de Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en la zona del valle del Mantaro, Perú. Tesis para optar el grado de *Doctoris Philosophiae* (Ph.D.) en Agricultura Sustentable. Escuela de Posgrado. Doctorado en Agricultura Sustentable. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Atkinson, R; Flint, J. 2001. Accessing hidden and hard-to-reach populations: Snowball research strategies. *Social Research Update*, 33(1):1-4.
- Bretón, V. 2012. Toacazo: en los Andes equinocciales tras la reforma agraria. 1ra Ed. Quito, Ecuador. Lleida, España, FLACSO: Ediciones Abya-Yala; Universitat de Lleida, (Serie FLACSO-Abya Yala). 419 p.
- Bravo, C; Marín, H; Marrero, P; Ruiz, M; Torres, B; Navarrete, H; Durazno, G; Changoluisa, D. 2017. Evaluación de la sustentabilidad mediante indicadores en unidades de producción de la provincia de Napo, Amazonia Ecuatoriana. *Bioagro*, 29(1):23–36. Visitado 19 de enero de 2022. Recuperado en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-33612017000100003&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612017000100003&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Borja, R. 2020. Enciclopedia de la Política. Visitado el 19 de enero de 2022. Recuperado en: <https://www.encyclopediadelapolitica.org/tabla-de-contenidos/>
- Carvalho, F. 2017. Pesticides, environment, and food safety. In: *Food and Energy Security*, 6(2):48–60. Wiley-Blackwell Publishing Ltd. Visitado 11 de enero de 2022. Recuperado en: <https://doi.org/10.1002/fes3.108>
- Carrión, D; Herrera, S. 2012. Ecuador rural del siglo XXI: soberanía alimentaria, inversión pública y política agraria. Quito, Ecuador, Instituto de Estudios Ecuatorianos. 182 p.

- Chocano, C; Sánchez, C; López, F. 2008. La Agroecología Como Alternativa a la Prevención y Lucha Contra la Desertificación en la Región De Murcia: La Comarca del Noroeste. *Agroecología*, 2, 75–84. Visitado 28 de enero de 2022. Recuperado en: <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/11991>
- Coaquira, R. 2020 Sustentabilidad de las unidades productoras de Papa (*Solanum tuberosum* L.) con fertilización en semillas del agricultor y certificada. Jauja, Perú. Tesis para optar el grado de *Doctoris Philosophiae* (Ph.D.) en Agricultura Sustentable. Escuela de Posgrado. Doctorado en Agricultura Sustentable. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Cóndor, P. 2010. Influencia de la metodología campesina a campesino, en la adopción del abono líquido o biol comunidades en el Alto Cunas, región Junín. Tesis para optar el grado de *Magister Scientiae* en Innovación Agraria para el Desarrollo Rural. Escuela de Post Grado. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Domené, O. 2017. MST - Agroecología desde el Sur. Visitado el 30 de marzo de 2022. Recuperado en: <https://sites.google.com/site/agroecologiadesdeelsurs/autores/mst>
- Douthwaite, B; Beaulieu, N; Lundy, M; Peters, R. 2009. Understanding how participatory approaches foster innovation, *International Journal of Agricultural Sustainability*, 7(1):42-60, DOI: 10.3763/ijas.2009.0339
- Engel, P. 1997. La organización social de la innovación. Royal Tropical Institute. Holand. Capítulo 1.
- Everett, C; Matheson, E. 2019. Pesticide Exposure and Diabetes. *Encyclopedia of Environmental Health*, 104–109. Visitado el 07 de enero de 2022. Recuperado en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.10647-5>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO & Banco Interamericano de Desarrollo - BID. 2007. Políticas para la Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe, resumen ejecutivo, Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile.

- Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO. 2018. El trabajo de FAO sobre Agroecología. Una vía para el logro de los ODS.
- Fundación Heifer - Ecuador. 2014. La agroecología está presente: Mapeo de productores agroecológicos y del estado de la agroecología en la Sierra y Costa ecuatoriana, 1(1821):4:56.
- Gliessman, S. 1998. Agroecology: ecological process in sustainable agriculture. Ann Arbor, MI: Ann Arbor Press.
- Gliessman, S. 2002. Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible. Turrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Desarrollo.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Toacaso. Diagnóstico de la Parroquia de Toacaso 2014-2019. Visitado el 09 de diciembre de 2019. Recuperado en:[http://app.sni.gob.ec/snmlink/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdiagnostico/0560018320001\\_DIAGNOSTICO%20FINAL%20DE%20LA%20PARROQUIA%20TOACASO%202015%20-%202016\\_30-10-2015\\_18-57-10.pdf](http://app.sni.gob.ec/snmlink/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/0560018320001_DIAGNOSTICO%20FINAL%20DE%20LA%20PARROQUIA%20TOACASO%202015%20-%202016_30-10-2015_18-57-10.pdf)
- González, C. 2015. Factores socioeconómicos y adopción de nuevas tecnologías para el manejo y conservación del suelo en la microcuenca San Luis – Ancash. Tesis para optar el grado de *Magister Scientiae* en Innovación Agraria para el Desarrollo Rural. Escuela de Post Grado. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Gortaire, R.2017. Agroecología en el Ecuador. Proceso histórico, logros y desafíos. Antropología Cuadernos de investigación, 17:1-12. Visitado el 07 de mayo de 2020. Recuperado en: <https://doi.org/10.26807/ant.v0i17.85>
- GRAIN. 2014. Hambrientos de tierra: los pueblos indígenas y campesinos alimentan al mundo con menos de un cuarto de la tierra agrícola mundial, Barcelona, 24 p. Visitado el 09 de diciembre de 2019. Recuperado en: <http://www.rain.org/es/article/entries/4956-hambrientos-de-tierra-los-pueblos>

- Gutiérrez, J; Aguilera, L; González, C. 2008. Agroecología y sustentabilidad. *Convergencia*, 15(46):51-87. Visitado el 19 de septiembre de 2019. Recuperado en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S140514352008000100004&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S140514352008000100004&lng=es&tlng=es)
- Hall, A; Suliaman, R; Clark, N; Yoganand, B. 2003. From measuring impact to learning institutional lessons: an innovation systems perspective on improving the management of international agricultural research. *Agricultural Systems*, 78(2):213-241. Visitado el 10 de diciembre de 2019. Recuperado de: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308521X03001276>
- Hunter, M; Smith, R; Schipanski, M; Atwood, L; Mortensen, D. 2017 Agriculture in 2050: Recalibrating Targets for Sustainable Intensification, *BioScience*, 67(4):386–391. Recuperado en: <https://doi.org/10.1093/biosci/bix010>
- Idrovo, J. 2016. Transformaciones rurales y agrarias en Ecuador. Serie Documentos de Trabajo N° 179. Grupo de Trabajo Inclusión Social y Desarrollo. Proyecto Impactos a Gran Escala. Rimisp Santiago, Chile.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos - INEC. 2010. Proyecciones Poblacionales- Estimaciones. Visitado el 13 de enero de 2022. Recuperado en: [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webhttps://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Poblacion\\_y\\_Demografia/Proyecciones\\_Poblacionales/presentacion.pdfinec/Poblacion\\_y\\_Demografia/Proyecciones\\_Poblacionales/presentacion.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webhttps://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Poblacion_y_Demografia/Proyecciones_Poblacionales/presentacion.pdfinec/Poblacion_y_Demografia/Proyecciones_Poblacionales/presentacion.pdf)
- Instituto Nacional de Estadística y Censos - INEC. 2010. Censos de población y vivienda. Visitado el 11 de diciembre de 2019. Recuperado en: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/base-de-datos-censo-de-poblacion-y-vivienda/>
- Jiménez, B. 2016. Conocimiento campesino y soberanía alimentaria: La iniciativa agroecológica en la parroquia de Toacazo, Cotopaxi.

