

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**



**CONTRIBUCIÓN DEL MANEJO AGROECOLÓGICO EN FAMILIAS
CAMPELINAS Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS FRENTE AL
CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CUENCA MARIÑO, APURÍMAC,
PERÚ**

**Presentada por:
YÉSICA QUISPE CONDE**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAGISTER SCIENTIAE EN
AGRICULTURA SUSTENTABLE**

**Lima - Perú
2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**

**CONTRIBUCIÓN DEL MANEJO AGROECOLÓGICO EN FAMILIAS
CAMPELINAS Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS FRENTE AL
CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CUENCA MARIÑO, APURÍMAC,
PERÚ**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAGÍSTER SCIENTIAE**

**Presentada por:
YÉSICA QUISPE CONDE**

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Mg.Sc. Viviana Castro Cepero
PRESIDENTE

Dr. Raúl Blas Sevillano
PATROCINADOR

Dr. Félix Camarena Mayta
MIEMBRO

Mg.Sc. Juan Torres Guevara
MIEMBRO

Para los pequeños agricultores, quienes con enorme esfuerzo nos ofrecen alimentos, conservando la biodiversidad y el ambiente.

Para mis Padres, quienes me enseñan a cultivar la tierra con respeto y alegría.

AGRADECIMIENTO

Al Centro Internacional para la Investigación Forestal (CIFOR), en el marco del proyecto de investigación de servicios ecosistémicos en la cuenca del río Mariño, por el financiamiento y acompañamiento en todo el proceso de la investigación.

A la Cooperación Técnica Belga (CTB), por su apoyo en el financiamiento de la Maestría que ha contribuido muchísimo en mi formación profesional.

A mi asesor Bruno Locatelli, por su amabilidad y apoyo constante en el asesoramiento y acompañamiento en el desarrollo de la investigación.

A mi asesor Raúl Blas, por las revisiones y recomendaciones brindadas en el proceso de la investigación.

A Ameline Vallet, mi eterno agradecimiento por su ayuda para lograr desarrollar la investigación.

A los productores de la Comunidad Campesina de Llañucancha, por su disponibilidad y amabilidad de recibirme en sus chacras, por compartir sus conocimientos.

A Richard y Moisés, por su apoyo para movilizarme y ayudarme en los trabajos de campo.

A mi tía Teófila Quispe, por haberme brindado su casa y su cariño.

Al Instituto de Desarrollo y Medio Ambiente (IDMA) y a los profesionales que participaron en el taller al inicio de la investigación, por facilitar información y promover la producción agroecológica en la Cuenca Mariño.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|-----------|
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA..... | 4 |
| 2.1. Agroecosistemas..... | 4 |
| 2.2. Agroecología: definición y principios..... | 5 |
| 2.3. Agricultura familiar campesina | 7 |
| 2.4. Cambio climático en los Andes y en Apurímac..... | 8 |
| 2.5. Servicios ecosistémicos: conceptos y relación con la agricultura | 10 |
| 2.6. Agricultura climáticamente inteligente..... | 13 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 16 |
| 3.1. Zona de estudio: cuenca Mariño..... | 16 |
| 3.2. Agricultura en Apurímac y en la cuenca Mariño..... | 17 |
| 3.3. Marco conceptual y marco analítico..... | 19 |
| 3.4. Proceso de la investigación..... | 29 |
| 3.4.1. Identificación de prácticas que caracterizan chacras con manejo agroecológico..... | 29 |
| 3.4.2. Elección de la comunidad y determinación de la población de estudio | 30 |
| 3.4.3. Evaluación a diferentes escalas (chacras o unidad productiva)..... | 30 |
| 3.5. Análisis de datos..... | 39 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 40 |
| 4.1. Análisis preliminares..... | 40 |
| 4.1.1. Identificación de familias con chacras manejadas agroecológicamente. | 40 |
| 4.1.2. Características de la familia campesina y su unidad productiva..... | 44 |
| 4.2. Seguridad alimentaria a nivel de la familia..... | 44 |
| 4.2.1. El sistema produce cantidades suficientes: Rendimientos de productos básicos..... | 44 |
| 4.2.2. Producción y autoconsumo continuos..... | 47 |
| 4.2.3. Ingresos altos y continuos por venta de productos de unidad productiva | 49 |
| 4.2.4. Tiempo para otros ingresos..... | 52 |
| 4.3. Adaptación de la unidad productiva..... | 54 |
| 4.3.1. Diversificación..... | 54 |
| 4.3.2. Aplicación de prácticas de adaptación..... | 55 |

| | | |
|--------------|--|-----------|
| 4.4. | Adaptación para la cuenca..... | 56 |
| 4.4.1. | Regulación del agua y suelo para la cuenca..... | 56 |
| 4.5. | Mitigación para el planeta..... | 59 |
| 4.5.1. | Densidad de carbono en suelos agrícolas..... | 59 |
| 4.5.2. | Densidad de carbono en árboles de chacras agrícolas..... | 60 |
| 4.6. | Aporte de chacras con manejo agroecológico..... | 62 |
| 4.6.1. | La integración, diversificación y producción continua como estrategias para la seguridad alimentaria y adaptación al cambio climático..... | 62 |
| 4.6.2. | Prácticas de manejo agroecológico en el sistema productivo aportan a los servicios ecosistémicos de regulación: a nivel local y global..... | 65 |
| 4.7. | Agroecología y agricultura preparada para el cambio climático, encontrando conexiones..... | 70 |
| V. | CONCLUSIONES..... | 72 |
| VI. | RECOMENDACIONES..... | 73 |
| VII. | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 74 |
| VIII. | ANEXOS..... | 82 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 1: Servicios ecosistémicos..... | 12 |
| Cuadro 2: Estándar para evaluar los objetivos de la investigación | 25 |
| Cuadro 3: Características de las muestras por punto de muestreo de suelos..... | 33 |
| Cuadro 4: Número de muestras al 95% de confianza y $t = 1.96$ | 35 |
| Cuadro 5: Número de muestras al 90% de confianza y $t = 1.645$ | 35 |
| Cuadro 6: Métodos usados para análisis de muestras suelos..... | 35 |
| Cuadro 7: Ecuaciones usadas para estimar el carbono secuestrado en biomasa aérea..... | 38 |
| Cuadro 8. ANOVA de prácticas agrícolas y su influencia sobre la erodabilidad del suelo | 56 |
| Cuadro 9. ANOVA de prácticas agrícolas y su influencia sobre el Carbono Total..... | 59 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|-------------------|---|----|
| Figura 1. | Componentes funcionales de un ecosistema natural. Fuente: Gliessman, 2015..... | 4 |
| Figura 2. | Componentes funcionales de un agroecosistema..... | 5 |
| Figura 3. | Ubicación política de la cuenca Mariño..... | 16 |
| Figura 4. | Mapa de la cuenca Mariño- zona de estudio, elaborado con datos de la Zonificación Económica Ecológica de la cuenca Mariño..... | 17 |
| Figura 5. | Porcentaje (%) de unidades agropecuarias según tamaño, región Apurímac, elaborado en base a datos del INEI (Censo Nacional Agropecuario, 2012)..... | 18 |
| Figura 6. | Marco conceptual vinculando la agroecología con los tres pilares de una agricultura preparada para el cambio climático..... | 20 |
| Figura 7. | Marco conceptual vinculando la agroecología con los tres pilares de una agricultura preparada para el cambio climático y representando los tres objetivos de la investigación..... | 21 |
| Figura 8. | Marco analítico identificando tres principios (P) y siete criterios (C) y doce indicadores para analizar la contribución de la agroecología a la seguridad alimenticia, la adaptación al cambio climático y la mitigación del cambio climático..... | 23 |
| Figura 9. | Resumen de los tres bloques metodológicos asociadas a diferentes indicadores de análisis y diferentes escalas (chacras o unidad productiva)..... | 28 |
| Figura 10. | Profundidades de muestreo de suelos (0-10 cm) (10 -30 cm)..... | 34 |
| Figura 11 | Niveles de aplicación de prácticas agroecológicas..... | 40 |
| Figura 12. | Prácticas agroecológicas aplicadas de regular a frecuente/muchas veces..... | 42 |
| Figura 13. | Prácticas agroecológicas aplicadas pocas veces..... | 43 |
| Figura 14. | Características de la familia campesina..... | 44 |
| Figura 15. | Características de la unidad productiva de familias campesinas..... | 45 |
| Figura 16. | Rendimiento de papa (Kg/ha)..... | 45 |
| Figura 17. | Rendimiento de maíz amiláceo (kg/ha)..... | 46 |
| Figura 18. | Rendimiento de tarwi (Kg/ha)..... | 46 |
| Figura 19. | Cantidad promedio de papa producida al año por familia..... | 47 |

| | | |
|-------------------|--|----|
| Figura 20. | Número de campañas de papa por año..... | 47 |
| Figura 21. | Cantidad promedio de maíz producida al año por familia..... | 48 |
| Figura 22. | Cantidad promedio de tarwi producida al año por familia..... | 48 |
| Figura 23. | Origen de los alimentos que consume la familia..... | 49 |
| Figura 24. | Ingresos familiares por venta de productos de la chacra..... | 50 |
| Figura 25. | Ingreso por ventas del área cultivada permanente..... | 50 |
| Figura 26. | Ingreso por ventas del área cultivada total..... | 51 |
| Figura 27. | Ingreso por ventas de cultivos y crianzas del área cultivada total..... | 51 |
| Figura 28. | Ingreso por ventas de cultivos y crianzas del área cultivada total..... | 52 |
| Figura 29. | Tiempo dedicado al trabajo en la chacra..... | 52 |
| Figura 30. | Número de actividades no agrícolas realizadas en el nivel básico y avanzado..... | 53 |
| Figura 31. | Actividades no agrícolas realizadas en el nivel básico y avanzado... | 53 |
| Figura 32. | Número de especies cultivadas en la unidad productiva..... | 54 |
| Figura 33. | Número de crianzas en la unidad productiva..... | 54 |
| Figura 34. | Número de prácticas de adaptación frente al cambio climático implementadas por familias en el nivel básico y avanzado..... | 55 |
| Figura 35. | Prácticas de adaptación frente al cambio climático implementadas por familias en el nivel básico y avanzado..... | 55 |
| Figura 36. | Índice de erodabilidad de suelo, según nivel de aplicación de prácticas..... | 56 |
| Figura 37. | Erodabilidad de suelo, según tipo de labranza..... | 57 |
| Figura 38. | Erodabilidad de suelo, según tipo de riego..... | 57 |
| Figura 39. | Erodabilidad de suelo con y sin terrazas..... | 58 |
| Figura 40. | Materia orgánica en suelos según nivel de aplicación de prácticas agroecológicas..... | 58 |
| Figura 41. | Carbono almacenado en suelos (tC/ha), según nivel de aplicación de prácticas agroecológicas..... | 59 |
| Figura 42. | Influencia del tipo de riego en la cantidad de Carbono almacenado en suelos (tC/ha)..... | 60 |
| Figura 43. | Porcentaje de área según destino de la unidad productiva de familias campesinas..... | 60 |

| | |
|---|----|
| Figura 44. Densidad de carbono en árboles (aislados, en cercos y total) en área agrícola permanente | 61 |
| Figura 45. Carbono en arboles de bosques (total y por hectárea de la unidad productiva) y árboles de bosques y chacras permanentes (por hectárea de la unidad productiva)..... | 62 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|-----|
| Anexo 1. Encuesta de identificación de prácticas agroecológicas..... | 82 |
| Anexo 2. Entrevista -encuesta semiestructurada..... | 83 |
| Anexo 3. Estadística descriptiva y pruebas estadísticas para prácticas agroecológicas... | 92 |
| Anexo 4. Estadística descriptiva y pruebas estadísticas para características de las familias | 97 |
| Anexo 5. Estadística descriptiva y pruebas estadísticas para características de la unidad productiva..... | 100 |
| Anexo 6. Estadística descriptiva y pruebas estadísticas para rendimientos de productos básicos | 103 |
| Anexo 7. Rendimiento de Papa y Maíz Amiláceo en la región Apurímac, periodo (2006 – 2016)..... | 105 |
| Anexo 8. Rendimiento del cultivo de Tarwi a nivel nacional, periodo (2005 – 2009)... .. | 106 |
| Anexo 9. Estadística descriptiva y pruebas estadísticas de producción de productos básicos..... | 107 |
| Anexo 10. Procedencia de los alimentos que consume la familia..... | 109 |
| Anexo 11. Estadística descriptiva y pruebas estadísticas de ingresos..... | 110 |
| Anexo 12. Ingreso mensual del productor Agropecuario en el Perú (Soles/mes) (2011- 2015)..... | 113 |
| Anexo 13. Estadística descriptiva y pruebas estadísticas de actividades no agrícolas... | 114 |
| Anexo 14. Estadística descriptiva y pruebas estadísticas para diversidad en la producción | 116 |
| Anexo 15. Estadística descriptiva y pruebas estadísticas para prácticas de adaptación frente al cambio climático..... | 118 |
| Anexo 16. Estadística descriptiva y pruebas estadísticas para porcentaje de materia orgánica..... | 119 |
| Anexo 17. Estadística descriptiva y pruebas estadísticas para secuestro de carbono en árboles aislados, cercos y bosques..... | 122 |

RESUMEN

La agricultura enfrenta muchos retos en un contexto de cambio climático, como los de mejorar la resiliencia de los sistemas de producción, de los medios de vida y de las cuencas, y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Una gestión adecuada de los agroecosistemas puede producir servicios ecosistémicos que contribuyan a estos múltiples objetivos. Durante décadas, organizaciones públicas y Organizaciones No Gubernamentales (ONGs) vienen promoviendo prácticas agroecológicas para mejorar los rendimientos, seguridad alimentaria y a la vez conservar recursos naturales y la biodiversidad. El enfoque agroecológico se basa en la aplicación de diferentes prácticas, como la integración de cultivos con crianzas, la diversificación, asociación y rotación de cultivos, el reciclaje de restos de cosecha. Al respecto, faltan investigaciones científicas para analizar si estas prácticas agroecológicas pueden contribuir a enfrentar el cambio climático en el sector agrícola. Debido a esta brecha de conocimiento, el objetivo del estudio fue evaluar la contribución del manejo agroecológico a estrategias de vida de familias campesinas y servicios ecosistémicos para enfrentar el cambio climático. El estudio se realizó en la Comunidad Campesina de Llañucancha, ubicada en la cuenca Mariño, región Apurímac en Perú, en una población conformada por 50 familias (aproximadamente 250 habitantes). Para ello, se evaluaron *tres principios*: (i) seguridad alimentaria, (ii) adaptación al cambio climático y (iii) mitigación del cambio climático. Para cada principio se identificaron criterios e indicadores, haciendo un total *siete criterios* identificados y *doce indicadores*. Las evaluaciones se realizaron en dos niveles de aplicación de prácticas agroecológicas (básico y avanzado). Se aplicó entrevistas y encuestas semiestructurada para evaluar los indicadores vinculados a la seguridad alimentaria y a la adaptación al cambio climático. Por otro lado, se realizaron mediciones en campo para evaluar indicadores correspondientes a servicios ecosistémicos de regulación (regulación del agua, prevención de la erosión laminar y regulación del clima global mediante el secuestro de carbono). Los resultados muestran que el manejo agroecológico contribuye a garantizar la seguridad alimentaria y la generación continua de ingresos para las familias campesinas, especialmente en el nivel avanzado de las prácticas agroecológicas. Por otro lado, la diversificación es una práctica poderosa para hacer frente a la variabilidad del clima y hacer más resilientes a las familias. Las chacras con manejo agroecológico contribuyen a la retención de agua y la prevención de la erosión, que es crucial para la adaptación de la cuenca al cambio climático. También contribuyen a mitigar el cambio climático, almacenando entre 35 y 130 tC / ha en suelos, y entre 40.7 tC / ha y 52.2 tC / ha en biomasa aérea (bosques, cercas y árboles aislados).

Palabras clave: Cambio climático, manejo agroecológico, servicios ecosistémicos, diversificación, adaptación, mitigación

ABSTRACT

Agriculture faces many challenges in a context of climate change, such as improving the resilience of production systems, livelihoods and watersheds, as well as reducing greenhouse gas emissions. Appropriate management of agroecosystems can contribute to these objectives through the production of multiple ecosystem services. For decades, public organizations and NGOs have been promoting agroecological management to improve yields, food security and at the same time conserve natural resources and biodiversity. This integrated approach relies on different practices, such as mixed farming (crops and –breeding), crop diversification and rotation, crop association, recycling of wastes. There is a lack of scientific research to analyze whether these agroecological practices can contribute to addressing climate change in the agricultural sector. Consequently the objectives of this study were to evaluate, in a context of climate change, the contribution of agroecological management to the livelihoods strategies of rural families and ecosystem services production. The study was conducted in the community of Llañucancha, located in the Mariño watershed Apurímac region in Peru. Population is of 50 families (approximately 250 inhabitants). Three principles were evaluated in the analysis: (i) food security, (ii) adaptation to climate change and (iii) mitigation of climate change. For each principle, criteria and indicators were identified. A total of seven criteria and twelve indicators were assessed. The evaluations were carried out for two levels of application of agroecological practices (basic and advanced). Semi-structured interviews and surveys were applied to evaluate the indicators linked to food security and adaptation to climate change. On the other hand, measurements were made in the field to evaluate indicators corresponding to regulating ecosystem services (regulation of water, prevention of laminar erosion and regulation of global climate through carbon sequestration). The results show that agroecological management contributes to guarantee food security and continuous income generation for rural families, especially at the advanced level of agroecological practices. On the other hand, diversification is a powerful practice to cope with climate variability and make families more resilient. Farms with agroecological management contribute to water retention and erosion prevention, which is crucial for the adaptation of the watershed to climate change. They also contribute to mitigate climate change, storing between 35 - 130 tC / ha in soils, and between 40.7 tC / ha and 52.2 tC / ha in aerial biomass (forests, fences and isolated trees).

Keywords: Climate change, agro-ecological management, ecosystem services, diversification, adaptation, mitigation

I. INTRODUCCIÓN

Frente al cambio climático, el reto en la agricultura es mejorar la capacidad de respuesta y a su vez hacerla sustentable; es decir, que satisfaga las necesidades alimenticias (seguridad alimentaria), socioeconómicas (productividad) y culturales de la población, dentro de los límites biofísicos que establece el correcto funcionamiento de los ecosistemas que lo soportan (Sarandón y Flores 2014). En un contexto de cambio climático, la gestión de la agricultura responde a nuevos objetivos, como mejorar la resiliencia y reducir los gases de efecto invernadero (GEI) (Banco Mundial *et al.* 2015). Para ello, se requiere incorporar conceptos y prácticas que permitan gestionar adecuadamente los agroecosistemas y ecosistemas que garanticen la provisión de servicios ecosistémicos y medios de vida.

En tal sentido, la integración de los Servicios Ecosistémicos (SE) como enfoque en la actividad agropecuaria es de vital importancia, considerando que en los últimos años han ocurrido un conjunto de transformaciones y condiciones en los agroecosistemas, como monocultivos, intensificación del uso agrícola, uso de agroquímicos, inadecuadas prácticas, entre otras; que amenazan la biodiversidad y su capacidad de proveer servicios ecosistémicos; amenazas que se profundizan en un clima en constante cambio.

Así también, otro enfoque que se podría integrar a la actividad agropecuaria es la agricultura climáticamente inteligente (CSA, por sus siglas en inglés “Climate-Smart Agriculture”), el cual busca orientar las acciones necesarias para mejorar la integración del desarrollo agrícola y la capacidad de respuesta en un contexto de cambio climático, considerando a la productividad, adaptación y mitigación como sus tres pilares fundamentales (Banco Mundial *et al.* 2015).

Desde la década de los ochenta, diversas organizaciones no gubernamentales, organizaciones de productores y centros universitarios vienen promoviendo la aplicación de principios agroecológicos para adaptar las tecnologías a las necesidades y las circunstancias

locales, contribuyendo con ello a mejorar los rendimientos y a la vez conservando los recursos naturales y la biodiversidad (Altieri y Nicholls 2012).

En ese sentido, en el Perú y otros países latinoamericanos, se vienen desarrollando experiencias que buscan que el sistema productivo sea manejado desde un enfoque integral y agroecológico, sistemas productivos autosuficientes y diversificados, siendo esta propuesta una opción para mejorar las condiciones y estrategias de vida de las familias campesinas. Esta propuesta cobra relevancia en el Perú, considerando que los agricultores de la sierra se caracterizan por poseer unidades productivas pequeñas (hasta 5.0 hectáreas-ha), diversificadas y manejadas familiarmente (Libélula y Perú Opportunity Fund 2011; MINAGRI e INEI 2013) cuya producción está orientada principalmente al autoconsumo.

Es así que en la cuenca Mariño, ubicada en la provincia de Abancay – Región Apurímac, diversos programas de intervención del gobierno (MARENAS, PRONAMACH) han promovido prácticas de conservación y manejo del suelo. Desde hace más de 18 años se viene promoviendo las “chacras agroecológicas integrales”, con el apoyo de Cooperación Internacional a través de ONGs, impulsando el fortalecimiento de los sistemas productivos tradicionales hacia un manejo integral con enfoque agroecológico.

Por ello, se hace necesario evaluar el aporte de una propuesta productiva que además de buscar el sostenimiento económico y bienestar familiar, busca también contribuir a la conservación del ambiente y mejorar la respuesta frente a un clima cambiante. En ese sentido, la presente investigación integra enfoques como la agroecología, servicios ecosistémicos y agricultura climáticamente inteligente (CSA) o “agricultura preparada para el cambio climático”, con la intención de integrar el desarrollo agrícola y la capacidad de respuesta frente al cambio climático.

Con esta investigación se pretende evidenciar la contribución de sistemas productivos con manejo agroecológico en el nivel familiar, en la cuenca y a nivel global; que constituya un insumo para el análisis de las intervenciones orientadas a la agricultura familiar campesina.

El objetivo general fue evaluar la contribución del manejo agroecológico a estrategias de vida de familias campesinas y servicios ecosistémicos para enfrentar el cambio climático en la cuenca Mariño, Apurímac, Perú.

Dentro de los objetivos específicos encontramos que fueron: identificar chacras con manejo agroecológico en la cuenca Mariño; evaluar y analizar la contribución del manejo agroecológico a las estrategias de vida de familias campesinas para enfrentar el cambio climático; evaluar y analizar el manejo agroecológico a la provisión de servicios ecosistémicos de regulación para enfrentar el cambio climático.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. AGROECOSISTEMAS

El concepto del agroecosistema se basa en principios ecológicos y comprensión de los procesos, estructuras y características de los ecosistemas naturales (**Figura 1**).

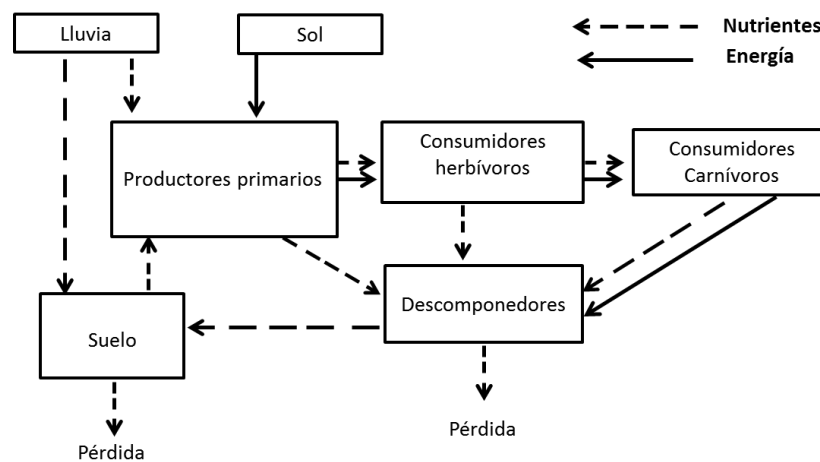


Figura 1. Componentes funcionales de un ecosistema natural.

Los componentes etiquetados "lluvia y "sol" están fuera de cualquier sistema específico y proporcionan entradas naturales esenciales (Gliessman 2015).

Entonces, un agroecosistema se define como un sitio o región integrada de producción agrícola; se considera un ecosistema semi-domesticado, donde el flujo de energía se ve alterado en gran medida por la interferencia humana (Altieri 1999; Gliessman 2015).

Los agroecosistemas difieren de los ecosistemas naturales en varios aspectos clave: (i) los insumos provienen principalmente de fuentes humanas; por lo tanto, los agroecosistemas se convierten en sistemas abiertos en los que la energía considerable se dirige fuera del sistema en el momento de cada cosecha, en lugar de almacenarse en biomasa que de otro modo podría acumularse dentro del sistema; (ii) en la mayoría de sistemas productivos el reciclaje

es mínimo, se pierde biomasa en la cosecha y nutrientes por lixiviación o erosión; (iii) los mecanismos de regulación de la población de plantas como animales están determinados por las intervenciones hombre y (iv) por lo general, los agroecosistemas tienen reducida diversidad estructural y funcional en relación con los ecosistemas naturales, y por tanto menos resiliencia (**Figura 2**) (Gliessman 2015).

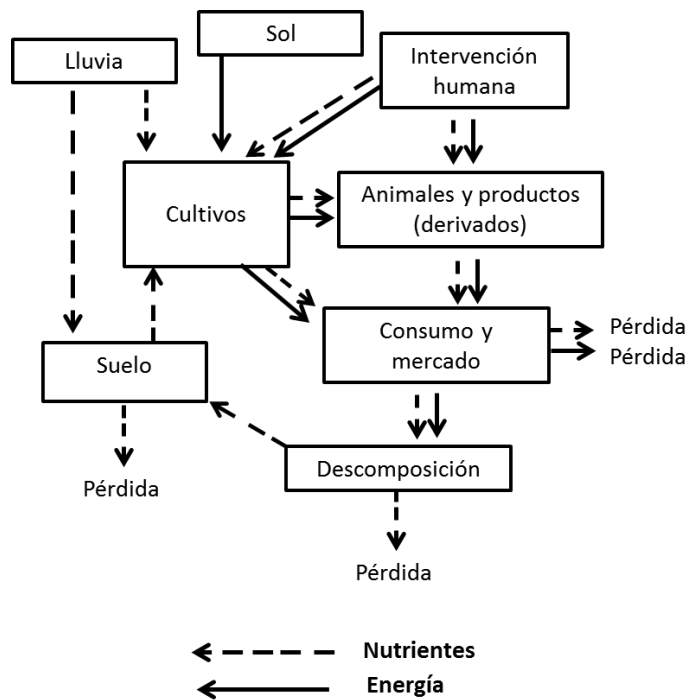


Figura 2. Componentes funcionales de un agroecosistema.

En términos prácticos, un agroecosistema es generalmente equivalente a una granja o campo agrícola, o una agrupación de campos agrícolas adyacentes; que por su naturaleza están relacionados con los aspectos sociales y los ecosistemas circundantes. Por ello, a nivel de paisaje, los agroecosistemas y los ecosistemas naturales están estrechamente vinculados y pueden influirse recíproca y negativamente. En ese sentido, uno de los aspectos vinculados a la sostenibilidad de los agroecosistemas se da cuando los servicios de los ecosistemas naturales se combinan con los procesos de los agroecosistemas (Gliessman 2015).

2.2. AGROECOLOGÍA: DEFINICIÓN Y PRINCIPIOS

La agroecología deriva del entendimiento conceptual de agroecosistemas y de procesos ecológicos de ecosistemas naturales. Precisamente, tiene sus raíces en investigaciones de agroecosistemas indígenas - campesinos y ecosistemas tropicales, en los movimientos

ecologistas y en los estudios sobre desarrollo rural (Altieri 1999; Altieri y Nicholls 2010; Altieri y Toledo 2011; Gliessman 2015).

Entonces, la agroecología, es definida como “la aplicación de conceptos y principios ecológicos para diseñar agroecosistemas sustentables” (Altieri 2001); donde se enfatiza las interacciones ecológicas y las sinergias entre componentes biológicos, favoreciendo mecanismos que provean fertilidad al suelo, sustenten la productividad y protección de cultivos. Más que una disciplina específica, es un enfoque que integra ideas y métodos de varios sub-campos y va mucho más allá de los límites del predio agrícola (Altieri 1999; Altieri 2001).

De acuerdo a Reinjntjes *et al.* (1992); citado por Altieri (2001); los sistemas agroecológicos están basados en la aplicación de los siguientes principios ecológicos:

- Aumentar el reciclado de biomasa y optimizar la disponibilidad y el flujo balanceado de nutrientes.
- Asegurar condiciones del suelo favorables para el crecimiento de las plantas, particularmente a través del manejo de la materia orgánica y aumentando la actividad biótica del suelo.
- Minimizar las pérdidas debidas a flujos de radiación solar, aire y agua mediante el manejo del microclima, cosecha de agua y el manejo de suelo a través del aumento en la cobertura.
- Diversificar específica y genéticamente el agroecosistema en el tiempo y el espacio.
- Aumentar las interacciones biológicas y los sinergismos entre los componentes de la biodiversidad promoviendo procesos y servicios ecológicos claves.

Estos principios pueden ser aplicados a través de varias técnicas y estrategias. Cada una de ellas tiene diferente efecto sobre la productividad, estabilidad y resiliencia dentro del sistema productivo (Altieri 2001; Altieri y Toledo 2011).

La agroecología como enfoque plantea ir más allá del uso de prácticas alternativas; busca desarrollar agroecosistemas con una dependencia mínima de insumos externos, vincular la gestión del sistema productivo con responsabilidad ecológica, ser viable económicamente y socialmente justa (Gliessman 2015, citado por Simposio Internacional de la FAO 2017).

Por otro lado, la agricultura se desarrolla en un clima altamente cambiante; frente a ello, el manejo de sistemas productivos bajo el enfoque agroecológico puede mantener la productividad, sostenibilidad y resiliencia de la producción agrícola (Altieri y Nicholls 2002; De Schutter 2010 citados por Altieri y Nicholls, 2013). Construir y aumentar la capacidad de resiliencia (resistencia a eventos extremos y recuperación del sistema productivo) en los sistemas productivos es un desafío desde la agroecología (Altieri y Nicholls 2013).

2.3. AGRICULTURA FAMILIAR CAMPESINA

Es complejo definir a la agricultura campesina por la heterogeneidad que la caracteriza. Se tienen definiciones que van desde la agricultura familiar de subsistencia (sólo autoconsumo), de transición (autoconsumo y venta) y la agricultura familiar consolidada (Van Der Ploeg 2013; FAO/BID 2007 y Maletta 2011, citado por FAO 2014).

Sin embargo, dos aspectos se usan comúnmente para describir la agricultura familiar: (i) que la familia es propietaria de la finca y, (ii) que el trabajo es realizado por los miembros de la familia (Van Der Ploeg 2013).

A ello, se suman otros atributos: el alto grado de flexibilidad, destinando esfuerzos en trabajo según la situación y especialmente de acuerdo a lo precios; ya que sus sistemas productivos se manejan bajo la lógica de la diversificación de cultivos (Chayanov 1925, citado por FAO 2014); la familia campesina controla los principales recursos que se usan en la finca (tierra, animales, material genético, maquinarias, etc.); las explotaciones familiares proporcionan a la familia una parte –o la totalidad– de sus ingresos y alimentos; la familia y la finca son parte de la economía rural; la finca familiar es parte de un paisaje rural más amplio, pudiendo o no afectar los procesos ecológicos y la belleza del paisaje; la finca familiar es el lugar donde se acumula conocimiento y experiencia y, se conserva la cultura (Van Der Ploeg 2013).

Considerando los atributos mencionados y otros, la FAO define que “la *agricultura familiar* es una forma de organizar la agricultura, ganadería, silvicultura, pesca, acuicultura y pastoreo, que es administrada y operada por una familia y, sobre todo, que depende preponderadamente del trabajo familiar, tanto de mujeres como hombres. La familia y la granja están vinculados, co-evolucionan y combinan funciones económicas, ambientales, sociales y culturales.”

En lo que sí coinciden diversos autores, es que la agricultura familiar campesina es una forma de vida y un sector clave que contribuye significativamente a la seguridad alimentaria (Van Der Ploeg 2013; COEECI 2014; FAO 2014).

En América Latina la Agricultura Familiar genera entre el 30 y 40 por ciento del PBI agrícola y más del 60 por ciento del empleo rural, al menos 100 millones de personas dependen de este sector, representa más del 80 por ciento de las unidades productivas y es el principal abastecedor de la canasta básica de consumo de alimentos en todos los países (CAN 2011). En el caso del Perú, la agricultura familiar se caracteriza por ser biodiversa, por abastecer el mercado interno (Grupo Propuesta Ciudadana 2011).

Se ha señalado que la agricultura familiar se ve afectada por los precios bajos, costos altos, bloqueo de mercados y descuidada por políticas agrarias (Van Der Ploeg 2013). Por el contrario, la FAO señala que se viene generalizando el reconocimiento de la importancia de la agricultura en la producción de alimentos; sin embargo, los desafíos en la producción alimentaria son de tal magnitud que demanda aumentar esfuerzos de apoyo a la agricultura familiar.

2.4. CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS ANDES Y EN APURÍMAC

El levantamiento de la Cordillera de los Andes tiene una gran influencia en los patrones climáticos regionales, debido a que contienen a la segunda meseta más alta y extensa del mundo y constituyen la única barrera a los patrones de circulación del Hemisferio Sur (Gregory-Wodzicki 2000, citado por CONDESAN 2012).

En cuanto a las tendencias observadas de cambios en el clima durante los últimos 60 años, la escasa evidencia meteorológica disponible reporta patrones importantes para la temperatura en los Andes Tropicales. A escala regional se registra una tendencia de incremento en la temperatura atmosférica de 0,11 °C/década para el período 1939–98 y de 0,34 °C/década para el período 1974–98, a partir de los datos colectados de la temperatura de la atmósfera a nivel del suelo para 277 estaciones ubicadas entre los paralelos 1°N y 23°S, y entre 0 y 5.000 metros de elevación (Vuille y Bradley 2000, citado por CONDESAN 2012). Por el contrario, los registros de precipitación para el período 1950–1994, con información de 42 estaciones de meteorológicas, no evidencian patrones regionales claros (Vuille *et al.* 2003, citado por CONDESAN 2012).

