

Universidad Andina Simón Bolívar

Sede Ecuador

Área de Estudios Sociales y Globales

Maestría de Investigación en Desarrollo Sostenible y Cambio Climático

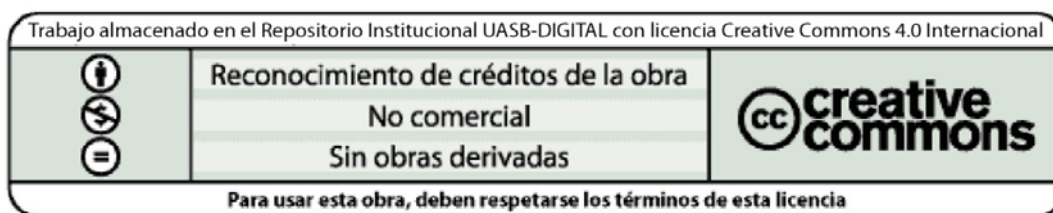
Agricultura convencional y agroecología frente al cambio climático

Elementos para el análisis a partir de las experiencias en 2 comunidades indígenas de la cuenca de lago San Pablo, Cantón Otavalo, Provincia de Imbabura

José Manuel Chalán Cachimuel

Tutor: Fernando Larrea Maldonado

Quito, 2019



Cláusula de sesión de derechos de publicación de tesis

Yo, José Manuel Chalán Cachimuel, autor de la tesis titulada “Agricultura convencional y agro ecología frente al cambio climático: elementos para el análisis a partir de las experiencias en 2 comunidades indígenas de la cuenca de lago San Pablo, Cantón Otavalo, Provincia de Imbabura”. Mediante el presente documento dejo constancia de que la obra es de mi exclusiva autoría y producción, que la he elaborado para cumplir con uno de los requisitos previos para la obtención del título de magíster en la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador.

1. Cedo a la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación, durante 36 meses a partir de mi graduación, pudiendo, por lo tanto, la Universidad utilizar y usar esta obra por cualquier medio conocido o por conocer, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico. Esta autorización incluye la reproducción total o parcial en formato virtual, electrónico, digital u óptico, como usos en red local y en internet.
2. Declaro que en caso de presentarse cualquier reclamación de parte de terceros respecto de los derechos de autor/a de la obra antes referida, yo asumiré toda responsabilidad frente a terceros y a la Universidad.
3. En esta fecha entrego a la Secretaría General, el ejemplar respectivo y sus anexos en formato impreso y digital o electrónico.

Quito, 03 de abril de 2019

Firma:

Resumen

El presente estudio se realizó en la Parroquia de San Rafael de la Laguna, perteneciente al cantón Otavalo, Provincia de Imbabura, con la finalidad de analizar y evaluar la sustentabilidad ambiental, social y económica de los sistemas agrícolas de agroecología y agricultura convencional que realizan las familias indígenas de las comunidades de Huaycopungo y Tocagón

La metodología que se utilizó fue el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS), para así generar los resultados positivos como negativos, fortalezas y debilidades de las dos prácticas se aplicaron encuestas y entrevistas a 60 familias de productores (30 agroecológicas, 30 convencionales).

El trabajo está dividido en dos capítulos: El primero consta de la identificación de la problemática en materia de sustentabilidad, análisis del marco conceptual y referencial teórico para la fundamentación de la tesis. El segundo capítulo presenta el análisis de las comunidades, mostrando enfáticamente que la práctica agroecológica es el sistema más sustentable con el medio ambiente con una puntuación máxima de 4.8 sobre la escala de calificación de 1-5. Al contrario, práctica de agricultura convencional no aporta a la sustentabilidad del sistema porque tiene una puntuación promedio de 1.88, sobre 5.

Este trabajo dedico a mis padres José y María, quienes me supieron ayudar y fueron mi soporte en mi carrera profesional.

Agradecimientos

Agradezco a Dios y a mi familia quienes han influido en mí con su sinceridad y cariño en el transcurso de la vida personal y profesional.

A mis profesores que con sus conocimientos me supieron guiar y enseñar los conocimientos de la investigación.

Tabla de contenidos

Introducción	15
Planteamiento del problema	16
Justificación.....	17
Objetivo general	20
Objetivos específicos.....	20
Planteamiento de hipótesis	20
Capítulo primero Cambio climático a nivel global	21
1. Agricultura y cambio climático.....	22
2. Agroecología un nuevo modelo agrícola como adaptación al cambio climático	24
3. Estrategias agroecológicas para enfrentar al cambio climático	25
4. Sistemas agrícolas tradicionales como modelos de resiliencia	26
Capítulo segundo.....	29
1. Sistema agrícola de producción a nivel local	30
2. Descripción de la actividad agropecuaria de la Provincia de Imbabura	30
3. Caracterización de la zona de estudio	32
4. Taxonomía de los Suelos de la Zona de Estudio.....	36
5. Cobertura vegetal	36
6. Factores climáticos.....	37
7. Red hídrica	37
8. Ecosistemas frágiles, servicios ambientales y territorio bajo conservación o manejo ambiental.....	39
9. Recursos naturales degradados o en proceso de degradación y sus causas	40
10. Actividad agrícola	41
11. Sub sistema Pecuario.....	44

12. Metodología de investigación	46
13. Población y muestra de la investigación	46
14. Materiales y métodos de análisis.....	47
15. Metodología de trabajo de campo	52
16. Resultados de la investigación de campo	52
17. Tenencia de tierra	54
18. Tamaño de tierra productiva	54
19. Tenencia de animales de los productores agrícolas	55
20. Insumos para el desarrollo productivo	56
21. Frecuencia de administración de insumos para el desarrollo de cultivos.	57
22. Inversión en los cultivos agrícolas	58
23. Diversificación de cultivos.....	59
24. Problemas en los cultivos.....	60
25. Efectos del cambio climático en los cultivos	61
26. Financiamiento	62
27. Evaluación de sustentabilidad de los sistemas con el método MESMIS	63
28. Ponderación de indicadores.....	68
Conclusiones	75
Obras citadas	79
Anexos.....	83

Lista de ilustraciones

Tabla 1 Uso actual de suelo Cantón Otavalo	19
Tabla 2 Destino de la producción.....	31
Tabla 3 Cultivos asociados.....	32
Tabla 4 Tipo de suelo	36
Tabla 5 Cobertura vegetal	36
Tabla 6 Factores climáticos de la parroquia.....	37
Tabla 7 Ecosistemas y grado de conservación	39
Tabla 8 Recursos naturales degradados	40
Tabla 10 Vertientes disponibles en la parroquia	43
Tabla 11 Matriz criterios de evaluación.....	50
Tabla 12 Productos agrícolas cultivados en la zona.....	52
Tabla 13 Fortalezas y debilidades de sistemas productivos	64
Tabla 14 Indicadores ambientales en dos sistemas agrícolas.....	66
 Gráfico 1 Mapa de ubicación de la Parroquia de San Rafael de la Laguna	 33
Gráficos 2 Red hídrica.....	38
Gráfico 3 Área por cultivo en San Rafael	43
Gráfico 4 Número de porcinos en la Parroquia.....	44
Gráfico 5 Especie Bovina en la Parroquia	44
Gráfico 6 Número de especie ovina en la Parroquia	45
Gráfico 7 Tenencia de tierra.....	54
Gráfico 8 Tamaño de tierra productiva (Ha).....	55
Gráfico 9 Crianza de animales de los agricultores (%).....	56
Gráfico 10 Administración de insumos para el desarrollo de cultivos.	57
Gráfico 11 Administración de insumos químicos	58
Gráfico 12 Inversión de producción agrícola.....	59
Gráfico 13 Diversificación de cultivos.....	60
Gráfico 14 Problemas en los cultivos.....	61
Gráfico 15 Efectos de cambio de clima (%)	62
Gráfico 16 Acceso a crédito	63
Gráfico 17 Diagrama de sustentabilidad ambiental, agro ecología.....	71

Gráfico 18 Diagrama de sustentabilidad ambiental, agricultura convencional... 72

Gráfico 19 Diagrama de sustentabilidad ambiental, agricultura convencional... 73

Introducción

Actualmente uno de los problemas graves que enfrenta el mundo es el fenómeno de cambio climático, el mismo que trae consecuencias que pueden ser catastróficas para toda la humanidad y el planeta.

Investigadores y expertos en el tema del cambio climático sostienen que el aumento de temperatura a nivel global en el planeta es una gran amenaza para la agricultura; es indudable la predicción y afirmación de los expertos en el tema de cambio climático porque la agricultura podría ser la más afectada severamente por sus efectos: sequías, heladas, altas precipitaciones, inundaciones etc.

La amenaza del cambio climático ya es muy evidente en el mundo entero y expertos del Panel Inter gubernamental de Cambio Climático (IPCC) han advertido que “probablemente algunos sistemas, sectores y regiones resultarán especialmente afectados por el cambio climático, siendo la agricultura en latitudes medias una de las más afectadas debido a una menor disponibilidad de agua; y en los trópicos secos debido a la alteración de las precipitaciones de lluvia y de la evapotranspiración; y en áreas dependientes de la nieve y del deshielo” (MAE 2012, 46).

La vulnerabilidad de la agricultura a la amenaza del cambio climático se puede notar evidentemente de forma empírica visitando las parcelas y los cultivos de los campesinos. Las familias campesinas manifiestan que durante el día el calor es intenso y en las noches las temperaturas bajas muy extremas, se evidencia claramente que el clima está cambiando.

En la Estrategia Nacional de Cambio Climático realizada por el Ministerio de Ambiente del Ecuador sostiene que “Los cambios en la temperatura promedio del aire y del suelo, sumados a los cambios en la disponibilidad de agua, ya sea a través de la lluvia o de agua de riego, pueden tener un efecto en el incremento de plagas y la pérdida de tierras cultivables y cosechas”, lo que a su vez repercute negativamente en la producción agrícola (MAE 2012, 24).

Planteamiento del problema

Los problemas de cambio climático en los cultivos es la mayor amenaza para la producción agrícola y pecuaria; sin embargo existen estudios realizados por Heifer Ecuador (2014), MAGAP Ecuador¹, los cuales hacen referencia a que la mayoría de agricultores conocen sobre el clima cambiante y frente a esto, los agricultores conocen técnicas ancestrales que sirven para la adaptación y así, minimizan pérdidas en los cultivos. Estas técnicas incluyen: agro forestaría, policultivos y rotación de cultivos.

En la zona andina principalmente los campesinos conocen prácticas y técnicas para la adaptación al cambio de clima. Una de las prácticas que apuesta hacia la adaptación al cambio climático es la agroecología. Ésta es una actividad que se alimenta del conocimiento tradicional desarrollando desde tiempos preincaicos con los cultivos principales como son la papa, haba, quinua y maíz de todas sus variedades. Estos productos fueron las más importantes en la dieta alimenticia en la época incásica, en los tiempos de la colonia y hasta la actualidad en las zonas rurales del Ecuador. Un claro ejemplo de ello es la chacra andina, en la que el cultivo de papas ha sido uno de los productos de mayor importancia en la dieta alimenticia en las familias indígenas antes de la llegada de los españoles. Actualmente las organizaciones no gubernamentales desarrollan investigaciones y aportes a la agroecología, según HEIFER Ecuador: “Las iniciativas agroecológicas surgen en el Ecuador a partir de los años ochenta y mediados de los noventa. Nacen redes y se conforman ONG con el propósito de rescatar la agroecología como ciencia y conocimiento local de los agricultores, con una perspectiva más amplia en lo social, cultural, económico y ambiental (Heifer Ecuador 2014, 38)”.

La agricultura masiva como el monocultivo en las comunidades del Cantón Otavalo genera impactos negativos en el ambiente, salud y soberanía alimentaria. El impacto en el ambiente es, sin duda, el problema más profundo porque genera la contaminación y la desertificación de suelos, contaminación del aire y del ambiente con el alto uso de agroquímicos, fertilizantes y fungicidas. La práctica de monocultivo es un factor negativo que ocasiona la pérdida de agro biodiversidad y debilita el proceso de resiliencia y adaptación frente al cambio climático y también incide negativamente en el

¹ De la Torre Julio, Agricultura familiar campesina, circuitos alternativos de comercialización y adaptación al cambio climático, MAGAP, Quito Ecuador, 2014. Pág. 16.

impulso y fortalecimiento de la soberanía alimentaria, como en la mitigación al cambio climático que el país está apuntando a través del Ministerio del Ambiente del Ecuador.

En la mayoría de comunidades indígenas del Cantón Otavalo existen plantaciones de flores bajo invernaderos, tomate de riñón, tomates de árbol, frutillas y hortalizas en las que son utilizados para la producción sustancias químicas y agroquímicos. En el sector de la cuenca del Lago San Pablo existen plantaciones similares antes mencionadas especialmente en las parroquias de San Pablo, Gonzáles Suarez, San Rafael y Eugenio Espejo en donde la agricultura convencional es un sistema de producción que necesita de un alto consumo de productos químicos como: Fertilizantes, fungicidas, insecticidas, plaguicidas estos productos son utilizados aproximadamente de 1250 Kg x Hectárea y suministrados dos veces a la semana y los productores no tienen un uso restringido para su utilización.

Estos elementos afectan directamente a los recursos naturales como el suelo, cuerpos de agua y contaminación del aire, con el resultante de todo aquello que es el alto costo ambiental y social. Ambiental porque las plantaciones de frutillas, tomate de árbol, tomate de riñón y grandes extensiones de plantación de flores bajo invernadero se encuentran asentadas casi al borde del lago San Pablo. La evidencia física que perciben los comuneros y los habitantes del sector de esta práctica agrícola es el uso excesivo de agroquímicos, mal manejo de desechos sólidos, contaminación evidente con desperdicios de agroquímicos que descargan al río Itambi, principal río que alimenta al Lago San Pablo, contaminación del agua subterránea por medio de infiltraciones de químicos, la contaminación de suelo con residuos sólidos de agroquímicos, y la contaminación al aire producto de fumigaciones. Se producen también enfermedades en los animales como ganado, cerdos, ovejas, caballos, inclusive enfermedades en la piel de los niños y personas adultas.

Justificación

La producción agrícola convencional es sin duda de las actividades económicas más importantes del Cantón Otavalo y de toda la región andina. Durante las últimas décadas el impacto que causan los seres humanos con sus modos de producción sobre los agros ecosistemas y sus servicios ha sido más rápido y se está degradando el suelo por el uso de agroquímicos de manera no sostenible.

La mayoría de familias indígenas campesinas se dedican a la agricultura convencional que induce el monocultivo, el uso excesivo de agroquímicos para aumentar la producción e incrementar los ingresos económicos para la familia.

La agroecología se enfoca fundamentalmente en pequeños productores agrícolas de tipo familiar, quienes son, en gran medida, los agentes que alimentan a la gran mayoría de Otavaleños e inclusive proveen a mercados provinciales y nacionales y realizan las prácticas agrícolas en sus chakras de manera general. Existen también algunas familias apoyadas por ONGs, y organizaciones que socializan y capacitan hacia el desarrollo de agroecología que en los últimos años se está fortaleciendo en procura de fomentar la alimentación sana, conservación de agro ecosistemas, recursos naturales y la adaptación al cambio climático.

Frente a estos modelos agrarios antes expuestos, la investigación prioriza el análisis comparativo, con objetividad, de la práctica agroecológica local frente a la agricultura convencional, tratando de colocar en el tapete de análisis sus impactos en el medio ambiente y su contribución a la mitigación frente al cambio climático desde la perspectiva de las familias campesinas indígenas en dos comunidades del Cantón Otavalo.

Aproximadamente 30 familias campesinas apuestan a la agroecología como una buena opción para una alimentación saludable, conservación de suelos, y adaptación frente al cambio climático. Esta práctica agrícola tiene importantes ventajas frente a la negativa agricultura convencional, agro industrial y sostiene una respuesta muy positiva en temas de seguridad alimentaria, desigualdad social, daño ambiental y cambio climático.

El Cantón Otavalo cuenta con una población rural de 65520 habitantes según los datos oficiales del Instituto Nacional de Estadísticas y Censo, INEC 2010, de la cual el 60% familias indígenas campesinas en las comunidades se dedican a la agricultura como medio de su vida cotidiana (CELAEP, 2015).

De acuerdo al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial PDOT del cantón Otavalo los principales productos del sector primario se encuentran en forma de cultivo mixto como: maíz suave (choclo), frejol tierno, habas, alverjas y en menor cantidad el zambo. De acuerdo a la información del uso actual del suelo, se identifican a escala 1:50000 las siguientes áreas de producción agrícola.

Tabla 1
Uso actual de suelo Cantón Otavalo

Área de producción	Superficie
Pasto Cultivado	8941.85 Ha.
Caña de azúcar	131.4 Ha
Cultivo de ciclo corto (Maíz, papa, frejol, habas, chochos, zapallo, zambo, hortalizas y legumbres).	5882.11 Ha.
Cultivo Bajo invernadero (agricultura convencional).	79.45 Ha.

Fuente: CELAEP, 2015

Elaboración: propia

La agricultura es sin duda una de las actividades económicas más importantes del cantón Otavalo, principalmente en las parroquias rurales de San Pablo de Lago, González Suárez, Eugenio Espejo, San Rafael de la Laguna, San Juan de Ilumán y Quichinche.

En el cantón Otavalo las actividades agroecológicas son consideradas como un modelo económico productivo, familiar y responsable con el ambiente, también propuesto como la alternativa para enfrentar a los problemas ambientales como la deforestación por los monocultivos, el uso intensivo de plaguicidas y el uso exagerado de agro tóxicos que inciden directamente en el cambio climático y este, a su vez, perjudica a la agricultura y a la humanidad.

La agroecología se ha fortalecido y desarrollado por el proyecto agro biodiversidad impulsado por el CEPCU², FAO, HEIFER en las comunidades rurales del cantón Otavalo desde el año 2005 y esta actividad abarca actualmente aproximadamente a cien familias que se dedican a la agroecología en todo el Cantón Otavalo. Como ya se mencionó anteriormente esta actividad permite el aumento de la producción agrícola, contribuye a mejorar la nutrición del suelo, la adaptación y mitigación al cambio climático, reduce la pobreza rural, mejora la calidad de ambiente.

Dentro del proyecto impulsado por los organismos no gubernamentales antes citados están las comunidades beneficiarias; Huaycopungo y Tocagón, que se encuentran

² Centro de estudios pluriculturales, Imbabura.

ubicadas en la cuenca de lago San Pablo, en donde la mayoría de las familias se dedican principalmente a la agricultura convencional en particular con el cultivo de fresas, tomate de árbol y tomate riñón. También existen familias que se dedican a la agroecología desde hace 10 años, dentro de la cual las familias han recibido asesoría y capacitaciones sobre las prácticas agroecológicas y sus beneficios tanto sociales, como económicos y ambientales. En estas prácticas que las comunidades realizan, aplican mecanismos y elementos claves como respuestas frente al cambio climático.

Para el análisis de este estudio de investigación se tomó las prácticas de 60 familias, treinta que practican agroecología y treinta, agricultura convencional. Estas experiencias o prácticas agrícolas se encuentran ubicadas en las dos comunidades que se encuentran localizadas en la cuenca de lago San Pablo, Cantón Otavalo, Provincia de Imbabura.

Objetivo general

Analizar y comparar las prácticas agroecológicas en las dos comunidades a fin de determinar en qué forma éstas constituye una medida de adaptación para el cambio climático, a través de la comparación entre las prácticas agroecológicas y las prácticas convencionales ligadas al monocultivo.