- Leporati, M; Salcedo, S; Jara, B; Boero, V; Muñoz, M. 2014. La agricultura familiar en cifras, Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe: recomendaciones de política, FAO. Santiago de Chile. 497 p.
- Marquez, F. 2015. Sustentabilidad de la caficultura orgánica en la Convención Cusco Perú. Tesis para optar el grado de *Doctoris Philosophiae* (Ph.D.) en Agricultura Sustentable. Escuela de Posgrado. Doctorado en Agricultura Sustentable. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Masera, O; Astier, M; López-Ridaura, S. 2000. Sustentabilidad y Manejo de Recursos Naturales: El Marco de Evaluación Mesmis. GIRA., A, C., Mundi-Prensa, México.
- Mazabel-Domínguez, D; Romero-Jacuinde, M; Hurtado-Cardoso, M; Ra, M; Ximhai, R. (2010). La evaluación social de la sustentabilidad en la agricultura de riego. México. Ra Ximhai Universidad Autónoma Indígena de México. 199–219. Visitado 19 de enero de 2022. Recuperado en: <http://www.uaim.edu.mx/webraximhai/Ej-17articulosPDF/04%20Evaluacion%20Social%20de%20la%20Sustentabilidad%20Davison%20G.pdf>
- McLaughlin, J; Hennebry, J; Haines, T. 2014. Paper versus Practice: Occupational Health and Safety Protections and Realities for Temporary Foreign Agricultural Workers in Ontario. *Pistes: Perspectives Interdisciplinaires Sur Le Travail et La Santé*, 16(2): 1–17.
- Meeker, J; Boas, M. 2011. Pesticides and Thyroid Hormones. *Encyclopedia of Environmental Health*, 428–437. Visitado el 07 de enero de 2022. Recuperado en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52272-6.00589-4>
- Merma, I; Julca, A. 2012. Caracterización y evaluación de la sustentabilidad de fincas en alto Urubamba, Cusco, Perú. *Ecología Aplicada*, 11(1), 1–11. Visitado 19 de enero de 2022. Recuperado en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-22162012000100001&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162012000100001&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

- Naranjo, A. 2017. La otra guerra: la situación de los plaguicidas en el Ecuador. Quito: Acción Ecológica, 154 p.
- Nicholls, C; Henao, A; Altieri, M. 2015. Agroecología y diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático. *Agroecología* 10(1). Visitado el 11 de diciembre de 2019. Recuperado en: <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/300711>
- Ortiz, O; Pradel, W. 2009. Guía introductoria para la evaluación de impactos en programas de manejo integrado de plagas (MIP). Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú.
- Ortiz, O; Orrego, R; Pradel, W; Gildemacher, P; Castillo, R; Otiniano, G; Vallejo, J; Torres, O; Woldegiorgis, G; Damene, B; Kakuhenzire, R; Kasahija, I; Kahi, I. 2013. Insights into potato innovation systems in Bolivia, Ethiopia, Peru and Uganda, *Agricultural Systems*, 114:73-83. Visitado el 11 de diciembre de 2019. Recuperado en: (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308521X12001308>)
- Pantaleón, A. 2015. Factores limitantes en la adopción del sistema de riego tecnificado por los agricultores del valle Chancay Lambayeque 2009-2012. Tesis de Maestría. Escuela de Post Grado. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Pearse, A. 1980, *Seeds of plenty seeds of want: Social and economic implications of the green revolution*, New York: Oxford University Press.
- Pérez, A; Leyva T; Gómez, F. 2018. Desafíos y propuestas para lograr la seguridad alimentaria hacia el año 2050. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(1):175-189. Recuperado en: <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i1.857>
- Pingali, P. L. 2012. Green revolution: Impacts, limits, and the path ahead. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. Visitado el 06 de diciembre de 2019. Recuperado en: <https://doi.org/10.1073/pnas.0912953109>
- Pradel, W; Hareau, G; Quintanilla, L; Suárez, V. 2017. Adopción e Impacto de Variedades Mejoradas de Papa en el Perú: Resultado de una encuesta a nivel nacional. Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú. pp. 48. Visitado el 28 de diciembre de 2020.

Recuperado en:

<https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/83497/CIPhttps://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/83497/CIP-Adopcion-e-impacto-de-variedades-de-papa.pdf?sequence=2Adopcion-e-impacto-de-variedades-de-papa.pdf?sequence=2>

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD. 2015. Objetivos de desarrollo sostenible ONU. Visitado el 10 de diciembre de 2019. Recuperado en: <https://www.ec.undp.org/content/ecuador/es/home/sustainable-developmenthttps://www.ec.undp.org/content/ecuador/es/home/sustainable-development-goals.htmlgoals.html>

Pumisacho, M; Sherwood, S. 2002 El cultivo de la papa en Ecuador. INIAP-CIP. Primera edición. 229 p.

Quishpe. V. 2016. El empoderamiento de las Organizaciones de Mujeres Campesinas en el marco del cuestionamiento al desarrollo. Estudio de caso: Organización de Mujeres Indígenas y Campesinas “Sembrando Esperanza” – Toacaso. Quito: UCE. 54 p.