No obstante, a escalas subregionales se sugiere una tendencia de incremento de la precipitación al norte de los 11°S (norte de Perú, Ecuador, Colombia); al sur de este paralelo, hasta el norte de Bolivia, la precipitación reporta una tendencia a disminuir durante la época lluviosa, así como en los totales anuales. Estas tendencias han sido corroboradas posteriormente por otros estudios que reportan cambios hacia condiciones más húmedas en Ecuador y el norte del Perú, así como una disminución de la humedad en el sur peruano (Haylock *et al.* 2006, citado por CONDESAN 2012).

El Perú ha sido incluido entre los diez países más vulnerables al cambio climático, por su alto grado de exposición y sensibilidad de la población y los ecosistemas, baja articulación institucional, debilidades en la gobernanza del desarrollo y una base productiva afectada por factores climáticos (Tyndall Centre 2004, citado por GRA 2012; MINAM 2016).

Las tendencias del comportamiento climático de las regiones de Cusco y Apurímac en los últimos 44 años señalan que el clima ha cambiado. La temperatura se ha incrementado de 0.01 a 0.04 °C Por año entre 1965-2005, las precipitaciones están disminuyendo en un promedio de 12 mm/año entre 1984-2008 (SENAMHI 2010), hay mayor frecuencia de episodios lluviosos de corta duración y la frecuencia anual de heladas se ha incrementado (SENAMHI, 2010). Otros estudios evidencian el retroceso de los nevados de la región y la disminución de otros cuerpos y fuentes de agua, reduciéndose así la disponibilidad de este recurso vital (GRA 2012).

Así mismo, los escenarios sobre el clima al 2030, proyectan que la temperatura máxima se incrementaría en 1.6°C y que las precipitaciones se reducirán hasta en 42 por ciento en los meses de junio, julio y agosto (SENAMHI 2010); con lo cual se acentuarían las sequías, heladas e inundaciones.

Las amenazas climáticas afectan los ecosistemas, población urbana y los medios de vida de la población rural de Apurímac. El análisis de vulnerabilidad señala que las fuentes de agua, los cultivos en secano y la ganadería en pastos naturales son más vulnerables. Por otro lado, los cultivos bajo riego son menos vulnerables; sin embargo, acceder a riego en un contexto de disminución de la disponibilidad hídrica e insuficiente organización comunal es fuente de malestar y conflictos (Doornbos 2012).

Así también, el incremento de 1°C en la temperatura media, en combinación con las condiciones húmedas, podría incrementar plagas y enfermedades en los cultivos y animales, que a su vez afectarían los rendimientos y los productos de autoconsumo y comercialización (Doornbos 2012).

Frente a un escenario climático adverso, el sector agropecuario es el más sensible y sería el más afectado económicamente a nivel de cultivos e ingresos (Morales *et al.* 2011, citado por Doornbos 2012). Las tendencias hacia la pérdida en el sector agropecuario en Apurímac son marcadas; por lo que si no se implementan medidas de adaptación, se podría afectar drásticamente al sector.

2.5. SERVICIOS ECOSISTÉMICOS: CONCEPTOS Y RELACIÓN CON LA AGRICULTURA

Los beneficios tangibles e intangibles que se derivan de los ecosistemas para provecho del ser humano se denominan SERVICIOS ECOSISTÉMICOS (SE) (MEA 2005; Camacho y Ruíz 2012). Sin embargo, en la literatura se pueden encontrar dos términos muy frecuentes “servicios ambientales” y “servicios ecosistémicos”, por lo que, es necesario aclarar los conceptos. Se usa el adjetivo ‘ecosistémico’ en lugar de ‘ambiental’ para caracterizar a los servicios que proceden de los ecosistemas (MEA 2005, citado por Hajek y Martínez de Anguita 2012).

Los SE provienen de la biodiversidad, tanto nativa como gestionada de una región. Por lo general, para que un flujo de recursos se considere como un servicio, debe producir directa o indirectamente un mayor bienestar humano. De forma conceptual, los ecosistemas biodiversos saludables generan mayores cantidades de flujos de SE, de mejor calidad y más estables a través del tiempo (Bovarnick *et al.* 2010).

Todos los ecosistemas naturales producen servicios valiosos, tales como: la producción de alimentos y medicamentos, la regulación del clima y de las enfermedades, la provisión de suelos productivos y agua limpia, la protección contra desastres naturales, oportunidades de recreación, el mantenimiento del patrimonio cultural y beneficios espirituales, entre otros (Kosmus *et al.* 2012).

Según el reporte de Millennium Ecosystem Assessment, los servicios ecosistémicos se pueden agrupar en cuatro tipos, tal como se describen a continuación:

a. Servicios de provisión

Son aquellos productos obtenidos directamente de los ecosistemas, tales como: agua fresca, alimentos, materias primas, recursos genéticos, entre otros.

b. Servicios de regulación

Son beneficios que se obtienen del equilibrio de los procesos los procesos ecosistémicos, tanto en los ecosistemas naturales como en los artificiales, siendo los siguientes: regulación de la calidad del aire, regulación del clima, regulación de la erosión, entre otros.

c. Servicios culturales

Son los beneficios no materiales que las personas obtienen de los ecosistemas, tales como la belleza escénica, la recreación y el turismo, la inspiración para la cultura, el arte y el diseño, la experiencia espiritual y la información para el desarrollo del conocimiento.

d. Servicios de soporte

Son todos aquellos procesos necesarios para la provisión de los otros servicios ecosistémicos, tales como: la productividad primaria, la formación de suelo y el ciclado de nutrientes.

En el **Cuadro 1** se muestran los servicios ecosistémicos correspondientes.

El objetivo principal de introducir el concepto de SE es incluir las preocupaciones ecológicas en términos económicos y utilitaristas, es decir, enfatizar la dependencia de la sociedad de los ecosistemas naturales, además de impulsar el interés público en la conservación de la biodiversidad (Camacho y Ruíz 2012). Así también, representa una aproximación integral para incorporar la dimensión ambiental en la toma de decisiones, planificar el uso de la tierra, favorecer la articulación entre el sistema científico y actores públicos y privados, y promover el bienestar humano (Altesor *et al.* s.f.).

Cuadro 1: Servicios ecosistémicos

| Tipo de servicio | Servicio ecosistémico |
|-------------------------|--|
| Servicios de provisión | <ul style="list-style-type: none">• Alimento• Fibra• Recursos genéticos• Combustibles• Productos bioquímicos, medicinas naturales, productos farmacéuticos |
| Servicios de regulación | <ul style="list-style-type: none">• Agua• Regulación de la calidad del aire• Regulación del clima• Regulación del agua• Regulación de la erosión• Purificación del agua y tratamiento de aguas de desecho.• Regulación de enfermedades• Regulación de pestes• Polinización• Regulación de riesgos naturales |
| Servicios culturales | <ul style="list-style-type: none">• Valores espirituales y religiosos• Valores estéticos• Recreación y ecoturismo |
| Servicio de soporte | <ul style="list-style-type: none">• Ciclo de los nutrientes• Formación del suelo• Producción primaria |

Fuente: Millennium Ecosystem Assessment (2005)

Debido a la importancia de los SE para la supervivencia humana y para el desarrollo social y económico, Camacho y Ruíz (2012) indican que es necesario mantener la salud de los ecosistemas y garantizar la provisión de sus servicios, para ello, es crucial conocer el funcionamiento del sistema ecológico, pero también el contexto social y político dentro del cual los servicios ecosistémicos van a ser evaluados o utilizados.

Hajek y Martínez de Anguita (2012) mencionan que valorar los SE ayuda a colocar la conservación y la importancia de la biodiversidad en términos en que la gente puede entender, es decir las personas entienden la necesidad de alimento y agua limpia, lo cual hace más significativa la conservación de las fuentes de estos recursos.

La valoración de servicios ecosistémicos en los últimos tiempos se ha convertido en una herramienta muy relevante en los procesos de conservación y uso sostenible, lo que ha permitido un mayor conocimiento de la importancia de los recursos naturales para el desarrollo económico y social (Barrantes 2000, citado por Navarro 2012). En tal sentido, es necesario demostrar que la conservación de ecosistemas naturales y el buen manejo de agroecosistemas pueden generar múltiples beneficios (Barzev 2002, citado por Navarro, 2012).

En cuanto al buen manejo del agroecosistema, Navarro (2012) señala que unidades productivas que buscan gestionar y tratar los recursos disponibles del sistema, para incrementar la productividad y las actividades agropecuarias, mediante el uso eficiente de los recursos naturales y el manejo de la chacra (finca) como un sistema integrado, fomenta una mayor estabilidad social, económica y ambiental. Además, resalta que la integralidad de los componentes y la diversificación de las prácticas agrícolas en la unidad productiva integral son los factores principales que contribuyen a una mayor conservación de los SE.

2.6. AGRICULTURA CLIMÁTICAMENTE INTELIGENTE

La FAO ha estimado que, para cumplir con la demanda de alimentos en el 2050, se necesitará producir (cultivos y ganado) 60 por ciento más del alimento requerido en el 2006. Alrededor del 80 por ciento del aumento requerido debe provenir de mayores rendimientos y 10 por ciento en aumento de campañas por año (Alexandratos y Bruinsma 2012, citado por FAO 2016a).

El cambio climático viene afectando la producción agrícola (agricultura, ganadería, acuicultura, silvicultura) en el mundo y por tanto compromete la capacidad de proveer alimentos en un futuro, considerando que la población está en un constante crecimiento (FAO 2016a).

El sector agrícola no sólo se ve afectada por el cambio climático. También es un contribuye directa e indirectamente en la emisión de tres gases de efecto invernadero (GEI): dióxido de carbono, metano y óxido nitroso, principales causantes del calentamiento global. Según la FAO, el cambio de uso de suelos por deforestación emite del 25 al 30 por ciento de los gases que crean el efecto invernadero, en los cultivos el uso de fertilizante nitrogenado orgánico y

mineral liberan cantidades significativas de óxido nitroso y en la ganadería (de rumiantes) se libera metano (FAO 2016^a; FAO 2018).

Por otro lado, en el sector agrícola también existe un potencial para contribuir a la estabilización del clima mundial, mediante una mejor gestión de la tierra, los cultivos y el ganado; de tal forma, que se reduce las emisiones y aumenta el secuestro de carbono en la biomasa y en los suelos (FAO 2016a).

De los desafíos que enfrenta el sector agrícola frente al cambio climático, surge la Agricultura Climáticamente Inteligente (Climate Smart Agriculture – CSA), como un enfoque para guiar la gestión de la agricultura para la seguridad alimentaria frente a un clima cambiante (FAO 2016a; FAO 2018). El enfoque fue presentado por la FAO en la Conferencia sobre Agricultura, Seguridad Alimentaria y Cambio Climático en la Haya el 2010.

El concepto de la CSA es relativamente nuevo, fue desarrollado por agencias técnicas internacionales para proporcionar un marco teórico que oriente las decisiones y medidas a implementar para responder al cambio climático; que van desde las prácticas agrícolas conocidas y utilizadas por agricultores en todo el mundo, hasta las políticas e inversiones, que se adaptan a contextos propios y necesidades específicas (FAO 2013; FAO 2016b; FAO 2018).

El surgimiento de la CSA como enfoque coincidió con las compensaciones económicas por reducción de emisiones de carbono y la identificación de la agricultura como un potencial sector para la mitigación, mediante la restauración suelos orgánicos cultivados, manejo de tierras de cultivo, manejo de tierras de pastoreo, restauración de tierras degradadas, manejo de arroz y ganadería. Ello trajo controversias, ya que se argumentaba que la CSA era un medio para empujar la carga de mitigación sobre las personas más pobres del mundo a través de las compensaciones de países ricos e industrializados que realmente habían creado el problema, a los países en desarrollo pobres que ya enfrentan la mayor carga para adaptarse al cambio climático. Así también, otros aspectos relacionados al despliegue de tecnología para la agricultura (uso de Organismos Genéticamente Modificados – OGMs, fertilizante, maquinaria, semillas mejoradas) es un aspecto controversial en la CSA (FAO 2018).

FAO (2018) señalan que las controversias permanecen. Sin embargo, el concepto de la CSA se ha reformado a través de entradas e interacciones de múltiples partes interesadas; con la finalidad de integrar las especificidades de la adaptación y mitigación en políticas e inversiones de desarrollo agrícola, enmarcadas en las tres dimensiones del desarrollo sostenible (económica, social y ambiental) y los principios que sustentan la sostenibilidad agricultura y sistemas alimentarios (FAO 2013; FAO 2018).

En ese sentido; la CSA apunta a tres objetivos, denominados también pilares:

- (i) *La productividad*; busca aumentar sosteniblemente la productividad agrícola, apoyar aumentos equitativos en los ingresos agrícolas, la seguridad alimentaria y el desarrollo.
- (ii) *La adaptación*; busca aumentar la resiliencia de los sistemas productivos para la seguridad alimentaria; ello, implica reducir la vulnerabilidad y mejorar capacidad de adaptarse al cambio climático.
- (iii) *La mitigación*; busca reducir los gases de efecto invernadero generados por la agricultura (incluidos los cultivos, la ganadería y la pesca).

En las publicaciones de la FAO, señalan que los tres pilares de la CSA se pueden considerar en la gestión y manejo de granjas y también a nivel de paisaje, en diferentes niveles, desde el local hasta el mundial, y en horizontes de corto y largo plazo, teniendo en cuenta las necesidades/prioridades nacionales y locales (FAO 2013; FAO s.f.).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ZONA DE ESTUDIO: CUENCA MARIÑO

La cuenca del Mariño políticamente se encuentra en los distritos de Abancay y Tamburco de la Provincia de Abancay, Región Apurímac y está ubicada entre las siguientes coordenadas geográficas: 72°43'16" a 72°56'14" de Longitud Oeste y 13°32'29" a 13°42'20" de Latitud Sur.



Figura 3. Ubicación política de la cuenca Mariño

La cuenca Mariño tiene una superficie territorial de 284.98 km² y constituye uno de los espacios geográficos más diversos del país en cuanto a geomorfología, clima, suelo, vegetación y fauna. Con un rango de altitudes que varía desde los 1 718 hasta los 5 350 m.s.n.m. Presenta una topografía variable con pendientes muy fuertes principalmente en la parte media de la cuenca; la parte baja es un valle interandino y la parte alta posee una topografía ondulada (ZEE Mariño 2009) (**Figura 4**).

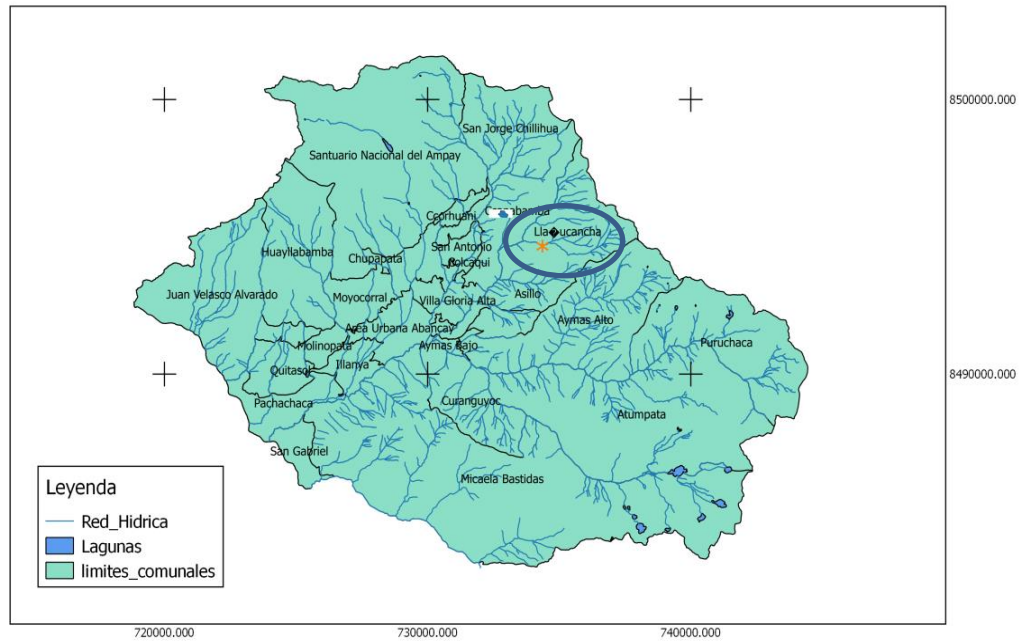


Figura 4. Mapa de la cuenca Mariño- zona de estudio, elaborado con datos de la Zonificación Económica Ecológica de la cuenca Mariño.

En la cuenca se encuentran asentadas 10 comunidades campesinas (Ayaorcco, Asillo, Llañucancha, Atumpata, Micaela Bastidas, Puruchaca, Huayllabamba, Juan Velasco Alvarado, Curanguyoc y Chupapata), el distrito de Tamburco y la ciudad de Abancay; donde la principal actividad económica es la agricultura. El presente estudio se realizó en la Comunidad Campesina de Llañucancha, por ser una de las comunidades donde se ha intervenido con proyectos productivos agroecológicos.

El territorio de Apurímac tiene una superficie de 1 573 972 ha; de los cuales el 53.3 por ciento son pastos naturales, 17.3 por ciento es de uso agrícola (272 387 ha), 9.4 por ciento montes y bosques y 19.9 por ciento corresponde a otros usos (INEI 2013).

3.2. AGRICULTURA EN APURÍMAC Y EN LA CUENCA MARIÑO

Por otro lado, la agricultura en Apurímac es principalmente una agricultura familiar de pequeña escala con el 95.5 % de unidades productivas menores de 5 ha (**Figura 5**).

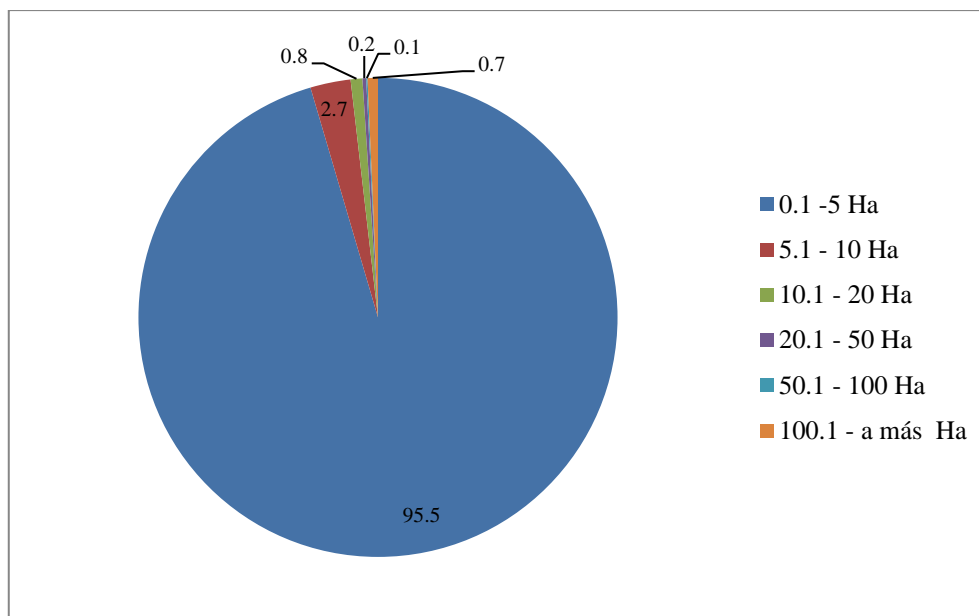


Figura 5. Porcentaje (%) de unidades agropecuarias según tamaño, región Apurímac, elaborado en base a datos del INEI (2013)

Según el INEI (2013), la agricultura, ganadería y silvicultura representan el 24% del Valor Agregado Bruto en el 2012 en la región, seguido de servicios gubernamentales (20.7 por ciento), construcción (17.1 por ciento), comercio (11.9 por ciento) y otras actividades menores. En ese sentido, la actividad agropecuaria es la principal de la región, se desarrolla en todo el territorio y en los diversos pisos ecológicos. De allí la variedad de productos durante todo el año (PERSA 2013 -2021).

La región cuenta con alta población rural (54.1 por ciento), ocupando el quinto lugar a nivel nacional (INEI 2007); en su mayoría esta población se dedica a la actividad agropecuaria.

Para el caso de la cuenca Mariño, el 51.6 por ciento de la población rural económicamente activa se dedica a la actividad agrícola (ZEE cuenca Mariño 2009). Las familias campesinas tienen en promedio 4.2 miembros por familia, cuentan con un área de terreno de cultivo que oscila entre 0.4 -2 hectáreas bajo riego, también cuentan con terrenos comunales (laymes) que funcionan como terrenos de cultivos en temporada de lluvias orientadas principalmente para la producción de papa. La producción está destinada principalmente al autoconsumo. Los ingresos provienen de la venta de excedentes de la producción agrícola y venta de crías (ganado vacuno y ovino) (IDMA 2008).

3.3. MARCO CONCEPTUAL Y MARCO ANALÍTICO

Se estableció un marco conceptual y metodológico para evaluar el aporte de las chacras con manejo agroecológico a las estrategias de vida de familias campesinas y la provisión de servicios ecosistémicos en contexto de cambio climático en la cuenca Mariño.

El marco conceptual vincula los servicios ecosistémicos producidos por las chacras agroecológicas con los tres pilares de la agricultura climáticamente inteligente, CSA; en adelante una *agricultura preparada para el cambio climático*.

En ese sentido, se sostiene que las chacras agroecológicas contribuyen en suministro de suficientes alimentos (servicios de provisión) para el consumo familiar como para la generación de ingresos, que permiten lograr la *seguridad alimentaria* de la familia y contribuir con la producción de alimentos para la población de la cuenca.

Por otro lado, la diversidad de cultivos y prácticas permiten disminuir el ataque de plagas y mejorar la fertilidad de los suelos (regulación para la chacra), ello le confiere al sistema productivo mayor capacidad soportar las variaciones del clima y recuperarse ante eventos climáticos extremos; así también, suelos adecuadamente manejados y abonados con materia orgánica contribuyen a la infiltración y disminuyen la erosión laminar (regulación para la a cuenca), haciendo más resiliente a la cuenca frente a los problemas vinculados al agua y suelo.

La chacra agroecológica brinda servicios ecosistémicos que le confieren la capacidad de adaptarse al cambio climático y a su vez aportar en la adaptación de la cuenca. Así también, las chacras con manejo agroecológico, constituyen un espacio potencial para el secuestro de carbono, mediante las prácticas de manejo adecuado del suelo y con sistemas agroforestales (regulación para el planeta) contribuyendo a reducir los gases de efecto invernadero y por tanto en la mitigación del cambio climático (**Figura 6**).

Considerando el marco conceptual que vincula el manejo agroecológico con los servicios ecosistémicos y los tres pilares de la *agricultura preparada para el cambio climático*, se plantearon los objetivos señalados en la página 3 para evaluar el aporte de las chacras con manejo agroecológico (**Figura 7**).

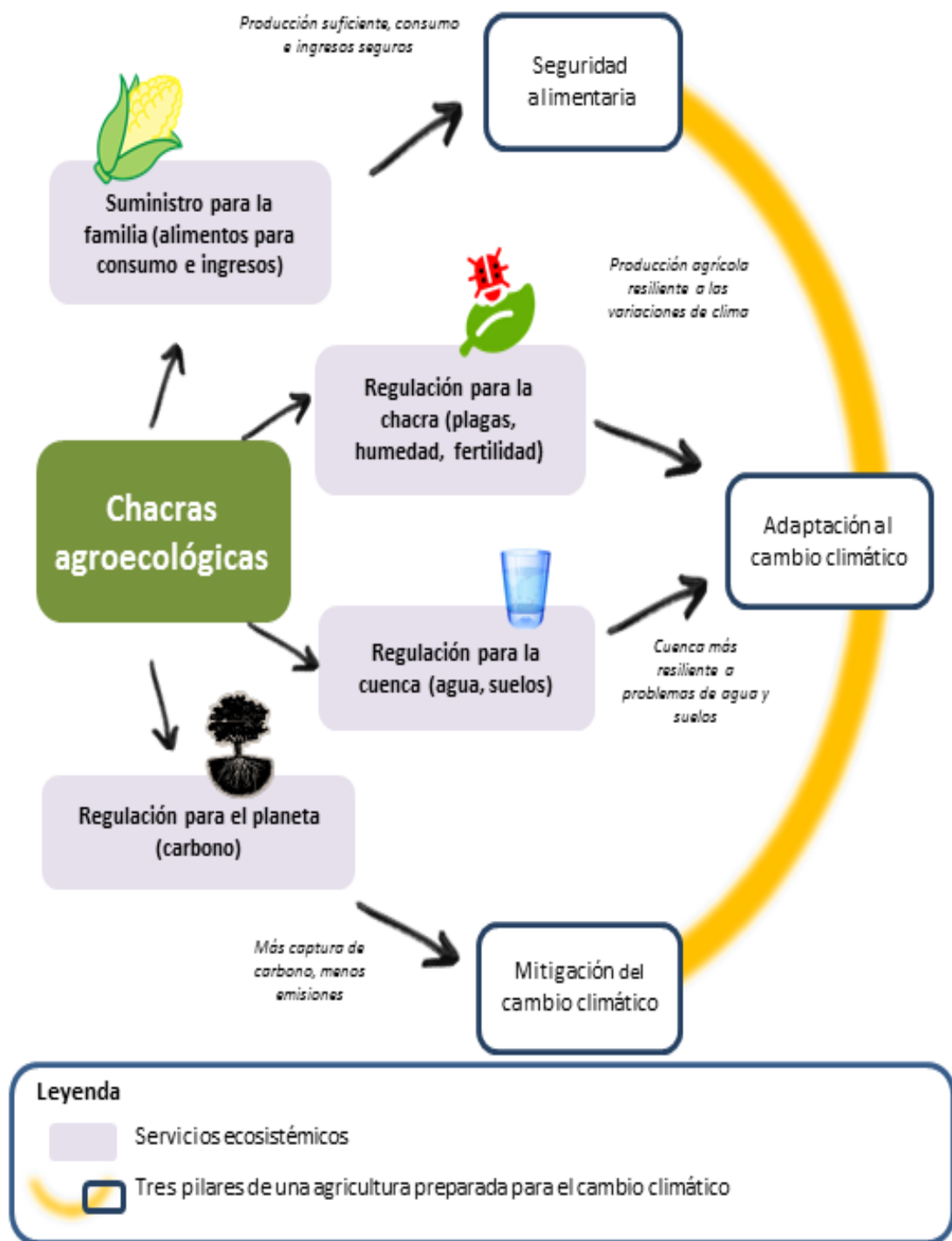


Figura 6. Marco conceptual vinculando la agroecología con los tres pilares de una agricultura preparada para el cambio climático

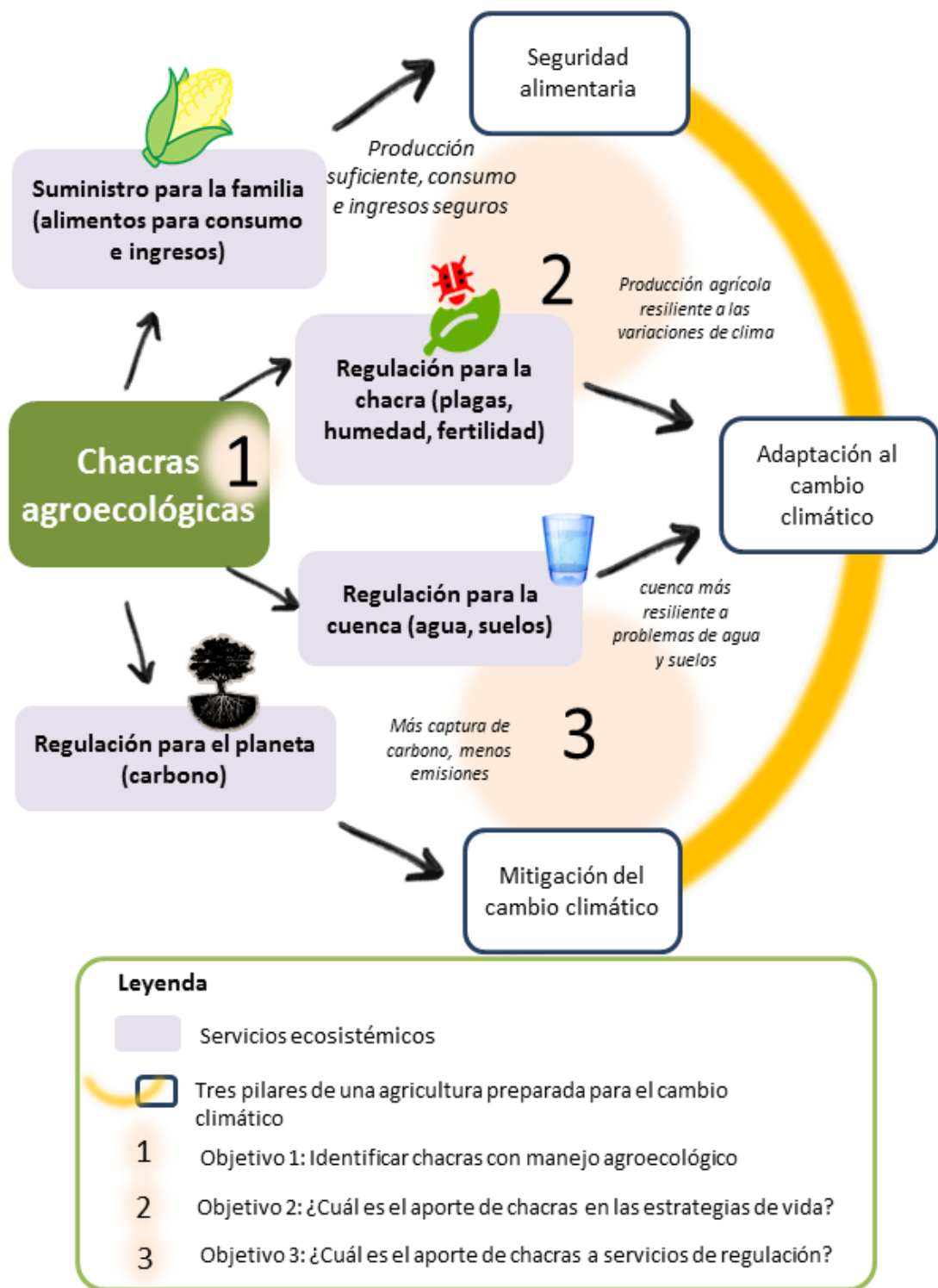


Figura 7. Marco conceptual vinculando la agroecología con los tres pilares de una agricultura preparada para el cambio climático y representando los tres objetivos de la investigación

Para definir qué aspectos evaluar por cada objetivo, se usó la herramienta *estándares de principios, criterios e indicadores* (PC&I), el cual se viene usando para el monitoreo y evaluación de sistemas complejos (tanto sociales como naturales), evaluación del efecto de políticas e intervenciones. Es una herramienta útil porque permite ordenar y obtener juicios, basados en un esquema jerárquico (Moran *et al.* 2006), que indican que tanto nos acercamos a una meta o ideal (CATIE 2006).

Los estándares de PC&I permiten subdividir nivel por nivel un objetivo amplio y complejo en parámetros que puedan ser monitoreados y evaluados (Lammerts van Bueren y Blom 1997, citado por CATIE 2006).

En un estándar, los principios, los criterios y los indicadores constituyen los parámetros (CATIE, 2006). Primero, los *principios* (P) son definidos como reglas o leyes fundamentales que sirven como base de razonamiento o acción, son elementos explícitos de una meta superior y se formula como un ideal (Lammerts van Bueren y Blom 1997, citado por CATIE 2006). Segundo vienen *los criterios* (C), los cuales son un medio para juzgar si un principio se ha cumplido o no, son descriptores de los principios, y deben formularse de manera que pueda dar un veredicto o un juicio sobre su cumplimiento (FSC 1996, citado por CATIE 2006) (CATIE 2006); luego, vienen *los indicadores* (I), que son parámetros cualitativos que sirven para verificar el cumplimiento de un criterio. Un indicador puede ser cuantitativo si se expresa y evalúa en términos de cantidades (número, volúmenes, porcentajes, etc.) o cualitativo si se expresa como situación, objeto o proceso, y se evalúa usando atributos (bueno, suficiente, satisfactorio, si, no, etc.) (Lammerts van Bueren y Blom 1997, citado por CATIE 2006). Finalmente, la fuente de información o valor referencial del indicador lo constituye un *verificador* (V), los cuales se usan como regla o base de comparación; expresándose en términos cuantitativos y cualitativos (Prabhu *et al.* 1999 y Lammerts van Bueren y Blom 1997, citados por CATIE 2006)

Por tanto, se evaluaron en *tres principios*: (i) seguridad alimentaria, (ii) adaptación al cambio climático y (iii) mitigación frente al cambio climático. Para cada principio se identificaron criterios e indicadores, haciendo un total *siete criterios* identificados y *doce indicadores* (**Figura 8**).