Objetivos específicos

1. Analizar la propuesta de la agroecología como una medida de adaptación frente al cambio climático, a través de la recopilación de información primaria, secundaria y bibliográfica.

2. Realizar el análisis cualitativo y cuantitativo de la práctica de agroecología y agricultura convencional en la zona de estudio y determinar cuál práctica agrícola contribuye a la mitigación y adaptación frente al cambio climático en las 2 comunidades de Cantón Otavalo.

Planteamiento de hipótesis

En la presente investigación se planteó como hipótesis: La práctica de agroecología en las dos comunidades pertenecientes al Cantón Otavalo constituye un aporte a la adaptación frente al cambio climático porque al contrario de la agricultura convencional, limita el uso de agroquímicos, promueve la diversificación de la agricultura, la reforestación, el incremento de materia orgánica en el suelo.

Capítulo primero

Cambio climático a nivel global

El cambio climático es comprendido como un fenómeno que produce cambios en el sistema climático y es uno de los problemas que más afecta directamente a la humanidad y a los cultivos. Este fenómeno es un hecho real que causa graves problemas ambientales. El IPCC³, sostiene que: “el calentamiento en el sistema climático es inequívoco, y desde la década de los cincuenta ha ido incrementando la temperatura del ambiente. La atmósfera y el océano se han calentado, los volúmenes de nieve y hielo han disminuido y el nivel del mar se ha elevado” (IPCC 2014, 2).

El panel intergubernamental de cambio climático IPCC, en su informe sostiene lo siguiente: “las emisiones de CO₂ acumuladas determinarán en gran medida el calentamiento medio global en superficie a finales del siglo XXI. La mayoría de los aspectos del cambio climático perdurarán muchos siglos, incluso aunque pararan las emisiones de gas carbónico” (IPCC 2014, 2). El clima últimamente ha sido incierto, provocando por ejemplo altas precipitaciones y olas de calor en el hemisferio norte, casos de Estados Unidos y países europeos; que son países industrializados que consumen y demandan los combustibles fósiles en grandes cantidades.

El cambio climático de acuerdo a las demostraciones e informes del grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático (IPCC) se refiere al cambio sostenido de clima en la tierra y sin duda alguna la temperatura de la tierra se está calentando en las últimas décadas, lo cual se evidencia en los ciclos agrícolas.

Según la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio climático (UNFCCC), el cambio climático hace referencia “al cambio del clima que es atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial” (IPCC 2007, 30). El cambio climático en un futuro muy cercano puede volverse una verdadera amenaza y peligro al mundo natural, a la humanidad y a las producciones agropecuarias; los sectores más vulnerables a este fenómeno serán los sectores rurales con deficientes recursos para contra atacar sus impactos.

³ IPCC, Panel Intergubernamental de Cambio Climático.

Las emisiones de Dióxido de Carbono CO₂, Óxido Nitroso N₂O, Metano CH₄, y otras provenientes del uso de combustibles fósiles y agro químicos contribuyen considerablemente al aumento de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera y esto a su vez produce cambio en la temperatura del sistema climático y el calentamiento global en la tierra.

Entre los impactos más importantes del cambio climático previstos por el IPCC (2014) en el sistema de producción de alimentos y la seguridad alimentaria, están:

- La reducción de la productividad de los cultivos principalmente en las regiones tropicales y templadas.
- La alteración de todos los aspectos de la seguridad alimentaria, incluyendo acceso y estabilidad de precios.

Para estos problemas existen algunas alternativas, una de las más importantes alternativas frente al cambio climático puede ser la adaptación, conociendo que la adaptación al cambio climático es un proceso integrado y flexible que depende del manejo sostenible de los recursos naturales y la conservación del ambiente.

1. Agricultura y cambio climático

El cambio climático sin duda es considerado como uno de los fenómenos de mayor amenaza mundial para la agricultura, para la vida de los agricultores, familias rurales de escasos recursos económicos y oportunidades, y sobre todo expone a riesgos extremadamente altos a la misma humanidad del mundo entero.

El uso de combustibles fósiles y los insumos que se emplean desde la revolución verde, ha sido de una manera exagerada, la aplicación de agroquímicos en los cultivos genera la contaminación del aire como de los cultivos.

Un cambio significativo en el clima, como: el aumento de temperatura, altas precipitaciones, sequía larga, inundaciones puede afectar directamente en los cultivos, provocando pérdidas irreparables para los agricultores en particular a las familias de escasos recursos económicos.

Para el IPCC (2014, 6), “la evidencia más sólida y completa de los impactos observados del cambio climático corresponde a los sistemas naturales. En muchas regiones, las cambiantes precipitaciones o el derretimiento de nieve y hielo están alterando los sistemas hidrológicos, lo que afecta a los recursos hídricos en términos de cantidad y calidad”. En lo que se refiere a las afectaciones en los rendimientos en los cultivos este informe señala: “la evaluación de muchos estudios que abarcan un amplio

espectro de regiones y cultivos muestra que los impactos negativos del cambio climático en el rendimiento de los cultivos han sido más comunes que los impactos positivos” (IPCC 2014, 54).

En muchas regiones, la producción agrícola ya se está viendo afectada negativamente por un aumento de las temperaturas, una mayor frecuencia de períodos sin lluvia y sequías, la intensificación de los fenómenos meteorológicos, el aumento del nivel del mar y la salinización de los terrenos de cultivo (FAO 2016, 5).

Actualmente en la zona de estudio se ha evidenciado de forma empírica que los cambios de temperatura (mayor intensidad solar, sequías prolongadas), es una realidad que afecta directamente a los cultivos y a la crianza de animales menores, los efectos de este cambio de temperatura son aspectos difíciles de controlar.

La agricultura no solo provee alimentos para las sociedades del mundo, sino que también contribuye de manera significativa al cambio climático, producto de las emisiones de gases como dióxido de carbono y óxido nitroso producto de suministros de agroquímicos en los cultivos para obtener una mayor productividad de los mismos.

La práctica de la agricultura en las últimas décadas ha adoptado modelos y tecnologías externas con impactos ambientales significativos para el medio ambiente, y esto ha sido un aporte más hacia los impactos negativos que generan al ambiente, con emisión de dióxido de carbono, óxido nitroso, y otros elementos químicos que fortalecen al cambio climático.

La producción agrícola y pecuaria, en particular, emite importantes cantidades de metano y óxido nitroso, dos potentes gases de efecto invernadero. El metano lo produce el ganado rumiante durante la digestión, y también emana del estiércol almacenado y de residuos orgánicos (FAO 2016, 8). En nuestra zona de estudio la agricultura sea de pequeña o de mayor escala las emisiones de estos gases son producidas por la aplicación de productos químicos como: fertilizantes, fungicidas, pesticidas, abonos químicos, insecticidas etc., y la crianza de animales menores (ganado) produce el metano un gas fuerte que contribuye al cambio climático.

Propia Jorge Tello sostiene que “el cambio climático y la crisis mundial de alimentos llevan a mirar con atención la vulnerabilidad, insostenibilidad e inequidad social de la agricultura y la producción de alimentos” (Tello 2011, 13). Para este autor, “la agricultura es responsable del 13% del total de emisiones de gases de efecto invernadero y la cifra aumenta en forma significativa hasta el 30 a 40% con prácticas no sostenibles como la tala y quema, el uso de agroquímicos, etc.”

2. Agroecología un nuevo modelo agrícola como adaptación al cambio climático

Según expertos como Altieri y Nicholls (2013), la agricultura sostenible es una de las alternativas para la adaptación y mitigación al cambio climático. Estas prácticas ayudan directa o indirectamente a la captura de carbono y evitan que el suelo y los recursos naturales se degraden.

Entre las innovaciones que fortalecen la resiliencia de los sistemas agrícolas en pequeña escala al cambio climático se encuentran: la mejora de la eficiencia en el uso de los recursos a través de la intensificación sostenible de la producción y la adopción de sistemas de producción agroecológica (FAO 2016, 57).

La agroecología se nutre del conocimiento tradicional que ha existido desde los siglos pasados en Latino América, un ejemplo de ello es la agricultura de los imperios, inca, azteca y maya, en donde en las comunidades de los andes y mesoamericanas, aun ponen en práctica los cultivos tradicionales como chakras, cercas vivas con árboles frutales nativos etc.

Varios investigadores definen a la agroecología como una práctica agrícola sostenible, amigable con el medio ambiente que conserva y protege los recursos naturales como: el suelo, agua, aire y el ambiente.

Según HEIFER Ecuador (2014, 28), la agroecología se define como una ciencia y una serie de prácticas tan antiguas como los orígenes de la agricultura, donde convergen dos disciplinas científicas: la agronomía y la ecología. La agroecología por su parte es un tema de novedad en la actualidad, sin embargo esta práctica ha existido desde tiempos remotos que los pueblos nativos convivían con esta práctica agrícola sostenible.

En el referido estudio de HEIFER Ecuador (28-29), se establecen algunos de los principios de agroecología, entre los cuales tenemos:

- a) La adaptación a las condiciones locales.
- b) Balancear el flujo de nutrientes y energía, conservar los recursos.
- c) Incrementar las relaciones sinérgicas entre los organismos vivos.
- d) Manejar holísticamente el agro ecosistema.
- e) Sustituir y reducir la dependencia de insumos químicos nocivos que degradan el medio ambiente y aumentar el uso de insumos biológicos u orgánicos.

- f) Aumentar la capa vegetal del suelo a través de materia orgánica y la actividad biótica del suelo y reducir la cantidad de labranza para minimizar la erosión del suelo, la pérdida de agua/humedad y nutrientes.
- g) Rotación de cultivos que disminuye los problemas de maleza, insectos y plagas, reduciendo la necesidad de pesticidas, insecticidas. Sistema de manejo para mejorar la salud vegetal y la capacidad de los cultivos para resistir plagas y enfermedades.
- h) Reciclaje de nutrientes y energía para reforzar la acumulación de materia orgánica en el suelo, con el fin de equilibrar y optimizar el ciclo de nutrientes.

La agroecología es una práctica que promueve la filosofía y principios de la ecología y desarrolla los sistemas de agricultura que sostengan y conserven al medio ambiente. También la agroecología se basa en principios familiares de las sociedades que la practican; forman parte de su cultura, y las técnicas y tecnologías lo transmiten de generación en generación. “La agroecología es una forma de producción de alimentos que prioriza la apropiación cultural, las formas colectivas de organización social, los sistemas de valores, rituales y económico de las comunidades campesinas, revalorizando las prácticas tradicionales en la producción agrícola local” (Heifer Ecuador 2014, 28).

Las prácticas agroecológicas ayudan a mitigar el cambio climático porque aplican los principios ecológicos a los sistemas agrícolas tradicionales y su relación con los cultivos (Chakras), animales, medio ambiente y el ser humano; esta relación fomenta una agricultura más resiliente y adaptativa a los efectos adversos del cambio climático.

3. Estrategias agroecológicas para enfrentar al cambio climático

Un intento por encontrar las alternativas efectivas frente al cambio climático es sin duda la agroecología, la agricultura familiar y campesina y la agricultura orgánica, según lo sostienen los investigadores y expertos en esta rama.

Los agricultores campesinos conocen de alguna manera empírica sobre este fenómeno climático y las cambiantes situaciones en el ciclo de cultivo y por esto los campesinos de la zona rural conocen de estrategias ancestrales para que el clima no afecte tanto en sus cultivos y producciones.

La gran mayoría de poblaciones rurales están expuestas de forma directa a los severos impactos del cambio climático, muchos sectores rurales con recursos limitados se encuentran luchando con este fenómeno climático, porque ellos conocen y tienen la sabiduría local para enfrentar a las incertidumbres climáticas. Las incertidumbres

climáticas que han enfrentado son inundaciones, sequías prolongadas, heladas, y altas precipitaciones.

Miguel Ángel Altieri y Clara Nicholls (2017, 6), expertos en temas de agroecología establecen lo siguiente: “los sistemas tradicionales ofrecen una amplia gama de opciones y diseños de manejo que incrementan la biodiversidad funcional en los campos de cultivo, y, por consiguiente, refuerzan la resiliencia de los agros ecosistemas”.

Las estrategias que practican las comunidades o sectores rurales campesinos para enfrentar la variabilidad climática desde las experiencias locales son los policultivos en sus chakras y parcelas, la integración de animales menores, el manejo de materia orgánica, el mantenimiento de sus parcelas, el cultivo de arbustos o plantas nativas mediante cercas vivas, el uso de tecnologías tradicionales y la rotación de cultivos año tras año; son algunas de estas estrategias que hacen que los cultivos sean más resilientes y se reduzcan los riesgos a las sequías prolongadas o altas precipitaciones, los cuales son los mayores problemas que enfrentan los agricultores campesinos en los sectores rurales marginales.

4. Sistemas agrícolas tradicionales como modelos de resiliencia

“Al contrario que los monocultivos de la agricultura industrial, muchos sistemas agrícolas tradicionales, que aún persisten en varios países en desarrollo, ofrecen una amplia gama de opciones y diseños de manejo que incrementan la biodiversidad funcional en los campos de cultivo, y por consiguiente, refuerzan la resiliencia de los agro ecosistemas” (Nicholls y Altieri 2015, 12).

El monocultivo por su incidencia a nivel global en la alimentación en varios países desarrollados y en vías de desarrollo ha dejado al borde y sin oportunidades a la agricultura familiar campesina que se mantiene en gran parte a nivel mundial especialmente en las zonas rurales. En comparación al monocultivo, la agricultura campesina tradicional incide positivamente en la conservación de recursos naturales.

En la actualidad millones de pequeños agricultores indígenas y familiares practican sistemas de agricultura tradicional desde tiempos remotos y los conocimientos y técnicas de agricultura son transmitidos de generación en generación. La práctica de la agricultura ancestral conserva los recursos naturales y en la actualidad viene a ser parte

de un tipo de agro ecosistemas resilientes al cambio climático y a la vez contribuye significativamente la conservación de la agrobiodiversidad.

Agrobiodiversidad comprendida como asocio de agricultura y sus elementos dinámicos con la biodiversidad (animales, plantas y micro organismos) que se utilizan en la agricultura y ayuda a fortalecer la capacidad adaptativa a las sequías prolongadas y veranos muy fuertes y a la conservación de ambiente.

En este aspecto en la zona de estudio las familias campesinas practican desde tiempos inmemorables, el sistema agrícola tradicional en donde predomina significativamente el cultivo de sus chakras, una práctica agraria cargada de conocimientos ancestrales y parte de la cultura misma de las comunidades indígenas de la zona. Estas prácticas son a la vez un soporte y herramienta básica como mecanismo de adaptación al cambio climático.

Las prácticas de adaptación al cambio climático expresan su aporte al agro ecosistema principalmente cuando se presentan los eventos de cambio climático y se comparan los rendimientos obtenidos con predios o fincas en los que no se han implementado dichas prácticas. Sin embargo, muchas de las prácticas incrementan la productividad del agro ecosistema sin presencia de los eventos de cambio climático; estas prácticas tendrán una mayor facilidad para su adaptación frente al cambio climático.

La práctica de una agricultura familiar y/ o agroecológica de las familias campesinas en las comunidades de estudio evidencia la existencia e incremento de la materia orgánica en los huertos, esto permite a su vez una mayor productividad, minimiza la presencia de plagas y enfermedades, provoca una mayor retención de agua y humedad en el suelo y, consecuentemente, crea mejores condiciones para resistir períodos de escasez o exceso de lluvia que son factores de cambio climático que afectan directamente a los cultivos.

Más adelante se procederá a analizar exactamente el tema de adaptabilidad desde las experiencias de los productores agroecológicos y agricultores convencionales producto de la investigación de la zona de estudio (comunidades indígenas de San Rafael), Cantón Otavalo, desde un enfoque de evaluación de sostenibilidad de los recursos naturales con el método MESMIS.

Capítulo segundo

Agricultura familiar y agroecología en Ecuador

HEIFER, Ecuador define a la agricultura familiar como: “una forma de producción caracterizada por la interdependencia que existe entre las actividades económicas que se realizan en la Unidad Productiva Agrícola (UPA) y la estructura familiar de la misma. Es decir la actividad productiva vinculada a la mano de obra de los miembros de la familia” (Heifer Ecuador 2014, 16).

En Ecuador la agroecología surge desde la década de los ochenta con las investigaciones y experimentos en el campo; sin embargo esta práctica ha sido desde la época preincaica por que los nativos de América cultivaban diversos productos de la zona de los andes como la papa, quinua, maíz que fueron los productos básicos de la alimentación de los pueblos nativos.

Esta práctica agrícola alcanza una perspectiva cultural y social, ya que recupera la alimentación tradicional y nativa por ser sana y nutritiva. En Ecuador, la propuesta agroecológica ha logrado sintonizar con la valorización del pasado de los conocimientos ancestrales (Tello 2011, 34).

La agroecología tiene las siguientes ventajas:

- Prácticas adaptadas al entorno biofísico
- Alta diversidad de cultivos
- Baja dependencia de insumos externos
- Resilientes al cambio climático.

Al mismo tiempo enfrenta las siguientes amenazas:

- Falta de mercados para comercialización de los productos.
- Cambio Climático.
- Presencia fuerte de tecnologías externas.
- Pérdida de agro biodiversidad.
- Pérdida de semillas nativas e introducción de semillas transgénicas.

Según el estudio realizado por HEIFER, en el Ecuador las unidades productivas de la economía familiar y campesina corresponden a 71.2035 unidades agrícolas familiares de un total de 84.2882 unidades productivas. Esto en términos porcentuales representa el 84,5% de unidades agrícolas familiares en todo el Ecuador (HEIFER, Ecuador 2014, 21)

La agricultura familiar y campesina (AFC) es una actividad y elemento clave para lograr la seguridad alimentaria y el desarrollo rural la cual es vinculante a la agroecología que promueve el desarrollo sustentable y la conservación del medio ambiente y recursos naturales.

El surgimiento de la agroecología en el Ecuador “se genera inicialmente por el impulso de organizaciones no gubernamentales (ONG) quienes impulsan nuevas formas de hacer una agricultura más amigable con la naturaleza, lo que forma parte de una preocupación mundial por el deterioro ambiental ocasionado por el modelo de la revolución verde”. (Heifer, Ecuador 2014, 38).

1. Sistema agrícola de producción a nivel local

Un sistema agrícola de producción se puede entender como un objeto de estudio permanente que integra varios componentes que se relacionan entre sí, en un conjunto definido de la producción agrícola, la sociedad y/o comunidad (Field, 1991: 29).

“Muchos autores ponen énfasis en la necesidad de llegar rápidamente a una delimitación rigurosa de la frontera entre el sistema y su medio. Durante mucho tiempo, las funciones de producción han sido el modelo fundamental utilizado por la economía agraria” (Field, 1991: 31).

Es el caso de la producción de maíz, frejol, habas, alverjas que en conjunto de cultivos viene a formar la chakra andina, cultivos agrícolas que se han venido practicando desde época preincaica, con conocimientos ancestrales del manejo y conservación de chakras de manera natural.

2. Descripción de la actividad agropecuaria de la Provincia de Imbabura

Según la Encuesta de Superficie de Producción Agropecuaria) (ESPAC), del año 2017, se conoce que la producción más relevante en la provincia de Imbabura es el tomate de riñón, seguido por la producción de la papa, el producto con la producción media es maíz suave y la cebada y la producción en menor cantidad es la cebolla blanca. (Ver tabla 2).