Randy, M. (sin fecha). De Toacaso a la olla. Toacaso hacia la agroecología. Ecuador: Movimiento Regional por la tierra. 25 p.

Rogers, M. 1995. Diffusion of innovations. Fourth Edition. The Free Press. Estados Unidos de América. Capítulo 1,5,6.

Rosero, F. 2009. La construcción del sistema de soberanía alimentaria y nutrición del Ecuador. *Alteridad*, 4(1):25-33. Quito, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador. Visitado el 10 de diciembre de 2019. Recuperado en: <https://www.learntechlib.org/p/195435/>.

Sanjinez, F. 2019. Sustentabilidad del agroecosistema del cultivo de arroz (*Oryza Sativa* L.) en Tumbes, Perú. Tesis para optar el grado de *Doctoris Philosophiae* (Ph.D.) en Agricultura Sustentable. Escuela de Posgrado. Doctorado en Agricultura Sustentable. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

- Sarandón, S. J. 2002 La agricultura como actividad transformadora del ambiente. El Impacto de la Agricultura intensiva de la Revolución Verde. En: Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable, SJ Sarandón (editor), Ediciones Científicas Americanas, La Plata. 1:23-48.
- Sarandón, S; Zuluaga, M; Cieza, R; Janjetic, L; Negrete, E. 2006. Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en misiones, argentina, mediante el uso de indicadores. Agroecología, (1):19–28.
- Sarandon, S.J. 2014. El agroecosistema: Un ecosistema modificado. En: Agroecología. Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables, S. J. Sarandón, y C. C. Flores, (editores,) Edulp, La Plata. (2):60. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/37280>
- Sabourin, E; Patrouilleau, M; Le Coq, J; Vásquez, L; Niederle, P. 2017. Políticas públicas a favor de la agroecología em América Latina y El Caribe. Porto Alegre: Evangraf / Criação Humana, Red PP-AL: FAO. 412 p. Visitado el 30 de enero de 2022. Recuperado en: <https://www.fao.org/3/i8067s/i8067s.pdf>
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo - SENPLADES. 2013. Atlas de las Desigualdades Socioeconómicas del Ecuador. Visitado el 30 de enero de 2022. Recuperado en: <http://documentos.senplades.gob.ec/Atlas%20de%20las%20Desigualdades.pdf>
- Sevilla, E. 2008. Agroecología y Agricultura Ecológica: Hacia Una “Re” Construcción de la Soberanía Alimentaria. Agroecología, 1, 7–18. Visitado el 28 de enero de 2022. Recuperado en: <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/13>
- Schut, M; Klerkx, L; Leeuwis, C. 2015. Rapid Appraisal of Agricultural Innovation Systems (RAAIS). A toolkit for integrated analysis of complex agricultural problems and innovation capacity in agrifood systems. International Institute of Tropical Agriculture (IITA) and Wageningen University, November 2015. 140 p.



Soto, F; Fazzone, M; Falconi, C. 2007. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Regional Office for Latin America and the Caribbean., & Inter-American Development Bank. (2007). Políticas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe. 145.

Suquilanda, M. 1996. Agricultura Orgánica. Alternativa tecnológica del futuro. s.l., UPS. 654 p.

La Vía Campesina y el desafío de llevar la agroecología campesina a escala territorial: el papel de las escuelas - Vía Campesina. 2013. Visitado 26 de enero de 2022. Recuperado en: <https://viacampesina.org/es/la-via-campesina-y-el-desafio-de-llevar-la-agroecologia-campesina-a-escala-territorial-el-papel-de-las-escuelas/>

Vilalta, M. 2015. Muerte en los Andes. Sociedad colonial y mortalidad en las haciendas andinas (Ecuador, 1743-1857). DOI <https://doi.org/10.1590/S0102-30982015000000005>

Zhang, X; Yao, G; Vishwakarma, S; Dalin, C; Komarek, A; Kanter, D; Davis, K; Pfeifer, K; Zhao, J; Zou, T; D’Odorico, P; Folberth, C; Rodriguez, F; Fanzo, J; Rosa, L; Dennison, W; Musumba, M; Heyman, A; Davidson, E. A. 2021. Quantitative assessment of agricultural sustainability reveals divergent priorities among nations. *One Earth*, 4(9):1262–1277. Visitado 19 de enero de 2022. Recuperado en: <https://doi.org/10.1016/J.ONEEAR.2021.08.015/ATTACHMENT/358C868A-80AE-44F8-A745-CEE5E476657B/MMC1.PDF>

