

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**



**“SUSTENTABILIDAD DE LAS FINCAS CON CULTIVOS DE
HORTENSIAS (*Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser.) EN
HUÁNUCO, PERÚ”**

Presentada por:

MIGUEL ANDRES YALI PALOMINO

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

Lima -Perú

2024

SUSTENTABILIDAD DE LAS FINCAS CON CULTIVOS DE HORTENSIAS (*Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser.) EN HUÁNUCO, PERÚ

INFORME DE ORIGINALIDAD

10%

INDICE DE SIMILITUD

12%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

13%

★ docplayer.es

Fuente de Internet

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 2%

Excluir bibliografía

Activo

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**

**“SUSTENTABILIDAD DE LAS FINCAS CON CULTIVOS DE
HORTENSIAS (*Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser.) EN
HUÁNUCO, PERÚ”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO
MAGISTER SCIENTIAE**

Presentada por:

MIGUEL ANDRES YALI PALOMINO

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Ph.D. Elizabeth Heros Aguilar

PRESIDENTE

M.Sc. Andrés Casas Diaz

ASESOR

Ph.D. Susana Rodríguez Quispe

MIEMBRO

Mg.Sc. Juan Carlos Jaulis Cancho

MIEMBRO

A Liberata Palomino Melchor

¡Mi madre!

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme la vida, sabiduría, felicidad y paz.

A la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Agraria La Molina, por mi formación académica y profesional de forma holístico e integral.

A mi asesor de tesis, Ing. Mg. Sc. Andrés Casas Díaz, por las revisiones y recomendaciones brindadas en el proceso de la investigación.

Al Dr. Alberto Julca Otiniano, por sus orientaciones, consejos y amistad.

A los miembros del Jurado de Tesis: Ph. D. Elizabeth Heros Aguilar, Ph. D. Susana Rodríguez Quispe y Ing. Mg. Sc. Juan Jaulis Cancho, por la colaboración en el presente trabajo de investigación.

A la Asociación de Productores Paraíso de Hortensias, por el apoyo y facilidades brindados durante el trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Cultivo de hortensia	3
2.2. Sistemas producción	8
2.3. La sustentabilidad	9
2.4. La agroecología.....	12
2.5. Caracterización agroecológica rápido.....	17
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
3.1. Ubicación de la zona de estudio.....	27
3.2. Tipo de investigación.....	28
3.3. Diseño de la investigación	30
3.4. Población y muestra.....	33
3.5. Procedimiento de análisis	33
3.6. Ejecución de la investigación	35
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
4.1. Características del productor de hortensias.....	37
4.2. Caracterización sostenibilidad agroecológica de las fincas de <i>H. Macrophylla</i>	50
V. CONCLUSIONES.....	67
VI. RECOMENDACIONES.....	69
VII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
VIII.ANEXOS.....	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Estrategia para incrementar resiliencia a nivel de paisaje.	16
Tabla 2: Características generales del sistema agroecológico rápido.....	18
Tabla 3: Tipos y clases por tamaño de la estructura del suelo.	19
Tabla 4: Estrategia de evaluación de los indicadores.	30
Tabla 5: Indicadores agroecológicos de calidad de suelo en cultivo de hortensias.....	31
Tabla 6: Indicadores agroecológicos de salud del cultivo de hortensias.	32
Tabla 7: Estado de la estructura del suelo del agroecosistema con <i>H. macrophylla</i>	51
Tabla 8: Estado de infiltración del suelo del agroecosistema de <i>H. macrophylla</i>	51
Tabla 9: Estado de profundidad del suelo en el agroecosistema de <i>H. macrophylla</i>	52
Tabla 10: Estado de la materia orgánica superficial del suelo en el agroecosistema de <i>H. macrophylla</i>	53
Tabla 11: Estado de color, olor y materia orgánica el Hz A del suelo en el agroecosistema de <i>H. macrophylla</i>	53
Tabla 12: Estado de retención de humedad del suelo en el agroecosistema de <i>H. macrophylla</i>	54
Tabla 13: Estado de desarrollo de raíces en el agroecosistema de <i>H. macrophylla</i>	54
Tabla 14: Estado de la cobertura del suelo en el agroecosistema de <i>H. macrophylla</i>	55
Tabla 15: Estado de erosión del suelo en el agroecosistema de <i>H. macrophylla</i>	55
Tabla 16: Estado de actividad biológica del suelo en el agroecosistema de <i>H. macrophylla</i>	56
Tabla 17: Estado de apariencia del cultivo de <i>H. macrophylla</i>	57
Tabla 18: Estado de crecimiento del cultivo de <i>H. macrophylla</i>	57
Tabla 19: Estado de resistencia y tolerancia a estrés del cultivo de <i>H. macrophylla</i>	58
Tabla 20: Estado de incidencia de plagas en el agroecosistema de <i>H. macrophylla</i>	59
Tabla 21: Estado de competencia por arvenses el agroecosistema de <i>H. macrophylla</i>	59
Tabla 22: Estado de rendimiento del cultivo de <i>H. macrophylla</i>	59
Tabla 23: Estado de diversidad genética del cultivo de <i>H. macrophylla</i>	61
Tabla 24: Estado de diversidad vegetal en el agroecosistema de <i>H. macrophylla</i>	61
Tabla 25: Estado de diversidad circundante en el agroecosistema de <i>H. macrophylla</i>	61
Tabla 26: Estado de sistema de manejo de las fincas con cultivo de <i>H. macrophylla</i>	62

Tabla 27: Resumen de calificación de los indicadores (calidad de suelo y salud cultivo) e índices de sostenibilidad agroecológica de *H. macrophylla* en Huánuco – Perú. 63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Horizontes del suelo.....	20
Figura 2. Género de los responsables de las fincas de H. macrophylla.....	38
Figura 3. Edad por rango de los responsables de las fincas H. macrophylla.	38
Figura 4. Nivel de estudio y lugar de residencia de los productores de H. macrophylla. ...	39
Figura 5. Servicios básicos que tienen los productores de H. macrophylla.	40
Figura 6. Acceso de los productores de H. macrophylla a servicios básicos externos.....	40
Figura 7. Temas de producción agrícolas que le gustaría ser capacitado a los productores de H. macrophylla.	41
Figura 8. Organización a la que pertenecen los productores de H. macrophylla.	42
Figura 9. Número de personas que integran las familias de productoras de H. macrophylla.	42
Figura 10. Tipo de vivienda de los productores de H. macrophylla.....	43
Figura 11. Tamaño de las fincas de H. macrophylla.	44
Figura 12. Mano de obra en la producción de H. macrophylla.	45
Figura 13. Actividad económica que realizan los productores de H. macrophylla.	45
Figura 14. Acceso a crédito de los productores de H. macrophylla.	46
Figura 15. Uso de insumos en la producción de H. macrophylla en Chinchao.....	47
Figura 16. Incorporación de abonos orgánicos (tn/ha al año) al suelo en la producción de H. macrophylla.....	48
Figura 17. Fuentes principales de contaminación en el agroecosistema.	49
Figura 18. Disposición de los envases vacíos de los agroquímicos.	49
Figura 19. Eventos climáticos más frecuentes reportados por los productores de H. macrophylla.....	50
Figura 20. Integración y tendencia de los indicadores (calidad de suelo y salud de cultivo) de sostenibilidad agroecológica del agroecosistema de H. macrophylla en Huánuco – Perú.....	64
Figura 21. Distribución de los índices agroecológicos (calidad del suelo y salud de cultivo) de las 51 fincas de H. macrophylla caracterizadas.....	65
Figura 22. Estimación en porcentaje de fincas (H. macrophylla) agroecológicamente sostenibles en Huánuco – Perú.....	66

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Ficha de encuesta del agricultor de <i>H. macrophylla</i>	86
Anexo 2: Ficha de encuesta de caracterización agroecológica de las fincas de <i>H. macrophylla</i>	88

RESUMEN

El cambio climático podría tener efectos desastrosos e irreversibles para la agricultura en los años venideros. En consecuencia, es importante promover el balance ecológico de los agroecosistemas en efecto la resiliencia. El objetivo de este estudio fue caracterizar y evaluar la sostenibilidad agroecológica de las fincas con cultivo de hortensias (*Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser.) en el distrito de Chinchado, (Huánuco, Perú). Se utilizó la “Metodología Multicriterio” usando indicadores simples, claros y eficientes al objetivo planteado. Se evaluó la sostenibilidad agroecológica del agroecosistema, se utilizó índices de: calidad de suelo, salud de cultivo y del sistema en general, con un rango de valoración de 0 a 10 estableciendo un umbral (5) de integridad agroecológica. Asimismo, se describió al productor su aspecto económico, social y ambiental. Usando una muestra representativa de 51 fincas. Los resultados muestran en el aspecto social que las fincas están lideradas por el género masculino, cuentan con acceso a salud y con casi todos los servicios básicos. El ingreso económico de los productores es bueno y está en promedio con los índices oficiales. En lo ambiental, el indicador clave y más sostenible fue la incorporación de materia orgánica al suelo, hay problemas ecológicos como abandono de plásticos y reportes significativos de eventos climáticos como días de intenso calor y lluvias intensas. En la evaluación agroecológica los resultados muestran que el agroecoecosistema (*H. macrophylla*) es ecológicamente sostenible (7.5 = índice general del sistema), de acuerdo al índice de calidad del suelo (7.9) y al índice de salud de cultivo (7.1).

Palabras clave: materia orgánica, diversidad, resiliencia, sostenibilidad, agroecosistema.

ABSTRACT

Climate change could have disastrous and irreversible effects for agriculture in the years to come. Consequently, it is important to promote the ecological balance of agroecosystems, in effect resilience. The objective of this study was to characterize and evaluate the agroecological sustainability of farms growing hydrangeas (*Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser.) in the district of Chinchado, (Huánuco, Peru). The “Multi-criteria Methodology” was used using simple, clear and efficient indicators for the stated objective. The agroecological sustainability of the agroecosystem was evaluated, using indices of: soil quality, crop health and the system in general, with a range of assessment from 0 to 10 establishing a threshold (5) of agroecological integrity. Likewise, the economic, social and environmental aspects of the producer were described, using a representative sample of 51 farms. The results show, in the social aspect, that the farms are led by the male gender and have access to health and almost all basic services. The economic income of the producers is good and is on average with the official indices. Environmentally, the key and most sustainable indicator was the incorporation of organic matter into the soil. There are ecological problems such as abandonment of plastics and significant reports of climatic events such as days of intense heat and heavy rain. In the agroecological evaluation, results show that the agroecosystem (*H. macrophylla*) is ecologically sustainable (7.5 = general system index), according to the soil quality index (7.9) and the crop health index (7.1).

Keywords: organic matter, diversity, resilience, sustainability, agroecosystem.

I. INTRODUCCIÓN

El planeta tierra viene oxidándose (calentamiento global) de manera insostenible por efectos antrópicos por una creciente población mundial. La realidad es que la población viene incrementándose de manera acelerada, donde se estima que en los años 2030 y 2050 será de 8 600 y 9 800 millones personas respectivamente, creciendo a un ritmo de 83 millones por año (ONU 2017). Donde la demanda de alimentos crecerá en 70 por ciento para el 2050 respecto al 2012 según las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (MacDonald 2012). La producción agrícola expande fronteras cada día, el Perú perdió sus bosques en promedio 126 938 ha, entre 2001 y 2018; sin embargo, entre 2014 y el 2018, el promedio es de 161 874 ha (MINAN 2019), la causa principal es la agricultura migratoria por el abandono de sus suelos degradados por el mal manejo de los mismos (García 2017) y el mundo en el año 2016 y 2017 perdió 29.4 y 29.7 millones de hectáreas de bosque respectivamente, de acuerdo a los datos de Global Forest Watch (Wecker 2018). Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas (IPCC) advierte que, de no hacer “cambios rápidos, de largo alcance y sin precedentes”, el calentamiento global podría llegar (+2 °C) a niveles desastrosos e irreversibles para el año 2030, como incendios forestales, extinción de especies (como abejas), inundaciones, escasez de agua, escasez alimentos y sequías extremas (BBC Mundo 2018). La variabilidad climática es una amenaza seria para las sociedades por sus heterogéneos impactos a la población y sobre todo a la agricultura que es muy frágil a estos fenómenos, la agricultura en los próximos 10 años podría retroceder entre 10 por ciento a 20 por ciento, afectando la seguridad alimentaria y la economía (Mora 2019; Madrid y Dulanto 2018).

Fruente a este paradigma es necesario estudiar y caracterizar sistemas agrarios usando métodos agroecológicos rápidos para estimar la calidad del suelo y la salud del cultivo, con indicadores significativos y que sean sencillos de emplearse y analizar, donde los investigadores y agricultores puedan estimar el grado agroecológico del cultivo, para un desarrollo sostenible de ecosistemas agrícolas.

Según Farrelly (2017), la agroecología fortalece de manera sostenible la soberanía alimentaria y, a la vez, conservar la biodiversidad y respeta el conocimiento y las innovaciones realizados por los campesinos. Además, Dussi y Flores (2018) mencionan que, la agroecología presenta estrategias concretas de resistencia y resiliencia al cambio climático promoviendo una forma de agricultura biodiversa y equitativa y según Gattinger *et al.* (2012), la agricultura ecológica tiene consistentemente mayores niveles de carbono en el suelo, mejor calidad del suelo y menos erosión en comparación con los sistemas convencionales.

Por ello, es necesario diseñar herramientas al alcance de los productores, de manera que les permita evaluar la sostenibilidad de sus fincas, bajo criterios que ellos mismos puedan manejar y monitorear, diseñando agroecosistemas que posean una alta resiliencia de resistencia a plagas y enfermedades, una alta capacidad de reciclaje y de retención de nutrientes, así como altos niveles de biodiversidad, mediante indicadores de calidad de suelo y salud del cultivo (Pérez 2012).

De acuerdo lo mencionado anteriormente es necesario conocer y estudiar las diferentes fincas de una sociedad en vías de desarrollo para así poder identificar indicadores oportunos de sostenibilidad como el de la calidad del suelo y salud del cultivo, con técnicas rápidas, para así facilitar a las autoridades y agricultores, para que tomen decisiones oportunas para el desarrollo de una agricultura sostenible. Como es el caso de las fincas con cultivo de hortensias (*Hydrangea macrophylla*) en Huánuco, Perú, donde vienen desarrollándose bajo este cultivo 104 familias con un área aproximado de 150 ha.

El objetivo general de esta investigación fue caracterizar y evaluar la sostenibilidad agroecológica de las fincas con cultivo de hortensias (*Hydrangea macrophylla*) en Huánuco, Perú. Esto fue de acuerdo a los siguientes objetivos específicos: 1) Caracterizar las fincas con cultivo de hortensias (*H. macrophylla*) en Huánuco, Perú. 2) Determinar el grado agroecológico de la calidad del suelo en las fincas con cultivo de hortensias (*H. macrophylla*) en Huánuco, Perú y 3) Determinar el grado agroecológico de la salud del cultivo de hortensias (*H. macrophylla*) en Huánuco, Perú.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. CULTIVO DE HORTENSIA

2.1.1. Origen

La hortensia (*Hydrangea macrophylla* Thunb.), es originaria del sur y este de Asia, especialmente de la isla japonesa de Honshu y China. De flores frondosas los colores más importantes son el azul, rosa, rojo y blanco. *Hydrangea* es un término que se deriva del griego y significa “vaso de agua”, en alusión a las altas exigencias de agua para su cultivo. Desde china fue llevada germoplasmas a Inglaterra en 1789, convirtiéndose en una de las plantas favoritas de los jardines ingleses y a partir de ahí al resto del mundo (Arango 2003).