Tabla 2
Destino de la producción

Cultivos transitorios		Producción (Tm)	Ventas (Tm)
Arveja seca	Solo	228	114
Arveja tierna	Solo	176	1146
Brócoli	Solo	1005	1005
Cebada	Solo	3440	3243
Cebolla Blanca	Solo	12	11
Fréjol seco	Solo	941	725
Fréjol tierno	Solo	2143	1990
Haba seca	Solo	30	1
Haba tierna	Solo	82	77
Maíz suave choclo	Solo	2690	1883
Maíz suave seco	Solo	1886	820
Papa	Solo	10634	8800
Trigo	Solo	1516	1283
Quinua	Solo	396	383
Tomate riñón	Solo	19073	19026
Yuca	Solo	968	508

Fuente: ESPAC, 2017

Elaboración: propia

En la tabla 3 podemos apreciar que los cultivos asociados de mayor producción es frejol seco y maíz suave y es la producción predominante en las comunidades de la provincia de Imbabura, y tierras cultivables en toda la provincia se destinan principalmente al cultivo de maíz asociado con frejol, habas y chochos que tiene una producción de 2316 toneladas métricas, seguida de maíz suave choclo (choclo), con 1820 toneladas métricas y en menor cantidad se destinan el terreno para la producción de hortalizas y legumbres con una cantidad de 13 toneladas métricas.

Tabla 3
Cultivos asociados

CULTIVOS ASOCIADOS	Superficie (Has).	
	Plantada	Cosechada
Fréjol seco - maíz suave seco	2316	1961
Arveja seca	558	530
Fréjol tierno - maíz suave choclo	415	379
Tomate de árbol	56	18
Otras hortalizas y legumbres	13	9
Brócoli	7	7
Haba seca	315	213
Haba tierna	232	221
Maíz suave choclo	1820	227
Maíz suave seco	2357	2174
Tubérculos (papa)	63	44
Otros permanentes (Quinua)	2	2

Fuente: ESPAC, 2017

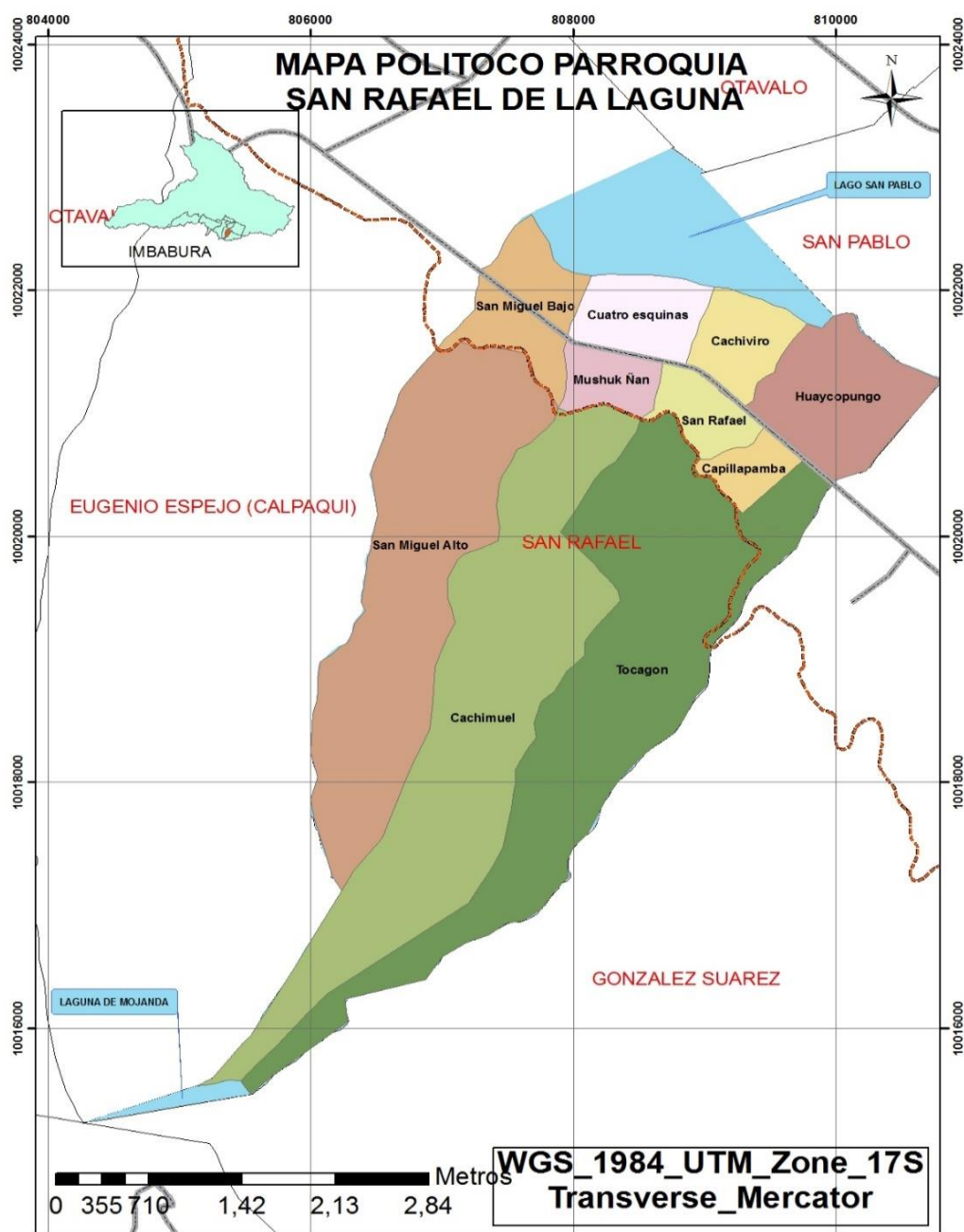
Elaboración: propia

3. Caracterización de la zona de estudio

Provincia	Imbabura
Cantón	Otavalo
Parroquia	San Rafael de la Laguna
Ubicación y altitud	0° 11' 24.5'' N, 78° 13' 30.79'' O 2.790 msnm
Población	5421 habitantes
Actividad principal	Producción agrícola, artesanías y comercio
Comunas	Huayco pungo y Tocagón

Gráfico 1

Mapa de ubicación de la Parroquia de San Rafael de la Laguna



Fuente: PDyOT San Rafael, 2015.

El Cantón Otavalo cuenta con una población rural de 65520 habitantes según los datos oficiales de INEC, 2010 de las cuales existen familias indígenas campesinas en las comunidades en su mayoría que se dedican a la agricultura como medio de su vida cotidiana. La agricultura es sin duda una de las actividades económicas más importantes del cantón Otavalo, principalmente en las parroquias rurales de San Pablo de Lago,

González Suárez, Eugenio Espejo, San Rafael de la Laguna, San José de Quichinche y Miguel Egas.

En el área rural las actividades agrícolas abarcan un 29% de la población ocupada y muy de cerca se encuentran las actividades de manufactura con un 25% esto puede significar tanto el impulso de la actividad industrial a pequeña y mediana escala (CELAEP, 2015).

La parroquia de San Rafael está ubicada cerca al núcleo urbano de la ciudad de Otavalo y colinda con la quebrada Guajindro con la parroquia rural Eugenio Espejo al oeste y el Río Itambi junto a la quebrada Santo Domingo al este.

La parroquia posee zonas de vida correspondientes a bosque húmedo montano (correspondiente a la parte alta de la parroquia), bosque húmedo montano bajo, con temperaturas que oscilan entre los 7° y 13°C, mientras que las precipitaciones varían de 900 a 1000 mm anuales (Cevallos, 2015: 13).

La Tenencia de tierra promedio es de aproximadamente 0,5 Ha. donde el 90% son terrenos propios familiares (Quinchuquí y Chalán 2016, 14). La gran mayoría de estos terrenos son utilizados para el cultivo de maíz, lo cual genera un desgaste notorio del suelo debido a que no existe rotación ni asociación de cultivos. En su mayoría las familias son dependientes de adquirir la mayoría de productos en los mercados locales como hortalizas y frutas, aparte de los cultivos tradicionales, de los cuales existen desconocimiento de producción y consumo, además de sus enormes beneficios nutritivos y para la salud.

En las comunidades de la Parroquia la mayoría de las familias se dedican al cultivo de maíz suave asociados con fréjol, habas, alverjas y chochos. Estos ciclos de cultivo lo realizan cada año y las cosechas lo destinan para la alimentación familiar y los excedentes lo comercializan en mercados locales.

La mayoría de productores de la parroquia de San Rafael tienen cultivadas sus chakras y es una actividad muy importante por su connotación social y cultural. Esta actividad agrícola ya forma parte de su cultura por que han dejado sus antepasados como legado para la alimentación de sus pueblos con la producción y cultivo de chakras andinas.

La actividad agrícola (chakras), sigue siendo una de las más importantes a nivel parroquial, el cultivo, la siembra, cosecha y el intercambio ha permitido que la práctica de esta actividad se mantenga a través del tiempo como parte de su cultura viva.

Cultivos tradicionales como el maíz, frejol, arveja, cebada y trigo se ubican en las partes altas como en las comunidades de San Miguel Alto, Tocagon y Cachimuel, que destinan su producción para el autoconsumo, y el poco excedente que generan venden en mercados de Otavalo. A diferencia de las comunidades de la parte baja como Huaycopungo, Cuatro Esquinas, San Miguel Bajo y Tocagón que por los beneficios del agua, existencias de acequias y humedales han logrado implementar cultivos convencionales dentro de sus parcelas como frutilla y tomate de árbol, tomate de riñón, y plantaciones de flores en grandes cantidades, que en estas comunidades generan un movimiento productivo a media escala.

La mayoría de familias indígenas campesinas se dedican a la agricultura tradicional (chakras), cultivando año tras año sus chakras andinas. También existen cultivos con tecnologías agrícolas convencionales sobre todo en la comunidad de Huaycopungo y Tocagón, las cuales provocan el monocultivo, el uso excesivo de agroquímicos para aumentar la producción e incrementar los ingresos económicos a la economía familiar. La producción agrícola convencional es un factor que incide negativamente en el ambiente y para la salud misma de los campesinos.

Las comunidades que integran la investigación de agroecología son: Huaycopungo y Tocagón, estas dos comunidades integran a familias que practican la agroecología, la agricultura tradicional, familiar y campesina; sin embargo, en la comunidad de Huaycopungo existen muchas familias que no practican la agroecología y tienen mayor cercanía con la agricultura convencional en pequeña escala.

En este contexto, y conociendo la diferencia entre agricultura convencional (A base de agroquímicos), y la agroecología, según datos de proyecto “Agro biodiversidad en la Parroquia de San Rafael”, en la Parroquia existen 35 familias que realizan la práctica agroecológica, y 120 familias se dedican a la agricultura convencional.

4. Taxonomía de los Suelos de la Zona de Estudio

En la tabla 4 se puede apreciar las formaciones geológicas que se ha generado diferentes tipos de suelo como son: los Andept, (Inceptisoles), representando el 13.90%; el suelo de tipo Tropept (Inceptisoles) correspondiendo al 29%; y finalmente los suelos denominados Udoll (Mollisoles) que poseen un régimen hídrico ústico, representando el 48.46% en toda la parroquia (Cevallos et al 2015, 8).

Tabla 4

Tipo de suelo		
Taxonomía del suelo	Área (ha)	Porcentaje (%)
ANDEPT	251,97	13,90
TROPEPT	525,75	29
UDOLL	878,51	48,46
Total	1812.68	100

Fuente: Cevallos et al, 2015.

Elaboración: Propia

5. Cobertura vegetal

La parroquia se ha caracterizado por poseer diferentes clases de cobertura vegetal, como son los bosques naturales en un 4.07%, agropecuarias con cultivos de ciclo corto en un 44.76%, agropecuarias con el 70% de maíz y 30% de pasto cultivado conformando un 7.32%, páramo en un 22.41%, vegetación arbustiva en un 12.69% y cuerpos de agua natural en un 8.75%, respecto al territorio; las actividades que se desarrollan dentro de cada tipo de cobertura se detallan en la tabla siguiente.

Tabla 5

Cobertura vegetal			
Cobertura vegetal	Actividades	Área (ha)	Porcentaje (%)
Bosques (Tierra Forestal)	Bosque Natural	73,80	4,07
Agropecuarias	Cultivos de ciclo corto	811,37	44,76
Agropecuarias	70% Maíz, 30% Pasto cultivado	132,72	7,32

Vegetación arbustiva y herbácea	Páramo	406,22	22,41
Vegetación arbustiva y herbácea	Vegetación arbustiva	229,94	12,69
Cuerpos de agua	Cuerpo de agua natural	158,62	8,75
Total		1812.68	100

Fuente: Cevallos et al, 2015.

Elaboración: Propia

6. Factores climáticos

Debido a la ubicación, en la parroquia oscilan precipitaciones de 900mm a 1000 mm anualmente; mientras que la temperatura varía entre los 7°C y los 13°C, originando 2 zonas de vida representativas para las formaciones ecológicas: Bosque húmedo Montano Bajo (bh-MB) y Bosque húmedo Montano (bh-M).

Los límites, tanto inferiores como los superiores en sentido altitudinal varían en función de la precipitación, la exposición, corrientes de aire, presencia o ausencia de nubes. Aunque toda la zona de Otavalo recibe de 500 a 1.000 milímetros de lluvia por su altitud, sus temperaturas son más bajas, factor que reduce la evapotranspiración potencial, haciendo del clima de esta formación vegetal, netamente húmeda. (Cevallos et al 2015, 9). Los datos generales se muestran en la tabla 6:

Tabla 6

Factores climáticos de la parroquia

Variable	Descripción
Precipitación	900-1000 mm
Temperatura	7-13 °C
Zona de vida	bh-M / bh-MB

Fuente: Cevallos et al 2015

Elaboración: Propia

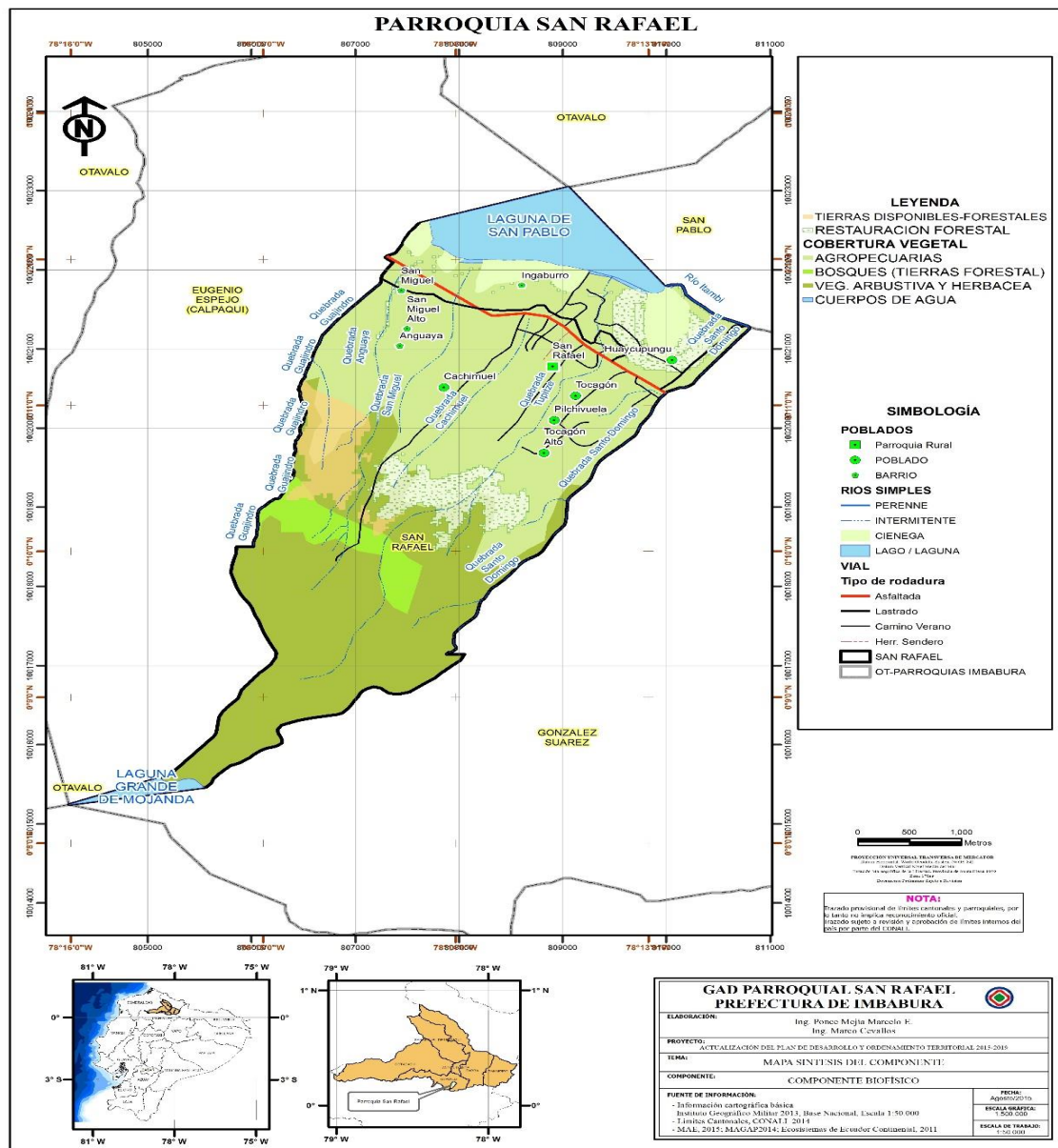
7. Red hídrica

A través de las formaciones geológicas, el grado de inclinación de la pendiente, las precipitaciones anuales y el aprovechamiento de los recursos naturales propios como son los páramos de Mojanda siendo una esponja de agua natural, se han formado redes hídricas que generalmente son para el aprovechamiento del ser humano; los principales

cauces que forman parte de la cuenca hidrográfica del Lago San Pablo son la quebrada Santo Domingo, siendo un hito parroquial que lindera con la parroquia de González Suarez, quebrada Tupize, quebrada. San Miguel, quebrada. Anguaya, quebrada Cachimuel, quebrada Guajindro que es el límite con la parroquia rural de Eugenio Espejo y el Río Itambi, siendo el límite entre la parroquia rural San Pablo.

De igual forma existen otros cuerpos de agua como es la Laguna Grande de Mojanda y el Lago San Pablo de Lago, además se han formado zonas de filtración denominadas ciénegas que se encuentran en las periferias del Lago San Pablo. Los cuerpos de agua más representativos son la quebrada Santo Domingo con 4 km, la Q. Tupitze 3.33 km. (ver gráfico 2).

Gráficos 2
Red hídrica



Fuente: Cevallos et al, 2015.

8. Ecosistemas frágiles, servicios ambientales y territorio bajo conservación o manejo ambiental

Los ecosistemas con los que cuenta la parroquia son categorizados en la tabla 7, con sus respectivas amenazas y prioridades de conservación.

Tabla 7

Ecosistemas y grado de conservación

Ecosistemas	Amenazas	Prioridad de conservación	Área (ha)	Porcentaje (%)
Agua	Contaminación	Alta	148,20	8,18
Arbustiva siempre verde montano del norte de los Andes	Quemas, deforestación	Bajo	57,91	3,19
Intervención	Quemas, deforestación	Media	1075,51	59,33
Herbazal del páramo	Deforestación, Quemas	Alta	337,39	18,61
Bosque siempre verde montano alto de la Cordillera Occidental de los Andes	Quemas, Deforestación	Alta	193,66	10,68
TOTAL			1812,68	100

Fuente: Cevallos et al 2015.