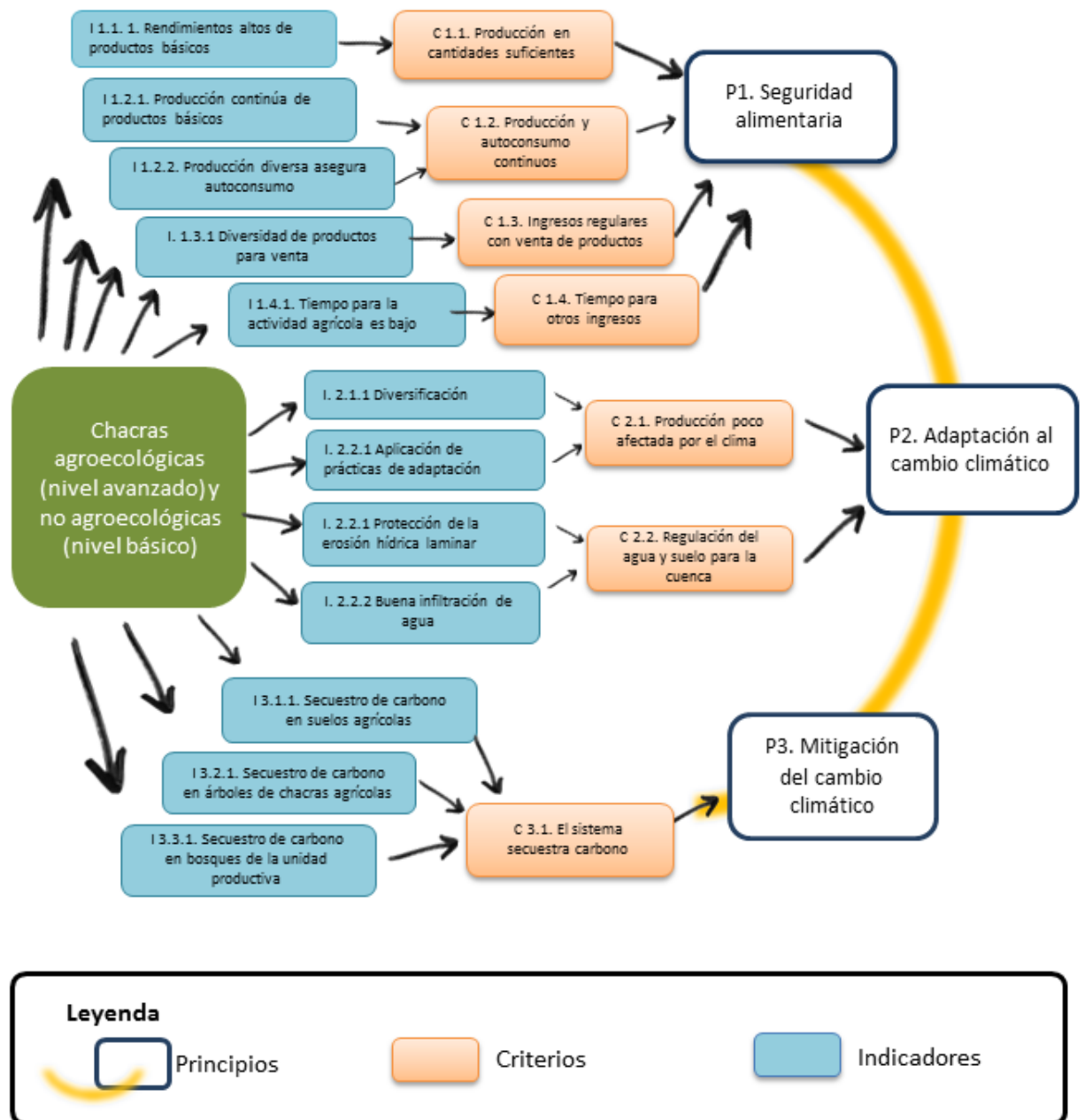


Figura 8. Marco analítico identificando tres principios (P) y siete criterios (C) y 12 indicadores para analizar la contribución de la agroecología a la seguridad alimentaria, la adaptación al cambio climático y la mitigación del cambio climático

Identificación y definición de verificadores para los indicadores en evaluación

El **Cuadro 2** muestra la identificación de verificadores para cada indicador. La determinación de los verificadores se realizó considerando la revisión bibliográfica, las características de la pequeña agricultura en la región, se tomó en cuenta la relevancia y representatividad, sensibilidad a la medición y la factibilidad de recolección de datos en términos logísticos y de recursos.

En las unidades productivas seleccionadas, los verificadores Rendimiento de productos básicos (maíz, papa y tarwi) (kg/ha), Producción anual de productos básicos por familia (kg/año) y N° de campañas de productos básicos, se definieron para ser aplicados sólo a productos básicos como el maíz, papa y tarwi, debido a que estos cultivos son los más representativos y se siembran en extensiones diferenciadas, otros cultivos se siembran en espacios muy pequeños y bajo el sistema de policultivos.

Los verificadores Destino de la producción familiar, Ingresos mensuales por venta de productos de la chacra (PEN/mes), Ingresos por venta de crías (PEN/año), e Ingresos por venta de cultivos (PEN/año) se consideraron relevantes para conocer el destino de la producción familiar y cuantificar el aporte económico de las actividades agrícolas.

Por otro lado, partiendo de la premisa que la actividad agrícola no es la única actividad que realiza la familia campesina, se consideró tomar como verificadores el Tiempo dedicado al trabajo en la chacra y determinar las actividades no agrícolas más comunes realizadas por las familias.

Debido a que en la unidad productiva familiar se cuenta con varios cultivos y tipos de crías, se definieron como verificadores diversidad al Número de productos cultivados y número de crías; los verificadores elegidos son sencillos para medir y nos dan idea de la diversidad a nivel de especies. La diversidad se puede medir de otras formas; desde los ecosistemas, poblaciones y genes; la mayoría de estudios de diversidad se han realizado en ecosistemas naturales y por lo general se ha usado el análisis de la biodiversidad, utilizando diferentes índices y herramientas (Moreno 2001); estos análisis requieren un nivel alto de detalle y conocimiento (biología, taxonomía, etc.); por lo tanto, para los fines de la investigación no se les consideró pertinente.

Cuadro 2: Estándar para evaluar los objetivos de la investigación

| P | C | I | V |
|----------|---|----------|----------|
| I | El sistema contribuye a la seguridad alimenticia | | |
| 1.1. | El sistema produce suficientes cantidades | | |
| 1.1.1 | El sistema tiene rendimientos altos de productos básicos | | |
| 1.1.1.1 | Rendimiento de productos básicos (maíz, papa y tarwi) (kg/ha) | | |
| 1.2 | El sistema permite un consumo continuo y seguro de alimentos | | |
| 1.2.1 | Producción de productos básicos en cantidad suficiente | | |
| 1.2.1.1 | Producción anual de productos básicos por familia (kg/año) | | |
| 1.2.1.2 | N° de campañas de productos básicos | | |
| 1.2.2 | El autoconsumo está asegurado por una producción diversa | | |
| 1.2.2.1 | Origen de los alimentos que consume la familia | | |
| 1.3 | El sistema permite generación continua y segura de ingresos | | |
| 1.3.1 | Hay diversidad de productos para venta | | |
| 1.3.1.1 | Ingresos mensuales por venta de productos de la unidad (PEN/mes) | | |
| 1.3.1.2 | Total de ingresos por venta de crías (PEN/año) | | |
| 1.3.1.3 | Total de ingresos por venta de cultivos (PEN/año) | | |
| 1.3.1.4 | Ingreso de ventas por hectárea de área cultivada permanente (PEN/año) | | |
| 1.3.1.5 | Ingreso de ventas por hectárea de área cultivada total (PEN/año) | | |
| 1.3.1.6 | Ingreso de ventas de cultivos por hectárea de área cultivada total (PEN/año) | | |
| 1.3.1.7 | Ingreso de venta de crías por hectárea de área cultivada total (PEN/año) | | |
| 1.3.1.8 | Ingreso de ventas por hectárea de área total de la unidad (PEN/año) | | |
| 1.4 | El sistema permite a los campesinos tener otras actividades generadoras de ingresos | | |
| 1.4.1 | El tiempo necesario a la actividad agrícola es bajo | | |
| 1.4.1.1 | Tiempo dedicado al trabajo en la chacra | | |
| 1.4.1.2 | Actividades no agrícolas | | |

II El sistema es resiliente a las variaciones climáticas y contribuye a la adaptación

- 2.1 La producción es poco afectada por variaciones climáticas
 - 2.1.1 La diversificación de productos hace que siempre unos están disponibles durante problemas climáticos
 - 2.1.1.1 Número de productos cultivados
 - 2.1.1.1 Número de tipos de crianzas
 - 2.1.2 Prácticas de adaptación disminuye el impacto del cambio climático en la producción
 - 2.1.2.1 Tipos de prácticas de adaptación al cambio climático
- 2.2 El sistema protege los suelos y regula el agua, lo que reduce la vulnerabilidad del sistema mismo y de la cuenca a las variaciones climáticas
 - 2.2.1 El sistema protege sus suelos de la erosión hídrica
 - 2.2.1.1 Índice de erodabilidad el suelo
 - 2.2.2 Los suelos tienen buena capacidad de retención de agua y buena infiltración de agua en suelos
 - 2.2.2.1 Porcentaje de materia orgánica en el suelo

III El sistema contribuye a la mitigación del cambio climático

- 3.1 El sistema secuestra carbono
 - 3.1.1 El sistema secuestra carbono en los suelos
 - 3.1.1.1 Carbono total en suelos agrícolas (tC/ha)
 - 3.2.2 El sistema secuestra carbono en árboles de la chacra
 - 3.2.2.1 Densidad de carbono en árboles aislados en área agrícola permanente (tC/ha)
 - 3.2.2.2 Densidad de carbono en árboles de cercos en área agrícola permanente (tC/ha)
 - 3.2.2.3 Densidad de carbono en árboles (aislados + cercos) en área agrícola permanente (tC/ha)
 - 3.2.3 El sistema secuestra carbono en bosques de la unidad productiva
 - 3.2.3.1 Carbono total en bosques (tC)
 - 3.2.3.2 Carbono total en bosques por hectárea de la unidad productiva (tC/ha)
 - 3.2.3.3 Carbono total en árboles de la unidad productiva (tC/ha)

V =

| | | | |
|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| P=Principio | C=Criterio | I=Indicador | Verificado |
| o | o | r | r |

Para medir la protección de la erosión hídrica y la infiltración del agua; se optó por verificadores basados en las características del suelo (textura y materia orgánica), como, el Índice de erodabilidad del suelo y la Materia orgánica en el suelo. Egoh et al. (2008) los clasifica como indicadores secundarios frecuentemente usados en diversas investigaciones para evaluar servicios eco sistémicos como retención de suelo y regulación del flujo de agua.

El carbono se almacena por encima o por debajo del suelo (Egoh *et al.* 2008). En ese sentido; se planteó indicadores que determinaran la cantidad de carbono secuestrado en el suelo, en árboles de la chacra y bosques de la unidad productiva. El verificador Carbono total en suelos agrícolas (tC/ha), usado para el secuestro de carbono en el suelo, es una de las variables más relevantes en los análisis de las influencias de los ecosistemas sobre la composición atmosférica (Latterra *et al.* 2012).

Por otro lado, la identificación de verificadores que permitan estimar el aporte del sistema productivo al almacenamiento de carbono por encima del suelo, responde a la forma de uso y distribución de la unidad productiva familiar. En ese sentido, se usaron verificadores a nivel de chacras, donde la producción agrícola es permanente: Densidad de carbono en árboles aislados en área agrícola permanente (tC/ha), Densidad de carbono en árboles de cercos en área agrícola permanente (tC/ha) y Densidad de carbono en árboles (aislados + cercos) en área agrícola permanente (tC/ha) y, verificadores a nivel de unidad productiva, donde las familias destinan un área para mantener bosques: Carbono total en bosques (tC), Carbono total en bosques por hectárea de la unidad productiva (tC/ha) y Carbono total en árboles de la unidad productiva (tC/ha).

Medición de indicadores

Todos los indicadores fueron medidos en dos grupos de familias, según nivel de aplicación de prácticas agroecológicas:

- (i) Nivel básico: familias que aplican prácticas básicas propias de la agricultura tradicional.
- (ii) Nivel avanzado: familias que aplican prácticas propias de la agricultura tradicional y también han incorporado prácticas y técnicas más desarrolladas por la agroecología.

Las evaluaciones se realizaron en dos niveles en términos de espacio del sistema productivo

(Figura 9):

- (i) Unidad productiva: conjunto de chacras manejadas por una familia
- (ii) Chacras: área de terreno con cultivo, bosque o pasto

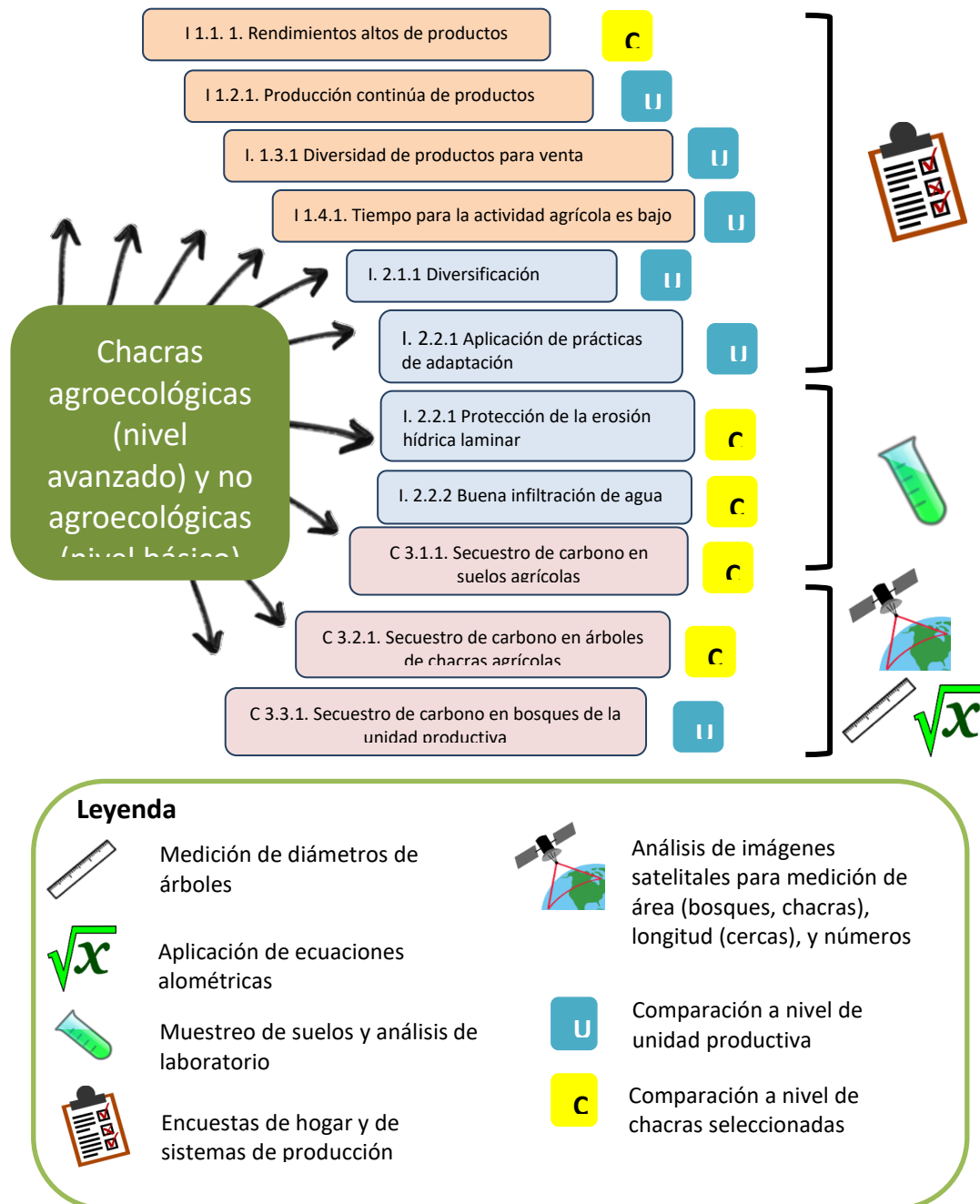


Figura 9. Resumen de los tres bloques metodológicos asociadas a diferentes indicadores de análisis y diferentes escalas (chacras o unidad productiva)

Se compararon 12 chacras; 6 con nivel avanzado de prácticas agroecológicas (rotación, asociación de cultivos, producción continua), de los cuales 3 eran en laderas y 3 en terraza; de igual forma, se evaluaron seis chacras en nivel básico (3 laderas y 3 terrazas) (siembra de maíz más pastoreo después de la cosecha).

En la Figura 9, se muestra los diversos métodos usados para obtener los datos, habiéndose realizado mediciones y muestreos en campo, aplicado encuestas y usado fórmulas alométricas y herramientas para el análisis de imágenes satelitales.

3.4. PROCESO DE LA INVESTIGACIÓN

3.4.1. Identificación de prácticas que caracterizan chacras con manejo agroecológico

El 10 de junio de 2016 se realizó un taller con especialistas de ONGs (IIDA, IDMA, CEDES), el programa PRODERN y profesionales independientes que vienen implementando proyectos de desarrollo en la cuenca desde hace varios años. Los participantes del taller propusieron un listado de prácticas agroecológicas y procesos que se han promovido y se promueven en los proyectos productivos de chacras agroecológicas integrales.

1. Andenes y terrazas
2. Rotación de cultivos
3. Asociación de cultivos
4. Selección de semillas
5. Abonamiento orgánico (compost, humus, biól, abobo verde, estiercol)
6. Cercos vivos
7. Uso de mulch
8. Manejo de surcos (surcos en contra de la pendiente, surcos de contorno)
9. Técnicas de riego
10. Integración de cultivos con crianzas
11. Diversidad de cultivos
12. Mantenimiento de la diversidad de especies silvestres
13. Control de plagas y enfermedades (uso de caldo bordelés, preparados naturales “biocidas”, prácticas culturales, trampas)
14. Diseño predial (planificación predial)
15. Disposición de residuos sólidos

Sobre la base del listado de prácticas y procesos agroecológicos se elaboró la Ficha N° 01 correspondiente a la encuesta para evaluar la aplicación de prácticas y técnicas agroecológicas (**Anexo 1**), la cual se utilizó para identificar a las familias con quienes se desarrolló el estudio.

3.4.2. Elección de la comunidad y determinación de la población de estudio

Los participantes del taller sugirieron a la Comunidad de Llañucancha como una de las comunidades con más años de intervención de proyectos de chacras agroecológicas integrales. Por lo que, se decidió elegir a esta comunidad para el desarrollo del estudio.

La comunidad de Llañucancha tiene una población de 76 familias, con un promedio de 5.1 integrantes por familia (PUT LLañucancha). Unas 50 familias residen de forma permanente en la comunidad; lo que para el presente estudio representa la población total. De las 50 familias, una familia no deseaba participar del estudio; por lo que la población para iniciar el estudio fue de 49 familias.

Se aplicó la Ficha N° 01 a las 49 familias para evaluar la aplicación de prácticas y técnicas agroecológicas. Posteriormente considerando el puntaje obtenido por familia según la frecuencia de aplicación de prácticas y técnicas agroecológicas, se procedió a agrupar a las familias en tres niveles según aplicación de prácticas, de acuerdo al siguiente detalle:

- Nivel avanzado: los primeros 33 por ciento con mayor puntaje (16 familias)
- Nivel intermedio: los siguientes 33 por ciento (17 familias)
- Nivel básico: los últimos 33 por ciento con menor puntaje (16 familias)

Por tanto, la evaluación y la comparación de las variables del estudio se realizó con un total de 32 familias y sus unidades productivas; 16 familias al nivel avanzado y 16 al nivel básico de aplicación de prácticas.

3.4.3. Evaluación a diferentes escalas (chacras o unidad productiva)

- **Seguridad alimentaria a nivel de la familia**

Se aplicó la Ficha N° 02, la cual constaba de una encuesta semiestructurada de estrategias de vida (**Anexo 2**) para conocer datos generales del productor y su familia, datos de la unidad

productiva, aspectos productivos (cultivos y crianzas), ingresos, actividades no agrícolas, origen de los alimentos que consume la familia, entre otros aspectos.

a. Rendimientos y producción altos

Se aplicó la Ficha N° 02, donde se registraron los rendimientos de los principales cultivos (papa, maíz, tarwi) y el número de campañas por año por cultivo. El registro del rendimiento de los cultivos fue por unidad de área sembrada y la cantidad producida se registró en la unidad usada por los agricultores, para el caso de papa y maíz se usan “cargas” y para el tarwi en “arrobas”.

Para el cálculo del rendimiento se realizaron las siguientes mediciones:

Medición del área sembrada: se realizaron mediciones del área sembrada de los tres cultivos. Para medir el área del cultivo de maíz se utilizó Google Earth, ya que las áreas sembradas para este cultivo fueron visibilizadas fácilmente; mientras que para los cultivos de papa y tarwi se tomaron puntos con un GPS y utilizando el Google Earth se determinó el área sembrada por cada productor.

Factor de conversión de cargas a kilos: se preguntó al agricultor la equivalencia de una carga de papa y una carga de maíz en kg y luego se contrastó la información.

En papa:

Los agricultores señalaron que una *carga* de papa equivale entre 8 a 10 arrobas; este dato se contrastó con información recabada en los principales mercados de Abancay, donde señalaron que lo mínimo que representa una carga son 8 arrobas. No se realizó muestreo, debido a la época en la que se realizó las encuestas, las familias no tenían lo suficiente cantidad de papa y no guardan por mucho tiempo por ser un producto perecible. Entonces para estimar el rendimiento de papa, el factor de conversión usado fue el siguiente:

1 carga de papa = 8 arrobas

1 arroba = 11.5 kg (medida internacional)

En maíz:

Los agricultores señalaron que una *carga* de maíz equivale entre 2, 3 y 4 arrobas; siendo estos datos muy variados, se realizó muestreos en el almacén de cuatro familias; donde se le pidió a la familia que llenaran el saco usado para la “carga” con maíz (en mazorca). El saco usado fue el mismo para cada familia. Cada saco (carga) fue pesado.

Posteriormente, se muestreó 10 kg de cada carga para determinar el peso de la tuza o marlo. Se encontró que, de cada 10 kg de maíz en mazorca, el marlo representa 1 kg. Este dato fue usado para estimar el peso de la carga sin marlo.

Peso de maíz en grano seco = Peso de carga de maíz con marlo – Peso de carga de maíz sin marlo

Se usó del promedio del peso de maíz en grano seco para determinar la equivalencia de una carga de maíz; siendo el factor de conversión el siguiente:

$$1 \text{ carga de maíz} = 3.7 \text{ arrobas}$$

b. Producción y autoconsumo continuos

Se aplicó la Ficha N° 02, donde se preguntó sobre el número de campañas al año de los cultivos y el destino de la producción.

c. Ingresos altos y continuos de venta

Se aplicó la Ficha N° 02, donde se preguntó ¿qué productos de la chacra vende?, los precios y cantidades de cada producto, la frecuencia de venta de cada producto; con esos datos se calculó el ingreso promedio de cada familia por semana y se estimó el promedio de ingresos mensuales y anuales.

d. Tiempo para otros ingresos

Se aplicó la Ficha N° 02, donde se preguntó sobre otras actividades que la familia o algunos integrantes de la familia realizan además de la agricultura.

- **Adaptación de la unidad productiva**

- a. **Diversificación**

Considerando la información recabada mediante la Encuesta N° 02 de estrategias de vida, se realizó el conteo del número de especies de cultivos de tubérculos, granos, frutales, hortalizas, forrajes, flores, plantas medicinales y aromáticas que la familia siembra y mantiene en sus chacras.

- b. **Aplicación de prácticas de adaptación**

Se aplicó la Ficha N° 02; donde se realizó una pregunta abierta: ¿qué prácticas desarrolla en la parcela para hacer frente a los eventos climáticos como las heladas, veranillos, exceso de lluvia?; de las respuestas, se elaboró un alista de prácticas, las practicas más mencionadas se colocaron de forma explícita y aquellas prácticas que se mencionaron poco se colocó en el ítem denominado “otros”.

- **Adaptación para la cuenca**

- a. **Regulación de agua y suelos para la cuenca**

Puntos de muestreo:

La literatura revisada señala que la materia orgánica se encuentra en los primeros 15 cm de suelo (Power y Prasad 1997) y el almacenamiento de carbono en el suelo se mide por lo general en los primeros 30 cm del suelo; por lo que, se tomaron dos puntos de muestreo (dos profundidades o capas de suelo); y por cada capa se tomaron dos muestras (**Figura 10**), de acuerdo al siguiente detalle:

Cuadro 3. Características de las muestras por punto de muestreo de suelos

| Profundidad / Capa | N° de muestras | Tipo de muestra y parámetro a analizar |
|---------------------------|-----------------------|--|
| 0 - 10 cm | 02 | 01 muestra de toda la capa para el análisis de Materia Orgánica (M.O.) y Textura y Carbono Orgánico (C.O). 01 muestra para el análisis de Densidad Aparente (D.A.). |
| 10 – 30 cm | 02 | 01 muestra de toda la capa para el análisis de Carbono Orgánico (C.O.). 01 muestra para el análisis de Densidad Aparente (D.A.) |



Figura 10. Profundidades de muestreo de suelos (0-10 cm) (10 -30 cm).

Determinación del número de muestras

Usando información disponible de la cuenca Mariño, se estimó la varianza y se calculó el número de muestras requeridas, usando la siguiente fórmula:

$$n_{req} = \frac{t^2 s^2}{(d \times media)^2}$$

Donde;

n_{req} = es el número requerido de muestras,

t = valor t de Student, a la altura deseada al nivel de confianza (típicamente 1 a $\frac{1}{4}$ 0:90 o 0.95),

s^2 = es la varianza de la muestra

d = es el requerido exactitud o desviación máxima aceptable de la media (por ejemplo, $d \leq 0.10$),

media = es la media aritmética de la muestra.

Al 95 por ciento de confianza y al 20 por ciento de precisión, el número requerido de muestras fue de 120 (**Cuadro 4**); este número se ajustó a 96, por razones de presupuesto.

Cuadro 4: Número de muestras al 95% de confianza y $t = 1.96$

| Muestra por punto | Precisión esperada | | |
|-------------------|---------------------|---------------------------|---------------------------|
| | 10% | 15% | 20% |
| 1 | N=240 (US\$ 5,000) | N=105 (US\$ 2,250) | N=60 (US\$ 1,250) |
| 2 | N=480 (US\$ 10,000) | N=210 (US\$ 4,500) | N=120 (US\$ 2,500) |

Cuadro 5: Número de muestras al 90% de confianza y $t = 1.645$

| Muestra por punto | Precisión esperada | | |
|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| | 10% | 15% | 20% |
| 1 | N=170 (US\$ 3,500) | N=75 (US\$ 1,600) | N=40 (US\$ 900) |
| 2 | N=340 (US\$ 7,000) | N=150 (US\$ 3,200) | N=80 (US\$ 1,800) |

Por tanto, se realizaron muestreos de suelos en chacras de 12 familias (06 chacras del nivel avanzado y 06 chacras del nivel básico); tomando en total 96 puntos de muestreo, donde se extrajeron 96 muestras para cada uno de los parámetros a analizar.

Análisis de suelos

El análisis de los parámetros evaluados en las muestras de suelo, fue realizado por el Laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina; usando los siguientes métodos (**Cuadro 6**):

Cuadro 6: Métodos usados para análisis de muestras suelos

| Parámetro | Método usado |
|--------------------------|--|
| Materia Orgánica (M.O.) | Método de Walkley y Black, oxidación del carbono orgánico con dicromato de potasio. |
| Textura | Método del hidrómetro, cuantificación del contenido de arena, limo, y arcilla en por ciento. |
| Carbono Orgánico (C.O.). | Método del cilindro de metal. |
| Densidad Aparente | Método de Walkley y Black o del Dicromato de Potasio, oxidación del carbono orgánico con dicromato de potasio. |

Fuente: Laboratorio de suelos – UNALM

Cálculo del Índice de Erodabilidad

Para evaluar el criterio de protección de suelos se calculó el índice de erodabilidad o denominado “factor K”, propuesta por Sharpley y Williams (1990) y utilizado en Yang *et al.* (2003). El índice usa datos de textura y de materia orgánica para estimar la sensibilidad de un suelo a la erosión hídrica. La unidad del factor es $ton\ ha\ h\ ha^{-1}MJ^{-1}\ mm^{-1}$.

$$K = \frac{0.2 + 0.3 \cdot e^{\left(-0.0256 \cdot Aren \cdot \left(1 - \frac{Limo}{100}\right)\right)}}{7.6} \left(\frac{Limo}{Aren + Limo}\right)^{0.3} \left(1.0 - \frac{0.25\ Morg}{Morg + e^{(3.72 - 2.95\ Morg)}}\right) \left(1.0 - \frac{0.7\ SN}{SN + e^{(-5.51 + 22.9\ SN)}}\right)$$

- **Mitigación para el planeta**

- a. Densidad de carbono en suelos agrícolas**

La estimación de la cantidad de carbono almacenado en el suelo se realizó sobre la base de la siguiente fórmula (Honorio y Baker 2010):

$$\begin{aligned} (\text{Stock de carbono en kg/m}^2) &= (\text{Concentración de carbono en kg/kg}) * \\ &(\text{Densidad en kg/m}^3) \times (\text{Profundidad en m}) \end{aligned}$$

Por lo general las densidades se dan en g/cm^3 (valores 1000 veces menores que en kg/m^3), concentración en % (valores 100 mayores que en kg/kg) y profundidad en cm (valores 100 veces más altos que en m); por lo tanto, se multiplica por 1000 y divide por 100 y 100 (equivalente a multiplicar por 0.1)

$$\begin{aligned} (\text{Stock de carbono en kg/m}^2) &= 0.1 * (\text{Concentración de carbono en \%}) * \\ &(\text{Densidad en g/cm}^3) \times (\text{Profundidad en cm}) \end{aligned}$$

Los stocks de carbono se reportan en tC/ha. Entonces, Como $1\ ha = 10000\ m^2$ y $1\ tc = 1000\ kg$, $1\ tC/ha = 1000/10000\ kg/m^2 = 0.1\ kg/m^2$ o $1\ kg/m^2 = 10\ tC/ha$. Para pasar del resultado en kg/m^2 a tC/ha, se multiplica por 10:

$$\begin{aligned} (\text{Stock de carbono en tC/ha}) &= (\text{Concentración de carbono en \%}) * (\text{Densidad} \\ &\text{en g/cm}^3) \times (\text{Profundidad en cm}) \end{aligned}$$

b. Densidad de carbono en árboles de chacras agrícolas y Carbono total en árboles en la unidad productiva (bosques y chacras agrícolas)

La evaluación de carbono almacenado (tC/ha) se realizó en bosques altos (predominancia de eucalipto) y bosques bajos (predominancia de especies nativas), cercas vivas (delgadas: 3-10 metros de ancho y gruesas: 10-20 metros de ancho) que conservan las familias campesinas como parte de su unidad productiva; así también, en cercas vivas y en árboles aislados de chacras de producción permanente.

Para ello, primero se identificó y estimó las áreas de bosques altos y bajos, y cercas vivas delgadas y gruesas; utilizando Google Earth Pro y la base de datos de las propiedades de terrenos que poseen las familias de Llañucancha, proporcionadas por el Proyecto Pro Desarrollo Apurímac y COFOPRI. Se sobrepuso una capa de datos espaciales de los límites de terreno en la imagen satélite de alta definición proveída por Google Earth Pro y se trazaron polígonos para medir las superficies de parches de bosques y líneas para medir las longitudes de cercas vivas.

Para la estimación de carbono almacenado en vegetación arbórea (en bosques, cercos vivos y árboles aislados), se utilizaron varios modelos diseñados para estimar volúmenes de biomasa arbórea, de forma indirecta, por inferencia de principales medidas biométricas como densidad y Diámetro a la Altura del Pecho (DAP)(**Cuadro 7**) (Bradley *et al.* 1988; Chave *et al.* 2005; Del Valle *et al.* 2011; Bradley *et al.* 2011; Zewdie *et al.* 2011; Hailu *et al.* 2002, citados por Henry *et al.* 2011; Chave *et al.* 2014).

Se usó una densidad promedio de madera de 0.6 g/cm^3 , el cual se calculó tomando datos de Mushine y Shear (2004) donde el promedio de densidad de madera fue 0.58 g/cm^3 (n=30) y Slik *et al.* (2010) estimó un promedio de 0.624 g/cm^3 (n=2967).

Las mediciones de DAP se realizaron de acuerdo a la metodología propuesta por Osinaga *et al.* (2014) con una puntual modificación, considerando para este estudio la medición de árboles con más de 5 cm de diámetro.

Cuadro 7: Ecuaciones usadas para estimar el carbono secuestrado en biomasa aérea

| Ecuación | Donde fue desarrollada | Fuente |
|--|---|--|
| $BA = \exp(-2.447 + 2.493 \times \ln(D))$ | Cordillera Central de los Andes | Del Valle <i>et al.</i> (2011) |
| $BA = d * \exp(-1.499 + 2.418 \times \ln(D) + 0.207 \times \ln(D)^2 - 0.0281 \times \ln(D)^3)$ | Moist tropical forests | Chave <i>et al.</i> (2005) |
| $BA = \exp(2.88659 \times \ln(D) + 0.11409)$ | Individual tree in tropical mountain system in Kenya | Bradley <i>et al.</i> (2011) |
| $BA = \exp(-1.803 - 0.976 * E + 0.976 * \ln(d) + 2.673 * \ln(D) - 0.0299 * \ln(D)^2)$ | Pantropical (pero con un indicador climático E) | Chave <i>et al.</i> (2014) |
| $BA = d * \exp(2.41141 * \ln(D) - 1.90244)$ | <i>Eucalyptus</i> in farms in Kenya | Bradley <i>et al.</i> (1988) |
| $BA = 1.17 + 0.12 \times (D^{2.51})$ | <i>Eucalyptus globulus</i> in tropical mountain in Ethiopia | Zewdie <i>et al.</i> (2011), citado por Henry <i>et al.</i> (2011) |
| $BA = 0.1303 \times (D^{2.2418})$ | <i>Eucalyptus globulus</i> in tropical mountain in Ethiopia | Hailu <i>et al.</i> (2002), citado por Henry, <i>et al.</i> (2011) |
| $BA = 0.0555 \times (D^{2.6725})$ | <i>Eucalyptus globulus</i> in tropical mountain in Ethiopia | Hailu, <i>et al.</i> (2002), citado por Henry <i>et al.</i> (2011) |

Donde;

BA= Biomasa Aérea

d= Densidad (g/cm³)

D= Diámetro a la Altura del Pecho (cm)

Las mediciones de DAP en bosques se realizaron en cuadrantes de 20 x 20 m; habiendo medido 10 cuadrantes de bosques altos y 8 cuadrantes de bosques bajos.