2.1.2. Taxonomía y morfología

Según Arango (2003) y Judd *et al.* (2007):

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Orden	: Cornales
Familia	: Hydrangeaceae
Género	: <i>Hydrangea</i>
Especie	: <i>H. macrophylla</i>
Nombre Binominal	: <i>Hydrangea macrophylla</i> (Thunb). Ser.

El género *Hydrangea* comprende 23 especies, originarias de Asia, la mayoría de las especies son poco conocidas y poco estudiadas; las especies más importantes para la floricultura son *Hydrangea macrophylla* (Thunb) y *Hydrangea paniculata* (Crespel *et al.* 2012).

El *Hydrangea macrophylla* (hortensia común) es un arbusto caducifolio, erguido, de 1 a 1.5 m de altura, según la variedad. Posee hojas de carácter opuesto, simple, peciolado, obovado-elípticas a ampliamente ovadas, coriáceas y glabras, de 3 a 12.5 cm de largo y de 2 a 9 cm de ancho (Durán-Espinosa 1999; López 2004).

Las flores se disponen en inflorescencia con diversos ejes que soportan las flores individuales. La flor individual es pequeña, alrededor de esta se encuentran una serie de brácteas que son las que dan color a la planta. Las flores se desarrollan de yemas formadas el año anterior. Los tallos son robustas, cilíndricos y poco leñoso (Galopín *et al.* 2008).

2.1.3. Condiciones agroecológicas

En condiciones adecuadas en macetas una planta de hortensia puede vivir de 10 a 11 años, si es en campo definitivo es indefinida su tiempo de vida.

- **Temperatura.** La hortensia es una planta de temperaturas frescas, que crece óptimamente a temperaturas diurnas entre 18 y 20 °C y con temperaturas nocturnas entre 11 y 15 °C y bajo estas condiciones produce tallos largos, follaje vigoroso y grandes flores. Es necesario proteger la planta de heladas ya que no tolera temperaturas inferiores a los 4 °C les causan daños a las partes menos lignificadas de los tallos. Por lo contrario, el calor muy intenso puede causar la interrupción brusca de la floración (Arango 2003; Hirela 2014).
- **Luz.** La hortensia prefiere una intensidad lumínica moderada con sombrío de 30 por ciento a 40 por ciento. Los días cortos, combinados con temperaturas altas aceleran la formación de botones florales. A temperaturas entre 15 y 18 °C las plantas son prácticamente indiferentes al fotoperiodo. La floración puede ser inducida por factores ambientales y relacionados con la fertilización; por ejemplo, los niveles bajos de nitrógeno promueven la formación del botón. Señalan que es deseable que en la fase inicial de la floración las plantas estén moderadamente deshojadas (esto se logra retirando la mayoría del follaje del tercio basal de la planta) y que reciban poca o ninguna sombra (Valdés 2011; Hirvela 2014).
- **Humedad.** La planta necesita grandes cantidades de agua y humedad constante. Se debe evitar el encharcamiento y así de enfermedades criptogámicas y asfixia radicular. Las hortensias sometidas a estrés hídrico se recuperan rápidamente, evitar esta condición porque afectara la calidad de las flores (Valdés 2011). Se adapta a altitudes de 850 – 3 000 msnm. (Orozco 2012).
- **Sustrato.** El contenido en materia orgánica debe ser alto (5 por ciento). Los sustratos deben drenar bien ya que la planta sufre con los encharcamientos. El pH del suelo influye decisivamente en la coloración azul (pH 4.5 a 5) o rosa (pH 6 a 6.5) en algunas variedades (Hirvela 2014).

- **Sistemas de propagación.** La propagación de la hortensia es de forma asexual por medio de esquejes. Para la propagación por esquejes, de cada tallo escogido se pueden sacar de 2 a 3 esquejes de 10 cm de largo con 2 entrenudos utilizando la parte media de los tallos. Se realiza plantación de los esquejes de forma directa en el campo definitivo o bolsas para luego ser trasladadas al campo (Orozco 2012).

2.1.4. Variedades

Las hortensias son ampliamente cultivadas en Norteamérica, más de 500 variedades se encuentran registradas en todo el mundo, las cuales son el resultado de la investigación genética en Japón y Europa (Rinehart *et al.* 2006). Las principales variedades cultivadas para el comercio en el mundo son: Bottstein, Jennifer, Mathilda Gutches, Ami Pasquier, Ayesha, Blue Bird, Forever Pink, entre otras (Arango 2003).

2.1.5. Plagas

Según Osorio *et al.* (2015) y Cabrera *et al.* (2009), la hortensia presenta plagas, que generalmente provocan lesiones foliares y florales, que causan daños significativos sino se hace control adecuado y preventivo, las principales plagas son:

- Antracnosis (*Pestalotiopsis guepinii*); provoca manchas secas, oscuras e irregulares a las hojas y flores.
- Alternariosis (hongo del género *Alternaria sp* y *Colletotrichum sp.*); provoca manchas foliares oscuras e irregulares ubicadas en los bordes de las hojas.
- Mildeo polvoso-eniza; causada por diferentes agentes fúngicos, tales como: *Sphaerotheca pannosa* (Wallr. ex Fr). Lév. [Anamorfo: *Oidium leucoconium* Desm.], sinónimo de *Erysiphe pannosa.*, la fase asexual *Oidium sp.*, es la que comúnmente afecta la hortensia.
- Botrytis (*Botrytis cinérea*); los daños ocasionados son a los pétalos y el síntoma característico son manchas necróticas cafés que pueden afectar pétalos y peciololes florales.
- Tallo leñoso; comúnmente asociado con *Phoma sp.*, estrés hídrico, golpe de sol, desbalances nutricionales y podas excesivas.
- Podredumbre de raíz (*Fusarium sp*); cuando el patógeno coloniza la raíz, el síntoma es machitamiento vascular.

- Thrips (*Thrips palmi*, *Frankliniella occidentalis*); plaga cuarentenaria que restringe su ingreso a mercados internacionales. El thrips produce deformaciones en los tejidos de hojas y pétalos debido a su forma de alimentarse.
- Ácaros; causado por *Polyphagotarsonemus latus* (ácaro blanco), *Tetranychus urticae* (ácaro rojo), *Phytonemus pallidus* (ácaro rosado de la fresa). Los daños que causan al envés de las hojas, colonias ligeramente anaranjadas.
- Áfidos (*Aphis* spp); causan deformaciones a las hojas parecido al de los thrips, los áfidos generalmente se encuentran en los cogollos, estos son de lento movimiento y se puede observar a simple vista.

2.1.6. Comercio

La hortensia (*H. macrophylla*) tiene alta demanda en el mercado internacional; el comprador puede pedir de determinadas características de tamaño del tallo, color, porcentaje de apertura floral y diámetro de cabeza, se pueden clasificar de forma general de la siguiente manera (Osorio *et al.* 2015):

- Mini Green: diámetro de cabeza 8 - 10 cm, color verde, apertura floral 10 por ciento.
- Mini White: diámetro de cabeza 10 - 15 cm, color blanco cremoso, apertura floral 20-40 por ciento.
- Select o Elite: diámetro de cabeza 16 – 17.5 cm, color blanco, apertura floral 50-70 por ciento.
- Premium: diámetro de cabeza 18 - 20 cm, color blanco, apertura floral entre 80-90 por ciento.
- Jumbo: diámetro de cabeza 21 – 27.5 cm, color blanco, apertura floral 100 por ciento.
- Lime Green Antique: diámetro de cabeza superior a 28 cm, apertura floral 100 por ciento, color verde pálido envejecido.
- Pink: diámetro de cabeza superior a 28 cm, apertura floral 100 por ciento, color rosado pálido con presencia de puntos rojos.
- Antique: diámetro de cabeza superior a 28 cm, apertura floral 100 por ciento, color verde envejecido.
- Antique heritage: diámetro de cabeza superior a 28 cm, apertura floral 100 por ciento, color rojo (debido a puntos rojos) envejecido.
- Hulk antique: diámetro de cabeza superior a 28 cm, apertura floral 100 por ciento, color azul natural envejecido.

- Natural Green Antique: diámetro de cabeza superior a 28 cm, apertura floral 100 por ciento, color verde natural envejecido. Algunas veces dependiendo del cliente final también es denominada “mojito”.
- Natural green: color verde natural en cualquier porcentaje de apertura floral y cualquier diámetro pedido por el cliente.
- Blue o rose: color azul o color rosado (característica que se expresa dependiendo de pH del suelo), se maneja comercialmente con cualquier porcentaje de apertura floral y cualquier diámetro solicitado por el cliente. Otras variedades azules conocidas son choquette blue y bogotana.
- Purple: las variedades conocidas comercialmente como Purple tienen pétalos en colores que van desde el morado, pasando por lavanda y rosado.
- Lace cup: flores con pétalos o brácteas abiertas sólo alrededor de la cabeza, conocidas en ocasiones como gipso.

2.1.6.1. Situación de la hortensia en el Perú y el mundo

Existe poca información estadística de la dinámica del comercio de la hortensia en el Perú, se sabe que Huánuco – Chinchao es el principal productor de hortensias en el Perú. La Asociación el Paraíso de las Hortensias está conformada por aproximado 104 familias con una aproximado de 150 ha de hortensias. Se produce hortensias de color verde limón y blanco, que son comercializados en el mercado interno y exportados a Estados Unidos, Canada, Holanda y España. La producción de estas flores es todo el año (Luna 2017).

La Asociación el Paraíso de las Hortensias (Huánuco – Chinchao), en el 2014, generó ventas de por más de 2 millones soles. Donde el 55 por ciento de la producción se destinó al mercado local, mientras el resto se exporto (Gestión 2015). En el 2017 la Asociación pasó de exportar 90 mil tallos semanales a 90 mil tallos mensuales, debido a la baja competitividad de ofertar al mercado extranjero. Asimismo, el costo de producción por cada tallo era 40 centavos, y la venta 80 centavos de dólar, respectivamente (Luna 2017). Hoy en día se vende una flor a S/0.40 centavos en promedio

El Perú en el 2018 la exportación de flores en general, entre enero y agosto sumó 5 millones 546 000 dólares, monto superior en 4 por ciento respecto al mismo periodo del 2017 (5 millones 312 300 dólares). Las flores de Perú llegaron a un total de 11 destinos cuyo ranking

fue liderado por Estados Unidos (3 millones 690 000 dólares), Países Bajos (261 072 dólares), Canadá, Chile y Corea del Sur. Siendo las principales compañías exportadoras: Corporación Roots, Florisert, Exo Farms Huánuco, Flores de Villacuri, Agrícola Alto Valle, Ari de Choque Paula, Flores Pétalos y Flores de San Ramón (Ramos 2018).

Colombia es el segundo país exportador de flores en el mundo después de Holanda, de las 7 700 ha de flores sembradas en Colombia a la fecha, más de 1 500 están sembradas con hortensias. Colombia el 95 por ciento de flores que produce lo exporta a países como USA, Canadá y Japón. En el 2018 Colombia exporto flores por un monto de \$1 500 millones. El cultivo de flores en Colombia genera 14 empleos formales por hectárea. Las hortensias abarcan 1 500 ha de las 7 700 ha que hay sembradas de flores en Colombia, y se exporta esta especie hace 23 años de la región de Antioquia. Entre enero y noviembre del 2018 Colombia exporto hortensias por un monto de \$70.65 millones, siendo el principal destino USA (79.07 por ciento) y Holanda (32.94 por ciento). Colombia al año vende en promedio tres millones de tallos de hortensias y el costo de producción de un tallo es de 29 centavos de dólares (González 2019).

De acuerdo al ranking de demanda en el extranjero, las flores frescas más importantes son las Gypsophila, liatris, Ammi visnaga, las de género Aster, espuela de caballero, además de wax, ilusión, crisantemo, hortensia, gladiolo, astromelia, girasol y rosas (Ramos 2018).

2.2. SISTEMAS PRODUCCIÓN

El sistema de producción rural es la unidad espacial en la que se practica una actividad productiva agropecuaria, forestal y/o agroindustrial, regulada por un agente económico, quien toma las decisiones de acuerdo a un cierto grado de autonomía, aunque condicionado por el entorno socioeconómico, político y cultural. Y se presentan en lotes o fincas no continuas geográficamente, y existen a su vez diversas formas de tenencia y/o combinación de estas (Forero *et al.* 2002).

2.2.1. Agroecosistemas

Los agroecosistemas son predios de producción agrícola visto bajo el enfoque de ecosistema, este último lo define como “un sistema funcional de relaciones complementarias entre organismos vivos y su ambiente” (Flórez 2009).

Al igual que los ecosistemas naturales; los agroecosistemas poseen componentes bióticos (plantas, animales) y abióticos (clima, pendiente, etc.) que interactúan y son interdependientes. Y estos componentes generan procesos dentro del sistema (Gliessman 2002). Como el procesamiento de nutrientes y el flujo de energía; este último como la fijación de energía en la biomasa a través de la fotosíntesis y su posterior transferencia por los niveles tróficos. Mientras el procesamiento de nutrientes se refiere al ciclo de los nutrientes de formas orgánicas a inorgánicas y viceversa (Flórez 2009).

Para estudiar y explicar los fenómenos manifestados en algún componente del agroecosistema; se debe estudiar al sistema como un todo y tomar en cuenta las interacciones que estos presentan, incluyendo a la gente (valor cultural). Siendo esta la única forma de comprender los fenómenos y poder tomar decisiones que mejoren la producción (Altieri 2002; Hart 1985).

2.3. LA SUSTENTABILIDAD

El desarrollo sustentable es un término acuñado desde el informe de Brundtland de 1987, redactado por la ONU, por la Doctora Gro Harlem Brundtland. La frase que resume Desarrollo Sustentable en el informe es el siguiente: Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades, donde medio ambiente y desarrollo no deben estar separados (Larrouyet 2015; Poblete *et al.* 2018).

Los tres pilares que se relacionan en el Desarrollo Sustentable son la economía, el medio ambiente y la sociedad. La finalidad de su relación es que exista un desarrollo económico y social respetuoso con el medio ambiente. La sustentabilidad es un balance que debe comenzar por casa, desde nuestra relación puntual como individuos con el medio global (Larrouyet 2015).

La agricultura sustentable se fundamenta en la agroecología, y contempla procesos de transición, para cambiar de la agricultura altamente contaminante hacia otra que poco a poco se base más en principios ecológicos. El objetivo final de los investigadores que desarrollan y promueven técnicas de manejo orgánico o ecológico, es llegar a diseñar agroecosistemas con gran resistencia a plagas, buena capacidad de reciclaje y de retención de nutrientes, así como altos niveles de biodiversidad (Gliessman 1998).

La agricultura sustentable, tiene funciones ecológicas como la protección y restauración de suelos, la preservación de la calidad del agua, el mantenimiento de la biodiversidad y las especies nativas, o la regulación climática, entre otras; funciones sociales y culturales como la preservación de conocimientos campesinos o locales y la construcción de otros nuevos, la continuidad intergeneracional, la reproducción de la vida familiar y comunitaria, el fortalecimiento de los vínculos sociales, entre otros (Morales-Hernández 2018).

La sostenibilidad de fincas agrícolas desde un enfoque agroecológico se puede estimar la calidad del suelo y salud del cultivo, utilizando indicadores sencillos de emplear. Con base en la estimación de estos indicadores, el productor y el investigador pueden determinar el estado agroecológico de la plantación (Altieri y Nicholls 2002).

¿Desarrollo sustentable o sostenible?

Aunque normalmente se utiliza la expresión "desarrollo sustentable", también es frecuente usar el término "desarrollo sostenible", pues ambas expresiones significan lo mismo, siendo una y otra mejor o peor traducción del original en inglés Sustainable Development. El término sostenible o sustentable constituye la misma idea según el documento legal "Nuestro Futuro Común" que fue traducido en España y en esa versión se utiliza el término sostenible, y en México y otros países se adopta el término sustentable que se refiere a la misma definición de sostenible (Documentos creados por la ONU) (Larrouyet 2015).