Elaboración: Propia.

En la tabla 12, podemos ver que la parroquia posee varias ecosistemas por su ubicación geográfica como son: arbustiva siempre verde montano, herbazal de paramo Bosque siempre verde montano y ecosistema lacustre por el Lago San Pablo y Laguna de Mojanda. De los datos obtenidos el ecosistema lacustre y/o agua es la más contaminada especialmente el lago San Pablo por el contacto con los seres humanos y la producción agrícola, seguido por el ecosistema herbazal de páramo es amenazada por las quemas de paramos que ocurren cada año.

9. Recursos naturales degradados o en proceso de degradación y sus causas

Los recursos naturales comprendiendo a la vegetación, suelos se encuentran fuertemente en proceso de degradación, debido a que no se realizan prácticas de conservación. Esta degradación es más evidente en áreas donde la frontera agrícola se encuentra afectando las áreas naturales como los páramos, bosques y nacientes de agua; de igual forma la afectación del suelo se ve alterado por siembras en pendientes fuertes ocasionando deslizamientos de tierra (Cevallos et al 2015: 12).

La contaminación y el deterioro de las tierras productivas también se encuentran afectado por la ganadería, animales menores y los monocultivos que desequilibran los nutrientes de la capa de suelo cultivable. Otro de los factores que afectan al ambiente son las fumigaciones excesivas en los cultivos con agroquímicos, deteriorando las vertientes de agua y los ecosistemas frágiles como el Lago San Pablo.

Tabla 8

Recursos naturales degradados

Recursos	Descripción del recurso	Causas de degradación	Nivel de afectación
Agua	Red hídrica, ojos de agua.	Contaminación del agua, quema de pajonales en la Parte alta de los páramos	Alta
Bosques	Son bosque de especies nativas, exóticos	Quemas, Deforestación	Alta
Biodiversidad	Flora, fauna “nativa”	Quemas, Frontera agrícola, contaminación con fumigaciones	Baja

Fuente: Cevallos et al 2015.

Elaboración: propia

10. Actividad agrícola

Según el diagnóstico participativo realizado en el proyecto de agrobiodiversidad en la Parroquia de San Rafael de la Laguna, (Quinchuquí et al 2016), se obtuvo datos de los principales productos que se cultivan en las comunidades, las cuales se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 9
Área por cultivo

N	Cultivo prioritario	Número de hectáreas
1	Maíz Suave (Chakra)	104
2	Papas, Habas	35
3	Chocho	27
4	Fresa	50
5	Cebada y trigo	25
6	Tomate de riñón	19
7	Tomate de árbol	8
8	Florícolas	1
9	Hortalizas	6
10	Pastos	92
TOTAL		367

Fuente: Quinchuquí, 2016.

Elaboración: Propia.

Según el análisis de estos datos, se determina que 367 hectáreas están dedicadas a los principales cultivos de la parroquia, los cuáles son: maíz suave, fresa, tomate de riñón, chocho, papas, quinua, trigo, cebada, pastos; y en menor cantidad la producción florícola los cuales generar ingresos económicos para las familias siendo los de mayor interés.

Actualmente se encuentran cultivadas 50 hectáreas de frutillas con un rendimiento promedio de 1.800 libras por hectárea y un costo de 7.000 dólares aproximadamente anual por hectárea. Las tierras de los productores de frutilla no son suficientes para cubrir la demanda existente en el mercado que crece cada día más, por lo que han optado por rentar terrenos fértiles y con riego, dirigiéndose a parroquias cercanas como San Pablo, Eugenio Espejo e Iluman.

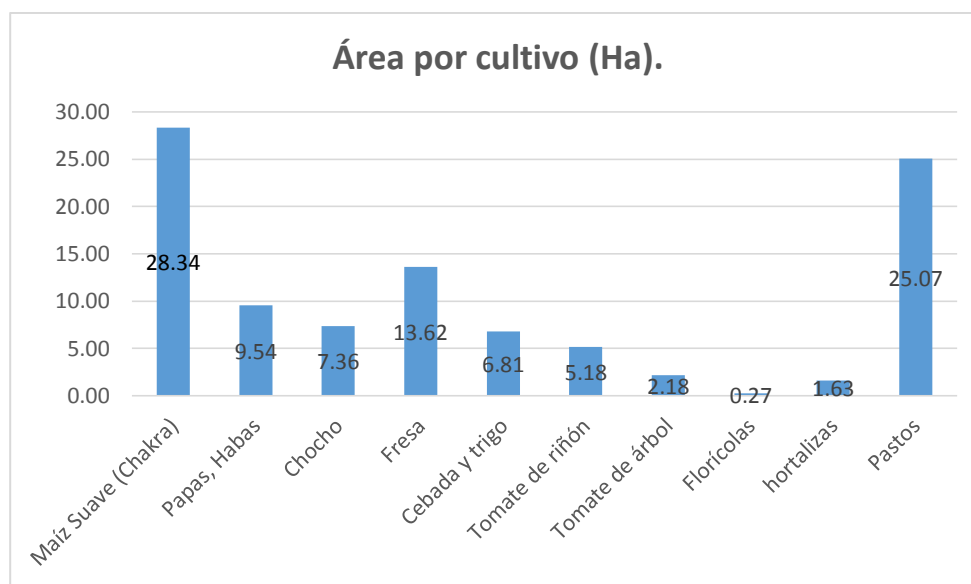
Los cultivos no tradicionales han originado un cambio en la cultura de la siembra y un incentivo para que los agricultores se especialicen en otro tipo de cultivos, incluso se asesoran en los almacenes agrícolas para que las tierras se vuelvan más productivas, varios agricultores desarrollan esta actividad como fuente primaria de generación de ingresos, dejando de lado la producción típica del lugar.

También existen en las comunidades de Huaycopungo y Tocagón asociaciones que se dedican a la producción de frutilla y podemos identificar a Sumak Muyu, Mushuk Sisa, quienes generan nuevas plazas de trabajo pero también incorporan mano de obra familiar. La cosecha es dos veces por semana y el producto se comercializa fresco, sin ningún proceso ni tratamiento de industrialización. Este tipo de cultivo demanda una mayor aplicación de agroquímicos como: fertilizantes, fungicidas, insecticidas etc., que generan una contaminación directa al Lago San Pablo, por la falta de aplicación de técnicas de producción sostenibles.

Existe una débil estructura organizativa para la comercialización de este producto, los productores de frutilla no asociados, manejan su producción independiente y canalizan su producto para la venta informal de frutilla a través de los intermediarios que llegan a las comunidades bajas en San Rafael para adquirir este producto, también ofertan su productos en Ibarra, Otavalo, Quito, Guayaquil y Lago Agrio en su mayor parte al igual que las asociaciones. Es muy común encontrar en los sectores aledaños a los mercados locales a personas que comercializan informalmente la frutilla que proviene de San Rafael.

A continuación se grafica la distribución de hectáreas por cultivo en cada comuna de la Parroquia San Rafael de la Laguna, el gráfico está representada por el cultivo de las 10 comunidades de la parroquia como son: Huaycopungo, Cachiviro, Tocagón, San Miguel Bajo, Capilla Pamba, Pilchibuela, Cuatro Esquinas, Mushuk Ñan, Cachimuel y San Miguel Alto. En las comunidades antes mencionadas las familias indígenas campesinas se dedican al cultivo de maíz y fréjol como su principal producto para la alimentación y comercialización y en menor cantidad cultivan las hortalizas.

Gráfico 3

Área por cultivo en San Rafael

Fuente: Quinchuquí y Chalán, 2016.

Elaboración: Propia.

El cultivo de fresa suma un total de 50 hectáreas y se encuentra distribuido en las comunas de Huaycopungo y Tocagón, las variedades que se cultivan son Albión, Monterey y Festival con un rendimiento promedio de 0,78 Tm/ha. El 99% de la producción es dedicado a la venta en las ciudades de Quito, Lago Agrio, Guayaquil y una parte es enviada a Ipiales Colombia. La siembra se realiza en los meses de septiembre, octubre, noviembre, marzo y abril y la cosecha es en todo el año.

En la siguiente tabla se disertan las vertientes que disponen la parroquia en la parte baja y el caudal por segundo.

Tabla 10

Vertientes disponibles en la parroquia

NOMBRE DE LA VERTIENTE	CAUDAL/SEGUNDO
Aliso pogyo	8lt/s
Pushi pugyo	7lt/s
Utaju Pogyo	7lt/s
Jatun Pogyo	30lt/s

Fuente: Quinchuquí y Chalán, 2016.

Elaboración: Propia

11. Sub sistema Pecuario

En cuanto a la parte pecuaria, los pobladores se dedican al cuidado y crianza de animales de granja como vacas, gallinas, chanchos y cuyes, los cuales en su mayoría son destinados al autoconsumo en especial en periodo de festividades, y una parte para la venta ya sea a pobladores cercanos o al mercado de animales en Otavalo.

Gráfico 4
Número de porcinos en la Parroquia

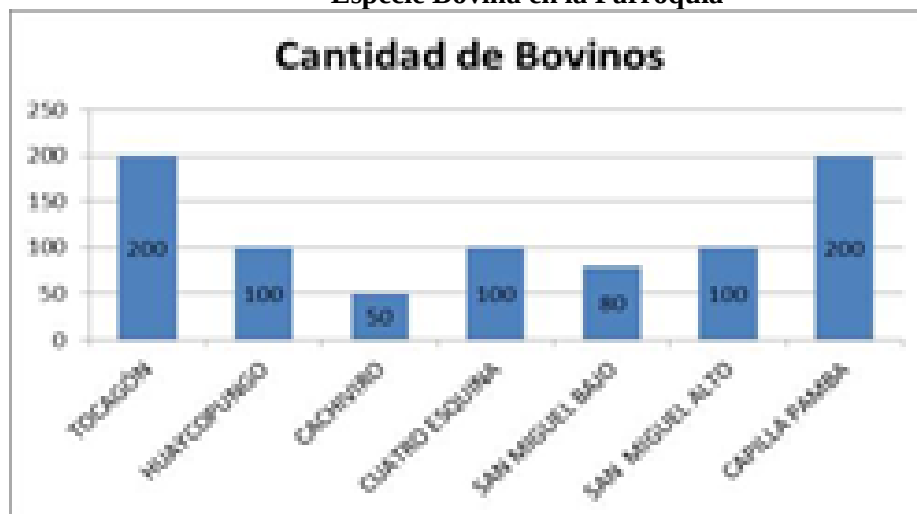


Fuente: Quinchuquí y Chalán, 2016.

Elaboración: Propia

En referencia a la información recabada se estima que en la parroquia San Rafael existen 1480 porcinos de raza criolla con un sistema de crianza tradicional, donde la alimentación es en base a restos de cosechas y comida; el 20% se destina para el autoconsumo y el 80% para la venta en la feria ganadera en Otavalo.

Gráfico 5
Especie Bovina en la Parroquia

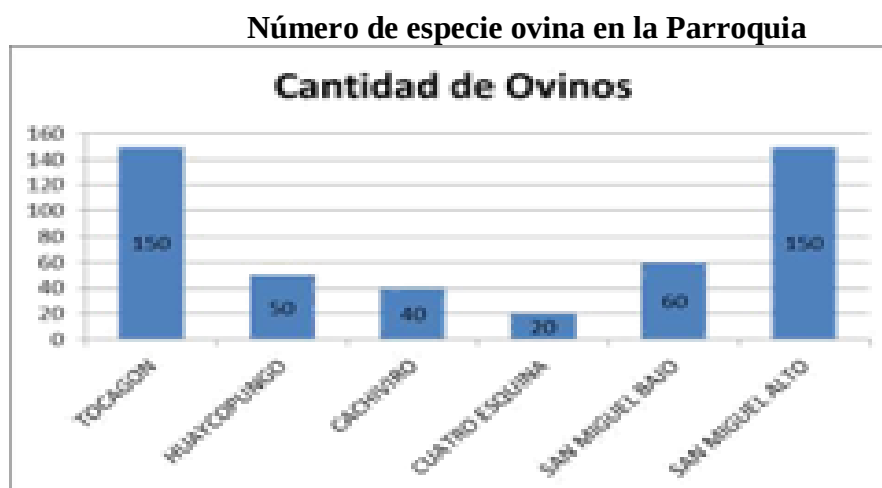


Fuente: Quinchuquí y Chalán, 2016.

Elaboración: Propia

La parroquia cuenta con aproximadamente 830 cabezas de ganado bovino raza criolla, donde el 10% es para el autoconsumo, mientras que el 90% está destinado a comerciantes en la feria ganadera. La alimentación es en base a pasto natural y no se realizan controles sanitarios ni mejoramiento genético, y la producción de leche es de aproximadamente 3lt/vaca que se utiliza en la alimentación diaria.

Gráfico 6



Fuente: Quinchuquí y Chalán, 2016.

Elaboración: Propia

Se estima que existen 470 ovinos criollos en toda la parroquia, donde el 90% está destinado para la venta en la feria ganadera. El manejo es tradicional y la alimentación es en base a pastos naturales y restos de cosechas.

Según el plan de desarrollo y ordenamiento territorial de San Rafael de la Laguna del 2015 (Cevallos et al 2015), la actividad comercial representa el 12% de las actividades económicas de la parroquia, anteriormente se ubicaba en los primeros puestos, pero debido a la gran competencia y generación de intermediación a nivel cantonal ha disminuido, sin embargo mueve capitales importantes dentro de la parroquia.

Existen tres tipos de productos específicos que son comercializados con mayor fuerza como el primero son los productos relacionados con la actividad agropecuaria seguidos de la comercialización de productos textiles y artesanías (Cevallos et al 2015). Los productos como frejol, maíz, cebada, arveja y animales menores, son comprados a los pequeños agricultores de las comunidades aledañas que generan excedentes mínimos y venden a los comerciantes, estos productos son comercializados a un mayor precio en el mercado de Otavalo, Ibarra, y Cotacachi.

12. Metodología de investigación

Este trabajo de investigación se centró en metodologías *de investigación cualitativa y cuantitativa*; Cualitativa por analizar la objetividad de los sujetos como parte constitutiva de la investigación y una mayor preeminencia de abordajes de información primaria y secundaria para acceder, procesar y analizar la información. Cuantitativa expresada en el uso de la estadística descriptiva, resultante de los estudios investigativos en el campo.

También se realizó la investigación de campo lo cual permitió aproximar directamente al problema de investigación, ayudó a recopilar información primaria para el desarrollo de la investigación.

Los métodos que desarrolló el trabajo investigativo, fue del método empírico con las técnicas de observación directa, recolección de información mediante las encuestas y las entrevistas.

La investigación de campo se desarrolló mediante los métodos antes citados y se realizó la encuesta a todos los que practican y trabajan con toda dedicación en la agricultura convencional (cultivo de fresas, tomate de riñón y tomate de árbol), concretamente con 35 familias que cultivan bajo sistema convencional y 35 familias que practican la agro ecología es decir un total de 70 familias campesinas que representa a toda la población, y que viven en las comunidades de Huaycopungo y Tocagón.

Los instrumentos de la investigación utilizados en este trabajo fueron las siguientes.

- Documentos electrónicos.
- Notas de campo.
- Cámara (audio, video).
- Cuestionarios de entrevistas y encuestas.

13. Población y muestra de la investigación

Población

De acuerdo a la técnica de observación, la población objetivo del estudio fue de 70 familias que se dedican a la agricultura convencional y agroecología.

Tamaño de muestra

Fórmula de cálculo para poblaciones finitas:

$$n = Z^2 P Q N / (e^2 (N - 1) + Z^2 P Q)$$

Donde:

n = tamaño de muestra
 N = Población o universo
 Z = nivel de confianza
 P = probabilidad a favor
 Q = probabilidad en contra
 e = error muestral

$$\begin{aligned} Z^2 &= 3,84 \\ P &= 0,50 \\ Q &= 0,50 \\ e^2 &= 0,0025 \end{aligned}$$

Productores agro ecológicos

$$N = 35$$

Productores agricultura convencional

$$N = 35 \quad 100\%$$

Total

$$N = 70$$

TOTAL	n=	60	100%
--------------	-----------	-----------	-------------

N= 60 familias.

Muestra

La aplicación de las encuestas y entrevistas se realizó a 60 familias productores agrícolas divididos en la media en el sector agroecológico (30) y a la agricultura convencional (30), productores que habitan en las comunidades de Huaycopungo y Tocagón de la parroquia de San Rafael de la Laguna.

14. Materiales y métodos de análisis

El estudio investigativo se realizó en la provincia de Imbabura, Cantón Otavalo, Parroquia de San Rafael de la Laguna, en la cuenca de Lago San Pablo, específicamente en dos comunidades indígenas Huaycopungo y Tocagón, comparando las características ambientales generadas por las prácticas agrícolas de las familias campesinas que practican la producción agrícola bajo la modalidad de agricultura convencional frente a las prácticas agroecológicas.

Para realizar el análisis cualitativo y cuantitativo de las prácticas de agricultura convencional y la agroecología, corresponde realizar el diagnóstico de interacciones dinámicas entre: prácticas agrícolas, manejo y producción de animales menores, manejo y mantenimiento de materia orgánica, consumo de energía etc.

En tal sentido para conseguir el objetivo de evaluación de sustentabilidad es importante realizar un acercamiento en situ, de los cultivos de los productores tanto de los agroecológicos y de los convencionales, realizar un diagnóstico sistémico de sus parcelas para describir su grado de sustentabilidad de los dos modelos agrícolas en estudio y llegar a corroborar y/o descartar la hipótesis planteada y establecer las conclusiones finales.

En este sentido, en este trabajo investigativo se utilizó el método MESMIS (Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad). El método MESMIS (Masera, Astier y López, 1999) tiene una flexibilidad para su aplicación debido a que se puede analizar desde el ámbito local, implica un análisis y la oportunidad de generar retroalimentación, implica la multi dimensionalidad en el ámbito social, económico y ambiental y permite la comparación de sistemas (alternativo y convencional).

MESMIS, es un método importante que permite realizar de manera sistémica una evaluación de la sustentabilidad de los sistemas agrícolas, pecuarios e inclusive ahora lo están aplicando al sector de Turismo. MESMIS es un proceso metodológico crucial para comprender el nivel de sustentabilidad de los recursos naturales y el impacto al medio ambiente.

Según los autores Masera, Astier y López (1999, 6-7), la metodología de MESMIS se realiza a través de la generación de indicadores y medios de verificación y contempla varios aspectos a evaluar, tales como:

- a) Discusión sobre los atributos básicos de los recursos naturales sostenibles y su gestión, por ejemplo, productividad, capacidad de resistencia, fiabilidad, estabilidad, capacidad de adaptación, la equidad y autosuficiencia (auto-empoderamiento);
- b) Delimitación clara de los objetos en estudio (por ejemplo, los objetivos y características del sistema de gestión, la duración y el alcance geográfico de la evaluación);
- c) “Derivación de criterios diagnósticos e indicadores concretos relacionados con los atributos de sostenibilidad”;

- d) Medición y seguimiento de los indicadores seleccionados;
- e) Análisis e integración de resultados; y
- f) Propuestas y recomendaciones en forma de retroalimentación para mejorar tanto el sistema de gestión que se está evaluando y el propio proceso de evaluación. (Maser, Astier, y López-Ridaura 1999, 6).