Zeballos, O. 2015. Sustentabilidad, Desarrollo Sustentable e Indicadores de Sustentabilidad para Agroecosistemas. Visitado 05 de enero de 2022. Recuperado en <https://doi.org/10.26696/sci.epg.0022>

Zúñiga, L; Zúñiga, Z; Saracini, C; Pancetti, F; Teresa, M; Muñoz, M; Lucero, B; Foerster, C; Cortés, S. 2021. Exposición a plaguicidas en Chile y salud poblacional: urgencia para la toma de decisiones. *Gac Sanit*, 35(5), 480–487. Visitado el 05 de enero de 2022. Recuperado en: <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2020.04.020>

## VIII. ANEXOS

### Anexo 1. Índice de sustentabilidad sociocultural (ISC) agricultores agroecológicos en etapa consolidada

Subindicadores Socioculturales								
N° F inca	A1. Tenencia de la tierra y vivienda	A2. Acceso a educación	A3. Acceso a salud	A4. Acceso a servicios	B. Aceptabilidad del sistema de producción	C. Integración social	D. Conocimiento, Conciencia Ecológica y Alimentación saludable	ISC
5	3	4	4	2	2	4	4	3.24
6	4	2	2	3	2	4	1	2.55
16	3	1	2	3	1	0	4	1.86
18	3	0	4	2	2	0	3	2.02
19	3	0	3	0	2	0	3	1.74
20	3	4	3	4	2	4	4	3.33
22	3	4	3	4	1	0	0	1.67
26	3	2	3	4	2	0	2	2.14
30	3	4	3	3	4	2	2	3.24
35	3	1	3	2	2	1	0	1.69
39	4	4	0	2	4	4	2	3.29
40	4	4	0	2	4	4	2	3.29
44	3	0	3	2	0	4	2	1.76
Promedio	3.23	2.31	2.54	2.54	2.15	2.08	2.23	2.45

**Anexo 2. Índice de sustentabilidad sociocultural (ISC) agricultores agroecológicos en etapa de transición**

Subindicadores Socioculturales								
N° Finca	A1. Tenencia de la tierra y vivienda	A2. Acceso a educación	A3. Acceso a salud	A4. Acceso a servicios	B. Aceptabilidad del sistema de producción	C. Integración social	D. Conocimiento, Conciencia Ecológica y Alimentación saludable	ISC
1	3	2	2	1	4	2	0	2.43
3	3	4	2	0	4	0	0	2.19
7	1	2	3	0	2	1	0	1.40
23	1	2	3	2	3	3	2	2.60
28	3	4	0	2	0	0	1	1.02
29	3	4	3	3	1	0	0	1.57
31	3	2	4	4	2	0	2	2.24
32	3	1	4	1	2	0	0	1.52
36	3	1	3	2	2	3	1	2.19
37	3	1	3	2	2	3	1	2.19
38	3	2	3	2	3	0	2	2.29
41	3	2	3	4	1	3	2	2.31
42	3	1	3	4	1	4	2	2.38
43	3	2	2	2	1	4	3	2.36
Promedio	2.71	2.14	2.71	2.07	2.00	1.64	1.14	2.05

**Anexo 3. Índice de sustentabilidad sociocultural (ISC) agricultores agroecológicos en etapa inicial**

Subindicadores Socioculturales								
N° Finca	A1. Tenencia de la tierra y vivienda	A2. Acceso a educación	A3. Acceso a salud	A4. Acceso a servicios	B. Aceptabilidad del sistema de producción	C. Integración social	D. Conocimiento, Conciencia Ecológica y Alimentación saludable	ISC
2	3	3	2	4	0	2	2	1.81
4	3	4	4	4	3	2	0	2.76
8	1	2	2	2	2	0	0	1.33
9	3	0	3	1	2	0	0	1.33
10	3	4	3	1	2	0	0	1.71
11	1	4	3	2	2	0	0	1.62
12	3	0	4	1	2	0	0	1.43
13	3	0	3	1	2	0	3	1.83
14	4	2	3	1	2	0	2	1.95
15	0	2	3	4	2	0	2	1.86
17	3	2	3	0	2	0	0	1.43
21	3	2	3	1	1	0	0	1.19
24	3	2	3	4	3	0	2	2.48
25	3	1	3	2	4	0	0	2.19
27	1	1	3	2	0	0	1	0.83
33	3	2	2	2	2	1	0	1.69
34	3	2	3	4	0	1	0	1.31
Promedio	2.53	1.94	2.94	2.12	1.82	0.35	0.71	1.69