Desarrollo sustentable y desarrollo sostenible, tienen el mismo origen y el mismo significado dentro de la economía, ecología y el desarrollo, pueden y se usan indistintamente para referirse al mantenimiento del desarrollo por sí mismo, gracias a que las condiciones sociales, económicas y ambientales se lo permiten (Poblete *et al.* 2018).

2.3.1. Indicadores de sustentabilidad

La metodología para evaluar sustentabilidad en la agricultura consiste en una serie de pasos que conducen a la obtención de un conjunto de indicadores adecuados para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas (Sarandón y Flores 2009).

¿Qué es un indicador?

Es una variable, seleccionada y cuantificada que permite ver una tendencia que de otra forma no es fácilmente detectable. Los buenos indicadores: brindan información importante y

esencial para el funcionamiento del sistema, son predictivos, son objetivos y son interpretados fácilmente y correctamente por cualquier observador.

Se debe desarrollar indicadores de la mejor manera posible para la evaluación de la sustentabilidad de los agroecosistemas. No existe un conjunto de indicadores universales que puedan ser utilizados para cualquier situación. Por lo tanto, estos deben construirse y adaptarse a la situación en análisis y ser adecuados para los objetivos propuestos (Sarandón *et al.* 2006).

2.3.2. Características y método de elaboración de indicadores

Debido a la complejidad propia de la sustentabilidad, los indicadores son una simplificación de la realidad. Esto implica perder cierto grado de información, pero ganar en claridad. Muchas veces, la suma de enormes cantidades de datos, o de censos extremadamente minuciosos, no sirve para saber la tendencia. Esto debe ser evitado. Se busca claridad, a costa de cantidad de información. Para el desarrollo de indicadores hay que tener presente algunas características que estos deberían reunir (Sarandón *et al.* 2006; Sarandón 2002):

- Estar estrechamente relacionados con los requisitos de la sustentabilidad;
- Ser adecuados al objetivo perseguido;
- Ser sensibles a un amplio rango de condiciones;
- Tener sensibilidad a los cambios en el tiempo;
- Presentar poca variabilidad natural durante el período de muestreo;
- Tener habilidad predictiva;
- Ser expresados en unidades equivalentes por medio de transformaciones; apropiadas. Escalas cualitativas;
- Ser de fácil recolección y uso y confiables;
- No ser sesgados (ser independientes del observador o recolector);
- Ser sencillos de interpretar y no ambiguos;
- Brindar la posibilidad de determinar valores umbrales;
- Ser robustos e integradores (brindar y sintetizar buena información);
- De características universales, pero adaptados a cada condición en particular.

En la elaboración de los indicadores; la metodología consiste en una serie de pasos que conducen a la obtención de un conjunto de indicadores adecuados para evaluar los puntos críticos de la sustentabilidad de los agroecosistemas. Se ha buscado que la misma sea sencilla, de bajo costo y que permita evaluar aquellos aspectos que comprometen el logro de la sustentabilidad de los sistemas agrícolas (Sarandón y Flores 2009). El uso de los indicadores debe permitir comprender perfectamente, sin ambigüedades, el objetivo a evaluarse (Sarandón 2002).

2.4. LA AGROECOLOGÍA

La agroecología es una disciplina científica que une los conocimientos tradicionales de agricultores, campesinos e indígenas con aportaciones del conocimiento científico moderno, para proponer formas sostenibles de gestión de recursos naturales, incorporando aspectos sociales como la comercialización justa para consumidores y productores, y aspectos ecológicos como el manejo de la biodiversidad (López y Llorente 2010). La agroecología no consiste solamente en el sistema productivo de la finca. Es un sistema directamente relacionado con la sostenibilidad productiva y el derecho a la alimentación (Do Nascimento *et al.* 2020). Para Cuéllar y Calle-Collado (2009) la agroecología es una aproximación a la producción agrícola, y al sistema agroalimentario en general, basándose en un enfoque participativo de desarrollo endógeno, en aras de lograr una sostenibilidad ecológica y también una democratización radical de quién decide cómo nos alimentamos. Según Altieri (1987) la agroecología analiza todos los procesos agrarios en sentido holístico, de tal forma que los ciclos minerales, las transformaciones de la energía, los procesos biológicos y las relaciones socioeconómicas sean investigados y analizados como un todo.

La agroecología entrega las pautas para un manejo cuidadoso de los agroecosistemas sin provocar daño innecesario o irreparable. Simultáneamente con el esfuerzo por combatir a las plagas, enfermedades o deficiencias del suelo, el agroecólogo lucha por devolver al agroecosistema su elasticidad y fuerza. En agroecología, la biodiversificación es la técnica principal para restaurar la autorregulación y a la sustentabilidad (Altieri *et al.* 1999). Existen estudios, que demuestran que los conocimientos de genética, suelo y fitopatología se pueden integrar para comprender por qué los cultivos abonados orgánicamente son más tolerantes a enfermedades fungosas que aquellos que han recibido fertilizantes químicos solubles bajo los métodos convencionales (Altieri y Nicholls 2003).

La producción sostenible se deriva del balance apropiado de suelo, cultivo, nutrientes, luz solar, humedad y de los sinergismos entre organismos existentes. El agroecosistema es productivo cuando este balance y las condiciones óptimas prevalecen y cuando las plantas cultivadas son resistentes para tolerar el estrés (Altieri 1994).

En la agroecología se propone aumentar la productividad sobre el terreno, reducir la pobreza rural, mejorar la nutrición de las familias campesinas y aumentar la resiliencia frente al cambio climático (De Schutter 2010).

2.4.1. Bases agroecológicas para producción agrícola sustentable

Los principios básicos para una agroecología sustentable son la conservación de los recursos renovables, la adaptación del cultivo al ambiente y el mantenimiento de un nivel alto, de productividad. El grado en que un agroecosistema aumenta su sustentabilidad dependerá básicamente de manejo agroecológico que conlleve a la optimización de los seis procesos siguientes (Altieri 1994):

- **Disponibilidad y flujo de nutrientes.** La productividad de un agroecosistema está directamente relacionada con la magnitud del flujo, movilización y conservación de nutrientes, lo que, a su vez, depende de suministro continuo de materia orgánica y la promoción de la actividad y diversidad biológica en el suelo.
- **Protección y conservación de la superficie del suelo.** El manejo de la cubierta vegetal mediante el uso de “mulch”, practica de cero labranzas, cobertura viva, etc., que minimizan la erosión, son prácticas para la conservación del suelo y del agua. La cubierta protectora debe además proteger el suelo de la oxidación u otro deterioro químico. El deterioro físico, debido a la compactación y pérdida de estructura producto de las precipitaciones, puede ser igualmente desastroso reduciendo el potencial productivo. La cobertura permanente o la cubierta con residuos de cultivos provenientes de sistemas manejados apropiadamente, es crucial para mantener el potencial productivo.
- **Utilización eficiente de los recursos de agua, luz y suelos.** Es importante reducir al mínimo las pérdidas debidas a los flujos de radiación solar, aire y agua, a través de manejo de microclima, de la humedad y del control de la erosión.

- **Mantenimiento de un nivel alto de fitomasa total y residual.** Con el fin de sostener la biología del suelo y la productividad animal y vegetal es de vital importancia mantener una fitomasa residual alta como fuente de carbono, que aporte energía y facilite la retención de nutrientes. Esto se logra adicionando materia orgánica, con el uso de leguminosas, la integración animal, y removiendo en la cosecha una porción pequeña de nutrientes en relación a la fitomasa total.
- **Explotación de la adaptabilidad y complementariedad en el uso de recursos genéticos animales y vegetales.** Esto implica la utilización de variedades y razas autóctonas y rústicas adaptadas a la heterogeneidad ambiental existente y que responda a un manejo bajo insumos.
- **Preservación e integridad de la biodiversidad.** La eficiencia del reciclaje de nutrientes y la estabilidad frente al ataque de plagas al sistema, depende de la cantidad y tipo de biodiversidad presente, así como también a su organización espacial y temporal (diversidad estructural), y en especial, de sus interacciones y sinergismo (diversidad funcional). Los agroecosistemas tradicionales, especialmente aquellos en ambientes marginales, poseen a menudo una estabilidad y una elasticidad importante, como resultado del alto nivel de diversidad estructural y funcional que se deriva del uso de policultivos, sistemas agroecológicos y sistemas mixtos cultivo-animales.

2.4.2. La agricultura frente al cambio climático

La agricultura es una de las actividades que más será afectada por el cambio climático, debido a los impactos de las altas temperaturas, sequías y tormentas que se anticipan sobre la producción vegetal y animal (IPCC 2014). Los campesinos están expuestos a los impactos del cambio climático y son vulnerables, muchas comunidades están activamente respondiendo al clima cambiante y han demostrado innovación y resiliencia, utilizando una diversidad de estrategias para enfrentar las sequías, inundaciones, huracanes, etc. A pesar de estas evidencias, la conclusión prevalente es que la agricultura campesina es particularmente susceptible por su condición de marginalidad y que, aunque los campesinos tengan experiencia en lidiar con la variabilidad climática, sus estrategias tradicionales para enfrentarla no serán suficientes para soportar y resistir la severidad de la variabilidad que se predice (Nicholls y Altieri 2019). Asimismo, la agricultura industrial que ocupa el 70-80 por ciento de los 1 500 millones de hectáreas de la tierra arable global (que consume 80 por

ciento del petróleo, 80 por ciento del agua y genera entre el 20-30 por ciento de los gases de efecto invernadero) y que solo produce el 30 por ciento de los alimentos para humanos, es la más susceptible a la variabilidad climática (ETC 2017).

La resiliencia se refiere al proceso de, capacidad para, o resultado de una adaptación exitosa a pesar de circunstancias desafiantes o amenazantes (Masten *et al.* 1990).

Se espera que las emisiones de gases de efecto invernadero aumenten las concentraciones de CO₂ hasta en un 57 por ciento para el año 2050 (Fuhrer 2003). Las evaluaciones del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) indican que el incremento de CO₂ y de gases de efecto invernadero asociados podría causar un aumento de 1.4 a 5.8 °C en las temperaturas superficiales globales, con las consecuencias subsiguientes sobre la frecuencia y cantidad de las precipitaciones. Los cambios inducidos por el clima en cuanto a las dinámicas de población de plagas de insectos, patógenos y malezas incrementarían su invasividad de los efectos mencionados (Nicholls *et al.* 2015).

No menos del 80 % de los 1 500 millones de hectáreas de tierras cultivables está dedicada al monocultivo (Vigouroux *et al.* 2011). Muchos científicos han sostenido que la reducción drástica de la diversidad de plantas cultivadas ha puesto a la producción de alimentos del mundo en mayor peligro (por la baja diversidad genética), afirmando que la homogeneidad ecológica en la agricultura está estrechamente ligada a las invasiones y brotes de plagas. Para enfrentar el cambio climático requiere fortalecer la resiliencia de los agricultores y las comunidades rurales y ayudarles a adaptarse a los efectos del cambio climático. La clave para adaptación es sugerir nuevos diseños y manejos de los agroecosistemas que incrementen la resiliencia (Altieri y Nicholls 2004).

- **Construyendo resiliencia**

Desde el enfoque de sistemas, la resiliencia se define como la capacidad de un sistema socio-ecológico para absorber perturbaciones conservando su estructura organizacional y su productividad. En síntesis, es la capacidad de un sistema de auto-organizarse y su habilidad para adaptarse al estrés y al cambio después de una perturbación (Cabell y Oelofse 2012). Por lo tanto, un agroecosistema “resiliente” debería ser capaz de continuar la producción de alimentos al enfrentarse a una sequía severa o al exceso de lluvias. Por el contrario, la vulnerabilidad puede ser definida como la posibilidad de que un agroecosistema pierda

biodiversidad, el suelo, el agua o la productividad al enfrentarse a una perturbación o choque externo (Folke 2006). En Tabla 1, se presenta las actividades potenciales de manera holística para incrementar la resiliencia de un agroecosistema.

Tabla 1: Estrategia para incrementar resiliencia a nivel de paisaje

Actividades potenciales como estrategia para incrementar resiliencia a nivel de paisaje	
Resultados esperados a nivel de paisaje	Actividades recomendadas para obtener resultados
Manutención e incremento de la biodiversidad y servicios ecosistémicos	a) Restauración de bosques; b) Conservación de suelos y sistemas mejorados de manejo de agua; c) Restauración de humedales; d) Remoción de especies invasoras; e) Sistemas de pequeña escala de recarga de acuíferos
Más sistemas sostenibles de producción y mayor seguridad alimentaria	a) Diversificación de paisajes (agroforestaría); b) Diversificación de sistemas de producción (mayor diversidad de cultivos e integración de cultivos, animales y arboles); c) Sistemas agroecológicos de bajo insumo; d) Establecimiento de bancos de semillas comunitarios
Sistemas de vida sustentables; mayores ingresos familiares	a) Actividades que promueven acceso a mercados amigables a la biodiversidad; b) Actividades que promueven ecoturismo que genera ingresos a las comunidades locales; c) Actividades que diversifican los modos de vida aumentando y proveyendo alternativas viables a la agricultura de subsistencia
Mejor gobernanza a nivel del paisaje o territorios	a) Actividades que promueven sistemas de gobernanza participativa para tomar decisiones e implementar estrategias a nivel de paisaje; b) Fortalecer las organizaciones de base y ONGs para un mejor manejo y gobernanza del paisaje; c) Promoción de redes para acciones colectivas, aprendizaje y comercio; d) Establecimiento de lazos colaborativos con agencias gubernamentales de gobierno, municipalidades, instituciones académicas y el sector privado.

Fuente: Nicholls *et al.* (2015).

Los sistemas diversificados mejoran la fertilidad del suelo, reducen incidencia de plagas y enfermedades, suprimen malezas, y mejoran la eficiencia del sistema, lo que a su vez reduce los riesgos y costos de producción y permite que los agroecosistemas puedan adaptarse a los efectos del cambio climático (Makate *et al.* 2016). En los agrosistemas, el nivel existente de biodiversidad marcará la diferencia entre que el sistema se estrese o sea resiliente al enfrentarse a perturbaciones bióticas o abióticas (Altieri y Nicholls 2004).

Los agroecólogos sostienen que una estrategia clave para el diseño de una agricultura sostenible es restaurar la diversidad de las parcelas agrícolas y los paisajes circundantes (Altieri y Nicholls 2004). La diversificación se propone de muchas maneras: introduciendo

variedad genética y aumentando la diversidad de especies como en los policultivos, y en diferentes escalas a nivel de parcelas y paisajes como en el caso de los sistemas silvopastoriles (Nicholls y Altieri 2019).

Las prácticas de diversificación deben ir acompañadas con adiciones abundantes de materia orgánica, para crear suelos fértiles para agricultura. La materia orgánica es clave para la resiliencia, pues esta aumenta la capacidad de retención de agua del suelo incrementando la tolerancia de los cultivos a las sequías. La materia orgánica también incrementa el nivel de infiltración para disminuir la escorrentía. La materia orgánica mejora la agregación del suelo superficial sosteniendo firmemente las partículas de tierra durante las lluvias. Los suelos orgánicamente ricos suelen contener altas poblaciones microbianas que influyen en el crecimiento de las plantas y la relación entre plantas, suelo y agua (Magdoff y Weil 2004).

2.5. CARACTERIZACIÓN AGROECOLÓGICA RÁPIDO

La Dra. Clara Nicholls y el Dr. Miguel Altieri de la Universidad de California-Berkeley desarrollaron el “Sistema agroecológico rápido de evaluación de calidad del suelo y salud del cultivo” en agroecosistemas de café en Costa Rica como respuesta a los desafíos que afrontan los agricultores, extensionistas e investigadores por saber cuándo un agroecosistema es saludable, o en qué estado de salud se encuentra. En la Tabla 2 se presenta las características generales de esta metodología de evaluación rápida.