Las mediciones DAP en cercos vivos se realizaron por tramos (1 tramo =10 metros); habiendo medido en 26 tramos de cercos delgados (260 metros lineales) y 19 tramos de cercos gruesos (190 metros lineales).

Para las mediciones de DAP en árboles aislados, se midió cada árbol libre encontrado en la chacra (> 5 cm de diámetro); cabe señalar que esta medición sólo se realizó en las cracras de producción permanente de las familias que participan del estudio.

3.5. Análisis de datos

Los datos de las variables de estrategias de vida: diversificación productiva, seguridad alimentaria (producción y rendimientos de principales cultivos, origen de los alimentos que consume la familia) y acciones que la familia realiza frente al cambio climático se organizaron en una base de datos en SPSS y se realizaron pruebas de normalidad usando el Test de Shapiro – Wilk para muestras pequeñas ($n < 50$). La comparación de medias se realizó utilizando la prueba *t-Student* (distribución normal de datos) y para aquellas variables cuantitativas continuas de distribución no normal, se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal – Wallis. También se usó la prueba de Chi-Cuadrado de Pearson para variables cualitativas.

Se usó Análisis de Varianza (ANOVA) para analizar los datos correspondientes al índice de erodabilidad y carbono secuestrado en suelos.

Por otro lado, para calcular el promedio de carbono almacenado (t/ha) en bosques y cercos vivos se utilizó el método de remuestreo de datos “bootstrap”; el cual permite: (1) crear un gran número de sub-muestras con reposición de los mismos datos, y 2) calcular para cada muestra resultante el valor del estadístico y obtener una aproximación a la distribución de muestreo del estadístico, a partir de se puede un intervalo de confianza de para dicho estadístico o realizar una prueba de significación (Ledesma 2008).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS PRELIMINARES

4.1.1. Identificación de familias con chacras manejadas agroecológicamente

De las 49 familias que residen de forma permanente en la Comunidad Campesina de Llañucancho y cuya actividad principal es la agricultura, se agruparon a las familias según puntaje total obtenido en la aplicación de 16 prácticas agroecológicas en sus unidades productivas.

Se determinó trabajar con 16 familias que obtuvieron menores puntajes (nivel básico) y 16 familias con mayores puntajes (nivel avanzado); siendo 27 puntos la media para el nivel básico y 56 puntos la media para el nivel avanzado, existiendo diferencia significativa entre el nivel básico y avanzado (**Figura 11**).

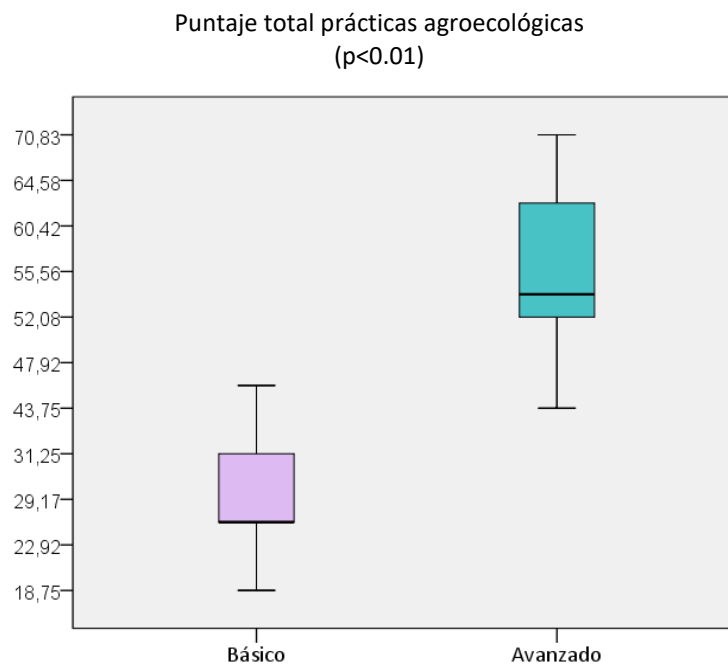


Figura 11. Niveles de aplicación de prácticas agroecológicas

La **Figura 12** muestra las prácticas agroecológicas aplicadas de forma regular a frecuente; de las cuales los policultivos, asociación de cultivos, presencia de árboles en contorno y entre cultivos (agroforestería), abonamiento con compost y humus son prácticas más aplicadas por las familias del nivel avanzado, encontrándose diferencia significativa en relación al nivel básico.

Así también, la rotación de cultivos, cultivo en contra de la pendiente y el uso de estiércol son prácticas aplicadas frecuentemente por las familias del nivel avanzado y básico, no habiendo encontrado diferencia significativa.

Por otro lado; hay prácticas que se aplican pocas veces y en ambos niveles, de las cuales la mayoría de prácticas están vinculadas al control de plagas (uso de biocidas, plantas repelentes, trampas para insectos, conservación de espacios para especies silvestres y recojo manual de insectos); de este grupo de prácticas se encontró diferencia significativa en cuanto al uso de biocidas, plantas repelentes, trampas para insectos y conservación de espacios para especies silvestres entre el nivel básico y avanzado, siendo el nivel avanzado los que muestran mayor aplicación.

Así también, prácticas de manejo del suelo y fertilización (cultivo en terrazas, uso de mulch y biól) son aplicadas mayormente por las familias del nivel avanzado, habiendo encontrado diferencia significativa en relación al nivel básico (**Figura 13**).

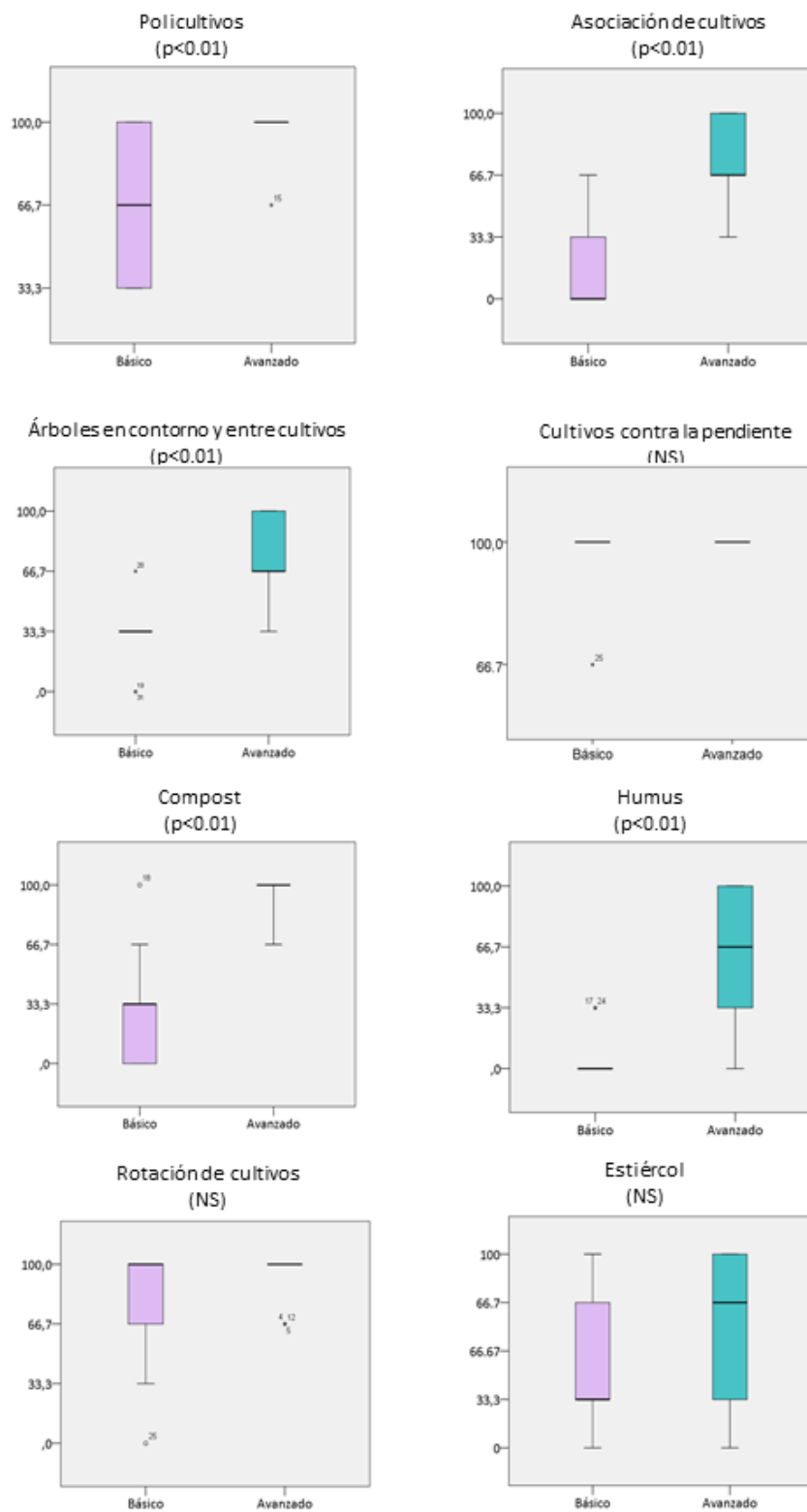


Figura 12. Prácticas agroecológicas aplicadas de regular a frecuente/muchas veces

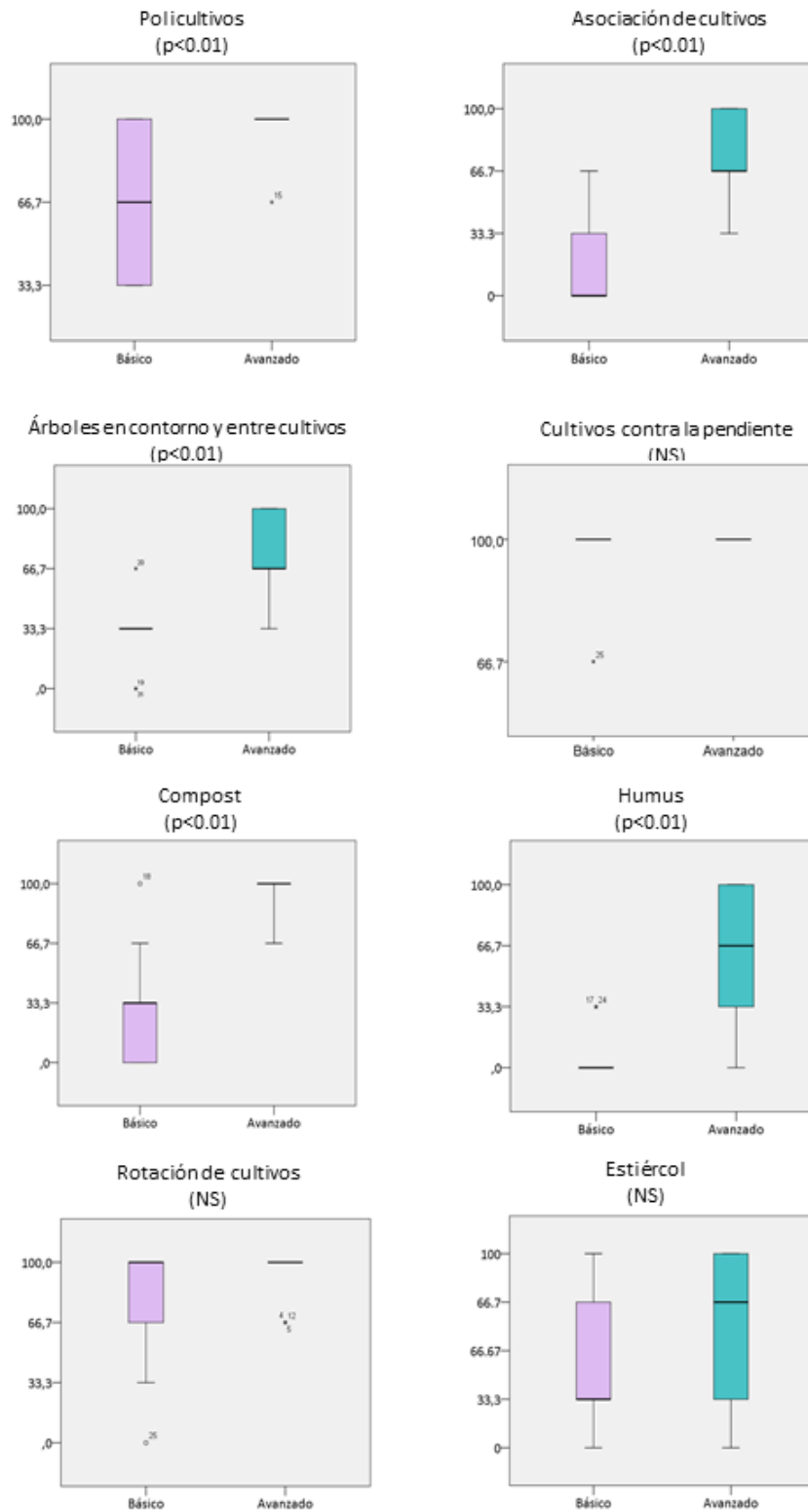


Figura 13. Prácticas agroecológicas aplicadas pocas veces

4.1.2. Características de la familia campesina y su unidad productiva

La familia campesina está integrada por un promedio de 6 personas en el nivel básico de prácticas agroecológicas y 7 personas en el nivel avanzado. Siendo 4 y 5 el número de hijos en promedio en el nivel básico y avanzado respectivamente; no habiendo encontrado diferencia significativa. Dos hijos en promedio dependen de los padres (**Figura 14**).

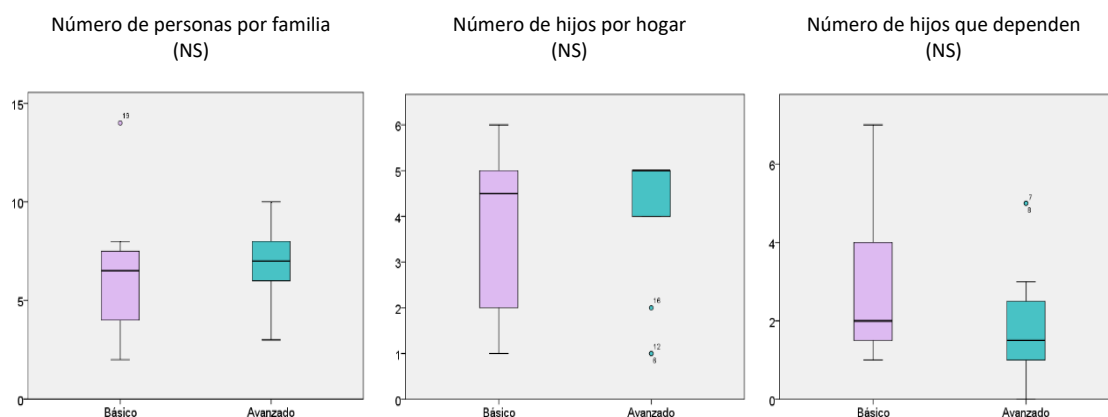


Figura 14. Características de la familia campesina

La unidad productiva de la familia campesina está conformada por áreas de producción permanente, áreas productivas temporales y áreas con bosques nativos y exóticos. El área promedio de la unidad productiva es 3.3 ha y 5.4 ha en el nivel básico y avanzado respectivamente, encontrándose diferencia significativa. De los tres tipos áreas, se ha encontrado diferencia significativa en el área destinada por la familia a la producción permanente; donde el nivel básico destina en promedio 0.9 ha y el avanzado destina 1.6 ha (**Figura 15, Anexo 4**).

4.2. SEGURIDAD ALIMENTARIA A NIVEL DE FAMILIA

4.2.1. El sistema produce cantidades suficientes: Rendimientos de productos básicos

La papa, maíz amiláceo y el tarwi son cultivos básicos para la alimentación de las familias campesinas en la cuenca Mariño.

Chacras manejadas con un nivel avanzado de prácticas agroecológicas tienen un rendimiento promedio de papa de 10.6 t/ha y en el nivel básico es de 9.15 t/ha, no existiendo diferencia significativa entre ambos niveles de aplicación de prácticas agroecológicas. El rendimiento estimado de papa en el nivel avanzado se acerca a los rendimientos registrados para la región

Apurímac (10.4 – 13.0 t/ha) en el año 2006 – 2008 y por debajo de los rendimientos obtenidos entre el año 2015 -2016 (**Figura 16, Anexo 3 y 4**), y similares a los rendimientos de Cusco (12.3 t/ha) y Huancavelica (10.4 t/ha) (MINAG 2012) (**Anexo 6 y 7**).

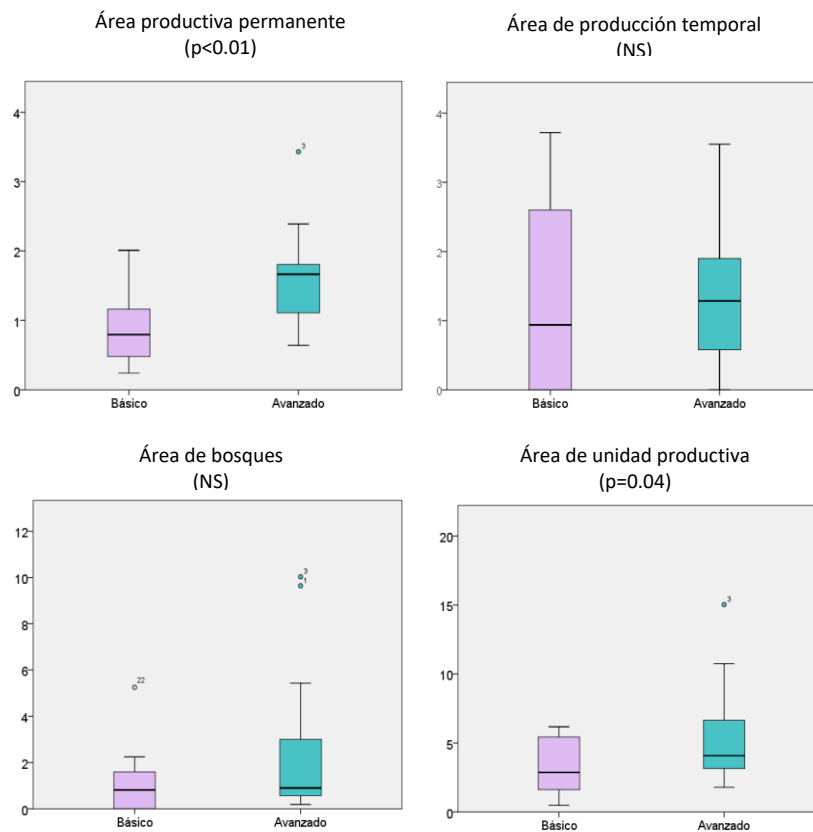


Figura 15. Características de la unidad productiva de familias campesinas

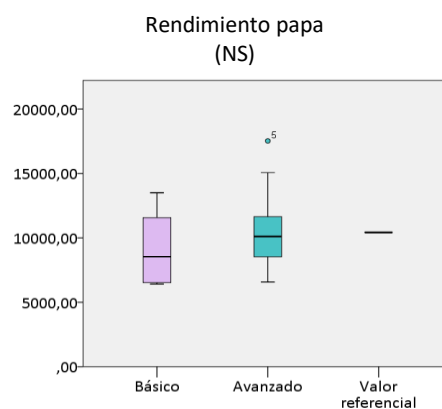


Figura 16. Rendimiento de papa (kg/ha) en la campaña agrícola 2015-2016.

El rendimiento de maíz en el nivel avanzado de ampliación de prácticas agroecológicas es de 2.02 t/ha y en el nivel básico es de 1.78 t/ha. La comparación de medianas de ambos niveles de aplicación de prácticas agroecológicas muestra que no existe diferencia significativa. Sin embargo, los rendimientos estimados superan al rendimiento promedio en la región Apurímac en los últimos años (entre 1.04 y 1.61 t/ha) (**Figura 17, Anexo 3 y 4**). Cabe señalar que el rendimiento de maíz amiláceo bajo un sistema de manejo agroecológico avanzado (uso de abonos orgánicos y asociación con otros cultivos) se acerca a los obtenidos bajo sistemas de manejo convencional con agroquímicos en Cusco (2.38 t/ha) y Junín (2.17 t/ha) (MINAG 2012) (**Anexo 6 y 7**).

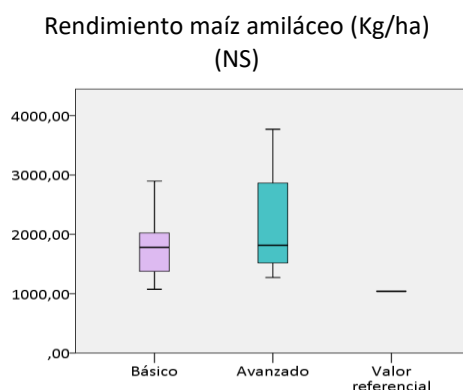


Figura 17. Rendimiento de maíz amiláceo (kg/ha) en la campaña agrícola 2015-2016.

Así también, el rendimiento promedio de Tarwi en el nivel avanzado es de 858 Kg/ha y en el nivel básico de 745 Kg/ha. La comparación de medianas de ambos niveles de aplicación de prácticas agroecológicas muestra que no existe diferencia significativa. Los rendimientos estimados para el cultivo de Tarwi se encuentran por debajo del promedio nacional (**Figura 18**) (**Anexo 6 y 8**).

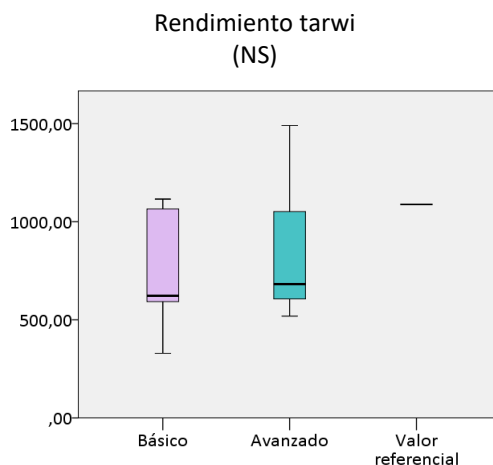


Figura 18. Rendimiento de tarwi (kg/ha) en la campaña agrícola 2015-2016.

4.2.2. Producción y autoconsumo continuos

La papa junto con el maíz son alimentos eminentemente energéticos y de importancia en la cultura andina. A ello se suma el Tarwi, por su importante aporte proteico (MINAG 2012; Camarena *et al.* 2012); por ello, su importancia para la seguridad alimentaria y nutrición de familias campesinas. La producción promedio de papa en chacras manejadas con un nivel avanzado de prácticas agroecológicas es de 928 kg/año/familia y en el nivel básico es de 672 kg/año/familia, no existiendo diferencia significativa entre ambos niveles de aplicación de prácticas agroecológicas (**Figura 19** y **Anexo 9**). Sin embargo, se observa que la producción anual de papa por familia es mayor en el nivel avanzado, debido a que tienen hasta tres cosechas por año, una cosecha de campaña grande en propiedad comunal bajo el sistema de Laymes y dos cosechas correspondientes a campañas chicas en chacras de producción permanente; mientras que en el nivel básico tienen de una a dos cosechas por año, una campaña grande y eventualmente una campaña chica (**Figura 20**).

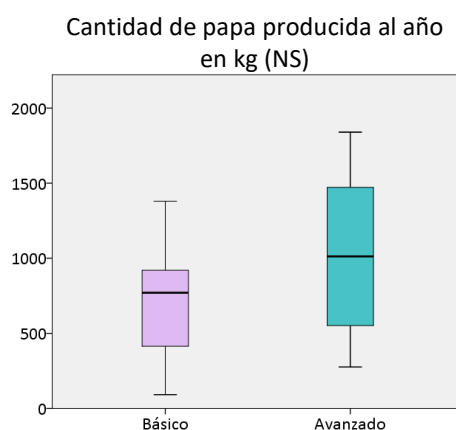


Figura 19. Cantidad promedio de papa producida al año por familia

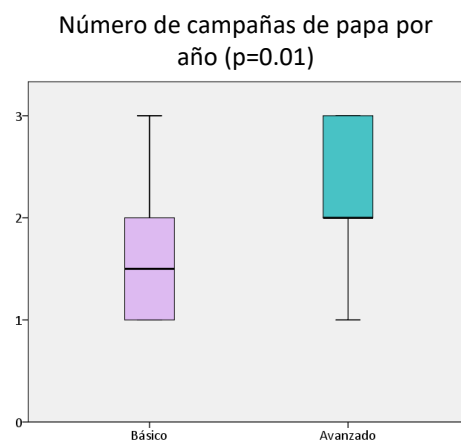


Figura 20. Número de campañas de papa por año

La producción promedio de maíz amiláceo en chacras manejadas con un nivel avanzado de prácticas agroecológicas es de 221 kg/año/familia, y en el nivel básico es de 162 kg/año/familia (**Anexo 9**). La comparación de medianas de ambos niveles de aplicación de prácticas agroecológicas muestra que no existe diferencia significativa en la cantidad producida al año (**Figura 21**).

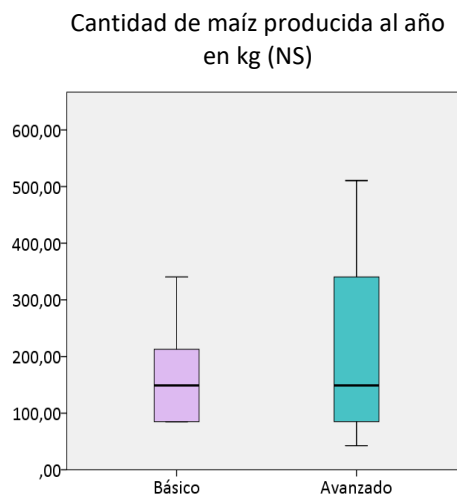


Figura 21. Cantidad promedio de maíz producida al año por familia

La producción promedio de Tarwi tanto en el nivel avanzado como en el nivel básico es de 91 kg/año/familia (**Figura 22**).

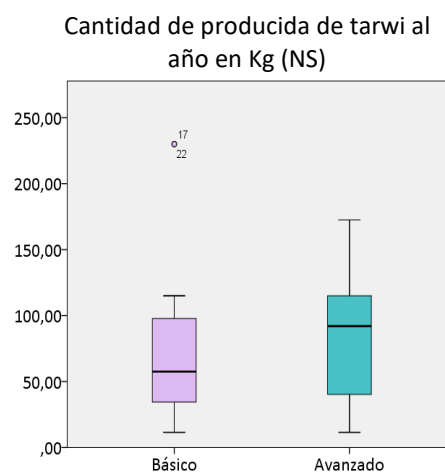


Figura 22. Cantidad promedio de tarwi producida al año por familia

Sistema de producción y origen de los alimentos

En la cuenca Mariño, la producción de maíz y papa se realiza principalmente bajo sistemas de rotación (papa –haba- papa/papa-maíz-arveja-papa, papa-tarwi-papa) y asociación de cultivos (maíz con tarwi, maíz con arveja, maíz con tarwi y calabaza, maíz con haba); y por lo general la siembra se realiza en chacras de producción permanente, donde además se tienen otros cultivos; siendo estos destinados principalmente para el autoconsumo y los excedentes para la venta.

En la **Figura 23**, los números asignados al nivel básico y avanzado indican porcentajes, observando que las familias que aplican prácticas agroecológicas a un nivel avanzado consumen alimentos que en su mayoría provienen de la chacra, mientras que en el nivel básico sólo algunos alimentos provienen de la chacra. Se ha encontrado que existe relación entre el origen de los alimentos con el nivel de aplicación de prácticas agroecológicas ($p < 0.001$) (**Anexo 10**).

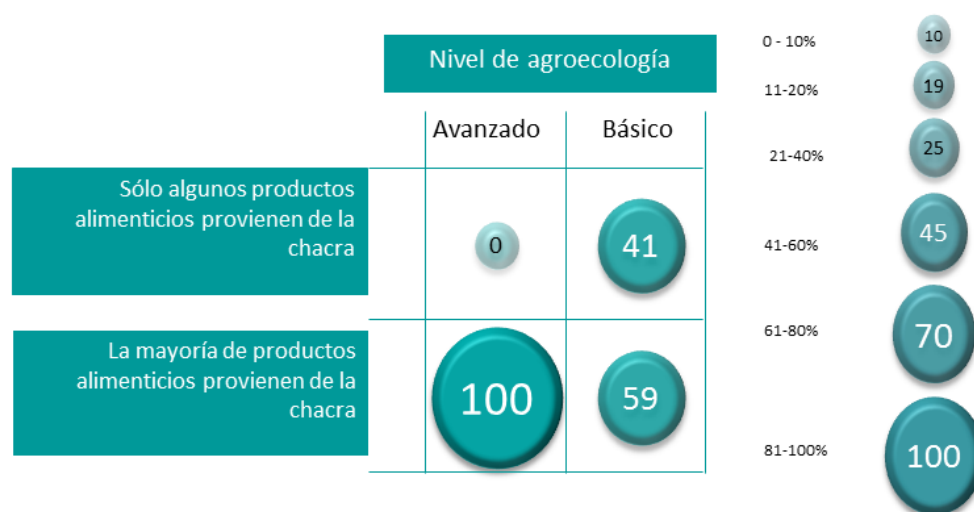


Figura 23. Origen de los alimentos que consume la familia

4.2.3. Ingresos altos y continuos por venta de productos de unidad productiva

La venta de productos de unidad productiva de familias que aplican prácticas agroecológicas en un nivel avanzado, generan ingresos mensuales significativamente mayores (511 PEN/mes) en comparación con el nivel básico (174 PEN/mes) (**Figura 24, Anexo 7**). Los ingresos provienen de la venta de crías y cultivos, siendo más relevante la venta de cultivos.

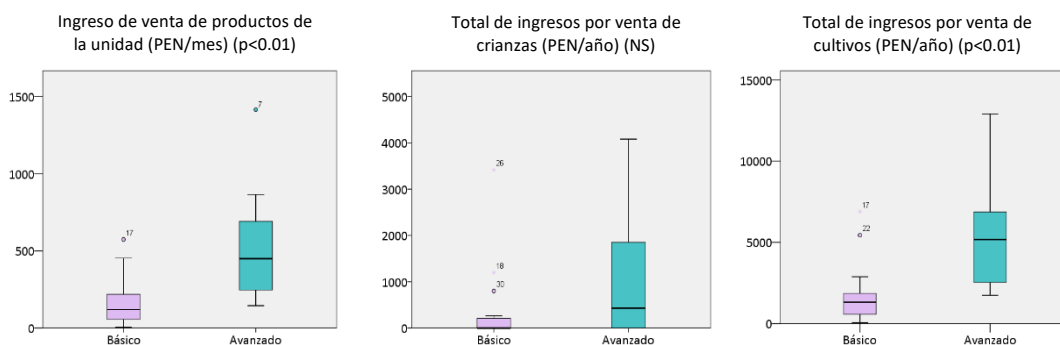


Figura 24. Ingresos familiares por venta de productos de la chacra

En la unidad productiva, las familias destinan áreas para producción permanente y áreas productivas temporales.

En ese sentido, para el nivel básico el ingreso económico por hectárea de área cultivada permanente asciende en promedio a 2560 PEN/año y en el nivel avanzado es de 4140 PEN/año, encontrándose diferencia significativa entre el ingreso del nivel básico y avanzado (**Figura 25**).

Ingreso de ventas por hectárea de área cultivada permanente (PEN/año) ($p=0.03$)

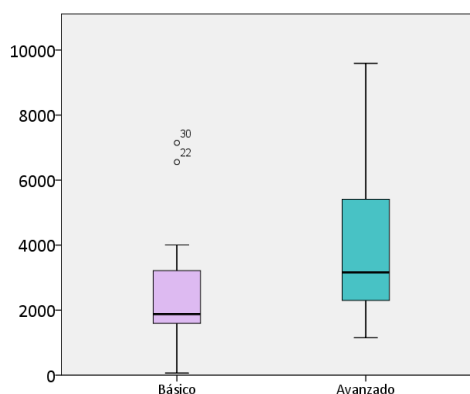


Figura 25. Ingreso por ventas del área cultivada permanente

Se ha encontrado diferencia significativa entre el ingreso del nivel básico (1300 PEN/año) y el nivel avanzado (2650 PEN/año) por hectárea de área total cultivada total (**Figura 26** y **Anexo 11**).

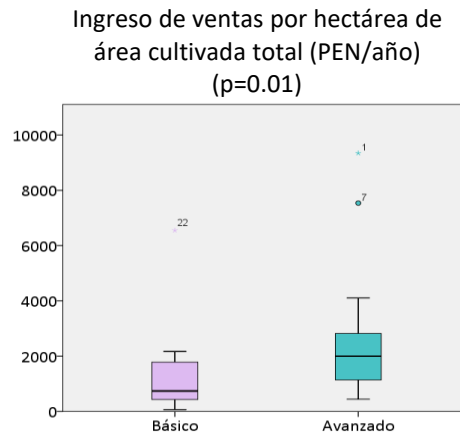


Figura 26. Ingreso por ventas del área cultivada total

Los ingresos promedios por ventas de cultivos por hectárea de área cultivada total ascienden básico a 1140 PEN/año y en el avanzado a 2000 PEN/año. De igual forma, los ingresos por venta de crías (y sus derivados) por hectárea de área cultivada total ascienden básico a 671 PEN/año y en el avanzado a 1250 PEN/año (**Figura 27, Anexo 11**).