El marco para la evaluación de sistemas de manejo incorporando indicadores de sustentabilidad (MESMIS) es una herramienta utilizada para evaluar sistemas agrícolas, forestales o ganaderos, por lo tanto, la presente investigación estableció a partir del diagnóstico y visitas de campo y fuentes de información primaria, así como de los atributos planteados en el método MESMIS, los indicadores para medir la sustentabilidad de las parcelas o huertos agroecológicos y de agricultura convencional, en el Cantón Otavalo, Parroquia de San Rafael.

Para generar los indicadores se realiza visitas de campo, donde se obtiene un primer diagnóstico real que se articula con los atributos del MESMIS y permite proponer los indicadores más relevantes para cada atributo.

Así se demuestra la flexibilidad del MESMIS para la evaluación de la sustentabilidad de diversas actividades que implementan, por ejemplo en las prácticas agroecológicas y manejo de recursos naturales.

El estudio de caso de las prácticas agrícolas tanto la agroecología y agricultura convencional en las comunidades objeto de estudio son analizados desde el enfoque de sustentabilidad, buscando establecer cual práctica agrícola es más sustentable con el medio ambiente.

El estudio se fundamenta en el análisis de la agroecología y agricultura convencional como son las dinámicas de aportación hacia la sustentabilidad y protección al medio ambiente y recursos naturales, como al desarrollo agrícola y a la seguridad alimentaria a nivel local. La actividad agrícola sigue siendo una de las más importantes a nivel parroquial, la cultura de la siembra, cosecha y el intercambio ha permitido que la práctica de esta actividad se mantenga a través del tiempo.

Para el diseño de esta evaluación se partió del desarrollo de la siguiente matriz de acuerdo a los atributos de sustentabilidad.

Tabla 11

Matriz criterios de evaluación

Atributo	Puntos críticos: principales problemáticas	Indicador	Parámetros de valoración	Valor (0 -5)	Estudio o instrumento a aplicar
Productividad	Sostenibilidad Baja productividad	Productividad total del conjunto de cultivo y producción pecuaria.	Productividad total x Parcela	0-5	Encuestas / entrevistas
Estabilidad	Ocurrencia de sequía / inundación	Técnicas y prácticas de conservación de suelo y recursos naturales.	Efectos de alta precipitación y/o sequía	0-5	Encuestas / entrevistas
	Poca diversidad y/o asociación de cultivos	Número y lista de especies cultivadas en la producción y especies de animales en la chakra por año.	Diversificación de cultivos	0-5	Encuestas / entrevistas
Estabilidad	Carga toxica alta. Residuos de pesticidas y plaguicidas presentes	Modalidades usadas en fertilización de suelos, desarrollo de plantas, plaguicidas: Orgánica: Compostaje, estiercol, abonos verdes, mulch, presencia de plantas fijadoras de nitrógeno en el cultivo, uso de rastrojos etc. Fertilización Convencional: productos y cantidades usadas por hectárea.	Uso de abono orgánico, plaguicidas naturales (ají, ajo)	0-5	Encuestas / entrevistas
Sostenibilidad de la producción y social	Fuerza de trabajo, uso sostenible de recursos naturales.	Sustentabilidad social y ambiental: Integración familiar en la producción. como han manejado y combatido. Uso sostenible de recursos naturales (agua, suelo).	Integración familiar y comunitaria. Nulo: Trabajo asalariado	0-5	Encuestas / entrevistas

Reciclaje	Decrecimiento de materia orgánica y nutriente en suelos de cultivo. Baja productividad	Aplicación de técnicas de producción: Sistema convencional: cantidad de uso de agroquímicos, tipo de productos, (nivel de toxicología, sello rojo).	Carga tóxica de paquete tecnológico	0-5	Encuestas / entrevistas
		Técnica agroecología: para control de plagas, malezas, producción y uso de insecticidas, controles mecánicos, fertilizantes sello verde, controladores biológicos.	Técnica agroecológica y ancestral para control de plagas y malezas	0-5	Encuestas / entrevistas
Sostenibilidad de la producción y comercialización	Sostenibilidad y existencia de diversificación de cultivos	Complementariedad, uso de estiércol, abonos orgánicos, diversificación de cultivos, manejo y conservación de chakras (asociación y rotación de cultivos).	Variedad y variabilidad de animales y plantas: conservación de chakras, aumento de materia orgánica en el suelo	0-5	Encuestas / entrevistas
Eficiencia energética	consumo de combustible fósil en la producción agrícola (Ex ante expost)	Eficiencia energética de Sistema productivo (Uso de insumos externos, consumo de combustibles fósiles en la producción)	Valor energético de la producción agrícola: Combustibles fósiles	0-5	Encuestas / entrevistas

Como se observa en el cuadro anterior la metodología de evaluación se desarrolló en atributos, criterios y posibles indicadores de acuerdo a los datos recopilados en el trabajo de campo.

Una manera de diagnosticar el estado del sistema agrícola, es la construcción de indicadores de sustentabilidad y relacionarlos con los principios de la agroecología. Los indicadores dan a conocer el estado de situación de cada sistema agrícola, su productividad y los riesgos que enfrenta a las incertidumbres climáticas que afectan directamente al sistema.

15. Metodología de trabajo de campo

La metodología de investigación de campo tuvo sus pros, contras y muchos aciertos; primero porque al visitar las parcelas los agricultores no se sentían motivados en colaborar con la información por el cansancio físico, segundo a veces los productores tuvieron recelo para dar la información necesaria para la investigación; a pesar de ello la investigación de campo tuvo aciertos muy favorables para la investigación porque al estar día a día en contacto con los productores en sus parcelas nos proporcionaron la información y datos muy importantes para el desarrollo de la investigación.

Resultó muy útil presentar a breves rasgos la experiencia al respecto. Respecto a la investigación primaria, se realizó con metodologías amigables para los productores tanto agroecológicos y productores convencionales; se realizaron visitas a 10 familias semanalmente en sus propias parcelas, cultivos, invernaderos y/o chakras.

En términos empíricos, el enfoque de los sistemas de producción a nivel comunal puede aportar una gran percepción de ciertas dimensiones diferentes, una direccionada hacia la problemática y afectación al medio ambiente y otra direccionada hacia la adaptación y mitigación de los problemas causados por el uso exagerado de agroquímicos y combustibles fósiles en los cultivos.

16. Resultados de la investigación de campo

En la parroquia de San Rafael, habitan en la gran totalidad familias indígenas campesinas cuya mayor actividad económica es la agricultura y comercio. Las actividades agrícolas a las que se dedican las familias campesinas son principalmente a cultivar los siguientes productos.

Tabla 12

Productos agrícolas cultivados en la zona			
Productos Cultivados en la zona de estudio por familia			
Productos cultivados	Agricultura convencional	Productos cultivados	Agroecología
Frutillas y chakras	16	Papas, habas, fréjol y chakras.	13
Tomate de árbol	5	Maíz, frejol, habas, alverjas	10

Tomate de riñón	6	Hortalizas	5
Florícolas	3	Tomate de árbol y chakra	1
		Mora y chakras.	1

Fuente: encuesta de campo, 2018.

Elaboración: Propia

Como se puede apreciar en el cuadro el cultivo que más predomina en la agricultura convencional es el cultivo de frutillas seguido por el cultivo de tomate de árbol y en mínima parte tenemos el cultivo y producción de flores. En contraste con el modelo agroecológico las familias campesinas producen productos saludables y de primera necesidad como son las papas, habas, fréjol, y chakra andina y en menor cantidad las familias campesinas producen chakras y cultivo de mora. En estas dos modalidades de cultivo siempre las familias campesinas tienen sus chakras andinas en la cual realizan cultivos de maíz suave, fréjol, habas, alverja, zambo y plantas de cercas vivas alrededor de sus cultivos.

El desarrollo Sostenible basada en la agroecología es una alternativa al desarrollo rural, tomando en cuenta a la agricultura convencional como una de las causantes de problemas ambientales, sociales, de salud y alto costo energético; la agroecología equilibra la sostenibilidad en impactos ambientales, sociales y económicos.

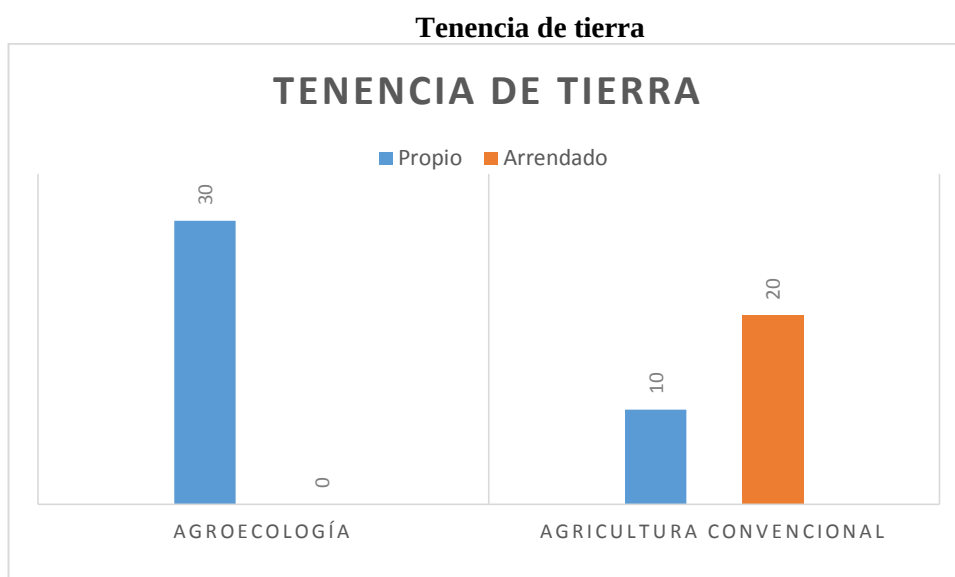
Así mismo la agroecología y agricultura orgánica está muy centrada en el ámbito local y comunitario que siempre tiene como parte de su cultura viva las chakras andinas y que apuesta al desarrollo a favor de la gente pobre, campesina de las comunidades; también se relaciona con la experiencia y sabiduría ancestrales de las comunidades.

La agroecología como alternativa productiva contribuye hacia un amplio alcance de objetivos de desarrollo sostenible, soberanía alimentaria, y sobre todo apunta a la conservación de recursos naturales y el ambiente frente a los fenómenos de cambio climático que en los últimos años se ha puesto muy evidente según relato de los mismos productores locales, como de las investigaciones publicadas.

17. Tenencia de tierra

Los productores agroecológicos tienen sus terrenos propios en donde cultivan en su gran mayoría chakras asociados de cultivos de papas, alverja, fréjol, habas, trigo, chochos y también existe familias que se dedican a la agricultura convencional y cultivan productos como: frutilla, tomate de árbol, tomate de riñón, uvillas, mora y en mínima escala plantación de flores de exportación.

Gráfico 7



Fuente: encuestas 2018.

Elaboración: Propia

Analizando la tenencia de tierra, los productores agroecológicos tienen propiedad o terrenos propios, mientras que en la mayoría de productores de agricultura convencional tienen terrenos arrendados y/o contratados para su producción agrícola; esto se debe a que los productores de agricultura convencional requieren mayores extensiones de terreno para los cultivos y en lugares que exista la disponibilidad de agua para riego.

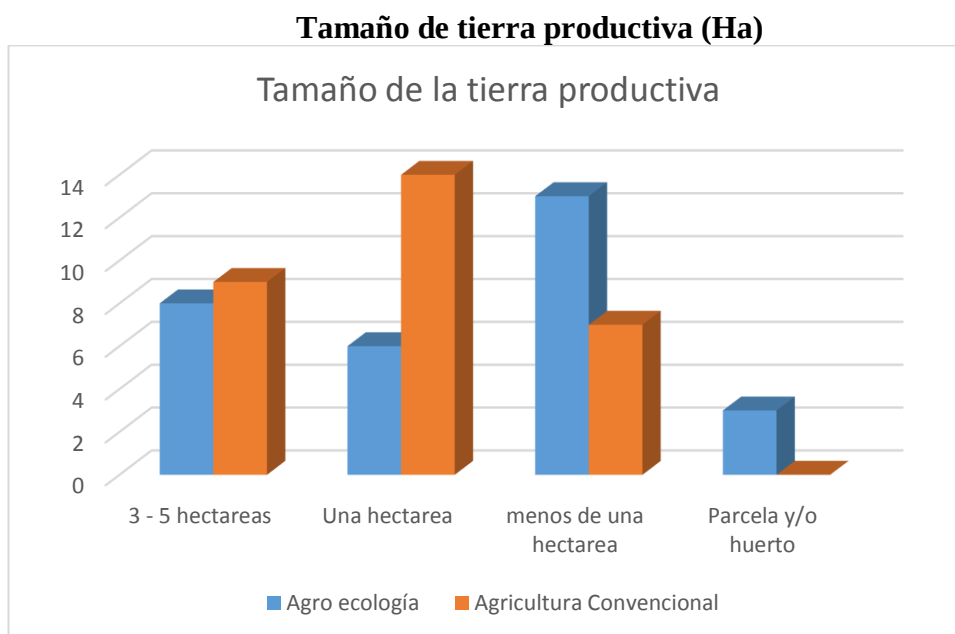
18. Tamaño de tierra productiva

El tamaño de tierra que producen los agricultores campesinos en agroecología como de agricultura convencional es de aproximadamente cinco hectáreas como máximo y un huerto de menos de una hectárea como mínimo.

La tenencia de tierra es de aproximadamente 3 has (promedio), de las cuales su mayoría está dedicada al cultivo de chakra andina, (maíz, frejol, habas, alverja, chochos, zambo,

papas, quinua), las familias que se dedican a la agroecología conservan hasta la actualidad saberes ancestrales de cultivos tradicionales como parte de su cultura que viene desarrollando de generación en generación.

Gráfico 8



Fuente: Encuestas, 2018.

Elaboración: Propia

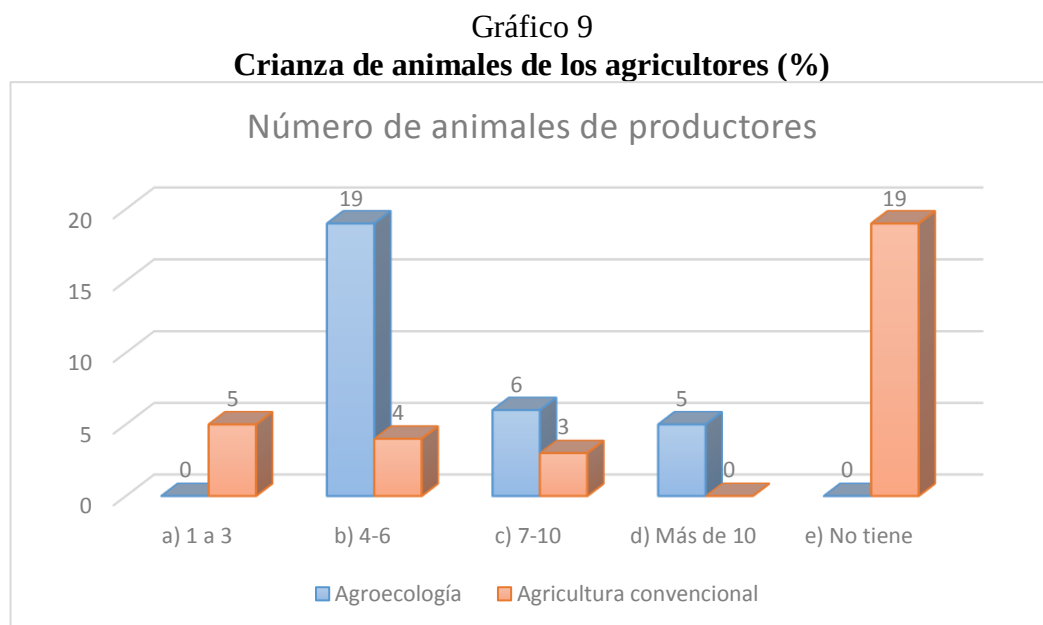
En este gráfico se aprecia que la tenencia de tierra es mayor en productores de agricultura convencional debido que arriendan extensiones de terreno para el cultivo y producción de productos de mayor comercio como las fresas, tomate de riñón, tomate de árbol, y plantaciones florícolas para la exportación a países europeos.

La producción de manera convencional de acuerdo a las versiones de los mismos productores, técnicos de MAGAP, hoy por hoy, genera un desgaste notorio del suelo debido a que no existe rotación ni asociación de cultivos.

19. Tenencia de animales de los productores agrícolas

En contraste a lo mencionado anteriormente, la actividad pecuaria también resulta muy importante y beneficiosa en especial para los productores agroecológicos y en mínima parte para los productores convencionales. La crianza de animales menores como: cerdos, ovejas, conejos, cuyes, gallinas prevalece más en los productores agroecológicos debido a que poseen en sus huertos o sus parcelas cultivos que tienen que

abonar, y/o mantener de manera orgánica, sin que afecte al medio ambiente. (Ver gráfico N° 9)



Fuente: Encuestas, 2018.

Elaboración: Propia

20. Insumos para el desarrollo productivo

Para el desarrollo y engrose de los cultivos los productores agroecológicos utilizan insumos y productos orgánicos, como abonos, estiércol, mulch⁴. Asimismo tienen en sus prácticas agrícolas la aplicación de conocimientos ancestrales de cómo abonar y mantener sus cultivos de manera tradicional, también conocen fechas agrícolas por año, los campesinos saben cuándo sembrar, en qué fecha o temporada preparar la tierra y cultivar para una producción saludable económicamente. Un ejemplo concreto en este tipo de agricultura es en los cultivos de chakras, papas, hortalizas y verduras.

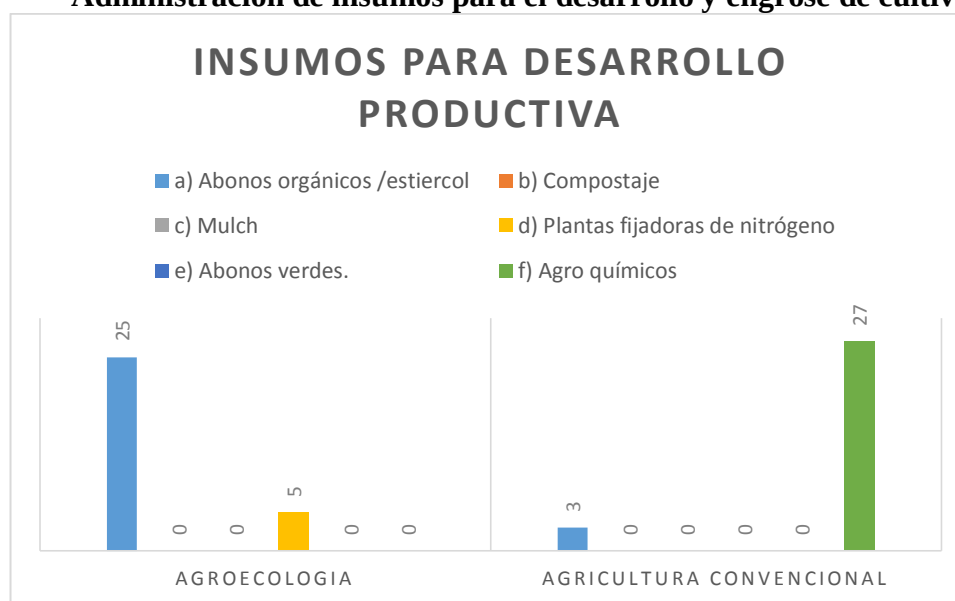
Como lo señala Juan Anrango de la comunidad de Tocagón:

“Yo me dedico a sembrar papas, frejol, habas, maíz, quinua, trigo alverja en mis terrenos, para que mis cosechas sean buenas primero abonamos con los abonos de resto de animalitos que tenemos en los corrales, las cacas de los animales mezclamos con tierra y dejamos por un mes con humedad y eso llevamos para abonar nuestros cultivos y con eso produce buena cosecha, también nos vamos a botar los restos de totora alrededor de nuestros cultivos para que aguante en días de mucho sol”.