El objeto de la metodología es poder utilizar indicadores sencillos de calidad de suelos y salud del cultivo para poder tomarle "*el pulso ecológico*" a un agroecosistema de manera periódica, con la participación de los productores, especialmente durante el proceso de conversión de sistemas agrícolas convencionales hacia unos más sostenibles mediante la incorporación del manejo agroecológico (Pérez 2012). Las características fundamentales de esta metodología rápida es la congruencia de los indicadores para el análisis y su bajo nivel de inversión. En general esta metodología se caracteriza por (Altieri y Nicholls 2002):

- Ser relativamente certeros y fácil de interpretar;
- Ser suficientemente sensitivos para reflejar cambios ambientales y el impacto de prácticas de manejo sobre el suelo y el cultivo;
- Ser capaces de integrar propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo;

- Poder relacionarse con procesos del ecosistema, como por ejemplo capturar la relación entre diversidad vegetal y estabilidad de poblaciones de plagas y enfermedades.

Tabla 2: Características generales del sistema agroecológico rápido.

Características	Variables	Sistema agroecológico rápido
Tipo de evaluación (dimensiones de la sostenibilidad)	-Integral: (todas las dimensiones de la sostenibilidad). -Parcial: (no todas las dimensiones de la sostenibilidad)	Parcial: Evalúa la dimensión ambiental y dentro de ella directamente el componente edáfico y el de cultivo.
Utilización de recursos	-Rápida: requiere poco tiempo (días), compromete pocos técnicos especializados, no requiere de equipos o servicios especializados. - No rápida: requiere más tiempo (meses, años), acompañamiento al personal técnico, servicios especializados y los resultados generalmente no se obtienen rápidamente.	Rápida: dependiendo de factores de planificación, tamaño del grupo de trabajo, tamaño del predio, se estima que se puede evaluar y presentar los resultados de una finca en el lapso de uno a dos días.
Unidad de análisis (lote, predio, paisaje)	-Lote, predio: se estudia de manera individual partes de una finca o una finca completa, teniendo en cuenta la homogeneidad mínima. -Paisaje: se evalúa el agroecosistema a nivel de paisaje, una de las unidades más comunes es la cuenca hidrográfica.	-Lote o predio: se tiene en cuenta cierto nivel de homogeneidad para poder comparar lotes o fincas con manejos similares en contextos geográficos parecidos, para el uso del mismo grupo de indicadores.
Nivel de participación de los productores	-Alta: los productores aportan elementos fundamentales en la aplicación metodología y adaptarlas sin presencia de técnicos. -Baja: los productores no aportan elementos a la metodología, y no pueden replicarla sin la ayuda técnica. -Media: los productores participan en algunas de las actividades.	-Alta: los productores participan activamente en la selección de los indicadores, la evaluación en campo, presentación de resultados y formulación de alternativas.
Rangos y clases de medición de indicadores	-Sistema preestablecido: la metodología tiene preestablecido el número de rangos y clases. -Sistema abierto: se pueden crear distinto número de rangos y clases	Preestablecido: tiene un rango lineal de 1 a 10 y tres a más clases de evaluación de las variables de calidad.
Análisis e integración de resultados	-Valoración directa: la medición cualitativa o cuantitativa de los indicadores no sufre modificación alguna. -Valoración indirecta: las mediciones cualitativas o cuantitativas de los indicadores, se integran mediante, reclasificaciones, índices o análisis multicriterio.	Valoración directa: los valores asignados en el rango de 1 a 10 es el que se presenta en los resultados.

Fuente: Adaptado de Pérez (2012).

2.5.1. Calidad del suelo

La calidad del suelo radica en su capacidad de funcionar dentro de los límites ecosistémicos para sostener la productividad biológica, manteniendo o mejorando la calidad del medio ambiente y promoviendo la salud de las plantas, animales y del hombre (Doran *et al.* 1994).

a. Estructura

La estructura del suelo es el arreglo y organización de las partículas en el suelo (Tabla 3). Está fuertemente afectada por cambios en el clima, la actividad biológica, y las prácticas de manejo. La estructura del suelo afecta la retención y transmisión de agua y aire en el suelo, así como las propiedades mecánicas del suelo. La observación y descripción de la estructura del suelo en el campo es subjetiva y cualitativa (USDA 1999).

Las plantas necesitan buenas condiciones dentro del perfil del suelo para que sus raíces puedan profundizar y explorar el mayor volumen posible, en búsqueda de nutrientes, oxígeno y agua. Igualmente, la estructura es determinante en varios procesos como el de la evolución de la materia orgánica, la dinámica hídrica, el flujo de aire y el desarrollo de otros organismos distintos a las plantas (Pérez 2012).

Tabla 3: Tipos y clases por tamaño de la estructura del suelo.

Tipos generales de la estructura del suelo				
Clase por tamaño	Laminar (mm)	Prismática y columnar (mm)	Bloques (mm)	Granular (mm)
Muy fina	< 1	< 10	< 5	< 1
Fina	1 – 2	10 – 20	5 – 10	1 – 2
Media	2 – 5	20 – 50	10 – 20	2 – 5
Grande	5 – 10	50 – 100	20 – 50	5 – 10
Muy grande	> 10	> 100	> 50	> 10

Fuente: Adaptado por Pérez (2010) de USDA (1999).

b. Infiltración

La capacidad de infiltración en el suelo está determinada por muchos factores naturales y otros debidos al manejo agrícola. Los factores naturales son: la textura, la estructura, el contenido de materia orgánica, el contenido de humedad, el grado de compactación, la pendiente y la cobertura del suelo. Los factores de manejo que afectan la velocidad de infiltración son: el laboreo del suelo, forma del cultivo (surcos, camas, melgas, otros), densidad del cultivo, entre otros más (Pérez 2010).

La labranza afecta la velocidad de infiltración. Inmediatamente después de la labranza se manifiesta una mejor infiltración, debido al aflojamiento de costras superficiales. Sin embargo, la labranza a su vez rompe agregados y deteriora la estructura del suelo creando el potencial para el desarrollo de compactación, encostramiento superficial y pérdida de poros

continuos conectados con la superficie. Suelos compactados poseen menos espacio poroso, en efecto menores velocidades de infiltración (USDA 1999).

La estimación de la velocidad de infiltración, es de gran importancia, dado que permiten cuantificar la escorrentía, la erosión, disponibilidad de sedimentos, definir la operación de sistemas de riego y estudiar los efectos de diferentes prácticas de uso de suelos (Machiwal *et al.* 2006; Grego y Vieira 2005; Souza *et al.* 2004).

c. Profundidad del suelo

La profundidad efectiva del suelo es considerada como la espesura del suelo, con presencia de raíces y la actividad biológica (FAO 2018). El suelo superficial es importante para el almacenamiento del agua, contenido de materia orgánica y la provisión de nutrientes para las plantas. Mediciones de la profundidad del horizonte superficial a lo largo del tiempo brindan una buena estimación de la pérdida del suelo (erosión) (USDA 1999). En la Figura 1 se observa que el suelo superficial está conformado por el horizonte O y A del suelo.

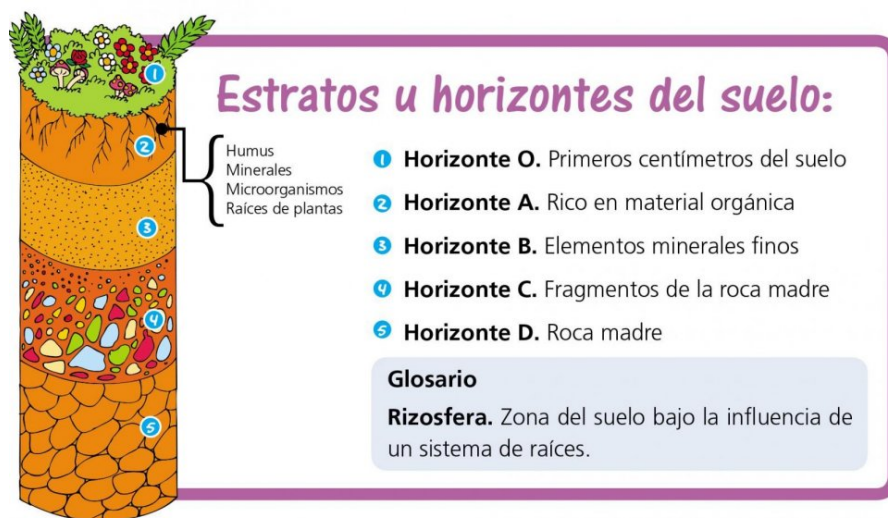


Figura 1. Horizontes del suelo

Fuente: Ortega (2016).

Más del 60 por ciento de los suelos no inundables de la Amazonia peruana son los Ultisoles. Estos suelos son de una fertilidad muy baja con problemas de toxicidad de aluminio conforme se profundiza. Solo la capa superficial de 0-5 cm tiene un mayor contenido de materia orgánica y aquí están concentrados la mayoría de nutrientes. La profundidad de esta

capa orgánica es un indicador inicial de la calidad de estos suelos para una agricultura sostenible (Alegre s.f.).

d. Estado de residuos superficial

Dentro de los primeros 5 cm de profundidad del suelo. Se evalúa el olor, origen y tamaño de las partículas de los residuos orgánicos, teniendo en cuenta la época de su posible deposición, para evidenciar la dinámica del suelo en la descomposición y aportación de materia orgánica (Pérez 2012).

e. Materia orgánica y retención de humedad

La continúa adición de residuos de cosecha, compost y el uso de cultivos de cobertura o abonos verdes incrementan el contenido de materia orgánica en el suelo, lo que a su vez incrementa la capacidad de almacenamiento de agua, mejorando la resistencia de cultivos a la sequía. En general la materia orgánica mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. El suelo, por cada 1 por ciento de incremento de materia orgánica, almacena hasta 1.5 litro de agua por 1 m². Se reportan que el incremento de materia orgánica de 0.5 por ciento a 3.0 por ciento duplica la cantidad de agua disponible para los cultivos (Magdoff y Van Es 2000).

La incorporación de materia orgánica al suelo de manera permanente mejora la calidad del suelo. Es de mayor importancia para la resiliencia que la materia orgánica en suelo mejore la capacidad de retención de agua del suelo incrementándose la tolerancia de los cultivos a la sequías y que incremente el nivel de infiltración evitando que las partículas del suelo sean transportadas por el agua durante las lluvias intensas (Magdoff y Weil 2004).

f. Cobertura de suelo

Un estudio realizado en Centro América encontró que prácticas agroecológicas como cultivos de cobertura y mulching pueden incrementar el almacenamiento de agua en el suelo entre un 3 – 15 por ciento. La conservación de agua en el perfil del suelo, hace que los nutrientes estén disponibles de manera inmediata en sincronía con los períodos de mayor absorción de los cultivos (Buckles *et al.* 1998). La producción de cultivos bajo el sistema de labranza cero o mínima (cultivos perenes) tienen efectos significativos sobre la conservación del suelo y la mejora potencial de la humedad (Altieri *et al.* 2011).

La cobertura protege al suelo de la erosión y el desecamiento, a la vez que incrementar los niveles de humedad del suelo y la circulación del agua, es una estrategia fundamental para aumentar la resiliencia de los agroecosistemas. Los mantillos de cultivos de cobertura y los abonos verdes tienen un gran potencial agroecológico puesto que estas prácticas conservan el suelo, mejoran su biología, estabilizan e incrementan el rendimiento de los cultivos y la conservación del agua (Buckles *et al.* 1998; Nicholls *et al.* 2015).

g. Erosión

Las distintas prácticas de manejo de suelos, determinan que los factores erosivos como la lluvia, el viento, el agua de escorrentía, realicen un mayor o menor daño sobre la superficie de los suelos. La erosión se evalúa de manera cualitativa, observando la totalidad de la zona de muestreo, determinando en ella el tipo de erosión (cárcavas, canales, laminar), el porcentaje del área afectada y el porcentaje del horizonte A que se ha perdido. Para este indicador es útil contar una línea base de muestreo, que sería una zona natural cercana del predio, para poder hacer la comparación, en especial el horizonte A (Pérez 2010).

La causa más importante de la agricultura migratoria en la amazonia peruana es debido a la erosión hídrica de sus suelos, el trópico peruano tiene los suelos menos fértiles; el 82 por ciento de sus suelos son Ultisoles (Perú) infértiles y ácidos (UN National Research Council 1982). El 90 por ciento de los suelos tienen deficiencia de fósforo y el 73 por ciento padecen de toxicidad por aluminio. Solo 6 por ciento del área de esa región no presenta limitaciones mayores (Cochrane & Sánchez 1982). En su conjunto, estos suelos tienen las siguientes limitaciones químicas: alta acidez, toxicidad por aluminio, deficiencia de fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, zinc y de otros micronutrientes, y baja capacidad de intercambio catiónico, lo que también indica alta lixiviabilidad. Además, los que tienen capa superficial arcillosa tienen una alta capacidad de inmovilizar fósforo (Sánchez 1976).

En el Perú, el proceso de la agricultura migratoria en las regiones tropicales húmedas, se da así: el agricultor se introduce en el bosque y primero elimina la vegetación de sotobosque; luego tala los árboles, dejando sólo los más grandes, y apenas el material cortado se seca origina una combustión que suele ser sólo parcial. Hace cultivos anuales durante dos, o tres años, casi sin preparar el suelo. Al disminuir la cosecha abandona el campo, que se recubre de vegetación herbácea y luego arbustiva y arbórea, que es interrumpida nuevamente por un rozo y quema cuando el mismo u otro agricultor considera que la fertilidad se ha restaurado

a nivel suficiente como para hacer un nuevo período de cultivo. El lapso de barbecho puede variar de menos de 5 años hasta 20 o más (Dourojeanni 2016).

Realizando prácticas agronómicas y fertilización adecuadas, una parte significativa de los Oxisoles y Ultisoles amazónicos pueden producir cosechas agrícolas en forma sostenida y económicamente rentable (Sánchez *et al.* 1982).

h. Actividad biológica

Las lombrices señalan de manera indirecta la baja o alta aplicación de agroquímicos y uso de fertilizantes de síntesis química, ya que las lombrices son muy sensibles a estas sustancias. Su función en el suelo es la de consumir materia orgánica fresca, mezclar el suelo, aumentar la porosidad, aumentar la disponibilidad de nutrientes luego de su digestión y formación de humus (Pérez 2010).

Las poblaciones de lombrices pueden variar con las características del sitio y condiciones del suelo. Las poblaciones son altamente variables en espacio y tiempo, y el rango puede abarcar desde menos de 10 a más de 10 000 individuos por metro cuadrado (Curry 1998).

Las lombrices mejoran la calidad del suelo, aumenta la actividad microbiana, incrementan la disponibilidad de nutrientes, aceleran la transformación de la materia orgánica, activan procesos de mineralización como los de humificación, mejoran las condiciones físicas del suelo, tales como agregación y porosidad, y suprimen ciertos organismos nocivos (Edwards *et al.* 1995; USDA 1999).

Un suelo orgánico bien manejado contiene altas poblaciones de bacterias, hongos y actinomicetos. Se han reportado poblaciones bacterianas muy por encima de 5 millones de individuos por gramo de suelo seco, que ayudan a descomponer residuos y a hacer disponible los nutrientes. Entre los hongos, la presencia de micorrizas (VAM) que colonizan las raíces de muchos cultivos, es clave ya que estas incrementan la eficiencia del uso del agua lo que ayuda a los cultivos bajo condiciones de stress hídrico (Augé 2001).