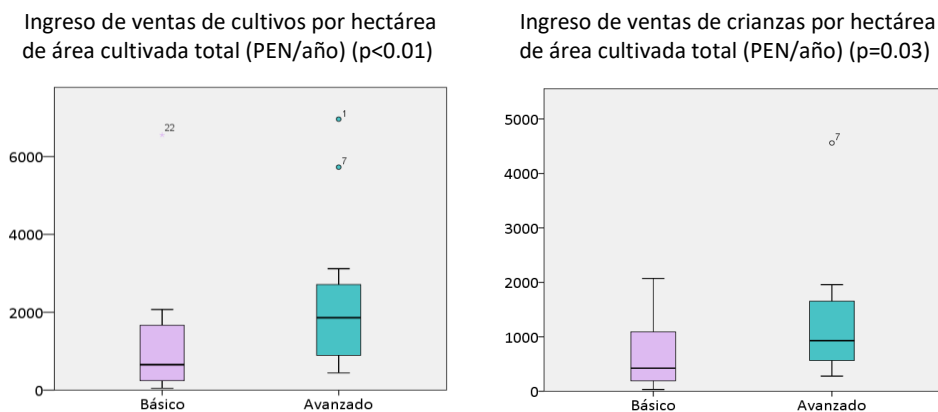


Figura 27. Ingreso por ventas de cultivos y crías del área cultivada total

El ingreso de venta en relación al área total de la unidad en el nivel básico es de 827 PEN/año) y en el nivel avanzado es de 1460 PEN/año; no habiendo encontrado diferencia significativa (**Figura 28**).

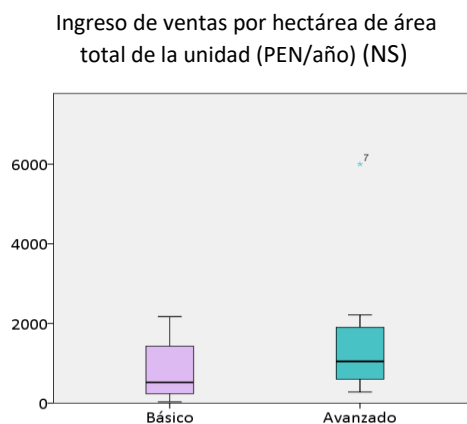


Figura 28. Ingreso por ventas de cultivos y crías del área cultivada total

4.2.4. Tiempo para otros ingresos

Las familias del nivel básico y avanzado se dedican a las labores en la chacra en promedio 6 y 7 horas/día respectivamente, no habiendo diferencia significativa entre ambos niveles; sin embargo, los del nivel avanzado muestran un rango mayor de horas dedicadas a las labores en la chacra (**Figura 29**).

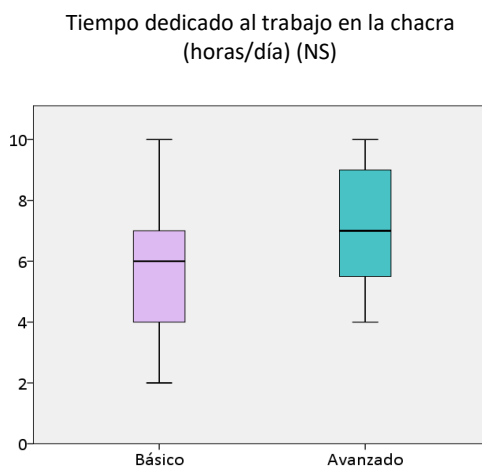


Figura 29. Tiempo dedicado al trabajo en la chacra

Por otro lado, en ambos niveles las familias realizan al menos una actividad secundaria y en el nivel avanzado hay quienes realizan hasta tres actividades, las cuales contribuyen a la generación de ingresos. No se encontró diferencia significativa entre el básico y avanzado (**Figura 30**).

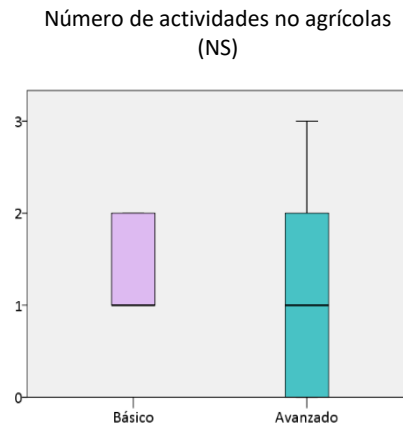


Figura 30. Número de actividades no agrícolas realizadas en el nivel básico y avanzado

La mayoría de familias ofrecen mano de obra para realizar trabajos en construcción civil y en labores agrícolas - generalmente son los esposos e hijos varones-; otras familias se dedican al comercio algunos venden leña, revenden productos agrícolas traídos de otros lugares, otros venden comidas y plantas medicinales. Un menor grupo de familias ofrecen servicios de movilidad “taxis” y servicios turísticos (**Figura 31**).

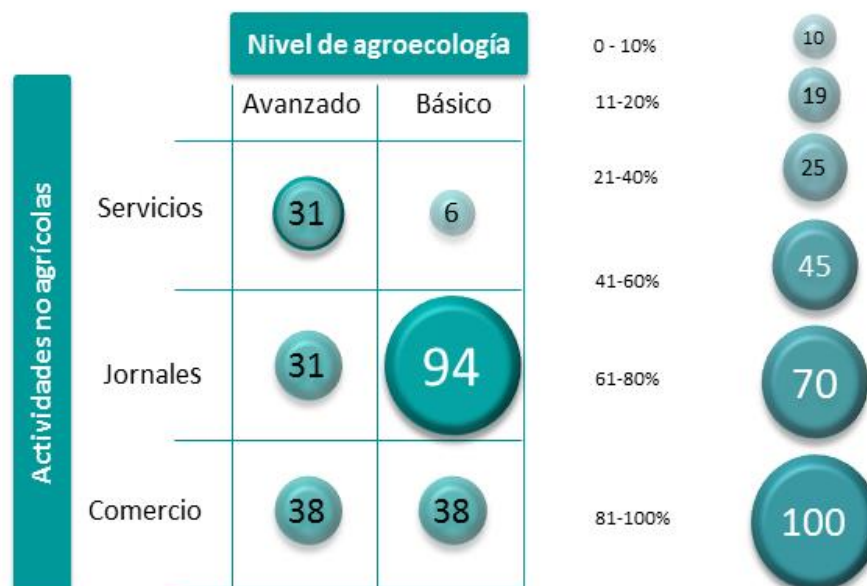


Figura 31. Actividades no agrícolas realizadas en el nivel básico y avanzado

4.3. Adaptación de la unidad productiva

4.3.1. Diversificación

Se encontró diferencia significativa entre las medias del número de especies cultivadas de chacras donde se aplican prácticas agroecológicas básicas (18 especies cultivadas) y chacras donde las prácticas son avanzadas (32 especies cultivadas) (**Figura 32, Anexo 14**). Las especies cultivadas se agrupan en granos (maíz, tarwi, trigo, cebada, arvejas y frijol), tubérculos (papa, oca, olluco y mashwa), raíces (yacón y arracacha), frutales (pera, durazno, manzana, ciruelo, awaymanto, etc.), flores y plantas medicinales y aromáticas.

Por otro lado, no se ha encontrado diferencia significativa ($p=0.079 > 0.05$) entre las medias del número de especies de crianzas entre chacras donde se aplican prácticas agroecológicas básicas y chacras donde las prácticas son avanzadas (**Figura 33, Anexo 14**). Las familias crían principalmente ganado vacuno, porcino, ovino, cuyes, gallinas y conejos.

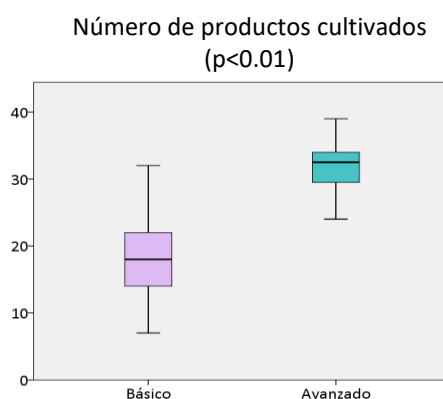


Figura 32. Número de especies cultivadas en la unidad productiva

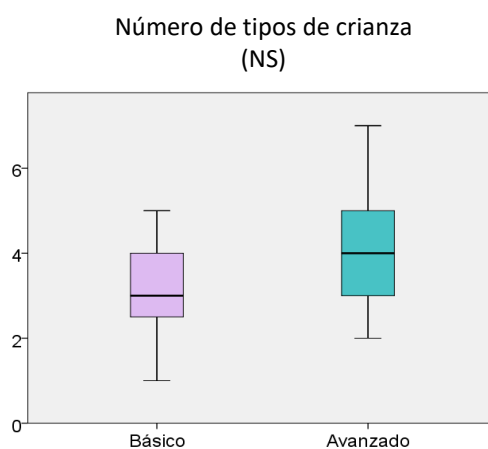


Figura 33. Número de crianzas en la unidad productiva

4.3.2. Aplicación de prácticas de adaptación

Se encontró que existe relación entre las prácticas para adaptarse al cambio climático y el nivel de aplicación de prácticas agroecológicas (**Figura 34**). Las familias que aplican prácticas agroecológicas en un nivel avanzado son las que más implementan medidas para adaptarse a la variabilidad climática. Las prácticas que más se vienen implementando son la construcción de micropresas en la chacra, riego por aspersión y agroforestería (**Figura 35**).

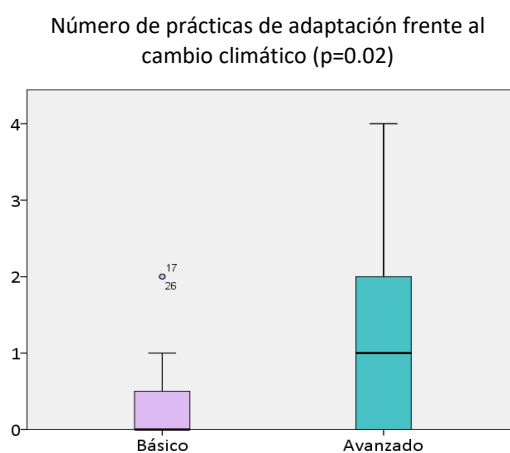


Figura 34. Número de prácticas de adaptación frente al cambio climático implementadas por familias en el nivel básico y avanzado

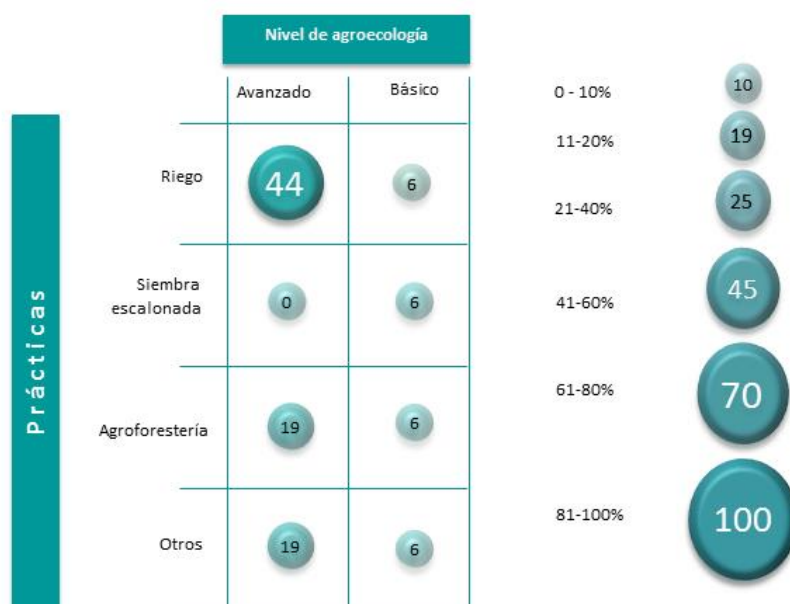


Figura 35. Prácticas de adaptación frente al cambio climático implementadas por familias en el nivel básico y avanzado. (Los números asignados por niveles muestran el porcentaje de familias que aplican prácticas)

4.4. Adaptación para la cuenca

4.4.1. Regulación del agua y suelo para la cuenca

El índice de erodabilidad del suelo, tanto en el nivel avanzado como básico se encuentran en un rango entre 0.025 y 0.033, no existiendo diferencia significativa entre ambos niveles (Figura 36).

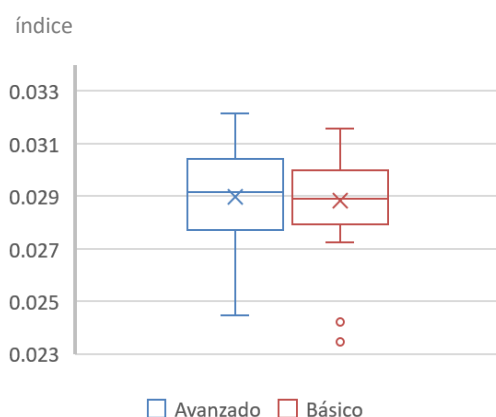


Figura 36. Índice de erodabilidad de suelo, según nivel de aplicación de prácticas

Al evaluar la influencia de las prácticas agrícolas sobre la erodabilidad del suelo; se encontró que la “labranza”, “cultivo en terraza” y “tipo de riego” influyen de manera significativa (Cuadro 8).

Cuadro 8. ANOVA de prácticas agrícolas y su influencia sobre la erodabilidad del suelo

| Respuesta: Erodabilidad_Sha | Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr(>F) | |
|--------------------------------|----|------------|------------|---------|----------|-----|
| Terraza | 1 | 1.0916E-05 | 1.0916E-05 | 7.3583 | 0.008448 | ** |
| Labranza | 2 | 4.4384E-05 | 2.2192E-05 | 14.9588 | 4.13E-06 | *** |
| Producción permanente | 1 | 4.5100E-07 | 4.5140E-07 | 0.3043 | 0.583017 | |
| Árboles en chacra | 1 | 3.0000E-08 | 3.0500E-08 | 0.0206 | 0.886415 | |
| Riego | 2 | 3.5188E-05 | 1.7594E-05 | 11.8595 | 3.82E-05 | *** |
| Residuals | 68 | 1.0088E-04 | 1.4836E-06 | | | |

Los suelos con labranza manual son significativamente menos erodables en comparación a la labranza realizada con tracción animal “yunta” y la labranza mixta (manual más yunta) (Figura 37).

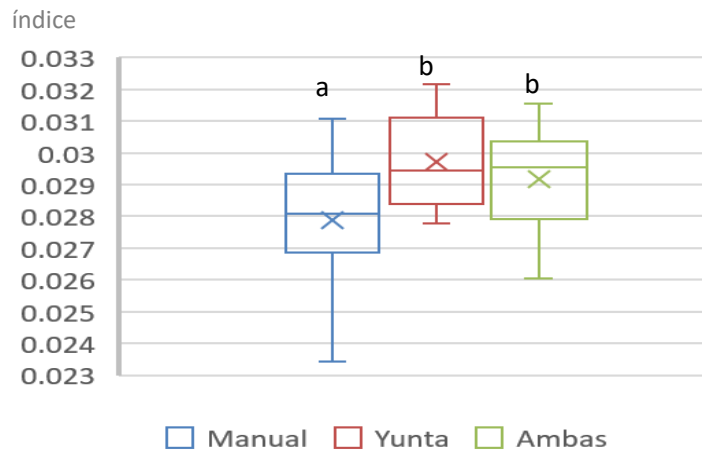


Figura 37. Erodabilidad de suelo, según tipo de labranza

De acuerdo al tipo de riego aplicado en las chacras, suelos con riego por aspersión y suelos que reciben dos tipos de riego: aspersión y gravedad, son significativamente más proclives a ser erodables en comparación a suelos bajo riego por gravedad y suelos sin riego (**Figura 38**). Por otro lado, suelos de terrazas son significativamente más erodables (**Figura 39**).

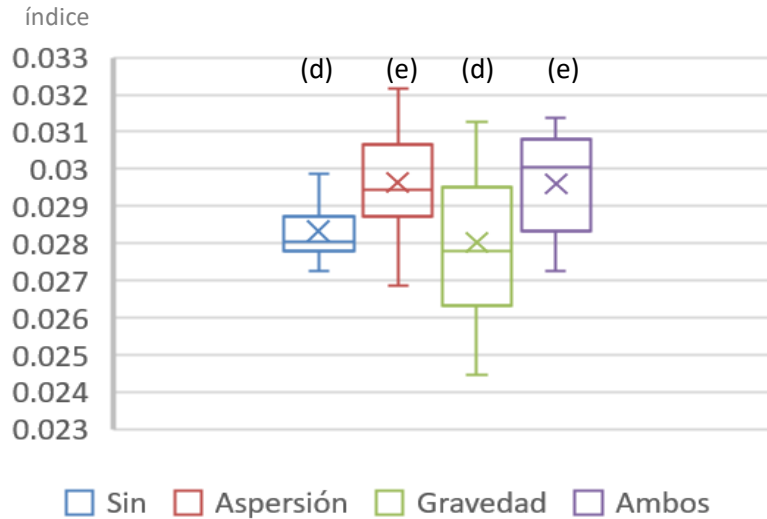


Figura 38. Erodabilidad de suelo, según tipo de riego

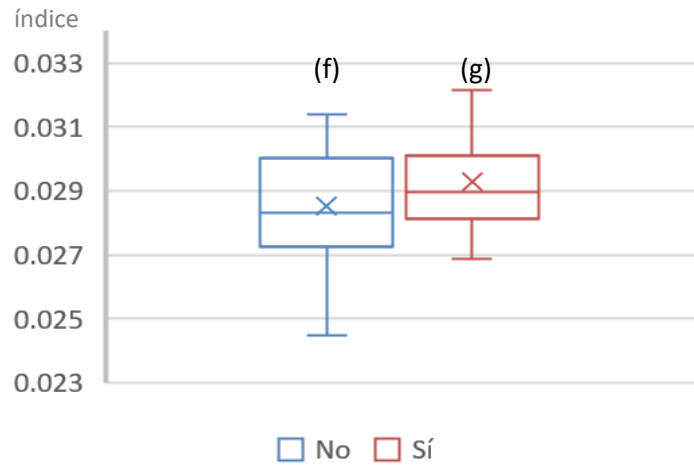


Figura 39. Erodabilidad de suelo con y sin terrazas

Porcentaje de materia orgánica

Los porcentajes de materia orgánica en el nivel básico y avanzado de aplicación de prácticas agroecológicas se encuentran entre 1.83 y 11.0 por ciento. No se observaron diferencias significativas entre ambos niveles ($p=0.248$); siendo la mediana 4.47 por ciento (promedio=5.01 por ciento) en el básico y 4.97 por ciento (promedio=5.65 por ciento) en el avanzado (**Figura 40, Anexo 16**).

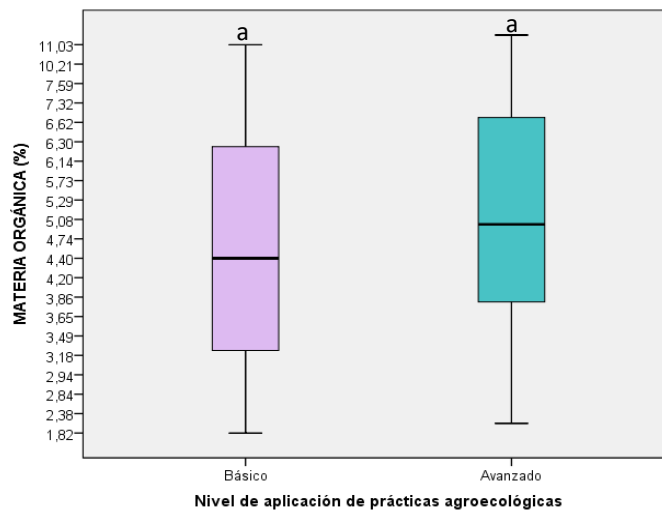


Figura 40. Materia orgánica en suelos según nivel de aplicación de prácticas agroecológicas

4.5. Mitigación para el planeta

4.5.1. Densidad de carbono en suelos agrícolas

El carbono almacenado en suelos, tanto en el nivel básico y avanzado de prácticas agroecológicas se encuentra en un rango de 35 – 130 tC/ha; no habiendo diferencia significativa entre ambos niveles (**Figura 41**).

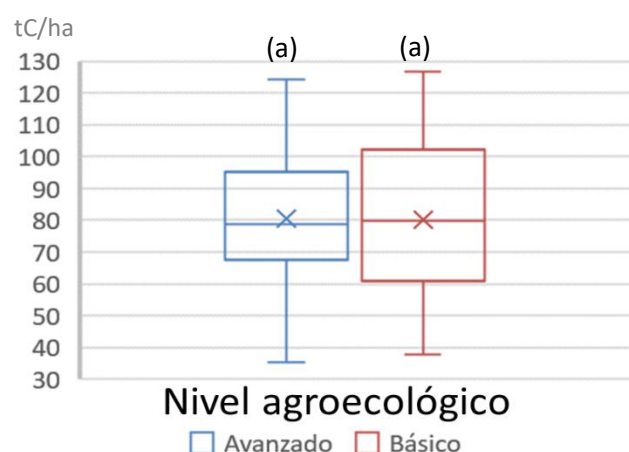


Figura 41. Carbono almacenado en suelos (tC/ha), según nivel de aplicación de prácticas agroecológicas.

Además de la comparación entre los niveles de aplicación de prácticas; se analizó la densidad de carbono en suelos agrícolas considerando diferentes tipos de manejo comunes en ambos niveles: "Terraza", "Labranza", "Asociación de cultivos", "Terraza", "Producción permanente", "Árboles en chacra", "Riego". De las prácticas evaluadas, sólo en las prácticas de riego se encontró efecto significativo ($p < 0.01$) (**Cuadro 9**).

Cuadro 9. ANOVA de prácticas agrícolas y su influencia sobre el Carbono Total

| Response: | | | | F | |
|-----------------------|----|---------|---------|--------|-------------|
| Carbono Total | Df | Sum Sq | Mean Sq | value | Pr(>F) |
| Terraza | 1 | 512.7 | 512.65 | 1.1773 | 0.281746 |
| Labranza | 2 | 1917.5 | 958.74 | 2.2016 | 0.118446 |
| Producción permanente | 1 | 15.7 | 15.7 | 0.0361 | 0.849975 |
| Árboles en chacra | 1 | 763.5 | 763.51 | 1.7533 | 0.189891 |
| Riego | 2 | 5924.5 | 2962.26 | 6.8026 | 0.002027 ** |
| Residuals | 68 | 29611.4 | 435.46 | | |

Se ha observado mayor cantidad de Carbono Total en suelos que son regados por aspersión y gravedad (92.9 tC/ha); mientras que el Carbono en suelos regados sólo por gravedad es 80.38 tC/ha, sólo por aspersión es de 78.86 tC/ha y sin riego 66-70 tC/ha (**Figura 42**).

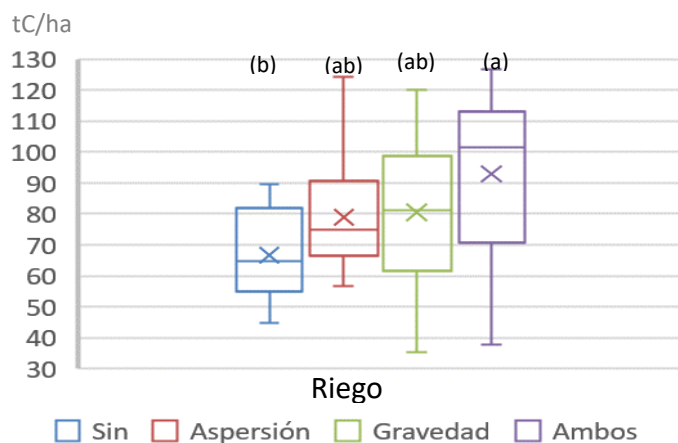


Figura 42. Influencia del tipo de riego en la cantidad de Carbono almacenado en suelos (tC/ha)

4.5.2. Densidad de carbono en árboles de chacras agrícolas

La familia campesina dispone en promedio el 31 por ciento (promedio de 1.80 ha/familia) del total de su unidad productiva para conservar bosques bajos (predominancia de especies nativas) y bosques altos (predominancia de eucalipto) (**Figura 43**). Así también, cuentan con árboles en las chacras de producción permanente en los cercos vivos y entre los cultivos (árboles aislados).

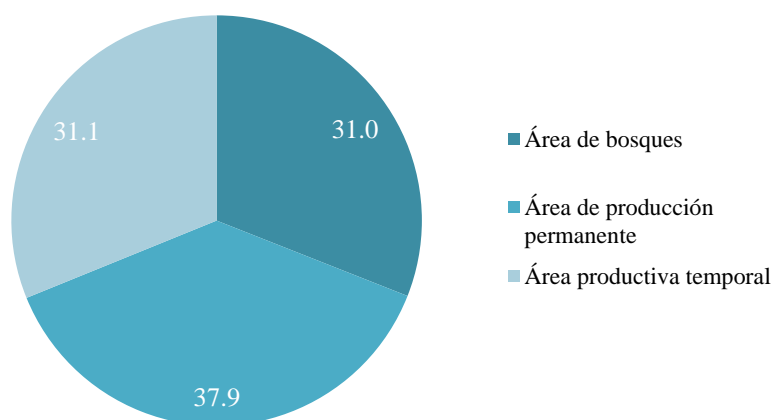


Figura 43. Porcentaje de área según destino de la unidad productiva de familias campesinas

La mediana de la densidad de carbono en árboles aislados en chacras de producción permanente es 3.2 tC/ha (promedio =3.8 tC/ha) en el nivel básico y 1.6 tC/ha (promedio=1.6 tC/ha) en el avanzado, encontrándose diferencia significativa ($p=0.02$). En cuanto al carbono capturado en cercas vivas, la mediana de la densidad de carbono en nivel básico es 9.9 tC/ha (promedio=10.3 tC/ha) y avanzado es de 10.7 tC/ha (promedio=12.03 tC/ha), no habiendo encontrado diferencia significativa. La densidad de carbono en árboles y cercos de áreas agrícolas permanentes en el nivel básico oscilan entre 1.5 – 47.11 tC/ha, con una mediana de 12.1 tC/ha (promedio=14.04 tC/ha) y en el avanzado entre 0.51 y 44.59 tC/ha, con una mediana de 13.5 (promedio=13.6); no habiendo encontrado diferencia significativa entre el nivel básico y avanzado (**Figura 44, Anexo 17**).

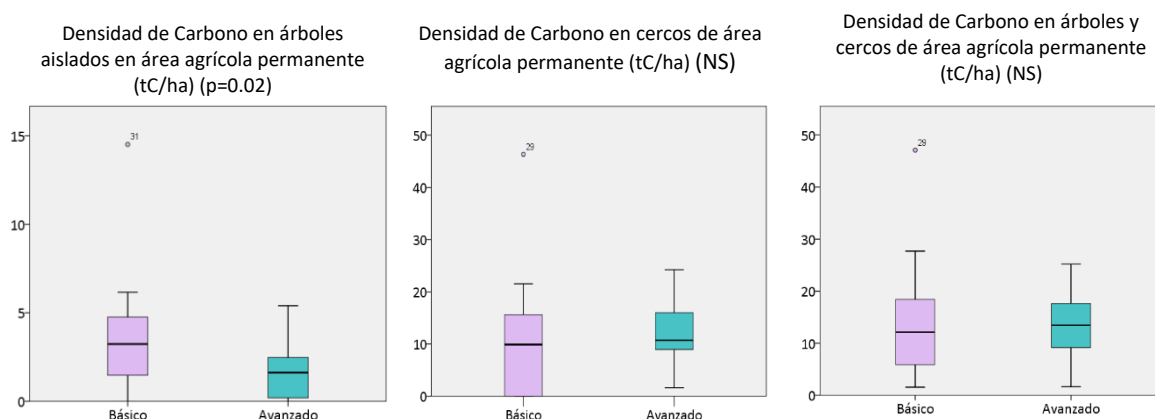


Figura 44. Densidad de carbono en árboles (aislados, en cercos y total) en área agrícola permanente

La mediana de carbono total en bosques, en el nivel básico es de 112.9 tC (promedio=139.81) y en el nivel avanzado es de 137 tC (330.9), no habiendo diferencia significativa. Por otro lado, cuando se considera el carbono total en bosques en relación a la unidad productiva, se ha encontrado una mediana de 27.4 tC/ha (promedio=35.04 tC/ha) en el nivel básico y 39.9 tC/ha (promedio=46.1 tC/ha) en el nivel avanzado, no habiendo encontrado diferencia significativa.

Finalmente, el carbono total secuestrado en la unidad productiva, considerando los árboles aislados, cercos y bosques; es en promedio 40.7 tC/ha en el nivel básico y 51.2 tC/ha en el avanzado. No se encontró diferencia significativa entre ambos niveles (**Figura 45**).

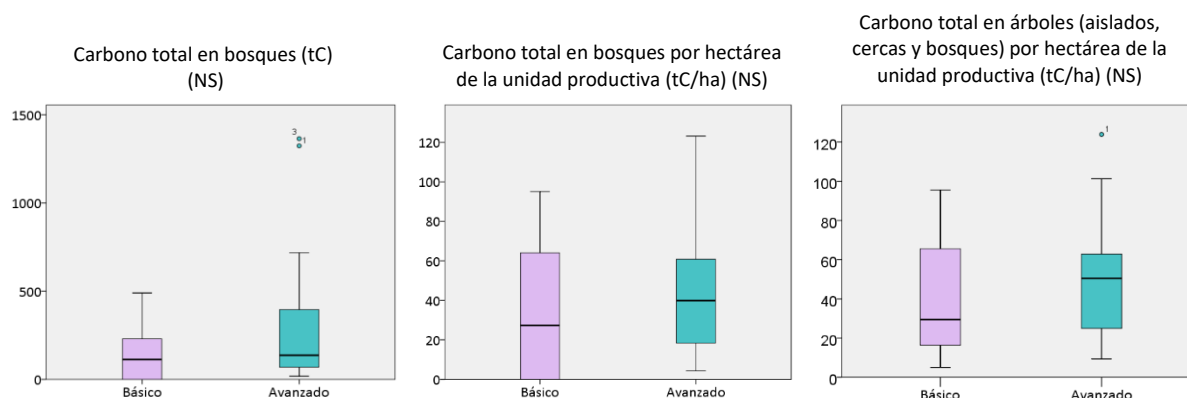


Figura 45. Carbono en arboles de bosques (total y por ha de la unidad productiva) y árboles de bosques y chacras permanentes (por hectárea de la unidad productiva)

4.6. APOORTE DE CHACRAS CON MANEJO AGROECOLÓGICO

4.6.1. La integración, diversificación y producción continua como estrategias para la seguridad alimentaria y adaptación al cambio climático

Diversificación productiva, producción continua y seguridad alimentaria

Respecto al tema de discusión, los sistemas productivos con diversos cultivos y crianzas, con variedades, con más de dos cosechas al año, con rotación de cultivos permiten incrementar la disponibilidad de alimentos y garantizar la seguridad alimentaria (Pretty *et al.* 2011, citado por Altieri y Nicholls 2012).

En la cuenca Mariño, la integración de cultivos y crianzas dentro del sistema productivo es una práctica común de las familias campesinas; cuyo objetivo primordial es asegurar la alimentación familiar y en segundo orden la generación de ingresos económicos. La integración de cultivos y crianzas, también obedece a usar el excremento de los animales con fines de fertilizar la tierra para el cultivo.

Los resultados muestran que las familias cultivan muchas especies en sus unidades productivas, siendo más significativo el número de especies cultivadas en el nivel avanzado de prácticas agroecológicas. Sin embargo, se puede observar que hay productos básicos para la alimentación familiar, como la papa y el maíz, alimentos eminentemente energéticos y de importancia en la cultura andina. A ello, se suma el tarwi, por su importante aporte proteico

(MINAG 2102; Camarena *et al.* 2012); por ello, su importancia para la seguridad alimentaria y nutrición de familias campesinas.

En la cuenca Mariño, la producción de maíz y papa se realiza principalmente bajo sistemas de rotación (papa –haba- papa/papa-maíz-arveja-papa, papa-tarwi-papa) y asociación de cultivos (maíz con tarwi, maíz con arveja, maíz con tarwi y calabaza, maíz con haba); por lo general la siembra se realiza en chacras de producción permanente, donde además se tienen otros cultivos; siendo estos destinados principalmente para el autoconsumo y en segunda instancia para la venta.

Aunque estadísticamente no se haya encontrado diferencia significativa en la cantidad producida y en el rendimiento de los principales cultivos (alimentos básicos) entre el nivel básico y avanzado de aplicación de prácticas agroecológicas, los resultados muestran que la cantidad producida de los tres cultivos principales, no sólo permiten satisfacer necesidades alimenticias, sino también orientarlas a la venta. Ello se observa más en familias que aplican un nivel avanzado de prácticas agroecológicas, quienes tienen mayor producción anual y mayor rendimiento por cultivo. Por ejemplo, el rendimiento estimado para el maíz amiláceo se acerca a los rendimientos obtenidos en regiones como el Cusco y Junín, donde la producción de maíz se realiza de forma convencional. Para el caso de la papa, el rendimiento es menor en relación al promedio regional, y ello se debe a que el promedio regional se eleva por la producción convencional (de altos insumos de agroquímicos) que se realiza en la provincia de Andahuaylas. Al respecto, un análisis de diversos estudios donde se comparaban los rendimientos de diferentes cultivos de fincas orgánicas y convencionales, indican que los rendimientos para todos los tipos de cultivos de sistemas de producción orgánica fueron menores, un 19,2% más bajos que los rendimientos en sistemas convencionales con un 95% de confianza; así mismo, este estudio sugiere que las rotaciones de policultivos y cultivos aumentan los rendimientos por lo que estas prácticas podrían funcionar sinérgicamente y cerrar la brecha de rendimiento (Poncio *et al.* 2015).

Por otro lado, otros autores sostienen que en sistemas de producción diversificado (policultivos) los rendimientos se mantienen estables, es decir la variabilidad de los rendimientos obtenidos de año en año es inferior a la variabilidad de los rendimientos de los monocultivos correspondientes, lo que significa que son capaces de mantener más o menos

continúa bajo condiciones ambientales marginales, un aspecto clave frente a los eventos climáticos extremos (Francis 1986, citado por Altieri y Nicholls 2010).