⁴ Según glosario de lombricultura, mulch es una cubierta protectora de suelo.

Los productores convencionales a diferencia de los productores agroecológicos administran en su totalidad insumos y productos químicos, esto se debe a que los productores convencionales se centran en mayor producción y mejoramiento de sus cultivos para obtener mejores ingresos económicos y capitalizar su producción. (Ver gráfico N° 10).

Gráfico 10
Administración de insumos para el desarrollo y engrose de cultivos.



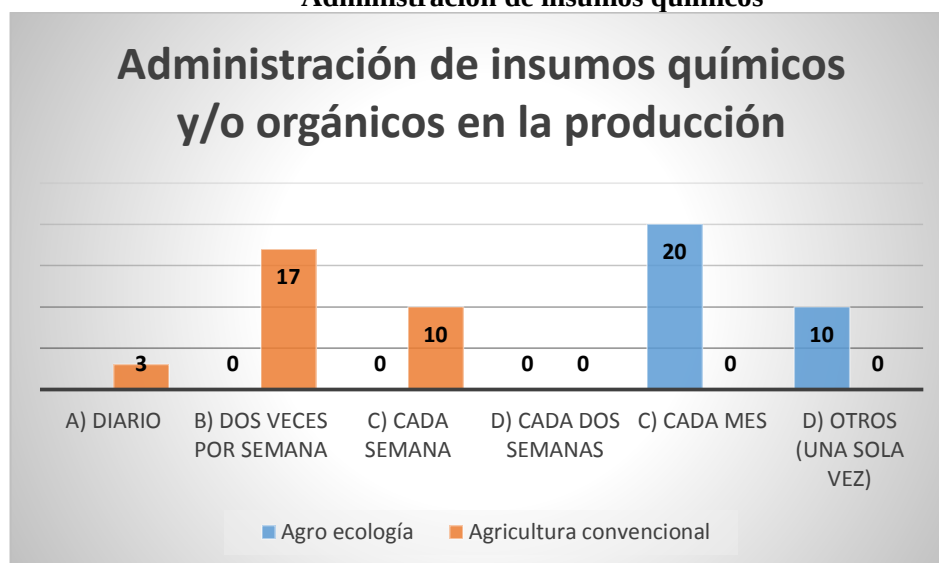
Fuente: Encuestas, 2018.

Elaboración: Propia

21. Frecuencia de administración de insumos para el desarrollo de cultivos.

La administración de insumos y/o productos para el desarrollo y engrose de los cultivos, hace que cada modalidad de producción agrícola presente diferentes dinámicas: por ejemplo en la agricultura convencional los productos químicos son administrados dos veces por semana y en la producción florícola los químicos son suministrados a diario. Sin embargo en la producción agroecológica y agricultura orgánica es suministrado los productos o insumos de manera mensual y una sola vez al momento de la siembra.

Gráfico 11
Administración de insumos químicos



Fuente: Encuestas, 2018.

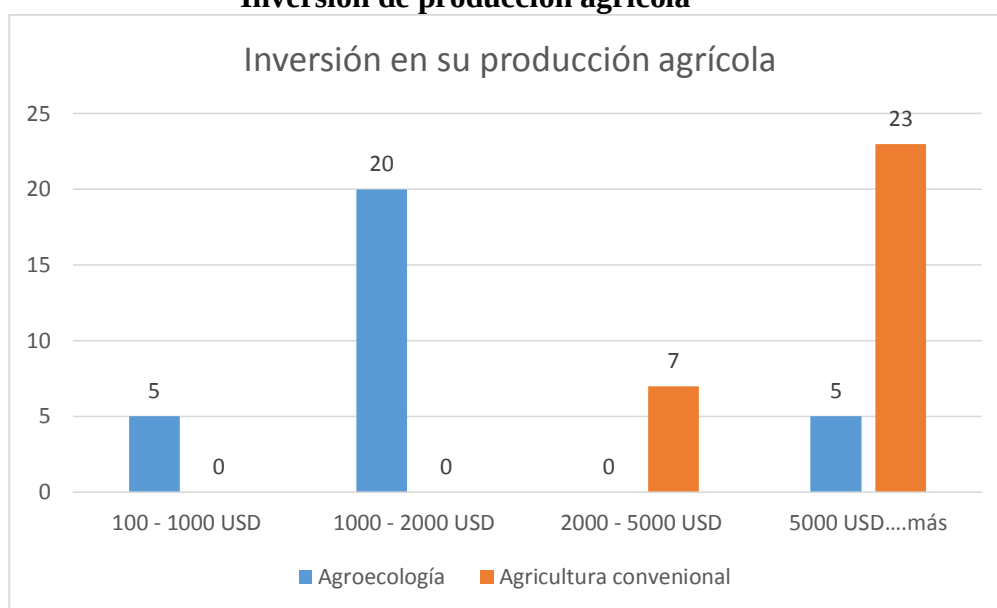
Elaboración: Propia

22. Inversión en los cultivos agrícolas

La inversión que realizan los agricultores en los cultivos tiene diferencias significativas de los productores agros ecológicos, como de los agricultores convencionales. Los productores agroecológicos tienen un promedio de inversión de 1.000,00 USD., a 1.500,00 USD., por hectárea anualmente, porque las familias conservan las semillas de las chakras que sacan de cada cosecha, las cuales son almacenados para el cultivo en el próximo ciclo.

Los agricultores convencionales realizan una inversión relativamente capitalista aproximadamente de más 5.000,00 USD., por cada hectárea de forma anual, porque ellos cultivan productos exóticos como las frutillas, las flores de exportación y tomate de riñón, es por tal razón que ellos necesitan mayor inversión para la producción de cultivos en extensiones de hectáreas y son comercializados a diferentes mercados nacionales e internacionales.

Gráfico 12
Inversión de producción agrícola



Fuente: encuesta y entrevistas, 2018.

Elaboración: Propia

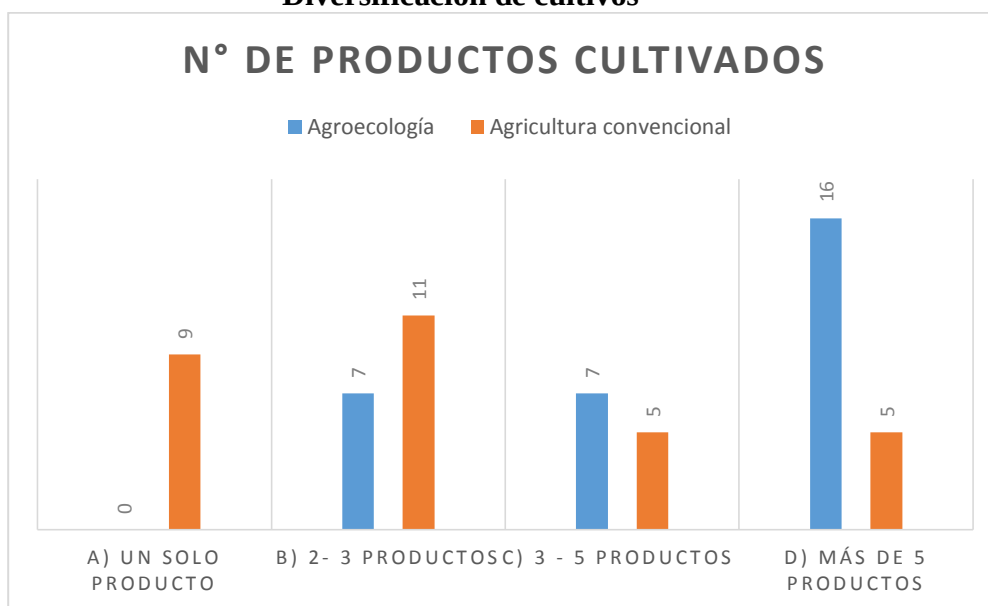
23. Diversificación de cultivos

Los productores agroecológicos por su naturaleza tienen sus cultivos bien diversificados, la chakra andina con su diversidad de cultivos es más importante para las familias, seguido del cultivo de frutas, legumbres y leguminosas, también conservan productos o semillas ancestrales como la mashua, oca, jícama, zambo, etc. En este modelo agrícola existen muchos beneficios para el suelo y para la conservación de recursos naturales porque fortalece la productividad de suelo y el incremento de materia orgánica en los cultivos. Según la encuesta realizada, sobre la diversificación de cultivos, los productores agro ecológicos están bien posicionados con el cultivo promedio de más de 5 productos agrícolas. José Peña, productor agroecológico de Huaycopungo nos decía:

“Soy de la comunidad de Huaycopungo y lo cultivo mora, tomate de árbol, maíz, frejol, habas, chochos, poco de papas, Jícama y tengo plantas frutales como capulí, porotón, huaba y alisos sembrados alrededor de mis cultivos y eso creo que me ayuda a dar alimento a mis cultivos porque las cosechas son buenas yo no tengo riego pero al sembrar cerca al lago como existe húmedo mis plantas crecen sanos y muy buenos, lo que me permite alimentar a mi familia y mis animales y poder vivir dignamente”.

En cambio las familias campesinas que se dedican a la agricultura convencional cuentan con menor o mínima parte en la diversificación de cultivos, porque los productores convencionales se centran en la producción de monocultivo, en grandes extensiones de terreno utilizando los productos agroquímicos Ver siguiente gráfico.

Gráfico 13
Diversificación de cultivos



Fuente: encuesta y entrevistas, 2018.

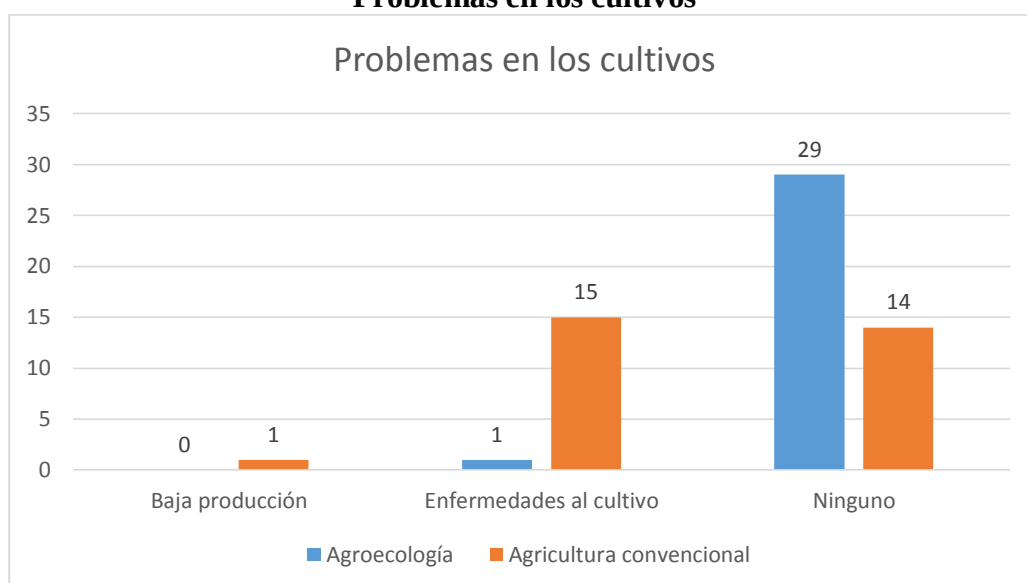
Elaborado: Propia

24. Problemas en los cultivos

Según la recopilación de información primaria los mismos productores sienten el cambio de clima desde hace tres décadas. Según la versión de los mismos productores convencionales manifiestan que los problemas en los cultivos se debe a la aplicación de agroquímicos; provocando las enfermedades en los cultivos, aparición de plagas (acaró, mosco blanco), lo cual baja en el rendimiento de la producción.

En contraste a lo anterior la producción agroecológica genera el incremento de materia orgánica, conservación de suelo y conservación de agro biodiversidad, razones por las cuales son resistentes a las plagas y en mínima parte tiene enfermedades en los cultivos según los análisis de los resultados obtenidos a través de las encuestas y entrevistas. Ver gráfico N° 14.

Gráfico 14
Problemas en los cultivos



Fuente: encuesta y entrevistas, 2018.

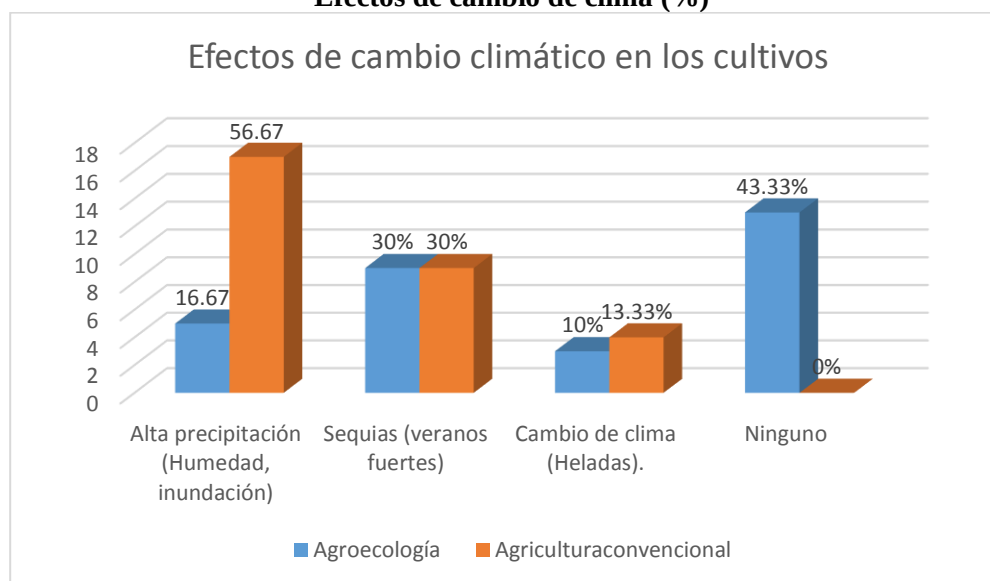
Elaborado: Propia

25. Efectos del cambio climático en los cultivos

Según las percepciones de los agricultores tanto de modelo agroecológico como de los productores convencionales sobre los efectos de cambio climático coinciden en que los cambios de clima como las sequías largas o altas precipitaciones afectan directamente a los cultivos, lo cual provoca pérdidas económicas y productivas.

La señora Rosa Isama, productora de agricultura convencional y moradora de la comunidad de Huaycopungo comentaba: “Nosotros sembramos solo frutilla porque es el único medio para vivir y mantener a nuestra familia, pero en estos tiempos a nuestra frutilla está afectando por que llueve mucho y la fruta se pudre y eso no podemos controlar ni con químicos”. En el mismo sentido, la señora Nicolasa Tocagón, también productora convencional de frutillas de Huaycopungo decía: “produzco frutillas en terreno grande, vivo en la comunidad de Huaycopungo, bueno mi esposo y yo sembramos frutillas para entregar en el mercado nosotros hemos tenido problemas con nuestras plantas de frutilla por las granizadas que provocan las lluvias fuertes y a veces llueve mucho y a las frutillas le inunda y toda la producción se pierde.”

Gráfico 15
Efectos de cambio de clima (%)



Fuente: encuesta y entrevistas, 2018.

Elaboración: Propia

De acuerdo al gráfico, es muy notorio que las altas precipitaciones y sequías fuertes afectan directamente a los cultivos convencionales y es uno de los problemas relativamente fuertes y difíciles de controlar; sin embargo, las prácticas agroecológicas han sido un poco más resilientes a estos cambios en los patrones de clima, debido a que tienen suelos resistentes por la aplicación de abonos orgánicos, compostaje, y éstos permiten ser más resilientes en épocas de sequía o de altas precipitaciones.

El agotamiento que atraviesan los recursos naturales principalmente por cultivos convencionales, debido a que ocupan muchos productos agroquímicos que afectan al medio ambiente y al suelo y fuentes de agua principalmente, mientras que la práctica de agroecología ayuda a ser más resilientes, adaptativos a climas adversos y esto a su vez fortalece a la mitigación al cambio climático.

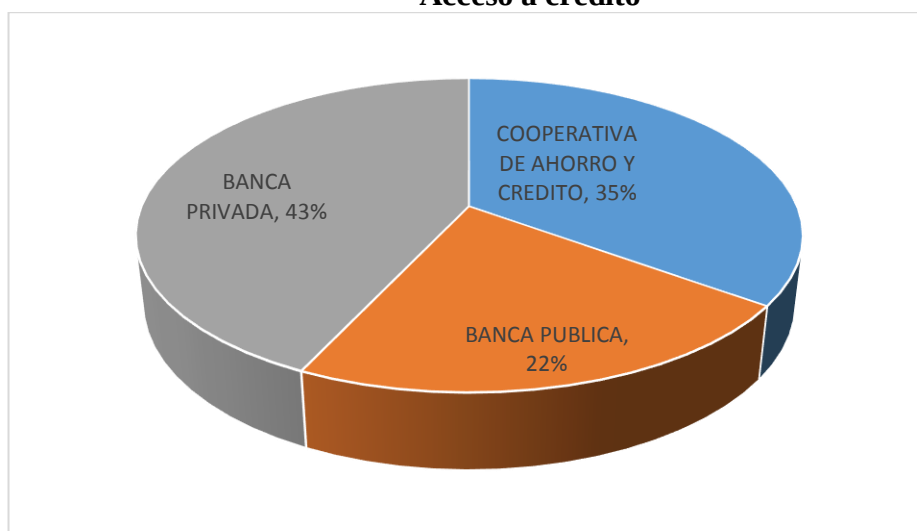
26. Financiamiento

De acuerdo a información proporcionada por el Banco de Fomento y de la información primaria recopilada a través de las entrevistas a los productores, el sector que más se beneficia del crédito obtenido por la banca pública es la agricultura (25%), seguido de créditos personales destinados para el consumo (20%); construcción (13%) y otros con menor participación. Existe una particularidad latente en términos del destino

del crédito de consumo, el mismo que se convierte en un capital rotativo para compra de insumos y materias primas para las personas que se dedican a la manufactura.

Los productores convencionales la mayoría realizan créditos y financiamiento para la producción de sus cultivos, por que cultivan como mínimo más de una hectárea. Los productos que cultivan son las fresas, tomate de riñón, cultivo de flores (rosas) para exportación, tomate de árbol, para el cultivo de estos productos necesitan créditos para adquirir semillas, insumos químicos y otras herramientas y equipos agrícolas.

Gráfico 16
Acceso a crédito



Fuente: Cevallos Marco Polo, et al. , 2015
Elaboración: Propia

En la gráfica anterior se observa que los agricultores de producción mayoristas son los que cuentan con los créditos para sus cultivos. En cambio los productores agroecológicos no tienen créditos financieros para sus cultivos porque ellos tienen las semillas y otros insumos por la práctica de agricultura y conocimiento ancestral y tienen animales menores que utilizan el estiércol para abonar en sus cultivos y aumentar la productividad de suelo.