2.5.2. Salud del cultivo

Los indicadores de salud del cultivo se refieren a la apariencia del cultivo, el nivel de incidencia de enfermedades, la tolerancia del cultivo a estrés (sequía u otro factor) y a malezas, crecimiento del cultivo y raíces, así como rendimiento potencial (Pérez 2010).

a. Apariencia del cultivo

La apariencia del cultivo y en especial el color del follaje, se relaciona con la condición nutricional o fisiológica general. Los factores que pueden afectar la apariencia del cultivo, pueden ser: condiciones químicas de los suelos, falta o desbalance de nutrientes, condiciones climáticas adversas, problemas de drenaje, toxicidad por sustancias aplicadas tanto de origen químico como natural (Pérez 2010).

b. Crecimiento del cultivo

La forma en la cual se desarrolla el cultivo puede señalar distintos problemas relacionados con el manejo o condiciones adversas de origen natural. Este indicador se evalúa cualitativamente mediante la observación del estado de crecimiento del cultivo en la zona de muestreo, comparando con el patrón normal de crecimiento esperado en la zona o contextos agroecológicos semejantes (Pérez 2010).

c. Tolerancia a estrés (sequías, lluvias intensas, plagas, etc.)

Este indicador hace referencia a la capacidad del agroecosistema de soportar y recuperarse luego de la ocurrencia de un factor de estrés. Se consideran como factor de estrés los fenómenos naturales o culturales que ocurren de manera inusual muy marcada, tal como: épocas de sequía extrema, épocas de lluvias intensas, fuego, calor o frío extremo, desnutrición. Este indicador se evalúa de manera cualitativa y se basa en la información y conocimiento del agricultor que tienen del agroecosistema de años anteriores (Pérez 2010).

d. Control de incidencia de plagas

La forma en que se maneja el agroecosistema y su relación con los agroecosistemas y ecosistemas circundantes, determina una mayor o menor incidencia de las plagas. Este nivel de incidencia comprende variables, como: susceptibilidad genética de las plantas, condiciones ambientales, densidad y arreglo de los cultivos, las condiciones nutricionales, presencia y condiciones para el control biológico, aplicación de sustancias para la prevención y el control, entre otras más. Este indicador se evalúa de manera cualitativa, a partir de la

observación de todo el cultivo dentro de la zona de muestreo, estimando el porcentaje de daño por las plagas, considerando la severidad limitante para las plantas (Pérez 2010).

e. Control del porcentaje de arvenses

La presencia de las arvenses puede ejercer beneficios o competencia sobre los cultivos de interés en los agroecosistemas. Como beneficios, las arvenses pueden servir de refugio de fauna benéfica, fijación de nitrógeno, protección del suelo, aporte de residuos orgánicos, efectos alelopáticos positivos, entre otros. Como competencia se puede presentar, disminución de acceso a la luz, competencia por nutrientes y agua en el suelo, efectos alelopáticos negativos, refugio de plagas y enfermedades. Este indicador se valora de manera cualitativa, especialmente a partir de la información de los productores (Pérez 2010).

f. Rendimiento

El rendimiento de los cultivos hace referencia a los productos que salen de los predios del cultivo. Dado que el potencial de producción involucra tantas variables, es necesario conocer el comportamiento de los rendimientos locales o regionales para poder contar con un punto de referencia. A partir de conocer el rendimiento promedio en la zona, se compara con los rendimientos obtenidos en las fincas evaluadas, para finalmente expresarse en forma proporcional (Pérez 2010).

g. Diversidad genética

Este indicador se refiere a la diversidad genética dentro de cada una de las especies cultivadas, de manera que se tiene como deseable tener más de una variedad de cada especie. Se evalúa el número de variedades por cada cultivo y el porcentaje de participación de cada variedad en el conjunto del cultivo (Pérez 2010).

h. Diversidad vegetal

La biodiversidad incrementa la función de los ecosistemas porque diferentes especies o genotipos realizan funciones ligeramente diferentes y por lo tanto tienen diferentes nichos (Vandermeer *et al.* 1998). Una mayor diversidad de especies en los sistemas agrícolas funciona como un amortiguador, al incrementar la capacidad de compensación de los agroecosistemas, ya que, si falla una de las especies, otras pueden desempeñar su función, lo que conduce a respuestas comunitarias agregadas de balance del ecosistema (Lin 2011).

Un estudio de agroecosistemas que abarco comunidades de Nicaragua, Honduras y Guatemala, demostró que sistemas agrícolas diversificación tales como cultivos de cobertura, cultivos intercalados y agroforestería sufren menos daños de plagas frente a monocultivos convencionales. Demostrándose que las parcelas diversificadas tenían de 20 a 40 por ciento más tierra vegetal, más humedad en el suelo y menos erosión (Holt-Gimenez 2002).

i. Vegetación natural en el agroecosistema

El área y la forma de la ocupación de las áreas naturales dentro de los agroecosistemas, permiten que los cultivos se beneficien de manera directa por distintos procesos que ocurren en dichas áreas. Entre estos beneficios identificados son: refugio y fuente de alimento temporal o permanente para distintos organismos; permite la movilidad de insectos, aves, y otros organismos, entre las zonas naturales y las cultivadas; protección contra inclemencias ambientales; barrera biológica contra la diseminación de plagas; barrera contra la erosión; captación y reciclaje de nutrientes entre otras (Pérez 2010).

j. Sistema de manejo

El sistema de manejo se refiere a las prácticas y especialmente a las sustancias de control de plagas y enfermedades que afectan a los cultivos, como también a las fuentes de fertilización. Según las sustancias utilizadas, los agroecosistemas se ven afectados por su toxicidad, deteriorando significativamente su funcionamiento natural (Pérez 2010).

Este indicador evalúa el tipo de insumo (orgánico, no orgánico), el porcentaje entre el total de los insumos utilizados diferenciando entre abonos y pesticidas, y su origen (comprado fuera de la finca, elaborado en la finca) (Pérez 2010).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La investigación se realizó en fincas con cultivo de hortensias (*Hydrangea macrophylla*), en el distrito de Chinchao de la provincia y departamento de Huánuco – Perú, con las siguientes características geográficas:

Coordenadas geográficas, entre los	: 09° 43' 38" (Latitud Sur)
	76° 06' 24" (Latitud Oeste)
Altitud	: 2000 - 2700 msnm.
Temperatura media anual	: 15 °C
Precipitación media anual	: 2348 mm
Humedad relativa media	: 88.7 por ciento

La unidad geográfica del área de estudio comprende un ecosistema boscoso considerado como “*Bosque Húmedo – Montano*” que se desarrolla en la Cordillera Oriental de los Andes del Perú (Quispesivana 1996). Se caracteriza por presentar una superficie de crestas escarpadas (Salinas 2005), con pendientes de: moderadamente empinadas (15 – 25 por ciento), empinadas (15 – 50 por ciento) y en algunos lugares muy empinadas (50 – 75 por ciento). El clima está caracterizado por estar expuesto a lluvias intensas durante la estación húmeda y lluvias moderadas con presencia de neblina durante casi todo el año. La temperatura media es de 15 °C, llegando en la noche has los 7 °C.

La geología del ecosistema de Carpish está conformada principalmente por rocas sedimentarias como areniscas, barros petrificados (shales), margas calizas, pizarras, calcitas y dolomitas (Corbera 1990). Young & León (1999) dicen que el área de estudio, es compleja, con plutonio y granito no diferenciado del Paleozoico y Mesozoico, y sedimentos del Triásico y Cretácico.

El suelo es de tipo zonal que refleja la acción directa del clima y la vegetación, está representado por dos formaciones edáficas: latosol húmico y latosol sub-húmico. Su uso como suelos agrícolas, se presta para explotación de carácter peramente, no resistiendo cultivos intensivos debido a su bajo grado de fertilidad natural (Peñaherrera 1969).

Biodiversidad; es la zona donde se ha registrado uno de los picos más altos de endemismo en aves (Youn y León 1999) y mamíferos (Pacheco 2002). Su riqueza florística ha sido destacada desde la primera exploración al Alto Huallaga (Ferreyra 1950).

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La metodología de la investigación midió la sostenibilidad ecológica de las fincas de hortensias (*H. macrophylla*), mediante el análisis “*Multicriterio*” desde un enfoque cuantitativo y cualitativo de tipo descriptivo y explicativo, aplicando indicadores, basado en la evaluación rápido de la sostenibilidad agroecológica de la calidad de suelo y salud de cultivo, propuesto por Altieri y Nicholls (2002) y Pérez (2010). Fue una evaluación puntual “*Ad hoc*” de fincas con *H. macrophylla* como parte de sostenibilidad agroecológica.

El análisis multicriterio establece indicadores que señalan la satisfacción de cada objetivo planteado (Longo y Tomasini 1996). A través de estas metodologías se realiza un análisis de la realidad teniendo en cuenta varios objetivos a la vez, encontrando alternativas satisfactorias desde distintos puntos de vista (Evia y Sarandón 2002).

La generación de información para las unidades de análisis, se realizó mediante un manual tipo encuesta estructurada, de descripción, de análisis y de interpretación, con visita *in situ* a las fincas. La caracterización permitió identificar fincas con *H. macrophylla* prevalentes desde un enfoque agroecológico basadas en la calidad del suelo y salud de cultivo.

El objetivo de la metodología es poder utilizar indicadores sencillos de calidad del suelo y salud del cultivo para poder tomarle el “*pulso*” al agroecosistema de manera periódica, con participación de los productores (Pérez 2010).

También se evaluó aspectos sociales, económicos y ambientales del productor *H. macrophylla* usando variables cualitativas y cuantitativas.

3.2.1. Principios básicos de los indicadores agroecológicos empleados

Una característica fundamental en las metodologías rápidas, es la congruencia de los indicadores respecto a este tipo de análisis de bajo nivel de inversión. Entre las principales características se citan las siguientes (Altieri y Nicholls 2002):

- Ser suficientemente sensitivos para reflejar cambios ambientales y el impacto de prácticas de manejo sobre el suelo y el cultivo.
- Ser capaces de integrar propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.
- Poder relacionarse con procesos del ecosistema, como por ejemplo capturar la relación entre diversidad vegetal y estabilidad de poblaciones de plagas y enfermedades.

En efecto la metodología empleada diagnostico la calidad de suelo y salud de cultivo y el grado ecológico de las fincas de *H. macrophylla* en Huánuco – Perú, donde:

- Los indicadores utilizados fueron seleccionados porque son económicos, fáciles y prácticos de utilizar por los agricultores.
- Los indicadores usados son precisos y fáciles de interpretarse, sensitivos a los cambios ambientales y al impacto de las prácticas de manejo sobre el suelo y el cultivo. Además, son componentes claves para la resiliencia del agroecosistema.

3.2.2. Consideraciones y clases descriptivas de los indicadores empleados

Adaptado de Altieri y Nicholls (2002) y Pérez (2010): cada indicador se construyó; a partir de la combinación de uno o varios diagnósticos que se agruparon según su posible valor, que conformar una clase descriptiva. A manera de ejemplo en la Tabla 4 se presenta al indicador “Apariencia del Cultivo” del componente salud de cultivo.

La escala de valoración de los indicadores estuvo en un rango de uno a diez (1 – 10), por lo cual en la evaluación del indicador se asignó el rango respectivo a cada una de las clases descriptivas seleccionadas, de dicho indicador. Luego se hizo la calificación final del indicador, de acuerdo a los cálculos de los criterios de diagnósticos y se identificó a qué clase descriptiva corresponde, y se escogió un número dentro del rango asignado a dicha clase. Este número es el que se consignó como el "Valor en Campo" (Tabla 4).

Tabla 4: Estrategia de evaluación de los indicadores.

Criterios de diagnóstico		Nombre de indicador	
Apariencia de cultivo Clase descriptiva		Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Más del 50% del cultivo presenta clorosis generalizada y/u otro síntoma severo de deficiencia o desbalance nutricional		1 – 3	
Entre un 20 al 50% del cultivo presenta clorosis generalizada y/u otro síntoma severo de deficiencia o desbalance nutricional		3 – 5	
Entre un 1 al 20% del cultivo presenta clorosis generalizada y/u otro síntoma severo de deficiencia o desbalance nutricional.		5 – 8	6
El cultivo no presenta ningún signo de clorosis o problema nutricional.		8 – 10	

Clases descriptivas	Rango para clasificar clase	Valor en campo según clase descriptiva y rango
---------------------	-----------------------------	--

Fuente: Adaptado de Pérez (2010).

3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.3.1. Indicadores de calidad del suelo

Los indicadores de calidad del suelo (Tabla 5) evaluó las condiciones del suelo respecto a productividad y riesgo a erosión que puedan restringir los beneficios ambientales, económicos y sociales de la comunidad, y las actividades antrópicas relacionadas con el manejo sustentable del suelo (Cerón *et al.* 2014). Este indicador hace referencia al grado de la calidad del suelo integrando propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

3.3.2. Indicadores de salud de cultivo

Los indicadores de salud del cultivo (Tabla 6) se refieren a la apariencia del cultivo, el nivel de incidencia de enfermedades, la tolerancia del cultivo a estrés (sequía u otro factor) y a arvenses, crecimiento del cultivo, raíces, diversidad vegetal en el agroecosistema, así como rendimiento potencial (Pérez 2010).

Tabla 5: Indicadores agroecológicos de calidad de suelo en cultivo de hortensias.

CALIDAD DE SUELO	
Característica y valor establecido	
1. Estructura	
<ul style="list-style-type: none">• Suelo sin estructura (masiva o granos sueltos) o con grado débil, tamaño muy fino y poco consistentes (1 – 3).• Sin estructura o granular, bloques, laminar, columnar y prismática, con grado débil a moderado, tamaño fino a medio y poco consistentes (3 – 5).• Granos simples, granular, bloques, laminar, columnar y prismática, con grado moderado a fuerte, tamaño medio a grande y moderadamente consistentes (5 – 8).• Granular, bloques, laminar, columnar y prismática, con grado fuerte, y tamaño grande, muy grande y consistentes o "peds" muy evidentes y bien definidos (8 – 10).	
2. Infiltración y Compactación	
<ul style="list-style-type: none">• Compactado: Muy Lenta, < 1,5 cm/hora (1 – 3).• Lenta, 1,5 – 5,0 cm/hora (3 – 5).• Moderada, 5,0 – 15,5 cm/hora (8 – 10).• Rápida, 15,5 – 50,0 cm/hora (5 – 8).• *Muy rápida, > 50,0 cm/hora (8 – 5).	
3. Profundidad del suelo	
<ul style="list-style-type: none">• Suelos expuestos, poco profundos, muy resistentes a la penetración muy secas o húmedas (1 – 4).• Suelo superficial delgada (Hz A), hasta 10 cm de color púrpura a negro; suelos moderadamente resistentes (4 – 7).• Suelo superficial (Hz A) profundos más de 10 cm, suelos sin resistencia, sin pedregosidad, suelos con presencias de horizonte O (7 – 10).	
4. Estado de residuos superficial	
<ul style="list-style-type: none">• Presencia generalizada de residuos con baja descomponen y/o olor desagradable (1 – 4).• Presencia generalizada de residuos con moderada descompuestos, sin olor desagradable (4 – 7).• Residuos con buena descomposición, residuos viejos bien descompuestos con presencia de artrópodos benéficos y micelios de hongos benéficos transformando las hojarascas en el suelo, sin olor desagradable (7 – 10).	
5. Color, olor y materia orgánica	
<ul style="list-style-type: none">• Suelos claros y no se observa la presencia de materia orgánica o humus (1 – 4).• Suelo pardo claro o rojizo, con poco olor y con algún grado de materia orgánica o humus, en menos de 10 cm de profundidad (4 – 7).• Suelo de negro o pardo oscuro, con olor a tierra fresca, se nota presencia abundante de materia orgánica y humus a más de 10 cm de profundidad (7 – 10).	
6. Retención de humedad	
<ul style="list-style-type: none">• En días de calor pronunciados el suelo se seca rápido y la planta se machita (1 – 4).• Suelo permanece seco durante la época seca y cultivo se estresa, pero se recupera fácilmente sin pérdidas (4 – 7).• Suelo mantiene humedad durante la época seca y cultivo no sufre síntomas de estrés prolongadas (7 – 10).	
7. Desarrollo de raíces	
<ul style="list-style-type: none">• Raíces poco desarrolladas, enfermas, cortas (1 – 4).• Raíces con crecimiento limitado (< 20 cm profundidad), se observan algunas raíces finas en el suelo superficial (Hz A) (4 – 7).• Raíces con buen crecimiento, saludables y profundas (> 20 cm), con abundante presencia de raíces finas en suelo superficial (Hz A) (7 – 10).	
8. Cobertura de suelo	
<ul style="list-style-type: none">• La totalidad del suelo está desnudo todo el año (1 – 3).• Cobertura entre el 1 al 40% de su área, durante por lo menos 10 meses al año (3 – 5).• Cobertura entre el 40 al 80% de su área, durante por lo menos 10 meses del año (5 – 8).• Cobertura mayor del 80% de su área, durante más de 10 meses del año (8 – 10).	
9. Erosión	
<ul style="list-style-type: none">• Más del 40% de la zona de muestreo presenta cárcavas y/o entre el 75 al 100% del horizonte A se ha perdido (1 – 3).• Entre el 20 y el 40% de la zona de muestreo presenta cárcavas y/o entre el 50 al 75% del horizonte A se ha perdido (3 – 5).• Entre el 5 y el 20% de la zona de muestreo presenta cárcavas y/o entre el 25 al 50% del horizonte A se ha perdido (5 – 8).• No hay muestras de erosión, presencias de curvas de nivel, terrazas, cobertura (8 – 10).	
10. Actividad biológica	
<ul style="list-style-type: none">• Sin signos de actividad biológica, no se observan lombrices ni túneles o artrópodos (insectos, arañas, centípidos, etc.) (1 – 3).• Se ven muy pocos artrópodos, lombrices (1 individuo) (3 – 5).• Presencia moderada de artrópodos (≥ 2 a ≤ 4 individuos), lombrices (15 a 30 individuos m²) (5 – 8).• Alta presencia de artrópodos (≥ 5 individuos), lombrices (≥ 31 individuos) (8 – 10).	