#### Anexo 4. Índice de sustentabilidad ambiental (IA) sistemas de producción agroecológicos en etapa consolidada

Subindicadores Ambientales											
N° Finca	A. Conservación de la vida del suelo				B. Riesgo de erosión			C. Manejo de Biodiversidad			IE
	A1. Rotación de cultivos	A2. Diversidad cultivos asociadas	A3. MO en el suelo	A4. Tipo de labranza	B1. Pendiente	B2. Manejo del agua Riego	B3. Uso de Agroquímicos	C1. Diversidad especies cultivadas	C2. Diversidad especies animales	C3. Uso de prácticas que favorecen la biodiversidad	
5	4	3	3	3	4	3	3	3	1	4	3.19
6	2	1	2	1	4	3	3	1	2	4	2.41
16	4	4	4	3	4	3	3	4	2	4	3.56
18	2	0	2	1	4	3	3	0	1	2	1.86
19	4	0	3	0	4	3	4	0	2	2	2.21
20	4	4	3	1	4	3	3	4	2	4	3.31
22	4	1	3	3	4	3	3	1	3	3	2.76
26	4	1	3	1	1	0	2	1	1	4	1.82
30	4	1	3	0	3	3	3	1	1	4	2.40
35	4	2	3	3	4	3	1	2	1	4	2.76
39	4	4	3	1	4	3	2	4	1	4	3.13
40	4	3	3	0	4	3	1	3	3	4	2.86
44	4	2	2	3	4	3	2	2	2	3	2.72
Promedio	3.69	2.00	2.85	1.54	3.69	2.77	2.54	2.00	1.69	3.54	2.69

## Anexo 5. Índice de sustentabilidad ambiental (IA) sistemas de producción agroecológicos en etapa de transición

Subindicadores Ambientales											
	A. Conservación de la vida del suelo				B. Riesgo de erosión			C. Manejo de Biodiversidad			
Nº Finca	A1. Rotación de cultivos	A2. Diversidad cultivos asociadas	A3. MO en el suelo	A4. Tipo de labranza	B1. Pendiente	B2. Manejo del agua (Riego)	B.3 Uso de Agroquímicos	C1. Diversidad especies cultivadas	C2. Diversidad especies animales	C3. Uso de prácticas que favorecen la biodiversidad	IA
1	4	1	2	1	4	3	4	1	1	4	2.62
3	4	1	2	1	4	3	2	1	2	3	2.33
7	4	1	2	3	4	3	4	1	1	3	2.66
23	4	1	2	1	2	3	2	1	1	3	2.04
28	4	1	2	3	4	3	2	1	2	2	2.37
29	4	4	4	3	4	3	1	4	2	4	3.34
31	4	0	2	0	4	3	3	0	2	3	2.14
32	4	0	3	0	3	3	1	1	2	3	2.03
36	2	3	2	1	3	3	1	3	1	4	2.44
37	2	1	2	1	3	3	1	1	1	4	2.01
38	4	3	2	3	4	3	1	3	1	3	2.76
41	4	2	2	0	4	3	3	2	1	2	2.38
42	4	2	2	0	2	3	2	2	2	2	2.11
43	4	2	2	0	4	3	3	2	2	2	2.44
Promedio	3.71	1.57	2.21	1.21	3.50	3.00	2.14	1.64	1.50	3.00	2.41