27. Evaluación de sustentabilidad de los sistemas con el método MESMIS

Seguidamente se desarrolla los materiales y métodos de evaluación a través del MESMIS, para los dos sistemas de producción agropecuaria que son: Sistema de producción agroecológica y sistema de producción convencional.

Sistema de Producción Agroecológica:

La producción agroecológica combinada con la agricultura tradicional (chakras), tiene aproximadamente una extensión de 41 Ha. contabilizados todos los productores agroecológicos investigados (treinta familias campesinas), que desde muchos años han venido desarrollando la agricultura tradicional como parte de su cultura misma, con el cultivo y manejo de sus chakras; sin embargo, la práctica agroecológica la adoptan desde hace más de 15 años y ahora viven de ello con cultivos agroecológicos y chakras andinas.

Otro sistema agrícola es el sistema de producción agrícola convencional, el total de terreno para este sistema agrícola para los productores investigados es de 60 hectáreas; en este sistema los productores trabajan con agro químicos industriales para el rendimiento de las producciones de frutillas, tomate de riñón, tomate de árbol, cultivo de rosas.

El análisis de los puntos críticos se realizó estableciendo las debilidades y fortalezas del sistema agroecológico y del sistema convencional de parcelas visitadas en el campo. El resultado de este análisis se encuentra resumido en la siguiente Tabla.

Tabla 13
Fortalezas y debilidades de sistemas productivos

Atributos	Práctica agro ecológica		Agricultura convencional	
	Fortalezas	Debilidades	Fortalezas	Debilidades
Productividad	Producción de 5 a 8 variedades.	Baja productividad Bajos ingresos económicos.	Producción alta de un solo cultivo	Enfermedades al cultivo
Estabilidad	Nivel de conservación de recursos naturales	Carencia de sistema de riego	Mayor productividad debido a los químicos	Cambio de clima, altas precipitaciones
Autonomía	Fuerte autonomía productiva	Baja capacidad organizativa	Auto gestión,	Baja autosuficiencia y dependencia del paquete tecnológico

Adaptabilidad	Presencia alta en ecosistema de agro biodiversidad	-	Buen manejo y administración de químicos en cultivos	Monocultivo
---------------	--	---	--	-------------

Fuente: Entrevista directa, 2018.

Elaboración: Propia

Con el fin de establecer una definición operativa del concepto de sustentabilidad, se requiere identificar una serie de propiedades o atributos generales de sistemas sustentables (Masera Astier, y López-Ridaura., 1999). El MESMIS propone una serie de atributos que parten de propiedades sistémicas fundamentales y que cubren los diferentes aspectos que son necesarios evaluar a fin de que un sistema de manejo sea sustentable. En la siguiente matriz se resumen estos atributos y se definen los puntos críticos y los indicadores usados en esta investigación para los sistemas agroecológicos y los convencionales:

Tabla 14

Indicadores ambientales en dos sistemas agrícolas

Prácticas agro ecológicas y convencionales				
Atributo	Puntos críticos: principales problemáticas	Indicador	Parámetros de valoración	Valor (1 -5)
Productividad	Sostenibilidad Baja productividad	Productividad total del conjunto de cultivo y producción pecuaria.	Productividad total x Parcela	
Estabilidad	Ocurrencia de sequía / inundación	Técnicas y prácticas de conservación de suelo y recursos naturales.	Efectos de alta precipitación y/o sequía	
	Poca diversidad y/o asociación de cultivos	Número y lista de especies cultivadas en la producción y especies de animales en la chakra por año.	Diversificación de cultivos	
Conservación de recursos naturales	Carga toxica alta. Residuos de pesticidas y plaguicidas presentes	Modalidades usadas en fertilización de suelos, desarrollo de plantas, plaguicidas: Orgánica: Compostaje, estiércol, abonos verdes, mulch, presencia de plantas fijadoras de nitrógeno en el cultivo, uso de rastrojos etc. Fertilización Convencional: productos y cantidades usadas por hectárea.	Uso de abono orgánico, plaguicidas naturales (ají, ajo)	
Sostenibilidad de la producción y social	Fuerza de trabajo, uso sostenible de recursos naturales.	Sustentabilidad social y ambiental: Integración familiar en la producción. como han manejado y combatido. Uso sostenible de recursos naturales (agua, suelo).	Integración familiar y comunitaria. Nulo: Trabajo asalariado	

Reciclaje	Decrecimiento de materia orgánica y nutriente en suelos de cultivo. Baja productividad	Aplicación de técnicas de producción: Sistema convencional: cantidad de uso de agroquímicos, tipo de productos, (nivel de toxicología, sello rojo). Técnica agroecología: para control de plagas, malezas, producción y uso de insecticidas, controles mecánicos, fertilizantes sello verde, controladores biológicos.	Carga tóxica de paquete tecnológico	
			Técnica agroecológica y ancestral para control de plagas y malezas	
Sostenibilidad de la producción y comercialización	Sostenibilidad y existencia de diversificación de cultivos	Complementariedad, uso de estiércol, abonos orgánicos, diversificación de cultivos, manejo y conservación de chakras (asociación y rotación de cultivos).	Variedad y variabilidad de animales y plantas: conservación de chakras, aumento de materia orgánica en el suelo	
Eficiencia energética	consumo de combustible fósil en la producción agrícola (Ex ante ex post)	Eficiencia energética de Sistema productivo (Uso de insumos externos, consumo de combustibles fósiles en la producción)	Valor energético de la producción agrícola: Combustibles fósiles,	

28. Ponderación de indicadores

La ponderación de indicadores es muy importante tanto para la construcción de los indicadores, como para la interpretación de los mismos. La ponderación es preciso para conocer un coeficiente por el cual se debe multiplicar, tanto el valor de los sub indicadores y las variables que los forman, como los propios indicadores para obtener resultados razonables (Sarandon y Flores 2009, 24).

En la tabla 19 se presentan los valores asignados a los índices ambientales en función del análisis cualitativo y cuantitativo acorde a los criterios y observaciones presentados en la tabla anterior. En los ocho indicadores analizados, el sistema de producción agro ecológica, presentan valores máximos de (4.8/5.0) valores medios de (4.5/5.0) y por último los valores en umbrales bajos representan la puntuación de 4/5 puntos.

En cambio la agricultura convencional que la mayoría de familias desarrollan en la zona de estudio, se puede apreciar que el valor máximo asignado oscila de 3.5/5.0 puntos, y la mayoría de indicadores tienen una puntuación de 2/5 puntos, por lo que representa una baja sostenibilidad. Asimismo los indicadores; Prácticas de conservación de suelo, eficiencia energética y menor aplicación de carga toxico (agroquímicos) a los cultivos tienen la puntuación de 1 punto representando en el umbral o la más baja en aporte a la sostenibilidad del sistema productivo. (Ver tabla 15).

Tabla 15

Asignación de valores a indicadores

Asignación de valores a indicadores de sustentabilidad			
INDICADORES	Agro ecología	Agricultura convencional	Valor máximo
Productividad total del conjunto de cultivo y producción pecuaria.	4.2	3.5	5
Técnicas y prácticas de conservación de suelo y recursos naturales.	4.5	1	5
Número y lista de especies cultivadas en la producción y especies de animales en la chakra por año.	4.4	3	5
Modalidades usadas en fertilización de suelos, desarrollo de plantas, plaguicidas: Orgánica: Compostaje, estiercol, abonos verdes, mulch, presencia de plantas fijadoras de nitrógeno en el cultivo, uso de rastrojos etc.	4	2	5
Sustentabilidad social y ambiental: Integración familiar en la producción. Como han manejado y combatido.	4.7	2	5

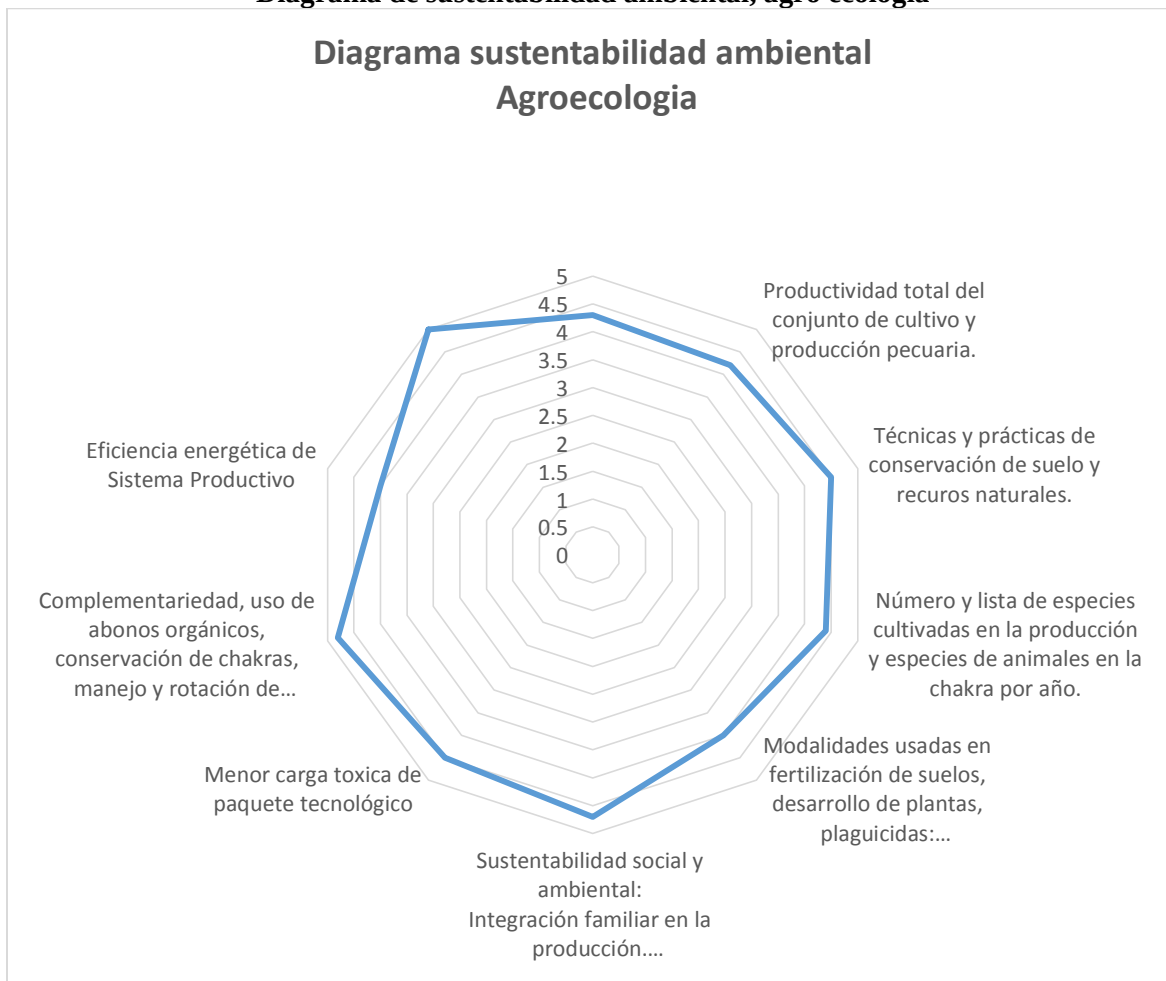
Uso sostenible de recursos naturales (agua, suelo).			
Menor Carga toxica de paquete tecnológico	4,5	1	5
Complementariedad, uso de abonos orgánicos, conservación de chakras, manejo y rotación de cultivos etc.	4.8	1	5
Eficiencia energética de Sistema Productivo	4	2	5
	Promedio ponderado: 4.38	Promedio ponderado: 1.88	

Fuente: Encuestas, 2018.

Elaboración: Propia

A continuación se procede representar gráficamente los valores obtenidos en cada uno de los indicadores y atributos de evaluación de sustentabilidad. En el gráfico siguiente se procede a presentar el diagrama de sustentabilidad de la práctica agro ecológica.

Gráfico 17

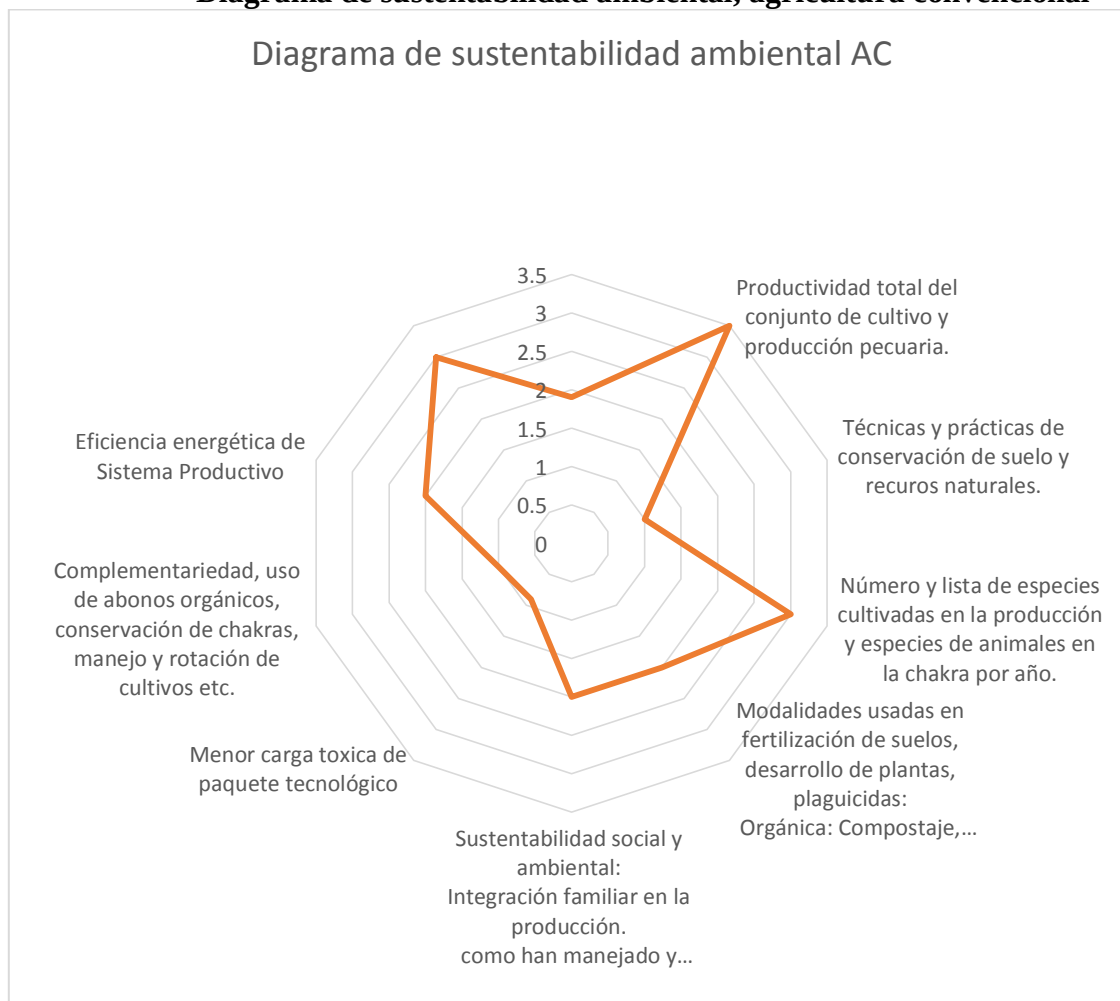
Diagrama de sustentabilidad ambiental, agro ecología

Fuente: Encuestas
Elaboración: Propia

En el gráfico anterior se puede apreciar evidentemente que la práctica agroecológica se asocia óptimamente con los indicadores de sostenibilidad y esta a su vez está relacionada con los principios de agroecología.

A continuación se procede a representar gráficamente la valoración de sustentabilidad del sistema de agricultura convencional.

Gráfico 18

Diagrama de sustentabilidad ambiental, agricultura convencional

Fuente: Encuestas, 2018

Elaboración: Propia

Teniendo en cuenta los indicadores y atributos básicos para la evaluación de sustentabilidad, en dos prácticas agrícolas como: Agroecología y agricultura convencional en el gráfico se puede apreciar los resultados, en la cual los valores exteriores asignados a la práctica agroecológica representa el valor óptimo de sustentabilidad con una puntuación máxima de 4.8, mientras que la práctica de agricultura convencional con el valor umbral de 1 punto no aporta en casi nada a la sustentabilidad de las parcelas y/o fincas agrícolas. (Ver gráfico 19).

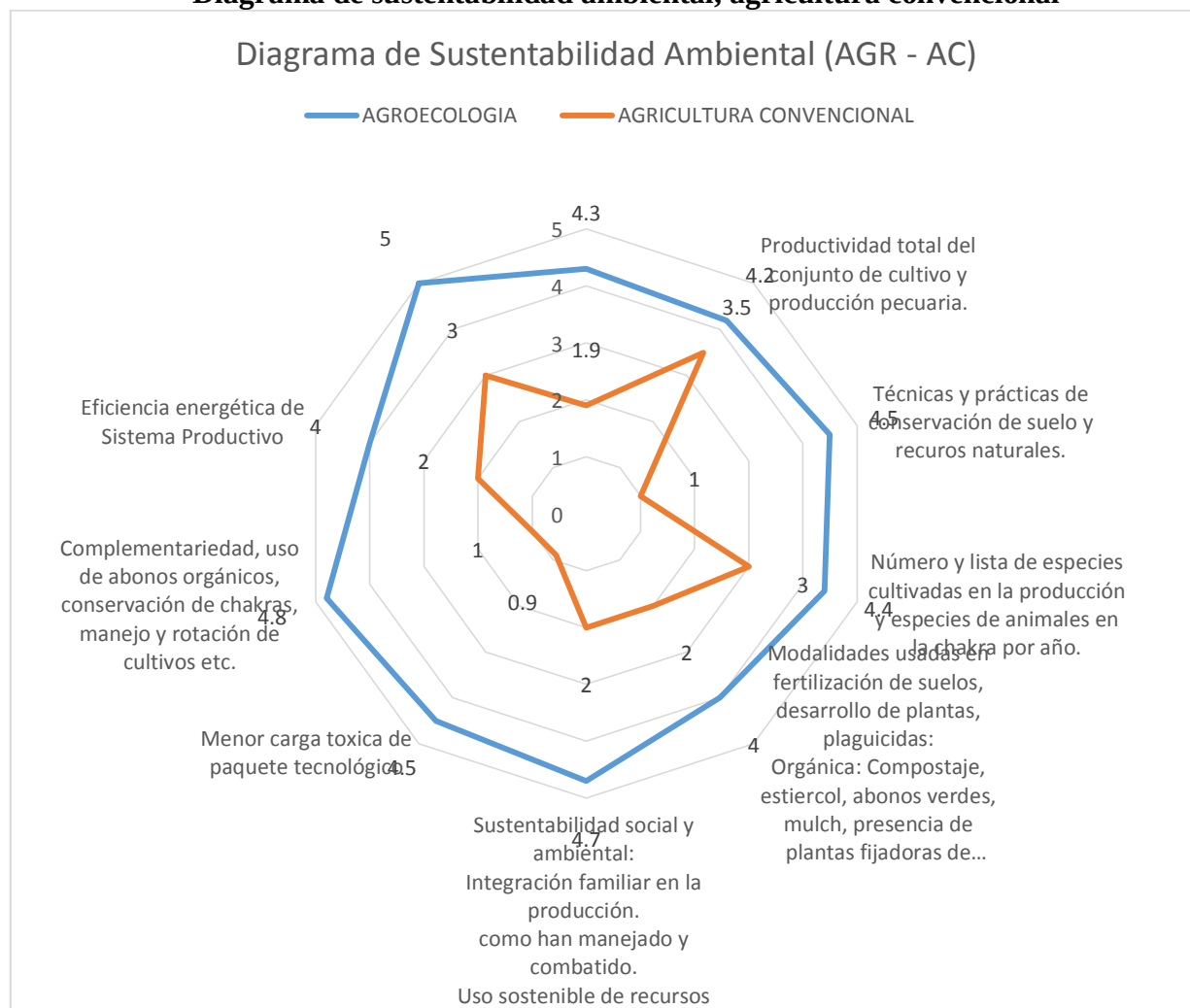
A medida que los valores se acercan a los vértices del gráfico, tipo “telaraña” aumenta la valoración positiva para cada una de las variables en estudio, y por lo tanto se establece

que el sistema agro ecológico se acerca más a la sostenibilidad. Lo contrario sucede al acercarse los valores al centro del gráfico, esto se puede observar claramente en el sistema de agricultura convencional.