Fuente: Adaptado de Altieri y Nicholls (2002), Pérez (2010) y Cerón *et al.* (2014).

Tabla 6: Indicadores agroecológicos de salud del cultivo de hortensias.

SALUD DEL CULTIVO	
Característica y valor establecido	
11. Apariencia del Cultivo	
<ul style="list-style-type: none"> • Más del 50% del cultivo presenta clorosis generalizada y/u otro síntoma severo de deficiencia o desbalance nutricional (1 – 3). • Entre un 20 al 50% del cultivo presenta clorosis generalizada y/u otro síntoma severo de deficiencia o desbalance nutricional (3 – 5). • Entre un 1 al 20% del cultivo presenta clorosis generalizada y/u otro síntoma severo de deficiencia o desbalance nutricional (5 – 8). • El cultivo no presenta ningún signo de clorosis o problema nutricional, follaje verde intenso (8 – 10). 	
12. Crecimiento del cultivo	
<ul style="list-style-type: none"> • Cultivo poco denso. Tallos y ramas cortas. Muy poco crecimiento de nuevo follaje (1 - 4). • Cultivo más denso, pero no muy uniforme, con ramas y tallos delgados. Se evidencia crecimiento no uniforme de follaje nuevo y presencia de flores medianas (4 – 7). • Cultivo denso, uniforme, buen crecimiento con ramas y tallos gruesos. Se evidencia crecimiento uniforme de follaje nuevo con flores frondosas (7 – 10). 	
13. Tolerancia a estrés (sequía, lluvias intensas, plagas, etc.)	
<ul style="list-style-type: none"> • Baja resistencia y tolerancia, el cultivo no se recupera luego de un factor de estrés con pérdidas significativas en el rendimiento (1 – 4). • Mediana resistencia y tolerancia, el cultivo no se recupera totalmente luego de un factor de un estrés, afectando parcialmente su desarrollo (4 – 7). • Alta resistencia y tolerancia, el cultivo se recupera totalmente luego de un factor de estrés sin pérdidas económicas (7 – 10). 	
14. Incidencia de Plagas	
<ul style="list-style-type: none"> • Más del 50% del cultivo muestra síntomas de daño por plagas y/o enfermedades (1 – 3). • Entre un 20 a 50% del cultivo muestra síntomas de daño por plagas y/o enfermedades (3 – 5). • Entre un 5 a 20% del cultivo muestra síntomas de daño por plagas y/o enfermedades (5 – 8). • Menos de un 5% del cultivo muestra síntomas de daño por plagas y/o enfermedades (8 – 10). 	
15. Competencia por arvenses	
<ul style="list-style-type: none"> • Control bajo, cultivos estresados dominados por arvenses (1 – 4). • Control medio, el cultivo sufre competencia hasta un 50% por arvenses (4 – 7). • Control alto, las arvenses no son competencia al cultivo, cultivo vigoroso se sobrepone a arvenses (7 – 10). 	
16. Rendimiento actual o potencial	
<ul style="list-style-type: none"> • Bajo: menos de 50 cajas/mes/ha (1 – 3). • Medio: de 50 a 100 cajas/mes/ha. (3 – 5). • Bueno: de 100 a 120 cajas/mes/ha (5 – 7) • Alto: más de 120 cajas/mes/ha (7 – 10). <p>Caja: 90 flores</p>	
17. Diversidad genética	
<ul style="list-style-type: none"> • Baja, domina una sola variedad de hortensia (1 – 4). • Media, dos variedades de hortensia por especie cultivada (4 – 7). • Alta, más de dos variedades de hortensia por especie cultivada (7 – 10). 	
18. Diversidad vegetal	
<ul style="list-style-type: none"> • Muy baja, cultivo sin coberturas o arvenses todo el año (1 – 3) • Baja, cultivo con cobertura o arvenses manejables menos de 5 especies y ocupan igual estrato como cobertura (3 – 5). • Media, cultivo con cobertura o arvenses controladas de 5 a 7 especies y ocupan igual estrato como cobertura (5 – 7). • Alta, cultivo con cobertura o arvenses controladas más de 7 especies y ocupan igual estrato como cobertura (7 – 10). 	
19. Diversidad natural circundante	
<ul style="list-style-type: none"> • Muy baja, no hay áreas naturales en el agroecosistema (1 – 3). • Baja, <2 % del área total de la finca es vegetación natural, en forma de corredores y concentrada en una sola parte de la finca (3 – 5). • Media, entre un 2 - 4% del área total de la finca es vegetación natural, en forma de corredores, franjas dispersas en varias partes de la finca (5 – 8). • Alta, > 4% del área total de la finca es vegetación natural, en forma de corredores, franjas y dispersos en varias partes de la finca (8 – 10). 	
20. Sistema de manejo	
<ul style="list-style-type: none"> • El 100% de los insumos no son orgánicos (1 – 3). • Entre el 60% de los insumos son orgánicos (3 – 5). • Entre un 60 – 99% de los insumos son orgánicos y en gran parte se elaboran en finca o se reincorpora restos del cultivo a al campo de manera sostenible (5 – 8). • El 100% de los insumos son orgánicos y se elaboran en la finca de manera sostenible (8 – 10). 	

Fuente: Adaptado de Altieri y Nicholls (2002), Pérez (2010) y Cerón *et al.* (2014).

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población en estudio fue productores de hortensias de la Asociación de Productores Agropecuarios Paraíso de Hortensias, Chinchao, Huánuco, Perú. Para la estimación de la muestra se utilizó la fórmula de proporciones para poblaciones finitas (INCAGRO 2006), obteniéndose una muestra representativa de 51 productores para un total de 104 productores a continuación se detalla la ecuación:

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

Donde:

n: Tamaño de muestra

N: Población objetivo (Universo)

PQ: Probabilidad de acierto y error (generalmente se asume 0.5 en ambos casos)

d: Margen de error (10 por ciento)

3.5. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS

Los datos fueron analizados estadísticamente con la aplicación de hoja de cálculo (Microsoft Excel) y diagramas tipo amebas, usando el método de sustentabilidad de sistemas agroecológicos de Altieri y Nicholls (2002) y Pérez (2010).

3.5.1. Análisis de los indicadores

Cada indicador (calidad de suelo y salud de cultivo) se estimó en forma separada asignándole un valor en el rango de uno a diez (1 a 10), se tuvo un umbral de integridad ecológica (5), donde los indicadores con valores menores de cinco son considerados como no sostenibles y mayores o igual a cinco como agroecológicamente sostenibles, siendo los valores cercanos a 10 los más preferidos dentro de la agricultura ecológica. Se representó a cada indicador usando el diagrama tipo termómetro. Los indicadores con valores menores de 5 fueron considerados como puntos críticos en el agroecosistema.

También se integraron a los indicadores mediante el diagrama “*ameba o radiograma*”, el cual permitió visualizar los resultados, contrastando con el umbral (5) previamente definido y se identificó los puntos críticos que comprometen la sostenibilidad del agroecosistema de *H. macrophylla*. En conclusión, esto permitió visualizar el estado general de las características evaluadas, lo cual ayudo a priorizar el tipo de intervenciones agroecológicas necesarias para corregir ciertos atributos del suelo y del cultivo.

Asimismo, con los valores asignados a cada indicador se evaluaron los siguientes índices: índice agroecológico de calidad del suelo (IACS), índice agroecológico de salud de cultivo (IASC) y el índice general de sostenibilidad agroecológica (IAGS) del agroecosistema, tal como se detalla a continuación (adaptado de Silva y Ramírez 2017):

a. Índice de los criterios de diagnóstico (ICD)

$$ICD = \frac{\sum(VI)}{S}$$

ICD: Índice de los criterios de diagnóstico (para calidad de suelo (IACS) y salud de cultivo (IASC))

VI : Valor de indicador

S : Número de indicadores que conforman cada criterio de diagnóstico

b. Índice agroecológico general (IAGS)

$$IAGS = \frac{\sum(ICD)}{N}$$

IAGS : Índice Agroecológico general de sostenibilidad

ICD : Índice de los criterios de diagnóstico

N : Número de criterios de diagnóstico total

3.6. EJECUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

3.6.1. Definición del objeto de estudio

El objeto de estudio se compone en la evaluación de sistemas agrícolas desde un enfoque agroecológico, donde el parte metodológico fue el “Diagnostico Agroecológico Rápido” y su interacción con los objetos de sostenibilidad y la caracterización agroecológico de la calidad del suelo y salud del cultivo.

3.6.2. Generación de información

Durante los meses de agosto, setiembre y octubre del 2019 se realizó la definición del objeto de estudio, revisión de información bibliográfica, análisis de informaciones revisadas, identificó los aportes metodológicos, seleccionó indicadores y luego se diseñó la estructura general de la investigación con los componentes en estudios y sus respectivos indicadores.

En los meses de noviembre y diciembre del 2019 se realizó la recolección de los datos para cada indicador de forma “*in situ*” del componente calidad de suelo (Tabla 5) y salud del cultivo (Tabla 6), de las 51 fincas con cultivo de hortensias establecidas como muestra, tal como se muestra en el acápite 3.3 y 3.4, respectivamente.

Una vez finalizada la fase de recolección de datos, estos fueron introducidos a una base de datos para sus respectivos análisis en orden a los componentes de estudio y objetivo.

3.6.3. Medición y monitoreo de indicadores

Los indicadores seleccionados de calidad del suelo y salud del cultivo se incluyeron como instrumentos de análisis de las características y/o propiedades de suelo y del cultivo. Estas características se relacionaron con una valoración numérica de acuerdo a los criterios de diagnóstico, tal como se detalló en la Tabla 4, 5 y 6. Para la obtención de la información deseada.

3.6.4. Presentación e integración de resultados

Se comparó la sostenibilidad agroecológica de las fincas analizadas, se analizó la sostenibilidad agroecológica general del agroecosistema, así como también la identificación de los indicadores críticos y favorables de la sostenibilidad de la calidad del suelo y salud del cultivo. Asimismo, aspectos de sostenibilidad económico y social del productor.

La presentación fue usando instrumentos del Excel como el diagrama radial tipo ameba, termómetro, tabla estratégica de análisis y figuras. Estos demostraron grandes beneficios para la presentación de los resultados de la evaluación de la sostenibilidad agroecológica.

3.6.5. Conclusiones y recomendaciones

De los resultados obtenidos se realizó una síntesis de acuerdo a los objetivos y se propusieron recomendaciones para fortalecer y fomentar la sostenibilidad agroecológica de los sistemas agrícolas en el Perú, así como también estrategias para hacer frente al cambio climático diseñando sistemas resilientes frente a este fenómeno.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTOR DE HORTENSIAS

La caracterización de los productores de hortensias (*Hydrangea macrophylla*), se realizó mediante encuesta a una muestra de 51 productores de hortensia del distrito de Chinchao de la provincia y departamento de Huánuco, exactamente en el centro poblado de Mayobamaba. Se tuvo 25 variables originales para la caracterización de dicho estudio basada en las tres dimensiones de la agricultura sustentable (social, económica y ambiental).

4.1.1. Aspecto social

En la parte social, la responsabilidad del manejo de las fincas de *H. macrophylla*, está representado en un 94 por ciento por varones; mientras que un 6 por ciento de las fincas está bajo la responsabilidad de una mujer (Figura 2), sin embargo, de acuerdo al informe de Resultados Definitivos: IV Censo Nacional Agropecuario–2012, los hombres y mujeres representan en 69.2 por ciento y 30.8 por ciento respectivamente de los productores agropecuarios en el Perú (INEI 2013). En la Figura 3, se observa que el 65 por ciento de los productores su edad se encuentra entre 20 y 49 años, según Pinedo *et al.* (2017) estos están dentro del rango relevante para las labores de gestión agrícola como la aceptación de nuevas tecnologías sostenibles; mientras que 8 por ciento de los productores tienen de 70 años a más, donde sería más especial la introducción de nuevas tecnologías, aunque Salas (2002) manifiesta que las actitudes se aprende a través de la observación e imitación de campesinos mayores y Pérez *et al.* (1997) mencionan que los agricultores mayores no son los más resistentes al cambio y adopción de tecnologías, como generalmente se considera en la práctica y según INEI (2013) de acuerdo al censo agrario del 2012, la edad promedio de los productores agropecuarios en el Perú es de 49 años, siendo en la región selva 43 años, tal como se reportó en esta investigación que el 33 por ciento de los productores se encuentran con edad de entre 40 y 49 años, siendo el grueso de la población.

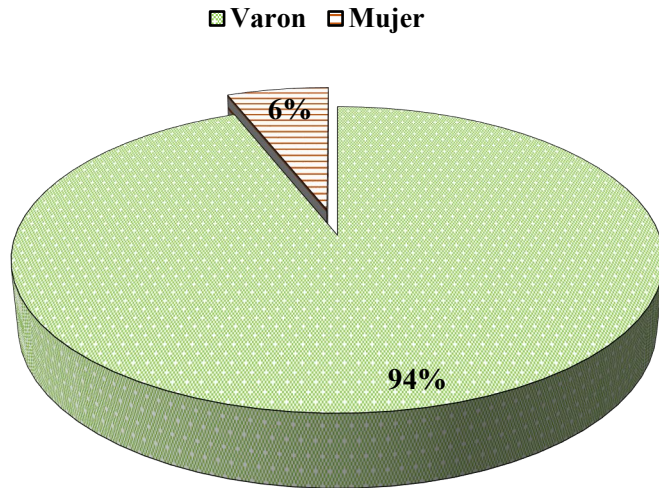


Figura 2. Género de los responsables de las fincas de *H. macrophylla*.