## Anexo 6. Índice de sustentabilidad ambiental (IA) sistemas de producción agroecológicos en etapa inicial

Subindicadores Ambientales											
	A. Conservación de la vida del suelo				B. Riesgo de erosión			C. Manejo de Biodiversidad			
N° Finca	A1. Rotación de cultivos	A2. Diversidad cultivos asociadas	A3. MO en el suelo	A4. Tipo de labranza	B1. Pendiente	B2. Manejo del agua (Riego)	B.3 Uso de Agroquímicos	C1. Diversidad especies cultivadas	C2. Diversidad especies animales	C3. Uso de prácticas que favorecen la biodiversidad	IA
2	2	1	2	1	4	3	2	1	2	3	2.17
4	4	2	2	1	4	3	3	2	3	3	2.73
8	2	2	2	3	4	3	3	2	1	2	2.46
9	4	1	3	3	2	3	4	1	2	2	2.45
10	2	0	2	3	4	3	4	0	2	2	2.21
11	4	0	2	3	3	3	3	0	1	3	2.22
12	4	1	2	3	2	3	3	1	2	2	2.26
13	4	1	2	3	4	3	3	1	2	2	2.48
14	2	3	3	1	4	3	4	3	3	4	3.11
15	4	3	2	3	4	3	3	3	1	4	3.11
17	4	0	2	0	3	3	2	0	1	1	1.59
21	4	0	2	1	1	0	2	0	1	3	1.38
24	4	1	2	1	4	3	3	1	1	2	2.24
25	2	1	3	3	4	3	3	1	2	4	2.66
27	0	0	2	0	4	3	1	0	2	0	1.19
33	4	2	2	1	4	3	1	2	2	4	2.57
34	0	0	2	0	4	3	2	0	2	2	1.57
Promedio	2.94	1.06	2.18	1.76	3.47	2.82	2.71	1.06	1.76	2.53	2.26



**Anexo 7. Indicadores y subindicadores económicos e índice de sustentabilidad económica (IK) sistemas de producción agroecológicos en etapa consolidada**

<b>Indicadores y Subindicadores económicos</b>							
	<b>A. Autosuficiencia alimentaria</b>		<b>B. Ingreso suficiente para la familia</b>	<b>C. Riesgo económico</b>			
<b>N° Finca</b>	<b>A1. Diversificación de la producción</b>	<b>A2. Superficie dedicada para la producción agroecológica</b>	<b>A. Ingreso para la familia</b>	<b>C1. Diversificación para la venta</b>	<b>C2. Número de canales de comercialización</b>	<b>C3. Dependencia de insumos externos</b>	<b>IK</b>
5	3	1	2	4	0	4	2.25
6	1	4	3	3	0	3	2.56
16	4	0	3	4	1	4	2.56
18	0	2	2	0	1	4	1.56
19	0	2	0	1	1	4	1.13
20	4	1	4	4	1	4	3.06
22	1	0	0	2	0	4	0.88
26	1	3	3	2	1	2	2.19
30	1	4	4	2	1	4	2.94
35	2	1	4	3	1	4	2.50
39	4	4	4	4	2	4	3.88
40	3	2	3	4	0	4	2.75
44	2	1	2	3	0	4	1.94
Promedio	2.00	1.92	2.62	2.77	0.69	3.77	2.32

**Anexo 8. Índice de sustentabilidad económica (IK) sistemas de producción agroecológicos en etapa de transición**

Indicadores y Subindicadores económicos							
	A. Autosuficiencia alimentaria		B. Ingreso suficiente para la familia	C. Riesgo económico			
N° Finca	A1. Diversificación de la producción	A2. Superficie dedicada para la producción agroecológica	B. Ingreso para la familia	C1. Diversificación para la venta	C2. Número de canales de comercialización	C3. Dependencia de insumos externos	IK
1	1	2	2	1	3	0	1.50
3	1	2	3	2	1	2	1.94
7	1	0	1	2	0	4	1.13
23	1	1	2	1	1	2	1.38
28	1	1	2	3	1	2	1.50
29	4	2	2	4	1	4	2.81
31	0	0	4	1	1	2	1.38
32	0	4	1	2	2	1	1.63
36	3	0	4	4	0	4	2.50
37	1	0	4	1	1	4	1.88
38	3	1	3	3	0	4	2.44
41	2	4	2	4	1	4	2.81
42	2	2	2	3	1	2	2.00
43	2	0	2	3	0	4	1.69
Promedio	1.57	1.36	2.43	2.43	0.93	2.79	1.90