El sistema de agricultura convencional, con los valores umbrales de 1 punto que se aproximan a centro de gráfico; es decir no aporta en casi nada a la sustentabilidad.

Gráfico 19

Diagrama de sustentabilidad ambiental, agricultura convencional



Fuente: Encuestas, 2018

Elaboración: Propia

Teniendo en cuenta los indicadores y atributos básicos para la evaluación de sustentabilidad, en dos prácticas agrícolas como: Agroecología y agricultura convencional

en el gráfico se puede apreciar los resultados, en la cual los valores exteriores asignados a la práctica agroecológica representa el valor óptimo de sustentabilidad con una puntuación máxima de 4.8/5.0, y el de menor puntuación oscila en 4/5.0 puntos, lo que representa que esta práctica de agroecología cumple con los principios agroecológicos y sustentable con el medio ambiente. También se puede apreciar la puntuación de valor máximo de la práctica de agricultura convencional con el valor máximo de 3.5/5.0 puntos en el indicador de productividad y el valor umbral de 1/5.0 punto en casi mayoría de los indicadores, y esto significa que esta práctica no aporta en casi nada a la sustentabilidad de las parcelas y cultivos agrícolas a mediana escala.

Conclusiones

Del análisis exploratorio en la herramienta MESMIS de los atributos, criterio de diagnóstico e indicadores se lo realizó de acuerdo a los conocimientos y la dinámica de trabajo realizadas en la práctica y salida de campo y se obtuvo el resultado de la evaluación sistemática de sostenibilidad y manejo a través de indicadores.

Al finalizar la determinación y evaluación de los parámetros de evaluación de sustentabilidad en los tres ámbitos, ambiental, social y económica de los sistemas agrícolas de la comunidad de Huaycopungo y Tocagón, pertenecientes a la Parroquia de San Rafael se obtuvieron en concreto las fortalezas como las debilidades de los dos sistemas agrícolas. Dando como resultante lo siguiente:

En el análisis y evaluación de la sustentabilidad en las dos prácticas agrícolas se concluye que la práctica agroecológica es el sistema más sustentable con el medio ambiente con una puntuación máxima de 4.8 sobre la escala de calificación de 0-5. Sin embargo en contraste y comparación con la práctica de agricultura convencional no aporta a la sustentabilidad del sistema porque tiene una puntuación promedio de 1.88, sobre 5, lo que significa que esta práctica aporta en nivel extremadamente bajo a la sustentabilidad.

Para la producción agroecológica se obtuvo resultados que apuntan hacia la conservación de recursos naturales, incremento de materia orgánica, seguridad alimentaria, conservación de ambiente, mejoramiento de suelos e incremento de agro biodiversidad la cual es un factor muy positivo para la adaptación, mitigación y resiliencia al cambio climático.

Según la observación directa, aplicando el método empírico y de acuerdo a los relatos de las mismas familias campesinas, se evidenció que los dos sistemas agrícolas, tanto la agroecología como la agricultura convencional sienten los efectos actuales del clima en sus parcelas, ante esto con las prácticas que realizan cada uno de los productores en sus parcelas tienden a ser más resilientes o más vulnerables al clima cambiante de hoy.

Para la evaluación se identificaron ocho indicadores con sus respectivos atributos; los resultados indican que las dos prácticas agrícolas tienden a tener grandes diferencias. Por

ejemplo la práctica agroecológica tiende más por la conservación de recursos naturales y ambiente, mientras que la práctica de agricultura convencional tiende más a alcanzar mayores réditos económicos, bienestar familiar sin la mínima importancia de conciencia ambiental ni el debilitamiento en la salud humana.

Se evaluaron ocho indicadores y atributos de acuerdo a los parámetros básicos de evaluación de sustentabilidad la práctica agroecológica obtuvo la mejor calificación de 4.3 puntos sobre cinco lo cual se valora como óptimo en la tabla de calificación, el factor social y económico se califica como aceptable.

La información y los datos de los atributos de sustentabilidad demostró que el sistema de producción agro ecológica en conjunto (chakras) fue la más sustentable y más productiva para la conservación del medio ambiente. Asimismo es una mejor alternativa que fortalece y garantiza la adaptación al cambio climático.

Es importante mencionar que hay prácticas que tienen incidencia sobre varios factores y por tanto incrementan la resiliencia de los agros ecosistemas; en contraposición, existen prácticas bastante puntuales que se fundamentan en un solo elemento como la resistencia de un solo cultivo ante la sequía. Si bien pueden ser muy efectivas en cuanto a permanencia del cultivo en estos eventos, tendrían poco o ningún efecto frente a otros factores (De La Torre 2014, p. 52).

Los productores de agroecología y agricultura tradicional, manifiestan que el cambio de clima es evidente en los últimos dos décadas (sequías, precipitaciones fuertes), frente a estas amenazas los productores campesinos realizan prácticas ancestrales como diversificación de cultivos, plantación de cercas vivas alrededor de sus parcelas, manejo de desechos orgánicos para utilizar como abonos. En cambio los productores convencionales utilizan solo productos químicos industriales para controlar las enfermedades, plagas de sus cultivos, sin tener una estrategia clara de adaptación y mitigación del cambio climático

Por último, se puede establecer que: la práctica de la agroecología incrementa la materia orgánica en las parcelas en cantidades relativamente altas, esto permite minimizar la presencia de plagas y enfermedades, provoca una mayor retención de agua y humedad en el suelo y, consecuentemente, crea mejores condiciones para resistir períodos de escasez o exceso de lluvia que son factores de cambio climático, es decir el sistema agroecológico es una mejor alternativa de adaptación y mitigación al cambio climático.

Los cultivos de agricultura convencional como son: las frutillas, tomate de árbol, tomate de riñón y plantaciones de rosas utilizan en grandes cantidades en cada suministro de químicos para el control de plagas, insectos, fertilizantes, desarrollo y engrose. Estos productos químicos son administrados en sus cultivos en un promedio de dos veces por semana en caso de las frutillas y tomate de riñón y en las flores tres o cuatro veces por semana, esto significa que la cantidad de químicos que son administrados en los cultivos son extremadamente altos, lo cual contribuye directa o indirectamente a la emisión de gases de efectos invernaderos y genera impactos altamente negativos para el medio ambiente.

Obras citadas

- Altieri, Miguel Ángel y Clara Nicholls. 2012. Diseños agroecológicos para incrementar la biodiversidad de entomofauna benéfica en agro ecosistemas. Sociedad Latinoamericana de Agroecología (SOCLA). Medellín Colombia.
- Altieri, Miguel Angel, Clara Nicholls. 2013. Agroecología y resiliencia Socio ecológica: adaptándose al cambio climático. Medellín, Red Iberoamericana de Agroecología para el Desarrollo de Sistemas Agrícolas Resilientes al Cambio Climático REDAGRES, SOCLA.
- CELAEP. 2015. Actualización de Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Cantón Otavalo.
- Cevallos, Marco Polo, et al. 2011. Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia San Rafael de la Laguna, GAD San Rafael, Otavalo.
- Cevallos Marco Polo, et al. 2015. Actualización de Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de San Rafael de la Laguna, San Rafael.
- De la Torre Julio. 2014. Agricultura familiar campesina, circuitos alternativos de comercialización y adaptación al cambio climático, MAGAP, Quito Ecuador.
- Field Leonard. 1991. Sistemas Agrícolas Campesinos en la Sierra Norte. Centro Andino de Acción Popular CAAP. Quito Ecuador.
- Gianella Teresa y Teobaldo Pinzás. 2017. Producción de alimentos en sistemas resilientes al clima”. Revista agro ecológica LEISA.
- HEIFER Ecuador. 2014. La agro ecología está presente, Mapeo de productores agroecológicos y del estado de la agroecología en la sierra y costa ecuatoriana. Quito Ecuador.
- Panel Intergubernamental de Cambio Climático. 2014. Cambio climático: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Ginebra: IPCC
- Panel Intergubernamental de Cambio Climático. 2014. Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de

evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Ginebra: IPCC.

Jurado, Pablo Anibal. 2015. Actualización de Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Provincial de Imbabura. Ibarra: Gobierno Provincial de Imbabura.

Lopez Ridaura.1999. Sustainability and Natural Resource Management: The MESMIS Evaluation Framework. Working Document D36 Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada. Mexico DF.

Masera, Oscar, et al. 1999. Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS. GIRA- Mundi-prensa, México DF.

Nicholls, Clara y Altieri, Miguel. 2015. “Agroecología y el diseño de sistemas resilientes al cambio climático”. Agroecología Vol. 10. Sociedad científica latino americana de Agroecología (SOCLA). Universidad de Murcia. Murcia. España.

Nicholls, Clara y Altieri Miguel Ángel. 2013. Agroecología y cambio climático: metodologías para evaluar la resiliencia socio-ecológica en comunidades rurales. . Red IberoAmericana de Agroecologia para el Desarrollo de Sistemas Agrícolas Resilientes al Cambio Climático (REDAGRES). Gama Grafica, Lima, Perú.

Pareja Cisneros Gustavo. 2015. Actualización de Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Cantón Otavalo, Otavalo – Ecuador.

Quinchuquí, Mayra y Propia. 2016. Diagnóstico y línea base Desarrollo agropecuario y agricultura familiar en la Parroquia de San Rafael. Dirección Provincial de Agricultura de Imbabura DPAI -MAGAP. Ibarra.

Quinchuquí, Mayra y Propia. 2016. Proyecto agro biodiversidad en la Parroquia de San Rafael de la Laguna. Dirección Provincial de Agricultura de Imbabura DPAI -MAGAP. Ibarra.

Sarandón Santiago y Claudia Flores. 2009. Evaluación de la sustentabilidad en agro ecosistemas: Una propuesta metodológica”. Artículo científico agroecología.

Tello Jorge. 2011. Agricultura familiar agroecológica campesina en la comunidad andina: Una opción para mejorar la seguridad alimentaria y conservar la biodiversidad”. Revista agro ecológica.

Anexos

Anexo 1: Encuesta dirigida a productores de agro ecología y agricultura convencional.

Fecha:

Lugar:.....

Hora:.....

Nombre del encuestado:..... **Sexo:**
M.... F....

Edad:

Ubicación:

Provincia:

Parroquia:

Comunidad:

Objetivo: Conocer las ventajas y desventajas de la agricultura convencional vs. Agroecología, frente al cambio climático en las dos comunidades de la Cuenca del Lago San Pablo para su análisis de impacto en el ambiente.

Tenencia de la Tierra

1.- El terreno de en donde tiene su producción de cultivo es:

- a) Propio
- b) Arrendado
- c) Propiedad familiar
- d) Otros

2.- De qué tamaño es el terreno de su producción?

- a) Más de una Hectárea.
- b) Una Hectárea.
- c) Menos de una hectárea.
- d) Parcela

Valoración y práctica sobre la actividad productiva

3.- Qué tipo prácticas agrícolas realiza usted.

- a) Agricultura convencional
- b) Agroecología
- c) Otros

4.- ¿Para el desarrollo, engrose y rendimiento de sus cultivos que tipo de productos emplea en sus cultivos?

a) Productos químicos (fertilizantes, plaguicidas, fungicidas, abonos químicos y/o insecticidas).

b) Productos orgánicos (compostaje, abono orgánico, mulch, insecticida orgánica. Etc.).

- c) Otros

5.- ¿Qué tiempo se demora desde el cultivo hasta la primera cosecha?

- a) 1 a 3 meses
- b) 4 a 6 meses
- c) 7 a 12 meses
- d) 12 a 18 meses
- e) 18 a 24 meses

6.- Cada qué tiempo cosecha usted sus productos

- a) Dos veces por semana
- b) Semanal
- c) Quincenal
- d) Mensual
- e) Semestral

7.- Qué cantidad rinde su cultivo en cada cosecha

.....

7. La producción agrícola de su cultivo que tiempo dura ¿desde la siembra hasta la última cosecha?

- a) Tres meses

b) Seis meses

c) Un año

d) Dos años

e) Tres años

8.- ¿Tiene crianza de animales menores y Ovejas, Chanchos y vacas?

SI

NO

9.- ¿En caso de tener animales menores cuantos tiene usted?

a) 1 a 3

b) 4-6

c) 7-10

d) Más de 10...

10.- Qué tareas realiza para la producción de su cultivo (preparación de tierra, siembra, aporque, cosecha, etc.)

a) Trabajo con maquinaria a motor.

b) Trabajo familiar y campesina

c) Combinadas con maquinaria y fuerza de trabajo

11.- ¿Qué tipo de riego emplea en sus cultivos?

a) Acequia /rio

b) Época invernal (lluvia)

c) Agua de red comunitaria

d) Otros.

12.- ¿En caso de emplear agroquímicos en sus cultivos que tipo o cuales productos utiliza en su cultivo.

.....

.....

.....

....

13.- ¿Para emplear abonos, fertilizantes para desarrollo y engrose de sus productos que emplea usted?

- a) Abonos orgánicos
- b) Compostaje
- c) Mulch
- d) Estiércol
- e) Plantas fijadoras de nitrógeno
- f) Abonos verdes.
- g) Abonos y fertilizantes químicos

14.- ¿Cada qué tiempo emplea los productos químicos y/o orgánicos en sus cultivos?

- a) Diario
- b) Dos veces por semana
- c) Cada semana
- d) Cada dos semanas
- e) Cada mes
- f) Otros

15.- ¿Cuántos tipos de productos tiene cultivado usted?

- a) Un solo producto
- b) Dos productos
- c) Tres productos
- d) más de tres productos

16.- En su producción agrícola tiene cultivos asociados ¿Cuáles?

.....

17.- ¿En su producción agrícola y/o chakra emplea reciclaje de materia orgánica y estiércol de animales menores?

- a) Si
- b) A veces
- c) Nunca
- d) No aplica

18.- ¿Utiliza herramientas o insumos (semillas, fertilizantes, etc.) para el manejo agrícola, cuáles, qué cantidad utiliza y cómo los obtiene?

.....

19.- En su producción cuanto cantidad de dinero invirtió para implementar su cultivo?

20.- ¿La ganancia que deja su producción agrícola de cuantos es aproximadamente?

21.- Cuanto es el gasto por semana por compra de implementos de producción y fumigación y/o mantenimiento y desarrollo de sus cultivos

.....

22.- ¿Cuántas personas trabajan en su producción agrícola?

- a) 1 a 3 personas
- b) 4 a 5 personas
- c) 5 a 10 personas
- d) Más de 10 personas.

23.- ¿Los conocimientos de producción agrícola como lo adquirieron?

- a) Asesoría profesional
- b) Empíricamente
- c) Conocimiento Ancestral y Local
- d) Otros

24.- En sus cultivos reutilizan los desechos orgánicos

- a) SI
- b) NO

25.- ¿Qué prácticas o técnicas utiliza para el mantenimiento y fertilización del suelo de su cultivo?

- a) Abonos químicos
- b) Abonos orgánicos
- c) Ninguno
- d) Otros..

26.- El aprovechamiento de agua para utilizar en riego en sus cultivos de qué manera lo realiza?

27.- Al momento de sacar a la venta sus productos son?

- a) Aceptados
- b) Muy aceptados
- c) Medianamente aceptados
- d) Poco aceptados

28.- ¿Lo que produce en sus cultivos por cada cosecha en (sacos, cajas, balde, etc.) que productos saca a la venta?

.....

29.- ¿Qué cantidad de lo que produce en (sacos, cajas, balde, etc.) usted lo saca a la venta aproximadamente?

.....

.....

.....

30.- A qué ciudad lo vende y a quién vende la producción y en qué período (semanas, meses, año)

.....

.....

31.- En que medio saca al mercado sus productos agrícolas.

- a) Camioneta
- b) Camiones
- c) Transporte propio
- d) Otros

32.- ¿En la producción de sus cultivos ha implementado hormonas para el desarrollo, florecimiento y engrose de su producto?

.....

33.- ¿Usted como productor, al finalizar el cultivo productivo, que producto cultiva en el terreno?

a) mismo producto

b) otro producto

c) cual producto especifique.....

34.- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de las técnicas utilizadas en sus cultivos?

.....

35.- ¿Usted como productor ha tenido problemas importantes en sus cultivos?

36.- ¿Alguna vez ha tenido problemas o efectos en sus cultivos con el cambio de clima (fuertes lluvias, heladas, veranos fuertes etc.)?

.....

Firma

Gracias por su colaboración

Anexo 2. Cuestionario de entrevista**Nombre del entrevistado:****Lugar / comunidad:****Fecha:**

-
1. ¿El paquete tecnológico que maneja usted en sus cultivos como lo beneficia a su producción?
 2. ¿Cree usted que su tierra de cultivo ha empeorado en calidad debido a la manera como produce?
 3. Usted realiza el manejo de desechos sólidos utilizados en la producción de sus cultivos
 4. ¿Antes producía más su tierra o igual?, Si responde más, cree que el uso de insumos químicos ha afectado la tierra, por qué?
 5. ¿Desde que trabaja en esta actividad, conoce de algún caso de afectación a los recursos naturales o a la salud de la población en la zona?
 6. (Si es afirmativa la respuesta) Ha conocido si antes había estos problemas en la zona?
 7. ¿Cree que ha mejorado sus condiciones de vida o está igual o peor que antes de comenzar con esta actividad?
 8. ¿Cree que este tipo de actividad es un buen negocio para usted. Por qué?
 9. ¿Quién cree que se beneficia más: usted como productor agrícola o quien se abastece de su producción y por qué?
 10. ¿Usted maneja o cuida el espacio de su producción agrícola?
 11. ¿Qué productos consume su familia para alimentarse y de dónde provienen estos alimentos (de la UPF, de la tienda, del mercado, etc.)?
 12. ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de sus técnicas de producción agrícola?
 13. Los efectos o cambios de clima, (sequía, heladas, mucha lluvia, granizadas etc.) ha afectado su cultivo ¿Cómo?

.....

Firma

Anexo 3.
Caracterización de productores agros ecológicos y chakra.



Fuente y elaboración propia

Anexo 4.
Cultivo de frutillas y chakra andina.



Cultivo de tomate de riñón



Fuente y elaboración propia



Fuente y elaboración propia

Anexo 5
Problemas de agricultura convencional





Fuente y elaboración propia

Anexo 6
Afectación de variación de clima en los cultivos (inundación)





Fuente y elaboración propia

Anexo 7
Feria agro ecológica en Otavalo.





Fuente y elaboración propia

Anexo 8 Encuesta y entrevista con los productores.



Fuente y elaboración propia