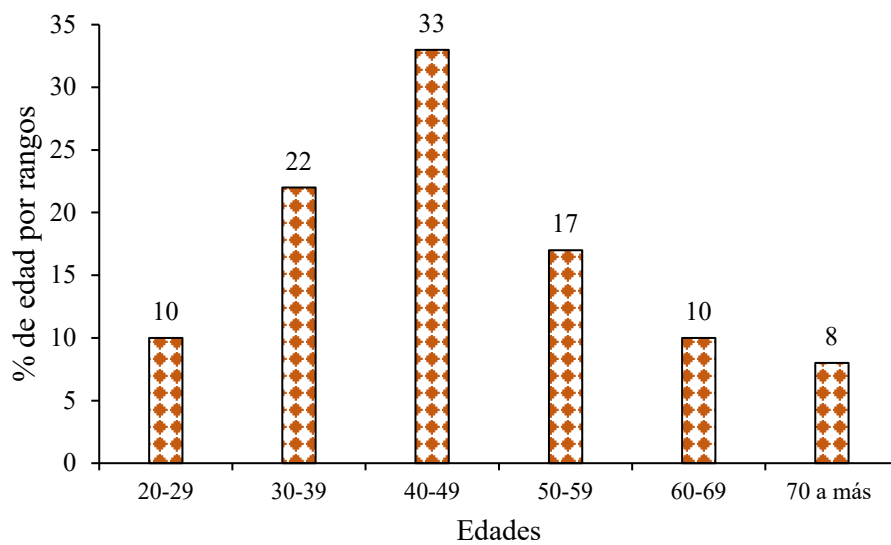


Figura 3. Edad por rango de los responsables de las fincas *H. macrophylla*.

Al representar el nivel de educación y lugar de residencia de los productores de *H. macrophylla* se muestra (Figura 4) que el 6 por ciento de los productores no tiene ningún nivel de educación y de estos un 2 por ciento residen en la chacra y el otro 4 por ciento en centro poblado, también se observa que en la chacra residen productores con nivel de estudios de primaria (19 por ciento) y secundaria (10 por ciento), y siendo relevante que la mayoría de los productores residen en centro poblado y tienen un nivel de educación de

primaria (49 por ciento) y secundaria (16 por ciento). No se registró productores con estudio superior y también alguno que resida en la ciudad. Los productores de *H. macrophylla* tienen poca formación porque en conjunto los productores con educación de primaria + sin estudios da un total del 74 por ciento de los productores. Según Bertancourt-Yáñez y Pulido (2006) el nivel de estudio no debería ser condicionante total para que los campesinos puedan hacer uso racional y eficiente de los recursos naturales; sin embargo, Salas (2002) en un estudio de agricultores en Costa Rica, menciona que el nivel de educación deficiente de los agricultores podría influir de manera negativa en la adopción de tecnologías.

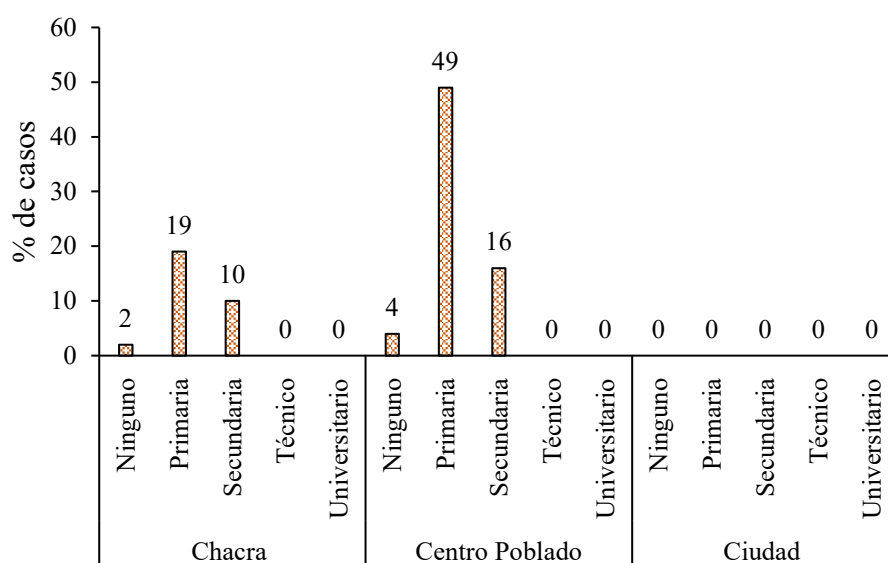


Figura 4. Nivel de estudio y lugar de residencia de los productores de *H. macrophylla*.

Sobre los servicios básicos (Figura 5), el 16 por ciento cuentan con todos los servicios (Agua potable + Desagüe + Luz + Celular); mientras que el 84 por ciento no cuentan con desagüe, pero sí con los demás servicios básicos (Agua potable + Luz + Celular); según INEI (2014) en el Perú, el 15.7 por ciento de hogares de productores agropecuarios disponen de servicio higiénico conectado a red pública dentro de la vivienda. No obstante, el 53 por ciento de productores solo cuentan con Pozo Ciego o Negro o Letrina que consiste en un pozo hecho en la tierra donde caen los desechos orgánicos y no tiene o recibe ningún tratamiento. En la Figura 6, se muestra que 43 por ciento de los productores cuentan con acceso familiar a escuela, colegio y posta médica dentro de su jurisdicción de vivienda, mientras que el 57 por ciento con acceso familiar a colegio y posta médica. Donde se resalta que todos los productores cuentan con acceso a posta médica, Gonzales (2011) señala que la cobertura de salud en las zonas rurales de la selva peruana es insuficiente, ya que no existe una presencia

permanente ni infraestructura adecuada para apoyar los servicios de atención de salud a los pobladores locales y el alumbrado eléctrico es el más común y llega a más del 80 por ciento de la población de las zonas rurales.

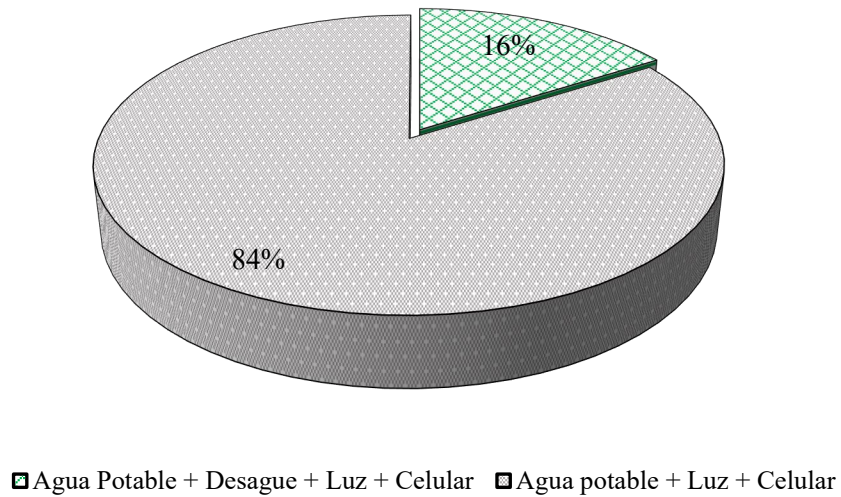


Figura 5. Servicios básicos que tienen los productores de *H. macrophylla*.

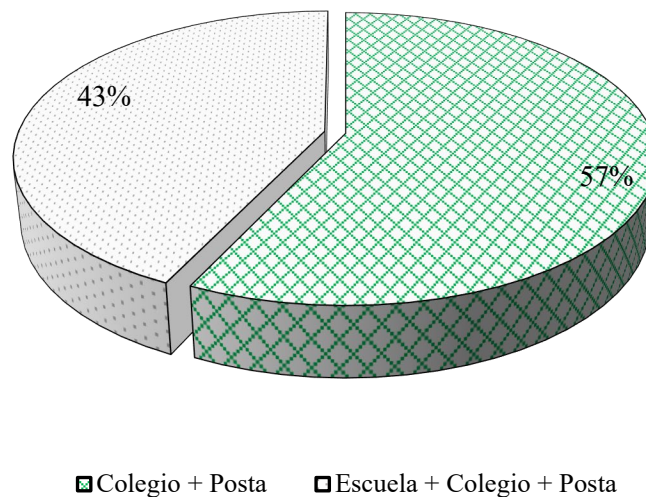


Figura 6. Acceso de los productores de *H. macrophylla* a servicios básicos externos.

El 100% de los productores no recibe capacitación en el manejo del cultivo y comercio por parte de instituciones estatales competentes y privadas. En la Figura 7, se observa el porcentaje de agricultores que les gustaría recibir capacitación en fertilización (80 por ciento), comercio

(71 por ciento), producción de compost (31 por ciento), cosecha y poscosecha (20 por ciento) y control plagas (14 por ciento). En la Figura 8, se muestra que el 100 por ciento de los productores pertenece a alguna organización, siendo asociación de productores (100 por ciento), religiosa (49 por ciento) y deportiva (25 por ciento). La asociatividad es importante para poder gestionar mejores oportunidades como comerciales, canales apoyos, entre otros; según Ginocchino (2012) en la pequeña agricultura existe un predominio de negocios individuales, sin una cultura de crear asociatividad de débil capacidad de gestión y poca vinculación con los mercados, porque la pequeña escala resta poder de negociación en los mercados.

En cuanto al número de persona que viven en el hogar por familia, se registró (Figura 9) que el 61 por ciento de las fincas está conformado de 3 a 4 personas, el 23 por ciento de las fincas de 5 a 6 persona, el 14 por ciento de las fincas de 1 a 2 personas y un 2 por ciento de las fincas de 7 a 8 personas, asimismo también se resalta que no se encontró en la investigación familias con integrantes de 9 personas a más. De acuerdo a Lavado (1991) la familia en la selva peruana generalmente está conformada por 4 a 6 integrantes.

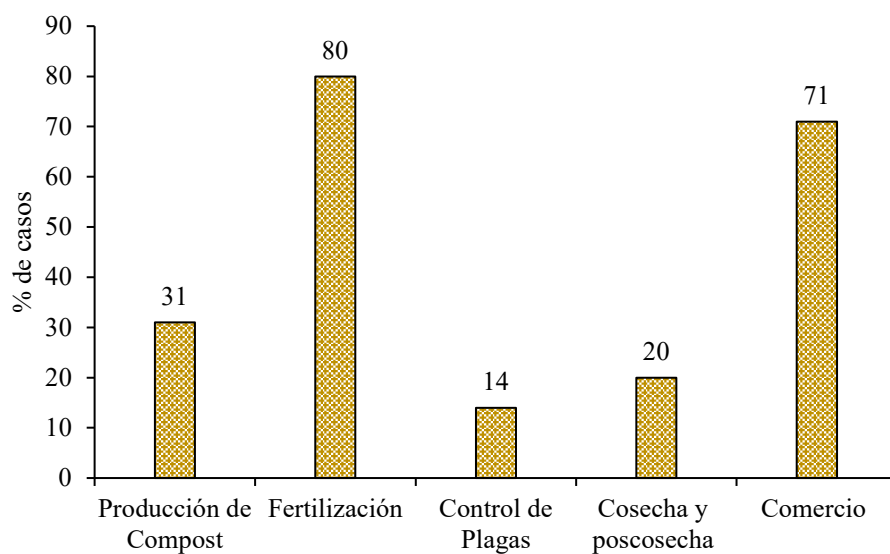


Figura 7. Temas de producción agrícolas que le gustaría ser capacitado a los productores de *H. macrophylla*.

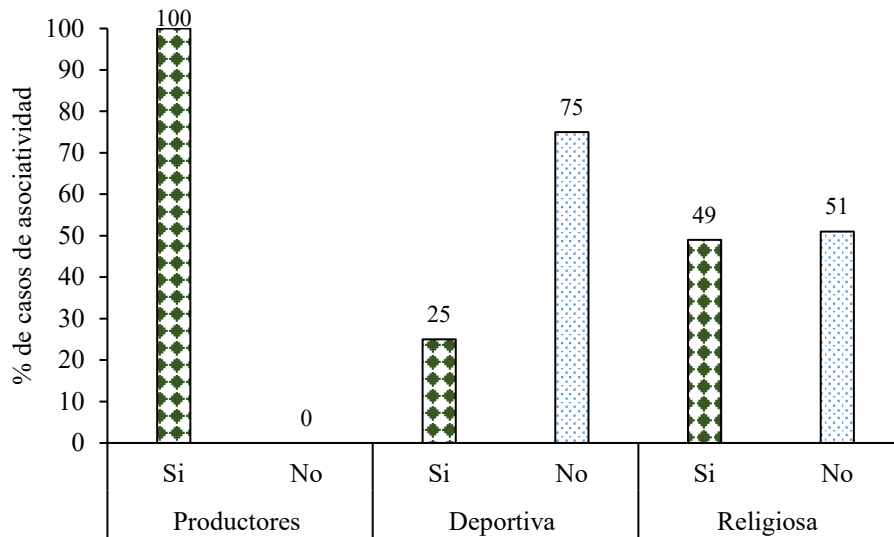


Figura 8. Organización a la que pertenecen los productores de *H. macrophylla*.

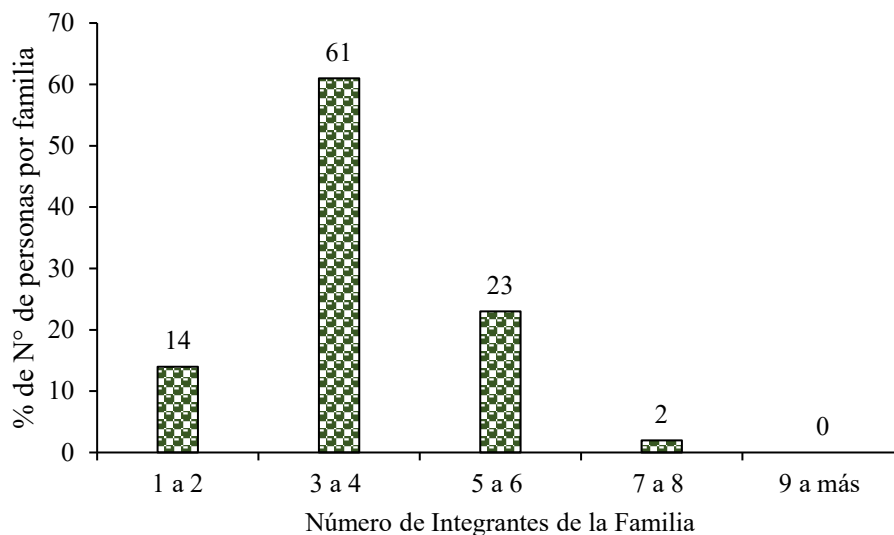


Figura 9. Número de personas que integran las familias de productoras de *H. macrophylla*.

En la Figura 10, se muestra que el 52.9 por ciento de los productores tienen viviendas de adobe regular y piso de cemento, el 11.8 por ciento de material noble con techo vaciado de concreto, el 33.3 por ciento de material noble con techo ligero y 2 por ciento de adobe regular con piso de tierra; asimismo no se registró productores con viviendas improvisadas como choza de madera. Según INEI (2017b) de acuerdo al VII Censo Nacional de Vivienda del 2017, en el área rural los materiales predominantes en las paredes exteriores de las viviendas

son el adobe o tapia (69.5 por ciento), la madera (14.0 por ciento) y el ladrillo o bloque de cemento (8.0 por ciento).