## Anexo 9. IK sistemas de producción agroecológicos en etapa inicial

Indicadores y Subindicadores económicos							
	A. Autosuficiencia alimentaria		B. Ingreso suficiente para la familia	C. Riesgo económico			
N° Finca	A1. Diversificación de la producción	A2. Superficie dedicada para la producción agroecológica	B. Ingreso para la familia	C1. Diversificación para la venta	C2. Número de canales de comercialización	C3. Dependencia de insumos externos	IK
2	1	2	2	2	3	4	2.06
4	2	1	2	3	4	2	1.94
8	2	0	3	3	0	4	1.94
9	1	0	1	2	1	4	1.19
10	0	1	2	1	1	4	1.38
11	0	0	3	0	2	4	1.38
12	1	0	3	2	2	4	1.75
13	1	0	0	2	2	4	1.00
14	3	0	3	4	0	4	2.25
15	3	1	2	4	0	4	2.25
17	0	1	0	0	2	3	0.75
21	0	4	1	1	1	3	1.75
24	1	1	4	1	3	1	1.88
25	1	0	2	2	2	2	1.25
27	0	4	2	0	0	2	1.75
33	2	1	3	3	3	1	2.00
34	0	2	3	1	0	2	1.56
Promedio	1.06	1.06	2.12	1.82	1.53	3.06	1.65

## Anexo 10. Especies cultivadas en las fincas agroecológicas de Toacaso

Nombre Común	Nombre Científico
Acelga	<i>Beta vulgaris</i>
Ají	<i>Capsicum annuum</i>
Ajo	<i>Allium sativum, L</i>
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>
Avena	<i>Avena</i>
Apio	<i>Apium graveolens</i>
Arverja	<i>Pisum sativum</i>
Brócoli	<i>Brassica Oleracea var. italica</i>
Cebolla blanca	<i>Allium cepa</i>
Cebolla paitaña	<i>Allium cepa, L</i>
Cebolla perla	<i>Allium cepa</i>
Cebolla puerro	<i>Allium porrum</i>
Cebollin	<i>Allium schoenoprasum</i>
Cilantro	<i>Coriandrum sativum</i>
Chocho (tarwi)	<i>Lupinos mutabilis</i>
Col de repollo	<i>Brasica oleracea var. capitata</i>
Col morada	<i>Brasica oleracea var. rubra</i>
Col de brúcela	<i>Brassica oleracea var. gemmífera</i>
Col de Milán	<i>Brassica oleracea var. sabauda</i>
Coliflor	<i>Brasica oleracea var botrytis</i>
Espinaca	<i>Spinacia oleracea</i>
Fréjol	<i>Phaseolus vulgaris</i>
Haba	<i>Vicia faba</i>
Lechuga de repollo	<i>Lactuca sativa</i>
Lechuga crespá	<i>Lactuca sativa</i>
Lechuga morada	<i>Lactuca sativa</i>
Manzanilla	<i>Matricaria recutita L.</i>
Maíz	<i>Zea mays</i>
Mellico (olluco)	<i>Ullucus tuberosus</i>
Menta	<i>Menthax piperita</i>
Nabo	<i>Brassica napus, L</i>

<<Continuación>>

---

Oca	<i>Anser Anser</i>
Papa	<i>Apium graveolens var. rapaceum</i>
Papanabo	<i>Cucurbita sativus</i>
Pepinillo	<i>Petrosellum sativum</i>
Perejil	<i>Petrosellum crispum</i>
Perejil crespo	<i>Cucumis sativus</i>
Pimiento	<i>Raphanus sativus, L</i>
Rábano	<i>Capsicum annum</i>
Remolacha	<i>Beta vulgaris</i>
Romanesco	<i>Brassica oleracea var. Botrytis L,</i>
Romero	<i>Rosmarinus officinalis L</i>
Rúcula	<i>Eruca vesicaria</i>
Tomate riñón	<i>Solanum lycopersicum</i>
Zanahoria amarilla	<i>Dacus carota</i>
Zanahoria blanca (Arracacha)	<i>Arracacia xanthorrhiza Bancr.</i>
Zapallo	<i>Cucurbita maxima</i>
Zuquini	<i>Cucurbita pepo</i>

---

## **Anexo 11. Especies animales presentes en las fincas agroecológicas de Toacaso**

<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre Científico</b>
Cerdos	<i>Sus domesticus</i>
Chivos	<i>Capra aegagrus hircus</i>
Conejos	<i>Orytolagus cuniculus</i>
Codornices	<i>Coturnix coturnix</i>
Cuyes	<i>Cavia porcellus</i>
Gallinas	<i>Gallus Gallus domesticus</i>
Ovejas	<i>Ovis orientalis</i>
Patos	<i>Anas platyrhynchos</i>
Vacas	<i>Bos primigenius taurus</i>