Los resultados muestran que los principales cultivos están orientados principalmente al autoconsumo. Ello también sucede con otros productos de la chacra, ya que se ha encontrado que existe relación entre el origen de los alimentos que consume la familia con el nivel de aplicación de prácticas agroecológicas, observando que las familias que aplican prácticas agroecológicas a un nivel avanzado consumen alimentos que en su mayoría provienen de la chacra, mientras que en el nivel básico sólo algunos alimentos provienen de la chacra. Ello se sustenta en la diversidad de cultivos que manejan las familias con un nivel avanzado y las prácticas de rotación de cultivos, permitiéndoles producir de forma continua y permanente. Al respecto, que el campesino siembre una diversidad de cultivos (a nivel de variedades como de especies) constituye una estrategia que promueve una dieta diversa (Francis 1986, citado por Altieri y Nicholls 2010).

Por otro lado, la seguridad alimentaria también está vinculada a un continuo ingreso económico familiar, que permita cubrir otros alimentos que la chacra no provee, y desde luego asumir otros gastos que las familias requieran (educación, vestimenta, servicios, etc.). En ese sentido, los resultados muestran que las familias con un nivel avanzado de prácticas agroecológicas tienen ingresos mensuales -provenientes de la actividad agropecuaria- significativamente mayores respecto a las familias del nivel básico, superando en 300% el ingreso mensual percibido por las familias del nivel básico. Ello se sustenta en que las familias del nivel avanzado tienen una mayor diversidad de cultivos, mayor producción de cultivos principales y producción permanente.

El ingreso mensual estimado proveniente de la actividad agropecuaria de las familias con nivel avanzado de prácticas agroecológicas representa el 59 por ciento de la remuneración mínima vital estipulada en el Perú, supera a los ingresos registrados para productores agropecuarios de la sierra rural y representa el 73 por ciento y 58 por ciento en relación a los ingresos promedios registrados en la región sierra y a nivel nacional respectivamente. Sin embargo, los ingresos estimados no son suficientes para cubrir otros gastos que la familia requiere; razón por la cual, la familia se dedica a otras actividades no agrícolas (mano de obra, comercio, servicios, etc.). En tal sentido, las familias han encontrado estrategias que

les permite dedicarse a la actividad agrícola (en promedio 6 y 7 horas/día) y a la vez dedicarse a otras actividades.

Considerando que el reto a nivel mundial es asegurar la alimentación para una población en constante crecimiento, el incrementar los rendimientos agrícolas no es suficiente para asumir este desafío, y mucho menos a costa del deterioro del ambiente. Es allí, que sistemas de producción manejados con métodos agroecológicos, agroecosistemas diversificados e integrados como las pequeñas granjas/chacras tradicionales cobran relevancia; ya que en estos sistemas la cantidad de alimentos producida por unidad de tierra usada es mayor a la que se puede obtener respecto a un monocultivo (Francis 1986, Citado por Altieri y Nicholls 2010; FAO 2014; Poncio *et al.* 2015).

Diversificación productiva, prácticas agroecológicas y de adaptación al cambio climático

Los resultados muestran que las unidades productivas con un nivel avanzado de prácticas agroecológicas poseen también una mayor diversidad de cultivos. Al respecto, la diversificación de la producción, es una estrategia que permite tener disponibilidad de alimentos todo el tiempo. En el contexto de cambio climático, cuando variabilidad climática o los eventos climáticos extremos afectan la producción, muchas de las especies de cultivos y crianzas, constituyen un amortiguador; ya sea como sustituto o como complemento alimenticio. En relación a ello, Altieri y Nicholls (2013) señalan que los sistemas diversificados disminuyen la vulnerabilidad a los eventos climáticos; si a ello, le sumamos otras prácticas agroecológicas (rotación y asociación de cultivos, policultivos, uso de abonos orgánicos, conservación de espacios silvestres, entre otros) y prácticas de adaptación (riego tecnificado, agroforestería, siembra escalonada y otros), se incrementa la capacidad de resiliencia frente a los riesgos climáticos, así también lo señala Henao (2013).

4.6.2. Prácticas de manejo agroecológico en el sistema productivo aportan a los servicios ecosistémicos de regulación: a nivel local y global

Regulación para la cuenca: infiltración del agua y protección de la erosión hídrica laminar

La capacidad de los ecosistemas para infiltrar el agua permite retener una porción de lluvia tormentosa en lugar que esta se vaya como escorrentía (Lattera *et al.* 2012). Para evaluar

esta capacidad de los ecosistemas se usan diversos indicadores, como, retención de nutrientes, característicos del suelo y cobertura de la tierra, entre otros (Egoh *et al.* 2012).

La materia orgánica controla varias propiedades físicas y químicas del suelo; entre ellas, influye en la capacidad de retención de agua de los suelos; ya que mejora la estructura del suelo y le confiere resistencia a la erosión superficial (Baver *et al.* 1973, citado por Pastor 1992; Power y Prasad 1997). Esta característica se usa frecuentemente como un indicador secundario, muy útil para tener una idea de la capacidad de infiltración del agua en los suelos.

En ese sentido, los resultados encontrados en el presente estudio muestran promedios de contenido de M.O. de 5.01 por ciento y 5.65 por ciento en el nivel básico y avanzado respectivamente. Al respecto, George (2006) encontró M.O por encima del 5 por ciento y 6 por ciento en suelos de fincas de café orgánico y convencional respectivamente, estos valores fueron clasificados como altos contenidos de M.O. (Kass 1996, citado por George 2006). Al respecto, un mayor contenido de M.O. indica un mayor contenido de carbono orgánico en suelo, el cual permite aumentar la estabilidad del agregado del suelo aumentando la capacidad de retención de agua y reducirla densidad aparente (Sihi *et al.* 2017).

Egoh *et al.* (2012) señalan que la infiltración del agua depende principalmente de las características del suelo y de la cubierta del suelo. Al respecto, se ha observado que las prácticas agroecológicas más aplicadas en la zona de estudio, tanto en el nivel básico como avanzado son: policultivos, asociación de cultivos, agroforestería (árboles en contorno y entre los cultivos), abonamiento con compost y estiércol; todas estas prácticas sustentan los contenidos de materia orgánica encontrados, ya que a través de estas prácticas se incorpora materia orgánica y se tiene cubierto buena parte del suelo, principalmente en los meses de lluvia. Cabe señalar que en las chacras de producción permanente la cobertura se mantiene todo el año.

El aporte de las chacras con manejo agroecológico cobra importancia en la cuenca Mariño, ya que muchas fuentes hídricas se encuentran por debajo de las zonas agrícolas. Al respecto, el Diagnóstico Hidrológico Rápido de la cuenca el Mariño señala que la regulación del agua es el principal servicio ecosistémico hídrico identificado para la cuenca (CONDESAN 2014).

Por otro lado, las características del suelo están asociadas con la resistencia del suelo frente a la erosión hídrica. La acción del agua se manifiesta en diversos tipos o formas de erosión: erosión laminar, erosión en surcos, erosión en cárcavas y formas diversas de remoción en masa; siendo la erosión laminar y en surcos las más dañinas, al lavar el suelo más fértil (Dourojeanni y Paulet 1967; FAO 1967; citados por Pastor 1992).

Según Egoh (2008), la erosión del suelo se puede modelar en función de la vegetación, la hojarasca, potencial de cobertura y la medición de la erosión del suelo. El *factor k* de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos (USLE) (Winchmeier y Smit 1978, citado por Huerta y Loli 2014), mide la erodabilidad del suelo; es decir, la respuesta promedio a largo plazo del suelo y del perfil del suelo al poder erosivo asociado a la lluvia y la escorrentía (Young 2003).

Se estimó la erodabilidad por el método indirecto, usando la textura y materia orgánica, y se encontró que el factor K en suelos manejados con nivel de aplicación de prácticas agroecológicas básicas y avanzadas corresponde a erodabilidad natural (es decir menor a $0.01 \text{ t.ha.h.MJ}^{-1} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{mm}^{-1}$) (Rivera y Gómez 1991, citados por Ramírez *et al.* 2009). Ello indica que son suelos con buena resistencia, muy poco erodables.

Sin embargo, los resultados también muestran que el tipo de labranza, el tipo de riego y el cultivo en terraza, influyen en la erodabilidad del suelo. Los suelos labrados con tracción animal (yunta) y labranza mixta (tracción animal + labranza manual) son significativamente más propensos a ser erodables en relación a la labranza manual. Al respecto, Pierí (1989) citado por Schroth *et al.* (2003); señala que la labranza afecta el balance de la Materia Orgánica en el suelo, haciéndola variable y contribuyendo a la erosión. De igual manera, Power y Prasad (1997), indican que todo tipo de labranza incrementa el contenido de oxígeno en el suelo y expone la M.O. a la acción microbiana, generando así grandes pérdidas de M.O. Estos argumentos, advierten sobre la importancia de la M.O. para conferir resistencia al suelo.

Por otro lado, según la FAO (1984), las terrazas controlan hasta en un 100 por ciento la erosión hídrica de los suelos, siempre en cuando se haya trabajado con mucho cuidado la inclinación del banco y la calidad del talud. La principal razón por la cual las terrazas controlan la erosión está asociada a que amortiguan la pendiente. Sin embargo, los resultados

obtenidos en el presente estudio, muestran que los suelos en terrazas son más propensos a ser erodables; al respecto, en la zona de estudio, las terrazas son terrenos de uso permanente para la producción, donde la labranza y riego son continuos; entonces, se sostiene que el uso intensivo de las terrazas con estos tipos de prácticas de labranza y riego pueden estar afectando el contenido de M.O. y las otras características que confieren resistencia al suelo. De igual forma, Power y Passad (1997); señalan que la intensidad de cultivo influye en la cantidad de M.O. en el suelo.

Los resultados encontrados y la literatura revisada, evidencian que el manejo agroecológico mejora la capacidad de los suelos agrícolas de infiltrar el agua y ser poco erodables; por lo que, contribuyen a regular el agua y disminuir la vulnerabilidad de la cuenca frente a eventos de lluvias intensas.

Regulación para el planeta: de lo local a lo global

Las unidades productivas en la cuenca Mariño se caracterizan por estar conformadas por chacras dispersas y con diferentes usos: áreas de producción permanente, áreas de producción temporal, pastizales y áreas con bosques o plantaciones de árboles. En general todas estas áreas cuentan con cercos vivos, conformados por árboles y arbustos; siendo más frecuente encontrar esta conformación vegetal bordeando las chacras de producción permanente. Así también, en las chacras de producción permanente se tienen árboles frutales que crecen entre los cultivos. Por otro lado, se tienen las chacras de producción temporal, las cuales son usadas para cultivar papas nativas y tarwi.

Estos sistemas de uso de tierra, no sólo contribuyen a la regulación del clima local, sino también a regular el clima global, mediante el almacenamiento de carbono, uno de los principales componentes de los gases de efecto invernadero.

Los resultados del carbono almacenado en suelos de chacras con nivel básico y avanzado de aplicación de prácticas agroecológicas, evidencian el potencial del manejo agroecológico para la mitigación del cambio climático. Al respecto, no se ha encontrado estudios similares para agroecosistemas andinos, que permitan contrastar las cantidades de carbono encontrado; sin embargo, se ha encontrado que suelos de cultivo de cacao bajo sistemas agroforestales almacenan una media 65.57 tC/ha (Pocochuma *et al.* 2016). De igual forma, Callo-Concha *et al.* (2002) estimaron que el carbono en el suelo de huertos caseros

representa 62.4 tC/ha (carbono total estimado para huertos caseros, que incluye carbono en suelos, hojarasca y árboles). Si bien es cierto, hay que tener cuidado en comparar las cantidades de carbono almacenadas en suelos con diferentes climas, los resultados de Pocochuma *et al.* (2016) y Callo-Concha *et al.* (2002), constituyen un referente a tener en cuenta. Por otro lado, los resultados encontrados de carbono en el suelo, muestran que hay una influencia de las prácticas de riego en la densidad de carbono almacenado. Ello, es un indicio que hay relación entre la cantidad de carbono almacenado con tipos de prácticas que se realizan en las chacras. Este aspecto requiere más estudios, ya que Corsi *et al.* (2012), señala que el contenido de carbono orgánico en el suelo depende de varios factores, entre ellos, el patrón de rotación de cultivos, tasas de entrada de M.O., composición química de la M.O., el tipo de suelo y textura, el uso del suelo y condiciones climáticas.

Los resultados de biomasa aérea muestran que las unidades productivas aportan en el secuestro de carbono; siendo los bosques nativos y plantaciones de árboles en la unidad productiva las que mayor aportan, seguido de cercos vivos y árboles aislados de chacras de producción permanente.

La cantidad de carbono almacenado por bosques y plantaciones por hectárea (en su conjunto), son similares a estimaciones realizadas para bosques primarios, donde se ha encontrado 126 – 182 tC/ha (Brown 1997, citado por Woome *et al.* 1998) y para bosques secundarios (de más de 15 años) donde se ha encontrado hasta 159.88 tC/ha (Barbaran 1998, citado por Callo – Concha *et al.* 2001); sin embargo, en la zona de estudio el carbono almacenado en bosques en relación al tamaño de unidad productiva representa 35.04 tC/ha y 46.1 tC/ha en el nivel básico y avanzado.

Los cercos vivos y árboles aislados también tienen su contribución en el carbono secuestrado en la unidad productiva, los resultados encontrados en el presente estudio se acercan a los resultados obtenidos para biomasa aérea para sistemas similares, como los huertos caseros donde se ha registrado hasta 50 tC/ha (Kursten y Burschel 1993, citado por López 1998, citado por Callo – Concha *et al.* 2001), sistemas agroforestales de producción de cacao, donde se secuestra en promedio 65.61 tC/ha (Pocochuma *et al.* 2016), sistemas agroforestales jóvenes (menores a 10 años), donde se secuestran 65 tC/ha en promedio (Woome *et al.* 1998).

Los resultados evidencian que unidades productivas conformadas por un engranaje de sistemas productivos con diferentes prácticas agroecológicas no sólo contribuyen a la mitigación beneficiando a la sociedad local (familias campesinas y pobladoras de la cuenca), sino también a la sociedad global, contribuyendo en la regulación del clima global. En ese sentido, es posible encontrar sinergias positivas entre acciones (prácticas agroecológicas) que proporcionen beneficios tanto de adaptación y mitigación, lo cual podría constituirse en una estrategia para planificar el uso de la tierra y gestionar el paisaje en la cuenca. Al respecto, Locatelli *et al.* (2015) señalan que abordar la adaptación y la mitigación conjunta en las políticas relacionadas con la gestión del paisaje proporciona beneficios, pero también puede tener inconvenientes; sin embargo, señalan que la integración de políticas que consideren los beneficios mutuos (adaptación y mitigación) podrían implementarse sobre todo en el sector forestal y agricultura. Finalmente, incorporar los objetivos de adaptación y mitigación en la formulación de políticas sectoriales, contribuiría - en la práctica- a implementar eficientemente políticas para hacer frente al cambio climático.

4.7. AGROECOLOGÍA Y AGRICULTURA PREPARADA PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO, ENCONTRANDO CONEXIONES

Respecto al tema de discusión, los retos en la agricultura frente al cambio climático requieren respuestas de diferentes frentes, también implican tomar en cuenta diferentes enfoques. En esta investigación, se ha analizado el aporte del manejo agroecológico a los medios de vida y servicios ecosistémicos, desde la agricultura preparada para el cambio climático (CSA).

Las unidades productivas que han sido evaluadas en esta investigación, tienen entre sus componentes, áreas que son manejadas mediante conocimientos tradicionales y prácticas agroecológicas conocidas, que por cierto, son prácticas que surgieron de la agricultura tradicional campesina.

Al aplicar los principios de la CSA para evaluar chacras con manejo agroecológico, se ha encontrado una diferencia sustancial entre cómo se evalúa la productividad en comparación con la agroecología. Por ejemplo, la CSA busca incrementar los rendimientos de los cultivos por unidad de área, con ello los ingresos y la seguridad alimentaria; sin embargo, en el estudio, se ha evidenciado que las unidades productivas son diversificadas, con pequeñas áreas por cultivo, cultivos que se encuentran asociados o en forma de policultivos. En estos

sistemas, es más importante la cantidad de alimentos producida por unidad de área, que tener mayor rendimiento de un sólo cultivo.

Por otro lado, el enfoque CSA ha permitido demostrar que la diversificación en la chacra constituye una práctica potente que aumenta la resiliencia de la familia campesina, teniendo una mayor posibilidad de acceder a alimentos en un clima cambiante. La diversificación de cultivos es uno de los principios que promueve la agroecología, ya que permite aumentar las interacciones biológicas y sinergias entre los componentes de la biodiversidad promoviendo procesos y servicios ecológicos claves (Reinjtjes *et al.* 1992, citado por Altieri 2001); en ello, radica también su potencial para adaptarse al cambio climático.

El enfoque CSA también ha permitido evidenciar el aporte de las unidades productivas en la provisión de servicios ecosistémicos de regulación del agua y prevención de la erosión, contribuyendo a la adaptación a nivel de cuenca. De igual forma, la CSA evidencia el aporte del manejo agroecológico y uso de tierras a la mitigación de gases de efecto invernadero, mediante el secuestro de carbono en el suelo y en la biomasa aérea.

Finalmente, hay diferencias entre ambos enfoques. La agroecología deriva del entendimiento conceptual de agroecosistemas, se basa en principios ecológicos que van mucho más allá del predio agrícola, y está enfocado a hacer más resilientes a los sistemas productivos; mientras que la CSA deriva de los retos climáticos con una población mundial en crecimiento y se basa en objetivos que son necesarios lograr en un contexto de cambio climático, con un mayor énfasis en la mitigación. A pesar de estas diferencias, a través de la CSA se puede evidenciar el aporte de la agroecología medios de vida de familias campesinas, servicios ecosistémicos, y su contribución a la adaptación y mitigación frente al cambio climático; por lo que, el uso de los principios de la CSA podría constituirse en una herramienta metodológica para el análisis y gestión de paisajes agrícolas.

V. CONCLUSIONES

Se identificaron 48 familias que residen de forma permanente en la Comunidad Campesina de Llañucancha, quienes desarrollan agricultura con enfoque agroecológico en niveles: básico, intermedio y avanzado; la diferencia entre ellos radica en la frecuencia de aplicación de prácticas agroecológicas. Por otro lado, se ha evidenciado que el manejo agroecológico se sustenta en diversas prácticas originadas en agricultura campesina tradicional.

El manejo agroecológico contribuye a mejorar las estrategias de vida de familias campesinas y mejores respuestas frente a la variabilidad climática, basado en la diversificación de cultivos y en prácticas de adaptación que implementan en sus parcelas. Se ha encontrado que, unidades productivas con manejo agroecológico a un nivel avanzado tienen mayor diversificación y producción continua, lo que permite garantizar la seguridad alimentaria y contribuir en la generación de ingresos.

El manejo agroecológico contribuye a mejorar los servicios ecosistémicos de regulación hídrica y del clima, a escala de cuenca y global, contribuyendo a la adaptación y mitigación del cambio climático, dado que:

- Los valores de M.O. y la erodabilidad estimados en suelos de chacras con manejo agroecológico, indican que hay una buena capacidad de retención de agua y de prevención de la erosión laminar del suelo (regulación de la erosión hídrica), contribuyendo así a la adaptación a nivel de cuenca.
- Unidades productivas en la cuenca Mariño y sus formas de uso de tierra, contribuyen en la regulación del clima, mediante el secuestro de carbono en suelos y en biomasa aérea (bosques, cercos y árboles aislados).

El manejo agroecológico en unidades productivas de familias campesinas no sólo contribuye a la mitigación desde el secuestro de carbono, sino también, desde el uso de abonos provenientes de las crianzas, evitando el uso de fertilizantes químicos.

VI. RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos se recomienda el siguiente:

Los suelos con manejo agroecológico basado en prácticas de la agricultura tradicional tienen un gran potencial para el secuestro de carbono y por tanto para la mitigación del cambio climático; por lo que, se sugiere que los programas y proyectos de inversión en la agricultura intensifiquen la aplicación de estas prácticas.

Profundizar la presente investigación en lo referente al secuestro de carbono en suelos, con la finalidad de conocer la influencia de prácticas agroecológicas en la cantidad de carbono secuestrado.

Abordar la adaptación y la mitigación de forma conjunta en las políticas agrarias, para ello se podría investigar más en prácticas agroecológicas que generan beneficios conjuntos (adaptación y mitigación).

Desarrollar estudios económicos sobre el aporte de sistemas productivos con manejo agroecológico.

En la investigación se usaron los principios de la Agricultura Climáticamente Inteligente (CSA) o “Agricultura Preparada para el Cambio Climático” como marco metodológico para evaluar el aporte del manejo agroecológico. Esta es una herramienta que permite evidenciar el aporte de la agroecología en el manejo de unidades productivas campesinas. Por lo que la CSA, podría usarse como una herramienta para evaluar sistemas productivos y gestionar paisajes agrícolas.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Altesor, M; Barral, M; Booman, G; Carreño, L; Cristeche, E; Isacch, J; Maceira, N; Pérez, N. s.f. Servicios ecosistémicos: un marco conceptual en construcción. Aspectos conceptuales y operativos. In Servicios ecosistémicos en Argentina (s.f., Argentina). P 644 – 658.

Altieri, M. 1999. Agroecología, bases científicas para una agricultura sustentable. Montevideo, UY. Editorial Nordan-Comunidad. 338 p.

Altieri, M; Nicholls, C. 2000. Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable. México, D.F. 250 p.

Altieri, M. 2001. Agroecología: el camino hacia un agricultura sustentable. Ediciones Científicas Americanas. S.l.s.e.s.n.t:27 -34 p.

Altieri, MA; Nicholls, CI. 2002. Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica). no.64:17 – 24.

Altieri, M; Nicholls C. 2010. Agroecología: Potenciando la agricultura campesina para revertir el hambre y la inseguridad alimentaria en el mundo. Revista de Economía Crítica 10: 62-74p.

Altieri, M; Nicholls, C. 2012. Agroecología: única esperanza para la soberanía alimentaria y resiliencia soci ecológica. SOCLA. Junio 2012:2-10.

Altieri, M; Toledo, VM. 2011. The agroecological revolution of Latin America: rescuing nature, securing food sovereignty and empowering peasants. Trad. P Alarcón. The Journal of Peasant Studies 38(3):587–612.

Banco Mundial; CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, CO); CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 2015. Agricultura climáticamente inteligente en el Perú. Serie de Perfiles nacionales de agricultura climáticamente inteligente para América Latina. 2da. ed. Washington D.C.: Grupo del Banco Mundial. 12p.

Bovarnick, A; Alpizar, F; Schnell, C. (eds). 2010. La importancia de la biodiversidad y de los ecosistemas para el crecimiento económico y la equidad en América Latina y el Caribe: Una valoración económica de los ecosistemas. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 341p.

Bradley, PN. 1988. Survey of woody biomass on farms in Western Kenya. *Ambio* 17(1): 40-48.

Callo-Concha, D; Krishnamurthy, L; Alegre, J. 2002. Estimación del Carbono Secuestrado por algunos Sistemas Agroforestales y testigos en tres pisos ecológicos de la Amazonía del Perú. *Revista Chapingo* 8(2): 102-106. (Serie ciencias forestales y del ambiente).

Camacho, V; Ruiz, A. 2012. Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos. *Revista Biociencias* 1(4):3-15.

Camarena, F; Huaranga, A; Jiménez, J; Mostacero, E. 2012. Revalorización de un cultivo sub utilizado: Chocho o Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet). Lima. 219 p.

CAN (Comunidad Andina). 2011. Agricultura familiar agroecológica campesina en la Comunidad Andina. s.e. Lima. 70 p.

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 2006. Uso de principios, criterios e indicadores para monitorear y Evaluar las acciones y efectos de políticas en el manejo de los recursos naturales. Eds. M Moran, JJ Campos, B Louman. Turrialba, CR. 73p. (Serie técnica. Informe técnico/CATIE no. 347).

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 2006. Uso de Principios, Criterios e Indicadores. Eds. M Moran, JJ Campos, B Louman. Turrialba, CR. 73 p. (Serie técnica. Informe / CATIE no. 347).

Chave, J; Andalo, C; Brown, S; Cairns, MA; Chambers, JQ; Eamus, D; Folster, H; Fromard, F; Higuchi, N; Kira, T; Lescure, P., Nelson, BW; Ogawa, H; Puig, H; Riera, B; Yamakura, T. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia* 145: 87-99.

Chave, J; Réjou-Méchain, M; Búrquez, A; Chidumayo, E; Colgan, MS; Delitti, WB; Duque, A; Eid, T; Fearnside, PM; Goodman, RC. 2014. Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. *Global Change Biology* 20: 3177-3190. *Científica y Técnica – ISSN 1831 – 9424*).

COEECI (Coordinadora de Entidades Extranjeras de Cooperación Internacional).2014. Agricultura Familiar en el Perú garante de la seguridad alimentaria y la agrobiodiversidad. Aportes para el debate en el marco del Año Internacional de la Agricultura Familiar. Lima. Editora Chataro. 30p.

CONDESAN (Consortio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina). 2012. Biodiversidad y Cambio Climático en los Andes Tropicales - Conformación de una red de investigación para monitorear sus impactos y delinear acciones de adaptación. Eds. Cuesta F, Muriel P, Beck S, Meneses RI, Halloy S, Salgado S, Ortiz E, Becerra MT. Red Gloria-Andes, Lima-Quito. 180 p.

CONDESAN (Consortio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina). 2014. Informe del Diagnóstico Hidrológico Rápido en la microcuenca del Río Mariño. 66 p.

Del Valle, JI; Restrepo, HI; Londoño, MM. 2011. Recuperación de la biomasa mediante la sucesión secundaria, Cordillera Central de los Andes. *Revista de Biología Tropical* 59(3): 1337-1358.

Doornbos, B. 2012. Diagnóstico de la vulnerabilidad actual y t, y condiciones de adaptación ante el cambio climático de la población en la región Apurímac. PACC (Programa de Adaptación al Cambio Climático). Perú. 225p. (Serie regional de investigación no. 2)

Egoh, B; Drakou, EG; Dumbar, MB; Maes, J; Willeman, L. 2012. Indicators for mapping ecosystem services: a review. European Commision. 111p. (Serie de Investigación).

Egoh, B; Reyers, B; Rouget, M; Richardson, DM; Le Maitre, DC; Van Jaarsveld, AS. 2008. Agriculture, Ecosystems and Environment no. 127: 135–140.

FAO (Food and Agriculture Organization). 2013. Climate-Smart Agriculture Sourcebook. FAO Roma. (Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/018/i3325e/i3325e.pdf>).

FAO (Food and Agriculture Organization). 2016a. The state of food and agriculture. Climate change and food security. Roma, IT. 173 p.

FAO (Food and Agriculture Organization). 2016b. Ethiopia Climate-Smart Agriculture Scoping study. Eds. M Jirata, S Grey, E Kilawe. Ethiopia. 41 p.

FAO (Food and Agriculture Organization). 2018. Climate Smart Agriculture. Building Resilience Climate Change. Eds. L Liper, N MaCarthy, D Zilberman, S Asfaw, G Branca. Roma, IT. Springer. 630 p. (Natural Resource Management and Policy no. 52).

FAO (Food and Agriculture Organization). s.f. Knowledge on Climate Smart Agriculture. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i4064e.pdf>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2014. Agricultura familiar en América Latina y el Caribe. Eds. S Salcedo, L Guzmán. Santiago, CL. 497 p.

George, A. 2006. Estudio comparativo de indicadores de calidad de suelo en fincas de café orgánico y convencional en Turrialba, Costa Rica. Tesis. Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 101p.

Gliessman, SR. 2015. Agroecology. The ecology of sustainable food systems. Eds. EN Egles. 3ed. New York. Yaylor y Francis Group. 364 p.

GRA (Gobierno Regional de Apurímac, PE). 2012. Estrategia Regional Frente al Cambio Climático. Cusco. 151 p.

Grupo Propuesta Ciudadana. 2011. Políticas Públicas y Presupuesto para la Pequeña Agricultura en el Perú. Lima. 50p.

Hajek, F; Martínez de Anguita, P. (eds). 2012. ¿Gratis?: los servicios de la naturaleza y cómo sostenerlos en el Perú. Lima. Servicios Ecosistémicos Perú. 428p.

Henao, A. 2013. Propuesta metodológica de medición de la resiliencia agroecológica en sistemas socio-ecológicos: un estudio de caso en los andes colombianos. Agroecología 8 (1): 85-91.

Henry, M; Picard, N; Trotta, C; Manlay, R; Valentini, R; Bernoux, M; Saint-André L. 2011. Estimating tree biomass of sub-Saharan African forests: a review of available allometric equations. Silva Fennica, 45(3B): 477-569.

Honorio, EN; Baker, TR. 2010. Manual para el monitoreo del ciclo del carbono en bosques amazónicos. Iquitos, PE. S.n.t. 54p.

Huerta, P; Loli, O. Erosión hídrica en la cuenca alta del Río Moche. Ecología Aplicada 13(1):15-22.

IDMA, 2008. Chacra Agroecológica Integral alternativa de familias campesinas. Lima. 95p.

INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática, PE). 2007. Censo Nacional 2007. XI de población y VI de vivienda. Disponible en: <http://censos.inei.gob.pe/cpv2007/tabulados/>

INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática, PE). 2013. Resultados definitivos VI Censo Nacional Agropecuario 2012 (CENAGRO). Perú. s.e. 62p.

Kosmus, M; Renner, I; Ullrich, S. 2012. Integración de los servicios ecosistémicos en la planificación del desarrollo: Un enfoque sistemático en pasos para profesionales basado en TEEB. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. 82p.

Kremen, C., and A. Miles. 2012. Ecosystem services in biologically diversified versus conventional farming systems: benefits, externalities, and trade-offs *Ecology and Society* 17(4): 40.

Kremen, C., and A. Miles. 2012. Ecosystem services in biologically diversified versus conventional farming systems: benefits, externalities, and trade-offs *Ecology and Society* 17(4): 40.

Lattera, P; Orúe, ME; Booman, GC. 2012. Spatial complexity and ecosystem services in rural landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 154: 56– 67.

Ledesma, R. 2008. Introducción al Bootstrap. Desarrollo de un ejemplo acompañado de software de aplicación. *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology* 4 (2): 51-60.

Libélula y Perú Opportunity Fund. 2011. Diagnóstico de la Agricultura en el Perú. Informe final. Perú. 71p.

Locatelli, B; Pavageau, C; Pramova, E; Di Gregorio, M. 2015. Integrating climate change mitigation and adaptation in agriculture and forestry: opportunities and trade-offs. *WIREs Clim Change* 6:585-589.

MEA (Millennium Ecosystem Assessment). 2005. A Report of the Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystem and Human Well-being. Disponible en <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>

MINAG (Ministerio de Agricultura, PE). 2012. La Papa: Principales aspectos de la cadena Agroproductiva. Lima. 35 p.

MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego, PE). 2015. Memoria Anual Sector Agricultura y Riego. Lima. 98 p.

MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego, PE); INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática, PE). 2013. Resultados definitivos VI Censo Nacional Agropecuario 2012 (CENAGRO). Perú. s.e. 62 p.

MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego, PE). 2015. Memoria Anual 2015. Lima-Perú. Disponible en: <http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/memoria-anual-2015.pdf>

MINAM (Ministerio del Ambiente, PE). 2016. Tercera Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Lima. 326 p.

Navarro, MA.2012. Evaluación participativa del aporte de fincas integrales a los SE y a la calidad de vida de familias en el Área de Conservación de Tortuaguero, Costa Rica. Tesis. Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE.102p.

Navarro, MA.2012. Evaluación participativa del aporte de fincas integrales a los SE y a la calidad de vida de familias en el Área de Conservación de Tortuaguero, Costa Rica. Tesis. Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE.102p.

Nicholls, C; Altieri, M (Eds.). 2013. Agroecología y cambio climático. Metodologías para evaluar la resiliencia socio-ecológica en comunidades rurales. Lima, PE. 91 p.

Osinaga, O; Baez, S; Cuesta, F; Malizia, A; Carrilla, J; Aguirre, N; Malizia, L. 2014. Monitoreo de diversidad vegetal y carbono en bosques andinos-Protocolo extendido. Quito, EC. 214P. (Protocolo 2 - Versión 1. CONDESAN / IER-UNT/ COSUDE).

Pastor, RP. 1992. Evaluación de la Erosión Hídrica en la Zona de Chanchamayo-Junín, utilizando como cobertura vegetal el cultivo de Camote (*Ipomoea batatas* L.). Tesis. Ingeniero Agrícola. Lima, PE, UNALM. 157 p.

PERSA (Plan Estratégico Regional del Sector Agrario de Apurímac 2013 – 2021). 2013. Apurímac, PE. 47 p.

Pocomucha, V; Alegre, J; Abregú, L. 2001. Análisis socio económico y carbono almacenado en sistemas agroforestales de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Huánuco. Ecología Aplicada 15(2):107-114.

Ponisio, LC; M’Gonigle, LK; Mace, KC; Palomino, J; De Valpine, P; Kremen, C. 2015. Diversification practices reduce organic to conventional yield gap. Proc. The Royal Society Publishing 282:1-7.

Prasad, R; Power, JF. 1997. Soil Fertility Management for Sustainable Agriculture. New York. CRC Press U.C. 384 p.

Ramírez, O; Hincapié-Gómez, E; Sadeghian-Khalajabad, S. 2009. Erodabilidad de los suelos de la zona central cafetera del departamento de Caldas. *Cenicafé* 60(1): 58-71.

Sarandón, SJ; Flores, C. (eds.). 2014. Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo e Agroecosistemas Sustentables. La Plata. Editorial Universidad de la Plata. 463p.

Schroth, G; Sinclair, FL. 2003. Trees, Crops and Soil Fertility Concepts and Research Methods. London, UK. CAB International. 437 p.

SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e hidrología del Perú, PE). 2010. Caracterización Climática de las Regiones de Cusco y Apurímac. Lima. 71p.

Sihi, D; Dari, B; Sharma, D; Pathak, H; Nain, L; Sharma, O. 2017. Evaluation of soil health in organic vs. conventional farming of basmatirice in North India. *J. Plant Nutr. Soil*, 1–18.

Simposio Internacional de la FAO (2014, Roma, IT). 2017. Agroecología para la seguridad alimentaria y nutrición, Actas del Simposio. Roma, IT. 444 p.

Van der Ploeg, JD. 2013. Diez cualidades de la agricultura familiar. *LEISA Revista de Agroecología* 29(4): 6-8.

Yang, D; Kanae, S; Taikan, O; Koike, T; Musiake K. 2003. Global potential soil erosion with reference to land use and climate changes. *Hydrol. Process* 17, 2913–2928.

ZEE Mariño (Zonificación Económica y Ecológica de la Cuenca Mariño, PE). 2009. Caracterización de aspectos socioculturales. Consultado Noviembre 2017.

Woomer, PL; Palm, CA; Ricse, A; Alegre, J; Castilla, C; Cordeiro, D; Hairich, K; Koto Same, J; Movcam, A; Rodriguez, V; Van Noordwijk, M. 1988. Carbon dynamics in slash-and-slash systems and land use alternatives: Finding of the alternative to slash-and-burn programme. Nairobi, KE. Tropical Soil Biology and Fertility Programme. 30 p.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Ficha N° 01, encuesta de identificación de prácticas agroecológicas



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
“Aporte de chacras con manejo agroecológico a los servicios ecosistémicos y de vida de familias campesinas, Microcuenca Mariño – Perú”



FECHA: ____/____/2016

SECTOR: _____ COMUNIDAD :Llanucancha ; DISTRITO: Abancay

Nombre(s) y Apellido del encuestado: _____

Teléfono: _____

Número de parcelas: _____

| Prácticas agroecológicas | No (0 puntos) | Poco (1 punto) | Regular (2 puntos) | Mucho (3 puntos) |
|---|-----------------------------|----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| 1. ¿En tu chacra (as) con pendiente tienes andenes o terrazas de formación lenta? | | | | |
| 2. ¿En tu chacra (as) tienes árboles (en los contornos, entre cultivos, etc)? | | | | |
| 3. Destinas espacio y/o conservas espacios donde crecen especies silvestres (Plantas medicinales y aromáticas, frutos silvestres, etc)? | | | | |
| | Nunca (0 puntos) | Pocas veces (1 punto) | Muchas veces (2 puntos) | Siempre (3 puntos) |
| 4. ¿Cultivas en contra de la pendiente? | | | | |
| 5. ¿Usas mulch (rastros para cubrir el suelo)? | | | | |
| 6. ¿Riegas por aspersión o por surcos? | | | | |
| 7. ¿Usas estiércol (de cuy, vaca, ovino) para abonar tu chacra? | | | | |
| 8. ¿Usas compost? | | | | |
| 9. ¿Usas humus? | | | | |
| 10. ¿Usas abonos verdes? | | | | |
| 11. ¿Usas biol? | | | | |
| 12. ¿Usas bocashi? | | | | |
| 13. ¿Asocias cultivos? | | | | |
| 14. ¿Realizas rotación de cultivos? | | | | |
| 15. ¿Usas biocidas o recetas caseras (extractos de plantas, caldo bordalés, ceniza) para controlar plagas? | | | | |
| 16. ¿Realizas recojo manual de insectos? (control cultural) | | | | |
| 17. ¿Siembras plantas repelentes entre cultivos? | | | | |
| 18. ¿Usas trampas para controlar plagas? (trampas de colores, luz, etc)/control etológico. | | | | |
| 19. ¿Tienes en tu chacra (chacras) una misma chacra varios cultivos (policultivos)? | | | | |

Anexo 2. Ficha N° 02, entrevista-encuesta semiestructurada



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
 “Aporte de chacras con manejo agroecológico a los servicios ecosistémicos y de vida de familias campesinas, Microcuenca Mariño – Perú”



FECHA: ____/____/2016

DATOS GENERALES

| SECTOR: _____ COMUNIDAD : Llanucancha ; DISTRITO: Abancay Nombre(s) y Apellido del encuestado/propietario: _____ N° CELULAR.: _____ | | | | | | |
|---|---|---|------------------------------------|--------------------|--------------------------------|---|
| Datos del productor | | | | | | |
| Edad: _____ | Sexo: M(<input type="checkbox"/>) F (<input type="checkbox"/>) | Lee y escribe: Si (<input type="checkbox"/>) No (<input type="checkbox"/>) | Nivel de instrucción: _____ | | | |
| Caracterización de la familia | | | | | | |
| 2.1. ¿Cuántas personas conforman su familia?: _____ 2.2. ¿Cuántos hijos tiene? a)1, b) 2, c)3 d) 4 y e) más de 5 2.3. ¿Cuántos varones? _____ 2.4. ¿Cuántas mujeres? _____ 2.5. ¿Cuántos hijos menores de 18 años? a)1, b) 2, c)3 d) 4 y e) más de 5 2.6. ¿Cuántos mayores de 18 años? a)1, b) 2, c)3 d) 4 y e) más de 5 2.7. ¿Cuántos viven contigo? a)1, b) 2, c)3 d) 4 y e) más de 5 | | | | | | |
| Datos de la unidad productiva y características de las parcelas | | | | | | |
| N ^a de parcelas con la que cuenta: _____ | | | | | | |
| Parcelas | Altitud (m.s.n.m) | Superficie (m ²)/(Ha) | Tipo de parcela | Usos de la parcela | %/área del terreno con cultivo | Observaciones (colocar si es terreno comunal o propiedad del prod.9 |
| Parcela 1: | | | | | | |
| Parcela 2: | | | | | | |
| Parcela 3: | | | | | | |
| Parcela 4: | | | | | | |
| Parcela 5: | | | | | | |

| Cultivos de mayor importancia | Número de campaña al año | Meses | Rendimiento (Unidad de medida utilizada por la familia) | Destino (Autoconsumo, venta o ambos) | % vendida en relación al total producido | Forma de venta | Dónde comercializa | Frecuencia de venta | Cantidad comercializada según frecuencia de venta | Ingreso según frecuencia de venta (S/) |
|-------------------------------|--------------------------|-------|---|--|--|----------------|--------------------|--|---|--|
| | | | | a. Autoconsumo b. Venta c. Ambos | | | | a. Diario b. Interdiario c. Semanal d. Bimensual e. Mensual f. Por campaña/temporada g. Esporádico | | |
| | | | | a. Autoconsumo b. Venta c. Ambos | | | | a. Diario b. Interdiario c. Semanal d. Bimensual e. Mensual f. Por campaña/temporada g. Esporádico | | |
| | | | | a. Autoconsumo b. Venta c. Ambos | | | | a. Diario b. Interdiario c. Semanal d. Bimensual e. Mensual f. Por campaña/temporada g. Esporádico | | |
| | | | | a. Autoconsumo b. Venta c. Ambos | | | | a. Diario b. Interdiario c. Semanal d. Bimensual e. Mensual f. Por campaña/temporada g. Esporádico | | |
| | | | | a. Autoconsumo b. Venta c. Ambos | | | | a. Diario b. Interdiario c. Semanal d. Bimensual e. Mensual f. Por campaña/temporada g. Esporádico | | |
| | | | | a. Autoconsumo b. Venta c. Ambos | | | | a. Diario b. Interdiario c. Semanal d. Bimensual e. Mensual f. Por campaña/temporada g. Esporádico | | |
| | | | | a. Autoconsumo b. Venta c. Ambos | | | | a. Diario b. Interdiario c. Semanal d. Bimensual e. Mensual f. Por campaña/temporada g. Esporádico | | |

| | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | a. Autoconsumo b. Venta c. Ambos | | | | a. Diario b. Interdiario c. Semanal d. Bimensual e. Mensual f. Por campaña/temporada g. Esporádico | | |
| | | | | a. Autoconsumo b. Venta c. Ambos | | | | a. Diario b. Interdiario c. Semanal d. Bimensual e. Mensual f. Por campaña/temporada g. Esporádico | | |
| | | | | a. Autoconsumo b. Venta c. Ambos | | | | a. Diario b. Interdiario c. Semanal d. Bimensual e. Mensual f. Por campaña/temporada g. Esporádico | | |
| | | | | a. Autoconsumo b. Venta c. Ambos | | | | a. Diario b. Interdiario c. Semanal d. Bimensual e. Mensual f. Por campaña/temporada g. Esporádico | | |

Tomar nota de equivalencias usadas de las unidades de medida utilizada por la familia:

¿Cuáles son tus crianzas?, ¿Con qué cantidad por crianza cuentas?

| Tipo de crianza | Cantidad (N ^a) | Destino de la producción (autoconsumo, venta) | Forma de venta | Donde comercializa | Frecuencia de venta | Cantidad comercializada según frecuencia de venta | Ingreso según frecuencia de venta (S/) |
|-----------------|----------------------------|---|----------------|--------------------|--|---|--|
| Aves de corral | | a. Autoconsumo b. Venta c. Ambos | | | a. Diario b. Interdiario c. Semanal d. Bimensual e. Mensual f. Por campaña/temporada g. Esporádico | | |
| Cuyes | | a. Autoconsumo b. Venta c. Ambos | | | a. Diario b. Interdiario c. Semanal d. Bimensual e. Mensual f. Por campaña/temporada g. Esporádico | | |
| Conejos | | a. Autoconsumo b. Venta c. Ambos | | | a. Diario b. Interdiario c. Semanal d. Bimensual e. Mensual f. Por campaña/temporada g. Esporádico | | |
| Ganado vacuno | | a. Autoconsumo b. Venta c. Ambos | | | a. Diario b. Interdiario c. Semanal d. Bimensual e. Mensual f. Por campaña/temporada g. Esporádico | | |
| Ganado ovino | | a. Autoconsumo b. Venta c. Ambos | | | a. Diario b. Interdiario c. Semanal d. Bimensual e. Mensual f. Por campaña/temporada g. Esporádico | | |
| Porcinos | | a. Autoconsumo b. Venta c. Ambos | | | a. Diario b. Interdiario c. Semanal d. Bimensual | | |

| | | | | | | | |
|--------|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | e. Mensual f. Por campaña/temporada g. Esporádico | | |
| Abejas | | a. Autoconsumo b. Venta c. Ambos | | | a. Diario b. Interdiario c. Semanal d. Bimensual e. Mensual f. Por campaña/temporada g. Esporádico | | |
| Otros | | a. Autoconsumo b. Venta c. Ambos | | | a. Diario b. Interdiario c. Semanal d. Bimensual e. Mensual f. Por campaña/temporada g. Esporádico | | |

¿Cómo es tu producción en el año (crianzas y cultivos)?

¿De todo lo que produces (cultivos, crianzas, especies silvestres) en tu chacra cuánto consume tu familia?

- a. Casi nada
- b. Poco
- c. Regular
- d. Mucho

¿Qué alimentos que consume su familia provienen de la tienda o el mercado?

¿Hay épocas del año que cuentas con menos producción?, ¿si hay épocas de baja producción como sustentas la alimentación de tu familia?

¿Conservan algunos alimentos para épocas de escasez, que formas de conservación practican?

I141 El tiempo necesario a la actividad agrícola es bajo

Además de la agricultura y ganadería, ¿a qué otras actividades se dedican?

¿Quiénes trabajan en su chacra? ¿Cuánto tiempo le dedican al trabajo en la chacra?

I211 Los rendimientos de los cultivos mayores (maíz, papa, etc.) no se ven muy afectados por sequías y heladas

I212 La diversificación de productos hace que siempre unos están disponibles durante problemas climáticos

¿Qué productos (cultivos/crianzas) han sido más afectados por eventos climáticos extremos (Sequias, heladas, veranillos, granizadas)?

| Eventos climáticos | Periodo y/o frecuencia en la que se presentó el evento climático | Cultivos/crianzas más afectadas | Rendimiento en años normales | Rendimiento en el último evento climático extremo | % de pérdida en relación a un año normal | Para el caso de crianzas, anotar como afectó la producción |
|----------------------|--|---------------------------------|------------------------------|---|--|--|
| Sequías / Veranillos | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| Heladas | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| Granizadas | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

¿Cuáles son los productos (cultivos) que muestran mayor resistencia a eventos climáticos extremos?

¿Qué prácticas productivas realiza en su parcela para hacer frente a los cambios en el clima?

I321 Las emisiones causadas por fertilizantes son bajas

¿Qué insumos compras de la agroveterinaria para abonar, controlar plagas y enfermedades? y ¿con qué frecuencias lo usas?

| Insumos | Frecuencia de uso /Periodo vegetativo | Cantidad /uso/campaña | Cultivos a los que aplica |
|---------|---------------------------------------|-----------------------|---------------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

OBSERVACIONES:

Anexo 3. Estadística descriptiva y pruebas estadísticas para prácticas agroecológicas

| Descriptivos ^{a,b,c,d,e} | | | | | |
|---|---|---|-----------------|------------|---------|
| Nivel de aplicación de prácticas agroecológicas | | | Estadístico | Error típ. | |
| Terrazas | Básico | Media | | 22.913 | 9.9620 |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 1.679 | |
| | | | Límite superior | 44.146 | |
| | Mediana | | 0.000 | | |
| | Avanzado | Media | | 47.919 | 9.1152 |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 28.490 | |
| | | | Límite superior | 67.347 | |
| | Mediana | | 50.000 | | |
| | Árboles en contorno y entre cultivos | Básico | Media | | 31.225 |
| Intervalo de confianza para la media al 95% | | | Límite inferior | 23.364 | |
| | | | Límite superior | 39.086 | |
| Mediana | | | 33.300 | | |
| Avanzado | | Media | | 75.013 | 5.6932 |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 62.878 | |
| | | | Límite superior | 87.147 | |
| Mediana | | | 66.700 | | |
| Espacios para especies silvestres | | Básico | Media | | 16.656 |
| | Intervalo de confianza para la media al 95% | | Límite inferior | 5.425 | |
| | | | Límite superior | 27.887 | |
| | Mediana | | 0.000 | | |
| | Avanzado | Media | | 45.819 | 5.1654 |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 34.809 | |
| | | | Límite superior | 56.829 | |
| | Mediana | | 33.300 | | |
| | Cultivo contra la pendiente | Básico | Media | | 135.438 |
| Intervalo de confianza para la media al 95% | | | Límite inferior | 59.904 | |
| | | | Límite superior | 210.971 | |
| Mediana | | 100.000 | | | |
| Uso de Mulch | Avanzado | Media | | 18.744 | 6.0625 |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 5.822 | |
| | | | Límite superior | 31.666 | |
| Mediana | | 0.000 | | | |
| Uso de estiercol | Básico | Media | | 52.073 | 7.4378 |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 36.220 | |
| | | | Límite superior | 67.926 | |
| | Mediana | | 33.300 | | |
| | Varianza | | 885.128 | | |
| | Avanzado | Media | | 60.413 | 8.1788 |
| | | Límite inferior | 42.980 | | |

| | | | | | |
|------------------------|----------|---|-----------------|---------|---------|
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite superior | 77.845 | |
| | | Mediana | | 66.700 | |
| | | Media | | 22.906 | 7.2764 |
| Uso de compost | Básico | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 7.397 | |
| | | | Límite superior | 38.416 | |
| | | Mediana | | 16.650 | |
| | | Media | | 91.675 | 3.7231 |
| | Avanzado | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 83.739 | |
| | | | Límite superior | 99.611 | |
| Mediana | | | 100.000 | | |
| | | Media | 6.244 | 3.3559 | |
| Uso de humus | Básico | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | -.909 | |
| | | | Límite superior | 13.397 | |
| | | Mediana | | 0.000 | |
| | | Media | | 58.331 | 8.8740 |
| | Avanzado | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 39.417 | |
| | | | Límite superior | 77.246 | |
| Mediana | | | 66.700 | | |
| | | Media | 16.650 | 4.2990 | |
| Uso de biól | Avanzado | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 7.487 | |
| | | | Límite superior | 25.813 | |
| | | Mediana | | 16.650 | |
| | | Media | 16.656 | 5.2691 | |
| Asociación de cultivos | Básico | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 5.425 | |
| | | | Límite superior | 27.887 | |
| | | Mediana | | 0.000 | |
| | | Media | | 70.838 | 6.7211 |
| | Avanzado | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 56.512 | |
| | | | Límite superior | 85.163 | |
| Mediana | | | 66.700 | | |
| | | Media | 79.175 | 7.3752 | |
| Rotación de cultivos | Básico | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 63.455 | |
| | | | Límite superior | 94.895 | |
| | | Mediana | | 100.000 | |
| | | Media | | 93.756 | 3.3559 |
| | Avanzado | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 86.603 | |
| | | | Límite superior | 100.909 | |
| Mediana | | | 100.000 | | |
| | | Media | 16.650 | 4.2990 | |
| Uso de biocidas | Básico | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 7.487 | |
| | | | Límite superior | 25.813 | |
| | | Mediana | | 16.650 | |
| | Avanzado | Media | | 150.038 | 64.1546 |

| | | | | | |
|---|----------|---|-----------------|---------|---------|
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 13.295 | |
| | | | Límite superior | 286.780 | |
| | | Mediana | | 33.300 | |
| | | Media | | 16.663 | 7.4536 |
| Recojo manual de insectos | Básico | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | .776 | |
| | | | Límite superior | 32.549 | |
| | | Mediana | | 0.000 | |
| | | Media | | 35.413 | 7.7417 |
| | Avanzado | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 18.911 | |
| | | | Límite superior | 51.914 | |
| Mediana | | | 33.300 | | |
| | Media | | 20.819 | 6.7167 | |
| Uso de plantas repelentes | Avanzado | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 6.502 | |
| | | | Límite superior | 35.135 | |
| | | Mediana | | 16.650 | |
| | Media | | 54.175 | 41.0581 | |
| Trampas para plagas | Avanzado | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | -33.338 | |
| | | | Límite superior | 141.688 | |
| | | Mediana | | 0.000 | |
| | Media | | 60.413 | 6.9558 | |
| Policultivos | Básico | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 45.587 | |
| | | | Límite superior | 75.238 | |
| | | Mediana | | 66.700 | |
| | | Media | | 97.919 | 2.0813 |
| | Avanzado | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 93.483 | |
| | | | Límite superior | 102.355 | |
| Mediana | | | 100.000 | | |
| | Media | | 28.4088 | 1.51166 | |
| Puntaje total de aplicación de prácticas agroecológicas | Básico | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 25.1867 | |
| | | | Límite superior | 31.6308 | |
| | | Mediana | | 27.0800 | |
| | | Media | | 55.6856 | 1.88710 |
| | Avanzado | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 51.6634 | |
| | | | Límite superior | 59.7079 | |
| Mediana | | | 53.1250 | | |

a. Cultivo contra la pendiente es una constante cuando Nivel de aplicación de prácticas agroecológicas = Avanzado y se ha desestimado.

b. Uso de Mulch es una constante cuando Nivel de aplicación de prácticas agroecológicas = Básico y se ha desestimado.

c. Uso de biól es una constante cuando Nivel de aplicación de prácticas agroecológicas = Básico y se ha desestimado.

d. Uso de plantas repelentes es una constante cuando Nivel de aplicación de prácticas agroecológicas = Básico y se ha desestimado.

e. Trampas para plagas es una constante cuando Nivel de aplicación de prácticas agroecológicas = Básico y se ha desestimado.

| Pruebas de normalidad ^{b,c,d,e,f} | | | | | | | |
|---|----------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
| Nivel de aplicación de prácticas agroecológicas | | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
| | | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Terrazas | Básico | .405 | 16 | .000 | .604 | 16 | .000 |
| | Avanzado | .197 | 16 | .099 | .879 | 16 | .038 |
| Árboles en contorno y entre cultivos | Básico | .431 | 16 | .000 | .612 | 16 | .000 |
| | Avanzado | .267 | 16 | .003 | .796 | 16 | .002 |
| Espacios para especies silvestres | Básico | .348 | 16 | .000 | .729 | 16 | .000 |
| | Avanzado | .415 | 16 | .000 | .648 | 16 | .000 |
| Cultivo contra la pendiente | Básico | .536 | 16 | .000 | .273 | 16 | .000 |
| Uso de Mulch | Avanzado | .343 | 16 | .000 | .738 | 16 | .000 |
| Uso de estiercol | Básico | .298 | 16 | .000 | .846 | 16 | .012 |
| | Avanzado | .234 | 16 | .019 | .856 | 16 | .017 |
| Uso de compost | Básico | .284 | 16 | .001 | .758 | 16 | .001 |
| | Avanzado | .462 | 16 | .000 | .546 | 16 | .000 |
| Uso de humus | Básico | .492 | 16 | .000 | .484 | 16 | .000 |
| | Avanzado | .197 | 16 | .097 | .870 | 16 | .027 |
| Uso de biól | Avanzado | .334 | 16 | .000 | .644 | 16 | .000 |
| Asociación de cultivos | Básico | .348 | 16 | .000 | .729 | 16 | .000 |
| | Avanzado | .236 | 16 | .018 | .808 | 16 | .003 |
| Rotación de cultivos | Básico | .322 | 16 | .000 | .728 | 16 | .000 |
| | Avanzado | .492 | 16 | .000 | .484 | 16 | .000 |
| Usodebiocidas | Básico | .334 | 16 | .000 | .644 | 16 | .000 |
| | Avanzado | .488 | 16 | .000 | .504 | 16 | .000 |
| Recojo manual de insectos | Básico | .399 | 16 | .000 | .637 | 16 | .000 |
| | Avanzado | .215 | 16 | .047 | .870 | 16 | .028 |
| Uso de plantas repelentes | Avanzado | .281 | 16 | .001 | .702 | 16 | .000 |
| Trampas para plagas | Avanzado | .488 | 16 | .000 | .344 | 16 | .000 |
| Policultivos | Básico | .273 | 16 | .002 | .787 | 16 | .002 |
| | Avanzado | .536 | 16 | .000 | .273 | 16 | .000 |
| Puntaje total de aplicación de prácticas agroecológicas | Básico | .163 | 16 | .200* | .920 | 16 | .166 |
| | Avanzado | .184 | 16 | .153 | .955 | 16 | .569 |

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

b. Cultivo contra la pendiente es una constante cuando Nivel de aplicación de prácticas agroecológicas = Avanzado y se ha desestimado.

c. Uso de Mulch es una constante cuando Nivel de aplicación de prácticas agroecológicas = Básico y se ha desestimado.

d. Uso de biól es una constante cuando Nivel de aplicación de prácticas agroecológicas = Básico y se ha desestimado.

e. Uso de plantas repelentes es una constante cuando Nivel de aplicación de prácticas agroecológicas = Básico y se ha desestimado.

f. Trampas para plagas es una constante cuando Nivel de aplicación de prácticas agroecológicas = Básico y se ha desestimado.

Prueba de muestras independientes

| | | Prueba de Levene para la igualdad de varianzas | | Prueba T para la igualdad de medias | | | | | | |
|--|--|--|------|-------------------------------------|--------|---------------------|-------------------------|-----------------------------------|--|-----------|
| | | F | Sig. | t | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Error típ. de la diferencia | 95% Intervalo de confianza para la diferencia | |
| | | | | | | | | | Inferior | Superior |
| Uso de estiercol | Se han asumido varianzas iguales | .244 | .625 | -.754 | 30 | .457 | -8.3394 | 11.0550 | -30.9167 | 14.2379 |
| | No se han asumido varianzas iguales | | | -.754 | 29.733 | .457 | -8.3394 | 11.0550 | -30.9252 | 14.2464 |
| Puntaje total de aplicación de prácticas agroecológicas | Se han asumido varianzas iguales | 1.566 | .221 | -11.281 | 30 | .000 | -27.27688 | 2.41790 | -32.21489 | -22.33886 |
| | No se han asumido varianzas iguales | | | -11.281 | 28.636 | .000 | -27.27688 | 2.41790 | -32.22478 | -22.32897 |

Estadísticos de contraste^{a,b}

| | Terrazas | Árboles en contorno y entre cultivos | Espacios para especies silvestres | Uso de Mulch | Uso de compost | Uso de humus | Asociación de cultivos | Rotación de cultivos | Uso de biocidas | Recojo manual de insectos | Policultivos | Cultivo contra la pendiente | Uso de biól | Uso de plantas repelentes | Trampas para plagas |
|---------------|----------|--|--|-----------------|-------------------|-----------------|---------------------------|----------------------------|--------------------|------------------------------------|--------------|-----------------------------------|----------------|---------------------------------|---------------------------|
| Chi-cuadrado | 4.112 | 19.426 | 11.580 | 8.573 | 21.055 | 16.696 | 18.126 | 2.636 | 8.955 | 3.852 | 15.357 | 1.000 | 10.333 | 10.240 | 8.615 |
| gl | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Sig. asintót. | .043 | .000 | .001 | .003 | .000 | .000 | .000 | .104 | .003 | .050 | .000 | .317 | .001 | .001 | .003 |

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Nivel de aplicación de prácticas agroecológicas

Anexo 4. Estadísticas para características de las familias

| Descriptivos | | | | Estadístico | Error típ. |
|---|----------|---|-----------------|-------------|------------|
| Nivel de aplicación de prácticas agroecológicas | | | | | |
| | | Media | | 6.25 | .698 |
| Número de personas por familia | Básico | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 4.76 | |
| | | | Límite superior | 7.74 | |
| | | Mediana | | 6.50 | |
| | | Media | | 6.75 | .520 |
| Número e hijos por hogar | Avanzado | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 5.64 | |
| | | | Límite superior | 7.86 | |
| | | Mediana | | 7.00 | |
| | | Media | | 3.69 | .416 |
| Número de hijos que dependen de los padres | Básico | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 2.80 | |
| | | | Límite superior | 4.57 | |
| | | Mediana | | 4.50 | |
| | | Media | | 4.19 | .368 |
| Número de hijos que dependen de los padres | Avanzado | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 3.40 | |
| | | | Límite superior | 4.97 | |
| | | Mediana | | 5.00 | |
| | | Media | | 2.81 | .440 |
| Número de hijos que dependen de los padres | Básico | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 1.87 | |
| | | | Límite superior | 3.75 | |
| | | Mediana | | 2.00 | |
| | | Media | | 1.81 | .390 |
| Número de hijos que dependen de los padres | Avanzado | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | .98 | |
| | | | Límite superior | 2.64 | |
| | | Mediana | | 1.50 | |

Pruebas de normalidad

| Nivel de aplicación de prácticas agroecológicas | | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|---|----------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
| | | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Número de personas por familia | Básico | .203 | 16 | .077 | .891 | 16 | .058 |
| | Avanzado | .172 | 16 | .200* | .929 | 16 | .235 |
| Número e hijos por hogar | Básico | .285 | 16 | .001 | .856 | 16 | .017 |
| | Avanzado | .397 | 16 | .000 | .606 | 16 | .000 |
| Número de hijos que dependen de los padres | Básico | .240 | 16 | .014 | .879 | 16 | .037 |
| | Avanzado | .202 | 16 | .080 | .874 | 16 | .031 |

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Prueba de muestras independientes

| | | Prueba de Levene para la igualdad de varianzas | | Prueba T para la igualdad de medias | | | | | | |
|--------------------------------|-------------------------------------|--|------|-------------------------------------|--------|------------------|----------------------|-----------------------------|---|----------|
| | | F | Sig. | t | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Error típ. de la diferencia | 95% Intervalo de confianza para la diferencia | |
| | | | | | | | | | Inferior | Superior |
| Número de personas por familia | Se han asumido varianzas iguales | .383 | .541 | -.574 | 30 | .570 | -.500 | .871 | -2.278 | 1.278 |
| | No se han asumido varianzas iguales | | | -.574 | 27.736 | .570 | -.500 | .871 | -2.285 | 1.285 |

| Estadísticos de contraste ^{a,b} | | |
|--|---------------------------|--|
| | Número de hijos por hogar | Número de hijos que dependen de los padres |
| Chi-cuadrado | .627 | 2.890 |
| gl | 1 | 1 |
| Sig. asintót. | .428 | .089 |

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Nivel de aplicación de prácticas agroecológicas

Anexo 5. Estadística descriptiva y pruebas estadísticas para características de la unidad productiva

| Descriptivos | | | | | |
|---|----------|---|-----------------|------------|--------|
| Nivel de aplicación de prácticas agroecológicas | | | Estadístico | Error típ. | |
| Área productiva permanente (ha) | Básico | Media | | .8469 | .13949 |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | .5496 | |
| | | | Límite superior | 1.1442 | |
| | Avanzado | Mediana | | .7400 | |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 1.5888 | .17392 |
| | | | Límite superior | 1.2181 | 1.9594 |
| Área en terreno comunal (ha) | Básico | Media | | 1.3381 | .34092 |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | .6115 | |
| | | | Límite superior | 2.0648 | |
| | Avanzado | Mediana | | .9400 | |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 1.2963 | .24742 |
| | | | Límite superior | .7689 | 1.8236 |
| Área bosque bajo (ha) | Básico | Media | | .5306 | .32536 |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | -.1629 | |
| | | | Límite superior | 1.2241 | |
| | Avanzado | Mediana | | 0.0000 | |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | .8469 | .27575 |
| | | | Límite superior | .2591 | 1.4346 |
| Área bosque alto (ha) | Básico | Media | | .5875 | .17554 |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | .2133 | |
| | | | Límite superior | .9617 | |
| | Avanzado | Mediana | | .3200 | |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 1.6388 | .58047 |
| | | | Límite superior | .4015 | 2.8760 |
| Área total (ha) | Básico | Media | | 3.3031 | .48589 |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 2.2675 | |
| | | | Límite superior | 4.3388 | |
| | Avanzado | Mediana | | 2.8700 | |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 5.3694 | .85696 |
| | | | Límite superior | 3.5428 | 7.1959 |
| | | Mediana | | 4.0850 | |

| Pruebas de normalidad | | | | | | | |
|---|----------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
| Nivel de aplicación de prácticas agroecológicas | | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
| | | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Área productiva permanente (ha) | Básico | .191 | 16 | .123 | .894 | 16 | .064 |
| | Avanzado | .182 | 16 | .161 | .915 | 16 | .141 |
| Área en terreno comunal (ha) | Básico | .175 | 16 | .200* | .848 | 16 | .013 |
| | Avanzado | .137 | 16 | .200* | .946 | 16 | .428 |
| Área bosque bajo (ha) | Básico | .342 | 16 | .000 | .456 | 16 | .000 |
| | Avanzado | .275 | 16 | .002 | .754 | 16 | .001 |
| Área bosque alto (ha) | Básico | .252 | 16 | .008 | .817 | 16 | .005 |
| | Avanzado | .277 | 16 | .002 | .707 | 16 | .000 |
| Área total (ha) | Básico | .169 | 16 | .200* | .911 | 16 | .122 |
| | Avanzado | .256 | 16 | .006 | .804 | 16 | .003 |

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Prueba de muestras independientes

| | | Prueba de Levene para la igualdad de varianzas | | Prueba T para la igualdad de medias | | | | | | |
|--|--|--|------|-------------------------------------|--------|---------------------|-------------------------|--------------------------------|--|----------|
| | | F | Sig. | t | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Error típ. de la diferencia | 95% Intervalo de confianza para la diferencia | |
| | | | | | | | | | Inferior | Superior |
| Área productiva permanente (ha) | Se han asumido varianzas iguales | .190 | .666 | -3.328 | 30 | .002 | -.74188 | .22295 | -1.19719 | -.28656 |
| | No se han asumido varianzas iguales | | | -3.328 | 28.650 | .002 | -.74188 | .22295 | -1.19809 | -.28566 |

Estadísticos de contraste^{a,b}

| | Área en terreno comunal (ha) | Área bosque bajo (ha) | Área bosque alto (ha) | Área total (ha) |
|---------------|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------|
| Chi-cuadrado | .191 | 1.140 | 1.134 | 4.142 |
| gl | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Sig. asintót. | .662 | .286 | .287 | .042 |

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Nivel de aplicación de prácticas agroecológicas

Anexo 6. Estadística descriptiva y pruebas estadísticas para rendimientos de productos básicos

| Descriptivos | | | | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|---|---|-----------------|-----------|
| Nivel según aplicación de prácticas | | | Estadístico | Error típ. | |
| Rendimiento cultivo de papa (Kg/ha) | Básico | Media | 9145.8463 | 1022.50433 | |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 6728.0077 | |
| | Límite superior | | 11563.6848 | | |
| | Mediana | | 8538.2750 | | |
| | Avanzado | Media | 10577.5538 | 859.06325 | |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 8705.8158 | |
| | | | Límite superior | 12449.2919 | |
| | | | Mediana | 10109.8900 | |
| | Rendimiento cultivo de maíz (Kg/ha) | Básico | Media | 1783.4563 | 135.30349 |
| | | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 1495.0637 |
| Límite superior | | 2071.8488 | | | |
| Mediana | | 1780.3500 | | | |
| Avanzado | | Media | 2016.1313 | 154.32395 | |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 1687.1975 | |
| | | | Límite superior | 2345.0650 | |
| | | | Mediana | 1814.6500 | |
| Rendimiento cultivo de tarwi (Kg/ha) | | Básico | Media | 745.0520 | 150.03996 |
| | | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 328.4743 |
| | Límite superior | 1161.6297 | | | |
| | Mediana | 622.7400 | | | |
| | Avanzado | Media | 858.3029 | 155.69103 | |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 477.3406 | |
| | | | Límite superior | 1239.2651 | |
| | | | Mediana | 682.0900 | |

| Pruebas de normalidad | | | | | | | |
|--------------------------------------|----------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
| Nivel según aplicación de prácticas | | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
| | | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| rendimiento cultivo de papa (Kg/ha) | Básico | .285 | 8 | .055 | .841 | 8 | .077 |
| | Avanzado | .144 | 13 | .200* | .927 | 13 | .312 |
| Rendimiento cultivo de maíz (Kg/ha) | Básico | .135 | 16 | .200* | .944 | 16 | .403 |
| | Avanzado | .179 | 16 | .183 | .877 | 16 | .035 |
| Rendimiento cultivo de tarwi (Kg/ha) | Básico | .242 | 5 | .200* | .899 | 5 | .405 |
| | Avanzado | .373 | 7 | .004 | .748 | 7 | .012 |

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

| Prueba de muestras independientes | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|--|------|-------------------------------------|--------|------------------|----------------------|-----------------------------|---|----------|
| | | Prueba de Levene para la igualdad de varianzas | | Prueba T para la igualdad de medias | | | | | | |
| | | F | Sig. | t | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Error típ. de la diferencia | 95% Intervalo de confianza para la diferencia | |
| | | | | | | | | | Inferior | Superior |
| Rendimiento cultivo de papa (Kg/ha) | Se han asumido varianzas iguales | .073 | .790 | -1.054 | 19 | .305 | -1431.708 | 1358.580 | -4275.248 | 1411.832 |
| | No se han asumido varianzas iguales | | | -1.072 | 15.783 | .300 | -1431.708 | 1335.479 | -4265.969 | 1402.554 |

Estadísticos de contraste^{a,b}

| Rendimiento cultivo de maíz (Kg/ha) | |
|-------------------------------------|------|
| Chi-cuadrado | .719 |
| gl | 1 |
| Sig. asintót. | .396 |

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: nivel según aplicación de prácticas

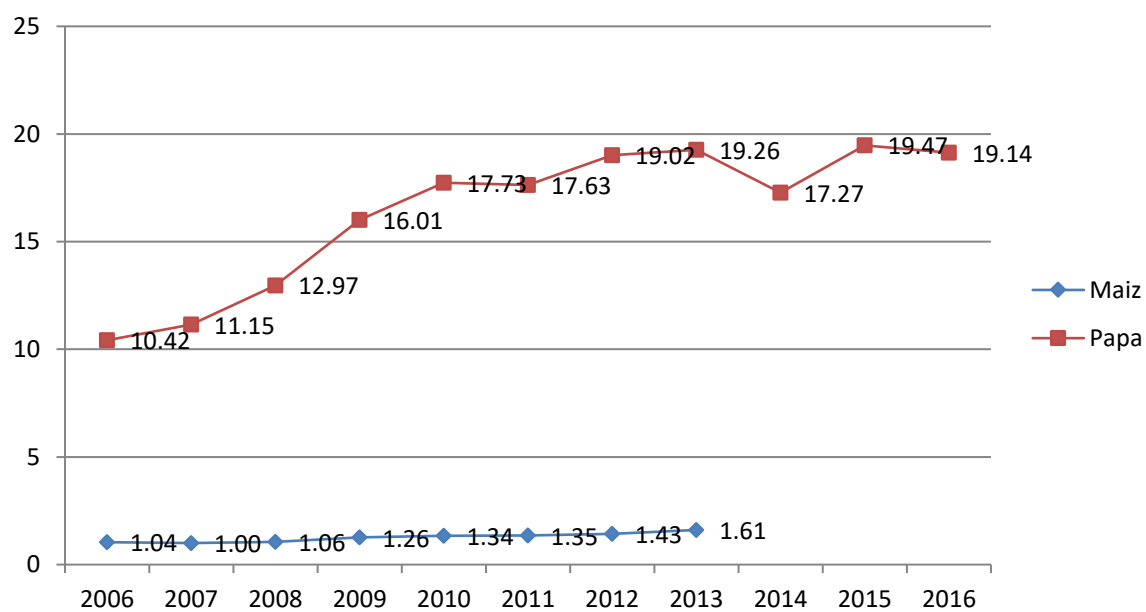
Estadísticos de contraste^{a,b}

| Rendimiento cultivo de tarwi (Kg/ha) | |
|--------------------------------------|------|
| Chi-cuadrado | .323 |
| gl | 1 |
| Sig. asintót. | .570 |

a. Prueba de Kruskal-Wallis

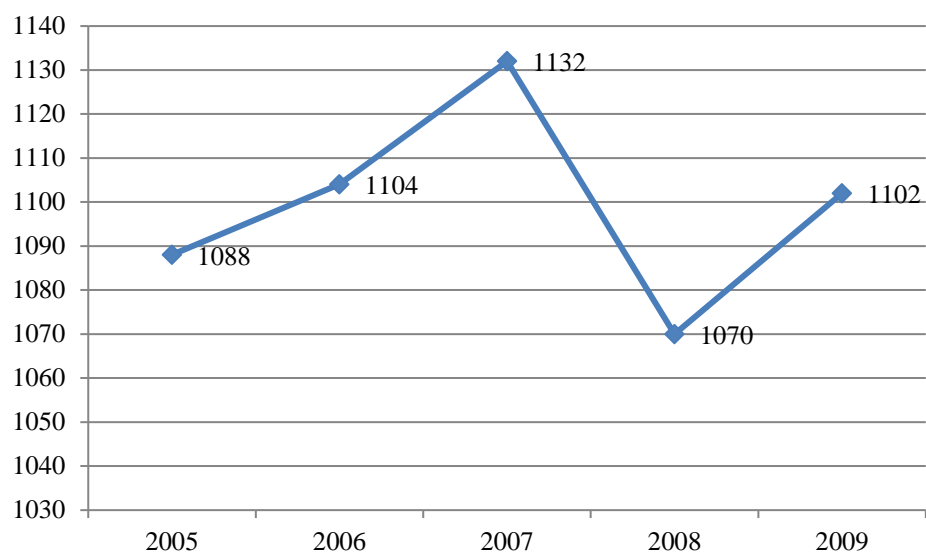
b. Variable de agrupación: nivel según aplicación de prácticas

Anexo 7. Rendimiento de Papa y Maíz Amiláceo en la región Apurímac, periodo (2006 – 2016)



Fuente: Elaboración propia en base a los datos proporcionados por la Dirección Regional Agraria – DRA Apurímac.

Anexo 8. Rendimiento del cultivo de Tarwi a nivel nacional, periodo (2005 – 2009)



Fuente: Adaptado de Camarena *et al.*, 2012.

Anexo 9. Estadística descriptiva y pruebas estadísticas de producción de productos básicos

| Descriptivos | | | | | | | |
|---|--|---|--------------------|--|--------------------|---------|----------|
| Nivel según aplicación de prácticas | | | Estadístico | Error típ. | | | |
| Cantidad producida de papa al año (Kg/Año) | Básico | Media | | 672.03 | 98.127 | | |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 462.88 | | | |
| | | | Límite superior | 881.18 | | | |
| | | Mediana | | 736.00 | | | |
| | Avanzado | Media | | 927.91 | 133.588 | | |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 643.17 | | | |
| | | | Límite superior | 1212.64 | | | |
| | | Mediana | | 966.00 | | | |
| | | Cantidad producida de maíz al año (Kg/Año) | Básico | Media | | 162.22 | 20.265 |
| | | | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 119.03 | |
| Límite superior | 205.42 | | | | | | |
| Mediana | | | | 148.93 | | | |
| Avanzado | Media | | | 220.73 | 37.503 | | |
| | Intervalo de confianza para la media al 95% | | Límite inferior | 140.79 | | | |
| | | | Límite superior | 300.66 | | | |
| | Mediana | | | 148.93 | | | |
| | Cantidad producida de tarwi al año (Kg/Año) | | Básico | Media | | 90.9545 | 23.12795 |
| | | | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 39.4223 | |
| Límite superior | | 142.4868 | | | | | |
| Mediana | | | | 69.0000 | | | |
| Avanzado | | Media | | 90.8500 | 16.05103 | | |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 56.4240 | | | |
| | | | Límite superior | 125.2760 | | | |
| | | Mediana | | 92.0000 | | | |

Pruebas de normalidad

| Nivel según aplicación de prácticas | | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|---|----------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
| | | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Cantidad producida de papa al año (kg/año) | Básico | .127 | 16 | .200* | .953 | 16 | .534 |
| | Avanzado | .165 | 16 | .200* | .940 | 16 | .352 |
| Cantidad producida de maíz al año (kg/año) | Básico | .204 | 16 | .073 | .858 | 16 | .018 |
| | Avanzado | .233 | 16 | .021 | .885 | 16 | .046 |
| Cantidad producida de tarwi al año (kg/año) | Básico | .195 | 11 | .200* | .840 | 11 | .032 |
| | Avanzado | .171 | 15 | .200* | .928 | 15 | .255 |

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Estadísticos de contraste^{a,b}

| Cantidad producida de maíz al año (Kg/Año) | |
|--|------|
| Chi-cuadrado | .682 |
| gl | 1 |
| Sig. asintót. | .409 |

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: nivel según aplicación de prácticas

Estadísticos de contraste^{a,b}

| Cantidad producida de tarwi al año (Kg/Año) | |
|---|------|
| Chi-cuadrado | .017 |
| gl | 1 |
| Sig. asintót. | .896 |

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: nivel según aplicación de prácticas

Anexo 10. Procedencia de los alimentos que consume la familia

Tabla de contingencia PROCEDENCIA DE LOS ALIMENTOS QUE CONSUME LA FAMILIA * NIVEL SEGÚN APLICACIÓN DE PRÁCTICAS

| | | | NIVEL SEGÚN APLICACIÓN DE PRÁCTICAS | | Total |
|---|--|---|-------------------------------------|----------|--------|
| | | | Básico | Avanzado | |
| PROCEDENCIA DE LOS ALIMENTOS QUE CONSUME LA FAMILIA | Algunos alimentos provienen de la chacra | Recuento | 13 | 0 | 13 |
| | | % dentro de NIVEL SEGÚN APLICACIÓN DE PRÁCTICAS | 81,2% | 0,0% | 40,6% |
| | La mayoría de alimentos provienen de la chacra | Recuento | 3 | 16 | 19 |
| | | % dentro de NIVEL SEGÚN APLICACIÓN DE PRÁCTICAS | 18,8% | 100,0% | 59,4% |
| Total | | Recuento | 16 | 16 | 32 |
| | | % dentro de NIVEL SEGÚN APLICACIÓN DE PRÁCTICAS | 100,0% | 100,0% | 100,0% |

Pruebas de chi-cuadrado

| | Valor | gl | Sig. asintótica (bilateral) | Sig. exacta (bilateral) | Sig. exacta (unilateral) |
|---|---------------------|----|-----------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Chi-cuadrado de Pearson | 21,895 ^a | 1 | ,000 | | |
| Corrección por continuidad ^b | 18,656 | 1 | ,000 | | |
| Razón de verosimilitudes | 27,787 | 1 | ,000 | | |
| Estadístico exacto de Fisher | | | | ,000 | ,000 |
| Asociación lineal por lineal | 21,211 | 1 | ,000 | | |
| N de casos válidos | 32 | | | | |

a. 0 casillas (0,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 6,50.

b. Calculado sólo para una tabla de 2x2.

Anexo 11. Estadística descriptiva y pruebas estadísticas de ingresos

| Descriptivos | | | | | |
|--|----------|---|-----------------|------------|---------|
| Nivel de aplicación de prácticas agroecológicas | | | Estadístico | Error típ. | |
| | Básico | Media | | 174.25 | 41.436 |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 85.93 | |
| | | | Límite superior | 262.57 | |
| | | Mediana | | 119.50 | |
| Ingreso de venta de productos de la unidad (PEN/ha/año) | Avanzado | Media | | 510.69 | 82.353 |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 335.16 | |
| | | | Límite superior | 686.22 | |
| | | Mediana | | 449.50 | |
| | Básico | Media | | 364.81 | 221.178 |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | -106.62 | |
| | | | Límite superior | 836.24 | |
| | | Mediana | | 0.00 | |
| Total de ingresos por venta de crianza (PEN/ha/año) | Avanzado | Media | | 992.13 | 326.773 |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 295.63 | |
| | | | Límite superior | 1688.62 | |
| | | Mediana | | 430.00 | |
| | Básico | Media | | 1735.69 | 475.355 |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 722.49 | |
| | | | Límite superior | 2748.88 | |
| | | Mediana | | 1320.00 | |
| Total de ingresos por venta de cultivos (PEN/ha/año) | Avanzado | Media | | 5136.81 | 726.491 |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 3588.33 | |
| | | | Límite superior | 6685.29 | |
| | | Mediana | | 5169.00 | |
| | Básico | Media | | 1304.69 | 392.114 |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 468.92 | |
| | | | Límite superior | 2140.46 | |
| | | Mediana | | 741.00 | |
| Ingreso de ventas por hectárea de área cultivada total (PEN/ha/año) | Avanzado | Media | | 2648.81 | 617.559 |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 1332.52 | |
| | | | Límite superior | 3965.11 | |
| | | Mediana | | 1999.00 | |
| | Básico | Media | | 2563.81 | 492.277 |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 1514.55 | |
| | | | Límite superior | 3613.08 | |
| | | Mediana | | 1878.00 | |
| Ingreso de ventas por hectárea de área cultivada permanente (PEN/ha/año) | Avanzado | Media | | 4142.75 | 649.751 |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 2757.84 | |

| | | | | | |
|---|----------|---|-----------------|---------|---------|
| | | | Límite superior | 5527.66 | |
| | | Mediana | | 3161.00 | |
| Ingreso de ventas por hectárea de área total de unidad (PEN/ha/año) | Básico | Media | | 827.00 | 182.282 |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 438.47 | |
| | | | Límite superior | 1215.53 | |
| | | Mediana | | 520.50 | |
| | Avanzado | Media | | 1462.88 | 340.857 |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 736.35 | |
| | | Límite superior | 2189.40 | | |
| | Mediana | | 1045.00 | | |
| Ingreso de ventas de cultivos por hectárea de área cultivada total (PEN/ha/año) | Básico | Media | | 1141.56 | 397.194 |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 294.96 | |
| | | | Límite superior | 1988.16 | |
| | | Mediana | | 655.50 | |
| | Avanzado | Media | | 2202.56 | 455.272 |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 1232.17 | |
| | | Límite superior | 3172.95 | | |
| | Mediana | | 1859.50 | | |
| Ingreso de ventas de crías por hectárea de área total (PEN/ha/año) | Básico | Media | | 670.69 | 164.191 |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 320.72 | |
| | | | Límite superior | 1020.65 | |
| | | Mediana | | 423.00 | |
| | Avanzado | Media | | 1245.31 | 261.671 |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 687.57 | |
| | | Límite superior | 1803.05 | | |
| | Mediana | | 928.50 | | |

Pruebas de normalidad

| Nivel de aplicación de prácticas agroecológicas | | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|--|----------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
| | | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Ingreso de venta de productos de la unidad (PEN/ha/año) | Básico | .235 | 16 | .018 | .827 | 16 | .006 |
| | Avanzado | .133 | 16 | .200* | .888 | 16 | .051 |
| Total de ingresos por venta de crianza (PEN/ha/año) | Básico | .357 | 16 | .000 | .490 | 16 | .000 |
| | Avanzado | .265 | 16 | .004 | .785 | 16 | .002 |
| Total de ingresos por venta de cultivos (PEN/ha/año) | Básico | .287 | 16 | .001 | .760 | 16 | .001 |
| | Avanzado | .126 | 16 | .200* | .897 | 16 | .071 |
| Ingreso de ventas por hectárea de área cultivada total (PEN/ha/año) | Básico | .228 | 16 | .025 | .683 | 16 | .000 |
| | Avanzado | .264 | 16 | .004 | .753 | 16 | .001 |
| Ingreso de ventas por hectárea de área cultivada permanente (PEN/ha/año) | Básico | .224 | 16 | .032 | .862 | 16 | .021 |
| | Avanzado | .260 | 16 | .005 | .849 | 16 | .013 |
| | Básico | .199 | 16 | .089 | .881 | 16 | .041 |

| | | | | | | | |
|---|----------|------|----|------|------|----|------|
| Ingreso de ventas por hectárea de área total de unidad (PEN/ha/año) | Avanzado | .228 | 16 | .026 | .699 | 16 | .000 |
| Ingreso de ventas de cultivos por hectárea de área cultivada total (PEN/ha/año) | Básico | .284 | 16 | .001 | .637 | 16 | .000 |
| | Avanzado | .210 | 16 | .057 | .808 | 16 | .004 |
| Ingreso de ventas de crianzas por hectárea de área total (PEN/ha/año) | Básico | .202 | 16 | .079 | .852 | 16 | .014 |
| | Avanzado | .188 | 16 | .134 | .762 | 16 | .001 |

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Estadísticos de contraste^{a,b}

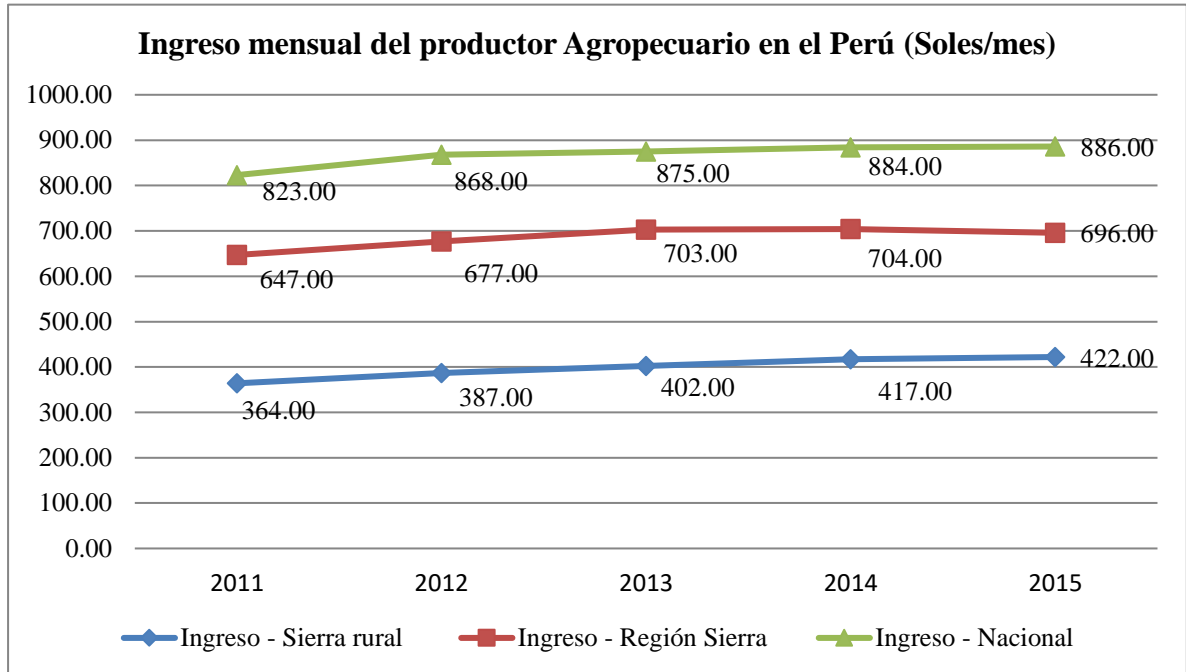
| | Ingreso de venta de productos de la unidad (PEN/ha/año) | Total de ingresos por venta de crianza (PEN/ha/año) | Total de ingresos por venta de cultivos (PEN/ha/año) | Ingreso de ventas por hectárea de área cultivada total (PEN/ha/año) | Ingreso de ventas por hectárea de área cultivada permanente (PEN/ha/año) | Ingreso de ventas por hectárea de área total de unidad (PEN/ha/año) | Ingreso de ventas de cultivos por hectárea de área cultivada total (PEN/ha/año) | Ingreso de ventas de crianzas por hectárea de área total (PEN/ha/año) |
|---------------|---|---|--|---|--|---|---|---|
| Chi-cuadrado | 12.820 | 3.459 | 13.642 | 6.095 | 4.455 | 3.551 | 6.960 | 4.615 |
| gl | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Sig. asintót. | .000 | .063 | .000 | .014 | .035 | .060 | .008 | .032 |

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Nivel de aplicación de prácticas agroecológicas

Anexo 12. Ingreso mensual del productor Agropecuario en el Perú (Soles/mes) (2011-2015)

Fuente: Adaptación de datos del INEI presentados por MINAGRI, 2015.



Anexo 13. Estadística descriptiva y pruebas estadísticas de actividades no agrícolas

| Descriptivos | | | | | |
|--|----------|---|-----------------|------------|------|
| Nivel de aplicación de prácticas agroecológicas | | | Estadístico | Error típ. | |
| Tiempo dedicado al trabajo en la chacra (hora/día) | Básico | Media | | 5.75 | .559 |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 4.56 | |
| | | | Límite superior | 6.94 | |
| | | Mediana | | 6.00 | |
| | Avanzado | Media | | 7.19 | .510 |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 6.10 | |
| Límite superior | | | 8.27 | | |
| | | Mediana | | 7.00 | |
| Número de actividades no agrícolas | Básico | Media | | 1.44 | .128 |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 1.16 | |
| | | | Límite superior | 1.71 | |
| | | Mediana | | 1.00 | |
| | Avanzado | Media | | 1.06 | .232 |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | .57 | |
| Límite superior | | | 1.56 | | |
| | | Mediana | | 1.00 | |

| Pruebas de normalidad | | | | | | | |
|--|----------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
| Nivel de aplicación de prácticas agroecológicas | | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
| | | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Tiempo dedicado al trabajo en la chacra (hora/día) | Básico | .232 | 16 | .021 | .940 | 16 | .346 |
| | Avanzado | .166 | 16 | .200* | .905 | 16 | .097 |
| Número de actividades no agrícolas | Básico | .366 | 16 | .000 | .638 | 16 | .000 |
| | Avanzado | .214 | 16 | .048 | .871 | 16 | .028 |

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Prueba de muestras independientes

| | | Prueba de Levene para la igualdad de varianzas | | Prueba T para la igualdad de medias | | | | | | |
|--|-------------------------------------|--|------|-------------------------------------|--------|------------------|----------------------|-----------------------------|---|----------|
| | | F | Sig. | t | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Error típ. de la diferencia | 95% Intervalo de confianza para la diferencia | |
| | | | | | | | | | Inferior | Superior |
| Tiempo dedicado al trabajo en la chacra (hora/día) | Se han asumido varianzas iguales | .000 | .985 | -1.900 | 30 | .067 | -1.438 | .757 | -2.983 | .108 |
| | No se han asumido varianzas iguales | | | -1.900 | 29.751 | .067 | -1.438 | .757 | -2.984 | .109 |

Estadísticos de contraste^{a,b}

| Número de actividades no agrícolas | |
|------------------------------------|-------|
| Chi-cuadrado | 2.039 |
| gl | 1 |
| Sig. asintót. | .153 |

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Nivel de aplicación de prácticas agroecológicas

Anexo 14. Estadística descriptiva y pruebas estadísticas para diversidad en la producción

| Descriptivos | | | | | |
|---|----------|---|-----------------|------------|-------|
| Nivel de aplicación de prácticas agroecológicas | | | Estadístico | Error típ. | |
| Número de productos cultivados | Básico | Media | 18.25 | 1.675 | |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 14.68 | |
| | | | Límite superior | 21.82 | |
| | Avanzado | Mediana | 18.00 | | |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 31.88 | 1.052 |
| | | | Límite superior | 29.63 | |
| | Mediana | 34.12 | | | |
| Número de tipos de crianzas | Básico | Media | 3.25 | .281 | |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 2.65 | |
| | | | Límite superior | 3.85 | |
| | Avanzado | Mediana | 3.00 | | |
| | | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 4.06 | .347 |
| | | | Límite superior | 3.32 | |
| | Mediana | 4.80 | | | |
| | | Mediana | 4.00 | | |

| Pruebas de normalidad | | | | | | | |
|---|----------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
| Nivel de aplicación de prácticas agroecológicas | | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
| | | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Número de productos cultivados | Básico | .114 | 16 | .200* | .976 | 16 | .922 |
| | Avanzado | .168 | 16 | .200* | .951 | 16 | .507 |
| Número de tipos de crianzas | Básico | .185 | 16 | .146 | .931 | 16 | .255 |
| | Avanzado | .188 | 16 | .135 | .902 | 16 | .086 |

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Prueba de muestras independientes

| | | Prueba de Levene para la igualdad de varianzas | | Prueba T para la igualdad de medias | | | | | | |
|--------------------------------------|--|--|------|-------------------------------------|--------|---------------------|-------------------------|--------------------------------|---|----------|
| | | F | Sig. | t | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Error típ. de la diferencia | 95% Intervalo de confianza para la diferencia | |
| | | | | | | | | | Inferior | Superior |
| Número de productos cultivados | Se han asumido varianzas iguales | 2.061 | .162 | -6.889 | 30 | .000 | -13.625 | 1.978 | -17.664 | -9.586 |
| | No se han asumido varianzas iguales | | | -6.889 | 25.248 | .000 | -13.625 | 1.978 | -17.696 | -9.554 |
| Número de tipos de crianzas | Se han asumido varianzas iguales | .392 | .536 | -1.818 | 30 | .079 | -.813 | .447 | -1.725 | .100 |
| | No se han asumido varianzas iguales | | | -1.818 | 28.764 | .079 | -.813 | .447 | -1.727 | .102 |

Anexo 15. Estadística descriptiva y pruebas estadísticas para prácticas de adaptación frente al cambio climático

| Descriptivos | | | | |
|---|----------|---|-----------------|------------|
| Nivel de aplicación de prácticas agroecológicas | | | Estadístico | Error típ. |
| | | Media | .38 | .180 |
| Número de prácticas de adaptación | Básico | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | -.01 |
| | | | Límite superior | .76 |
| | | Mediana | 0.00 | |
| | | Media | 1.31 | .326 |
| Número de prácticas de adaptación | Avanzado | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | .62 |
| | | | Límite superior | 2.01 |
| | | | Mediana | 1.00 |

| Pruebas de normalidad | | | | | | | |
|---|----------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| Nivel de aplicación de prácticas agroecológicas | | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
| | | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Número de prácticas de adaptación | Básico | .449 | 16 | .000 | .577 | 16 | .000 |
| | Avanzado | .220 | 16 | .037 | .840 | 16 | .010 |

a. Corrección de la significación de Lilliefors

| Estadísticos de contraste ^{a,b} | |
|--|-------|
| Número de prácticas de adaptación | |
| Chi-cuadrado | 5.932 |
| gl | 1 |
| Sig. asintót. | .015 |

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Nivel de aplicación de prácticas agroecológicas

Anexo 16. Estadística descriptiva y pruebas estadísticas para secuestro de carbono en árboles aislados, cercos y bosques

| | | | Descriptivos | | |
|---|----------|---|---------------------|------------|-----------|
| | | | Estadístico | Error típ. | |
| Nivel de aplicación de prácticas agroecológicas | | | Media | 3.7738 | .84726 |
| Densidad de Carbono en árboles aislados en área agrícola permanente (tC/ha) | Básico | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 1.9679 | |
| | | | Límite superior | 5.5796 | |
| | | Mediana | | 3.2350 | |
| | Avanzado | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 1.5988 | .37420 |
| | | | Límite superior | .8012 | |
| | | Mediana | | 2.3963 | |
| | | | 1.6250 | | |
| Densidad de Carbono en cercos de área agrícola permanente (tC/ha) | Básico | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 10.2656 | 3.04757 |
| | | | Límite superior | 3.7699 | |
| | | Mediana | | 16.7614 | |
| | Avanzado | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 9.8850 | |
| | | | Límite superior | 4.340 | 1.091 |
| | | Mediana | | 12.0319 | 1.58133 |
| | | | 10.7150 | | |
| Densidad de Carbono en árboles y cercos de área agrícola permanente (tC/ha) | Básico | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 14.0406 | 2.82976 |
| | | | Límite superior | 8.0091 | |
| | | Mediana | | 20.0721 | |
| | Avanzado | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 12.1250 | |
| | | | Límite superior | 13.6319 | 1.62559 |
| | | Mediana | | 10.1670 | |
| | | | 17.0967 | | |
| | | | 13.4550 | | |
| Carbono total en árboles y cercos de área agrícola permanente (tC) | Básico | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 10.9438 | 2.66132 |
| | | | Límite superior | 5.2713 | |
| | | Mediana | | 16.6162 | |
| | Avanzado | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 9.5800 | |
| | | | Límite superior | 21.0163 | 3.15081 |
| | | Mediana | | 14.3005 | |
| | | | 27.7320 | | |
| | | | 18.8600 | | |
| Carbono total en bosques (tC) | Básico | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 139.8125 | 36.41926 |
| | | | Límite superior | 62.1867 | |
| | | Mediana | | 217.4383 | |
| | Avanzado | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 112.9000 | |
| | | | Límite superior | 330.9425 | 108.93499 |
| | | Mediana | | 98.7531 | |
| | | | 563.1319 | | |
| | | | 137.0050 | | |
| Carbono total en bosques por hectárea de la unidad productiva (tC/ha) | Básico | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 35.0400 | 8.59083 |
| | | | Límite superior | 16.7291 | |
| | | Mediana | | 53.3509 | |
| | Avanzado | Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 27.3600 | |
| | | Mediana | | 46.1081 | 8.59644 |
| | | | 27.7853 | | |

| | | | | | | |
|--|----------|---|-----------------|-----------------|---------|---------|
| | | | Límite superior | 64.4310 | | |
| | | Mediana | | 39.9150 | | |
| | | Media | | 40.6688 | 7.62631 | |
| Carbono total en árboles (aislados, cercas y bosques) por hectárea de la unidad productiva (tC/ha) | Básico | Intervalo de confianza para la media al 95% | | Límite inferior | 24.4136 | |
| | | | | Límite superior | 56.9239 | |
| | | | | Mediana | 29.4250 | |
| | Avanzado | Intervalo de confianza para la media al 95% | | Límite inferior | 51.2038 | 8.11283 |
| | | | | Límite superior | 33.9117 | |
| | | | | Mediana | 68.4958 | |
| | | | | 50.4500 | | |

Pruebas de normalidad

| Nivel de aplicación de prácticas agroecológicas | | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|--|----------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
| | | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Densidad de Carbono en árboles aislados en área agrícola permanente (tC/ha) | Básico | .178 | 16 | .186 | .791 | 16 | .002 |
| | Avanzado | .152 | 16 | .200* | .891 | 16 | .059 |
| Densidad de Carbono en cercos de área agrícola permanente (tC/ha) | Básico | .200 | 16 | .087 | .796 | 16 | .002 |
| | Avanzado | .219 | 16 | .039 | .928 | 16 | .229 |
| Densidad de Carbono en árboles y cercos de área agrícola permanente (tC/ha) | Básico | .171 | 16 | .200* | .838 | 16 | .009 |
| | Avanzado | .182 | 16 | .160 | .955 | 16 | .572 |
| Carbono total en árboles y cercos de área agrícola permanente (tC) | Básico | .309 | 16 | .000 | .743 | 16 | .001 |
| | Avanzado | .140 | 16 | .200* | .939 | 16 | .342 |
| Carbono total en bosques (tC) | Básico | .169 | 16 | .200* | .881 | 16 | .041 |
| | Avanzado | .302 | 16 | .000 | .697 | 16 | .000 |
| Carbono total en bosques por hectárea de la unidad productiva (tC/ha) | Básico | .170 | 16 | .200* | .878 | 16 | .037 |
| | Avanzado | .166 | 16 | .200* | .910 | 16 | .116 |
| Carbono total en árboles (aislados, cercas y bosques) por hectárea de la unidad productiva (tC/ha) | Básico | .195 | 16 | .104 | .892 | 16 | .060 |
| | Avanzado | .169 | 16 | .200* | .914 | 16 | .135 |

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Prueba de muestras independientes

| | | Prueba de Levene para la igualdad de varianzas | | Prueba T para la igualdad de medias | | | | | | |
|---|--|--|------|-------------------------------------|--------|---------------------|-------------------------|-----------------------------------|---|----------|
| | | F | Sig. | t | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Error típ. de la diferencia | 95% Intervalo de confianza para la diferencia | |
| | | | | | | | | | Inferior | Superior |
| Carbono total en árboles (aislados, cerros y bosques) por hectárea de la unidad productiva (tC/ha) | Se han asumido varianzas iguales | .029 | .866 | -.946 | 30 | .352 | -10.535 | 11.135 | -33.275 | 12.205 |
| | No se han asumido varianzas iguales | | | -.946 | 29.886 | .352 | -10.535 | 11.135 | -33.278 | 12.208 |

Estadísticos de contraste^{a,b}

| | Densidad de Carbono en árboles aislados en área agrícola permanente (tC/ha) | Densidad de Carbono en cerros de área agícola permanente (tC/ha) | Densidad de Carbono en árboles y cerros de área agrícola permanente (tC/ha) | Carbono total en árboles y cerros de área agícola permanente (tC) | Carbono total en bosques (tC) | Carbono total en bosques por hectárea de la unidad productiva (tC/ha) |
|---------------|--|---|--|--|----------------------------------|--|
| Chi-cuadrado | 5.738 | 1.158 | .278 | 7.364 | 1.460 | 1.199 |
| gl | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Sig. asintót. | .017 | .282 | .598 | .007 | .227 | .274 |

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Nivel de aplicación de prácticas agroecológicas

Anexo 17. Estadística descriptiva y pruebas estadísticas para porcentaje de materia orgánica

| Descriptivos | | | | Estadístico | Error típ. |
|---|---|---------|-----------------|-------------|------------|
| Nivel de aplicación de prácticas agroecológicas | | | | | |
| | | Media | | 5.0113 | .34061 |
| Básico | Intervalo de confianza para la media al 95% | | Límite inferior | 4.3253 | |
| | | | Límite superior | 5.6973 | |
| Materia Orgánica (%) | | Mediana | | 4.4700 | |
| | | Media | | 5.6485 | .38972 |
| Avanzado | Intervalo de confianza para la media al 95% | | Límite inferior | 4.8635 | |
| | | | Límite superior | 6.4334 | |
| | | Mediana | | 4.9700 | |

| Pruebas de normalidad | | | | | | | |
|---|----------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| Nivel de aplicación de prácticas agroecológicas | | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
| | | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| MATERIA ORGÁNICA (%) | Básico | .137 | 46 | .030 | .899 | 46 | .001 |
| | Avanzado | .129 | 46 | .054 | .900 | 46 | .001 |

a. Corrección de la significación de Lilliefors

| Estadísticos de contraste ^{a,b} | |
|--|-------|
| MATERIA ORGÁNICA (%) | |
| Chi-cuadrado | 1.336 |
| gl | 1 |
| Sig. asintót. | .248 |

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Nivel de aplicación de prácticas agroecológicas