En cuanto a la aceptabilidad del sistema producción de *H. macrophylla* por parte de los productores se reportó que el 68.6 por ciento está muy contento con lo que hace y no haría otra actividad, aunque ésta la reporte más ingreso, el 19.6 por ciento dice estar contento, pero antes le iba mejor, el 2 por ciento menciona no estar del todo satisfecho y un 9.8 por ciento de los productores dice estar poco satisfecho con esta forma de vida y anhela vivir en la ciudad y ocuparse a otra cosa. Asimismo, no se reportó productores que estén desilusionados con la vida que lleva y que no lo haría más y estar esperando que se le presente otra oportunidad para dejar la actividad.

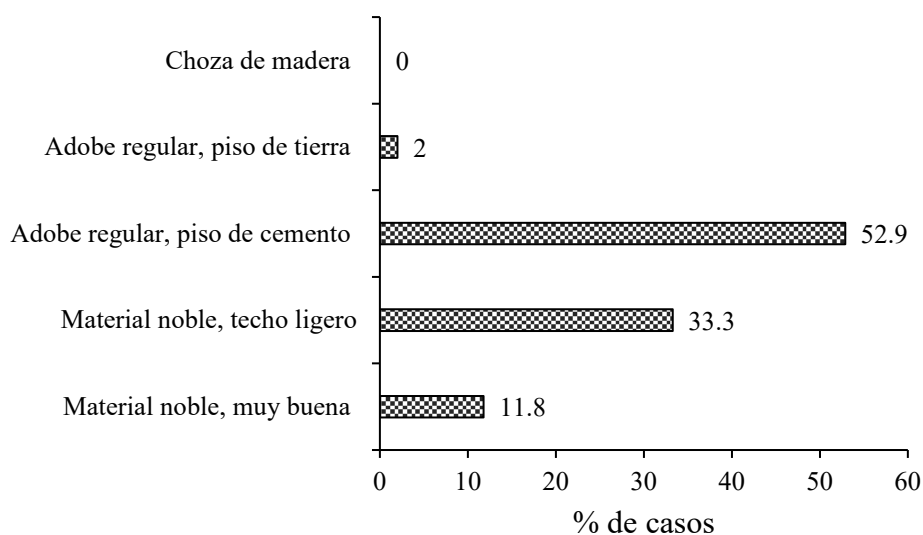


Figura 10. Tipo de vivienda de los productores de *H. macrophylla*.

4.1.2. Aspecto económico

El 61 por ciento de productores de *H. macrophylla* son minifundista (0 a 2.99 ha) y el 39 por ciento son pequeños productores (3 a 9.90 ha); asimismo no se registró la presencia de medianos (10 a 49.90 ha) y grandes (\geq a 50 ha) productores respectivamente (Figura 11). También se registró que el 100 por ciento de los productores no cuentan con título de propiedad. Según el informe Resultados Definitivos: IV Censo Nacional Agropecuario-2012, la superficie agrícola promedio por parcela a nivel nacional es de 1.4 ha (INEI 2013).

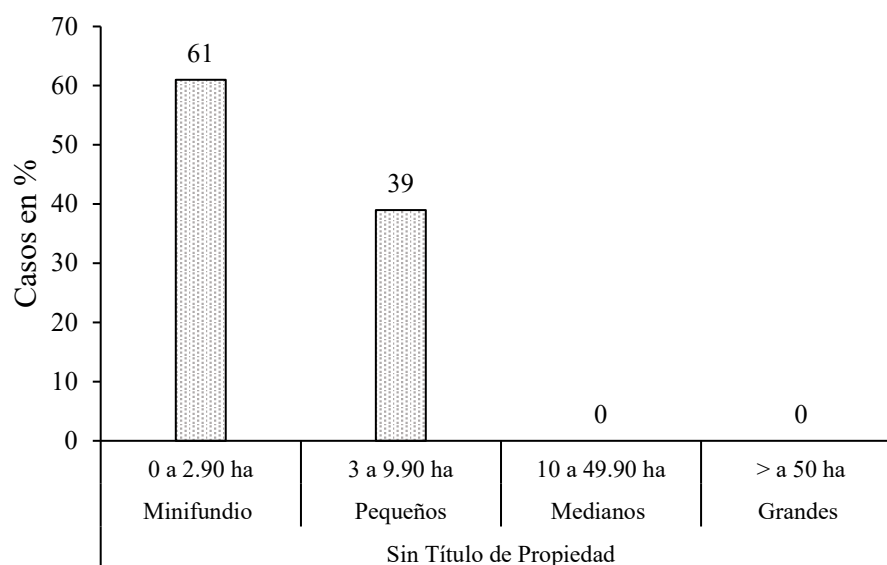


Figura 11. Tamaño de las fincas de *H. macrophylla*.

En la Figura 12, se muestra que 82.4 por ciento usa mano de obra familiar + contratado y 17.6 por ciento usa mano de obra solo familiar, asimismo no se registró que los productores practiquen el ayni (ayuda mutua vecinal). También se registró que el 100 por ciento de los productores vende las flores de hortensias directamente a los mayoristas de las ciudades, siendo el principal mercado en la actualidad la ciudad de Lima.

El 74.5 por ciento de los productores solo se dedica a la agricultura, mientras que los demás manifiesta tener otra actividad económica como el comercio (13.7 por ciento) y transporte (11.8 por ciento) (Figura 13). Asimismo, se registró que del 84.3 por ciento de los productores su ingreso económico principal proviene de la agricultura, mientras que del 9.8 por ciento del comercio y del 5.9 por ciento de otras actividades como el de transporte. Según el MINAGRI (2012) en el Perú, casi una tercera parte de la población vive en las zonas rurales, proviniendo el 50 por ciento de sus ingresos solo de la agricultura. En el ámbito nacional el 28 por ciento de la población ocupada trabaja en el sector agropecuario aportando cerca del 7.5 por ciento al PBI nacional.

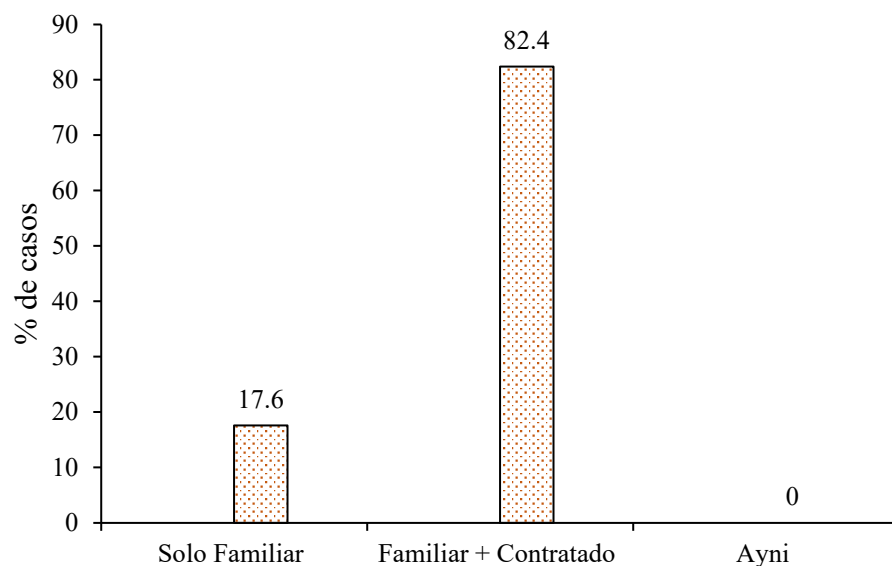


Figura 12. Mano de obra en la producción de *H. macrophylla*.

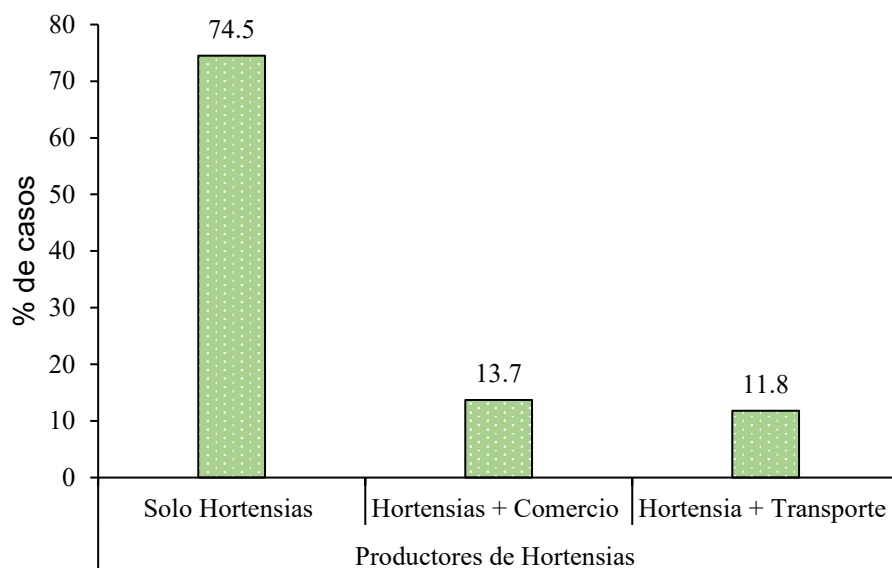


Figura 13. Actividad económica que realizan los productores de *H. macrophylla*.

En la Figura 14, se muestra que el 60.8 por ciento de los productores no accede a créditos, el 35.3 por ciento si accede a créditos como de bancos o cajas de ahorro y el 3.9 por ciento accede a créditos de mayoristas. Según INEI (2017a) de acuerdo al IV Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO) el 8 por ciento de los productores agropecuarios (186 mil) accedieron al crédito. Y el 91 por ciento de los productores no solicitó un crédito por: no necesitarlo, por considerar elevados los intereses o por falta de garantías. Entre las

instituciones financieras locales a los cuales accede los productores/as figuraron las Caja municipal, cooperativas, caja rural, entre otras.

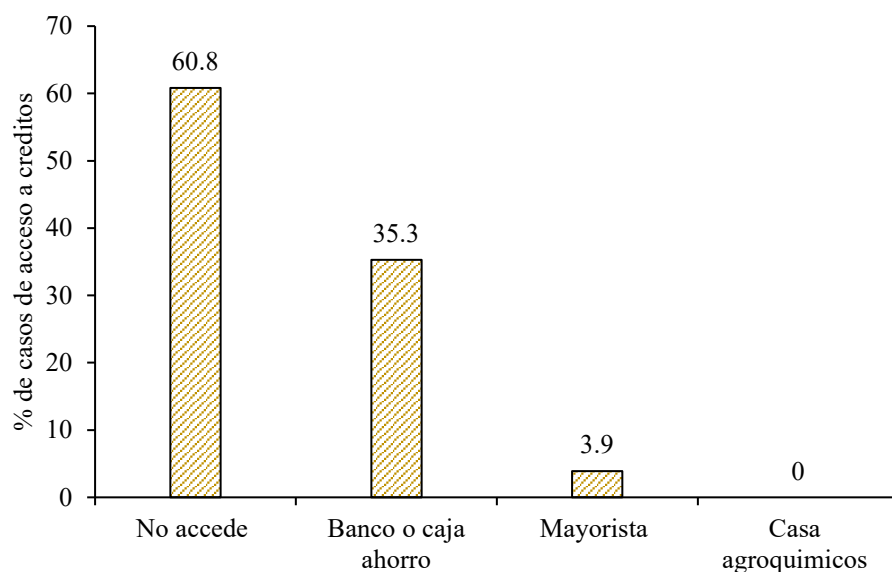


Figura 14. Acceso a crédito de los productores de *H. macrophylla*.

4.1.3. Aspecto ambiental

El cultivo de *H. macrophylla* es perenne, por lo que no se practica rotación de cultivos y labranza del suelo. Según Merma & Julca (2012) y Dourojeanni (2016) los cultivos perenes protegen el suelo y promueven la biodiversidad mejorando la calidad de suelo; asimismo Paustian *et al.* (1997) mencionan que la labranza convencional en la agricultura moderna mediante el uso intensivo del arado y la rastra, modifica la estructura de la capa superficial del suelo, la continuidad del espacio poroso y reduce el contenido de materia orgánica y Lal (2003) menciona que últimamente tecnologías como, la labranza de conservación (especialmente labranza cero) y labranza mínima, han demostrado alta eficiencia para secuestrar carbono y sucesivamente la recuperación continua de la materia orgánica en el suelo, y con esto la sostenibilidad de los agroecosistemas.

El cultivo de *H. macrophylla* se caracteriza por la producción constante de biomasa como tallos, flores y hojas; los agricultores manifestaron realizar tres desojos y podas al año para la formación eficiente de las flores para el comercio y el residuo orgánico que se genera del desoje se deja en el suelo en forma de mulch y de esta manera se incorpora materia orgánica al suelo de manera constante conservando el suelo e incrementando la fertilidad del mismo.

En la Figura 15, se observa el uso de insumos para cultivar *H. macrophylla* donde el 23.5 por ciento de los productores utilizan fertilizante + gallinaza + plaguicida + herbicida, el 60.8 por ciento utilizan fertilizante + gallinaza + herbicidas y el 15.7 por ciento utiliza solo fertilizante + gallinaza. Asimismo, los productores que usan herbicidas manifestaron realizar una sola aplicación al año en la época lluviosa donde los arvenses se vuelven competencia frente a las plantas que nacen del suelo ocasionando etiolación, debilidad y deformación de las mismas. También, manifestaron aplicar fertilizante una solo vez al año en pequeñas cantidades como apoyo al abono gallinaza. En la Figura 16, se observa que el 98 por ciento de los productores incorpora al suelo gallinaza entre 4 y 10tn/ha/año y el 2 por ciento 3tn/h/año. Según Altieri y Nicholls (2003) los cultivos abonados orgánicamente son más tolerantes a enfermedades fungosas que aquellos que han recibido fertilizantes químicos solubles bajo los métodos convencionales; asimismo, Altieri (1994) menciona que el suministro continuo de materia orgánica y la promoción de diversidad biológica en el suelo, magnifica el flujo, movilización y conservación de nutrientes, lo que, a su vez, estaría garantizando la sostenibilidad de los agroecosistemas.

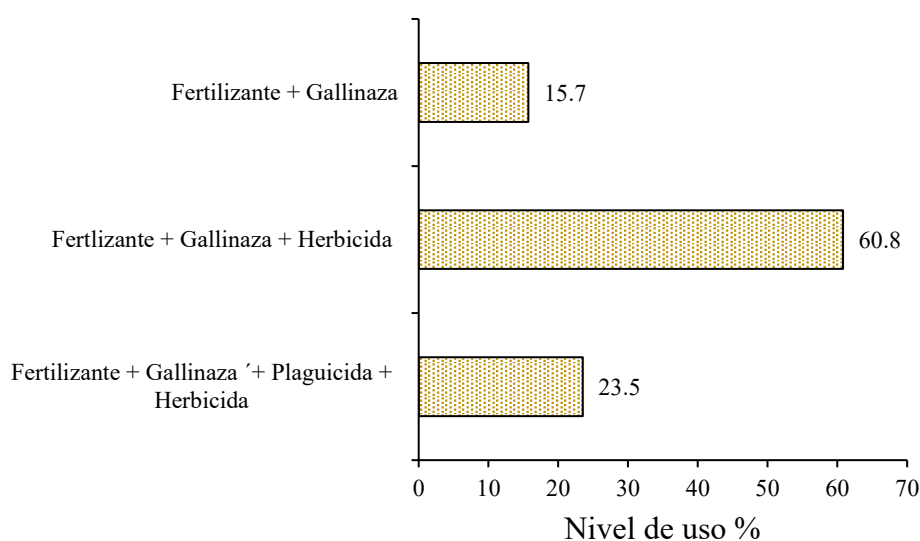


Figura 15. Uso de insumos en la producción de *H. macrophylla* en Chinchao.

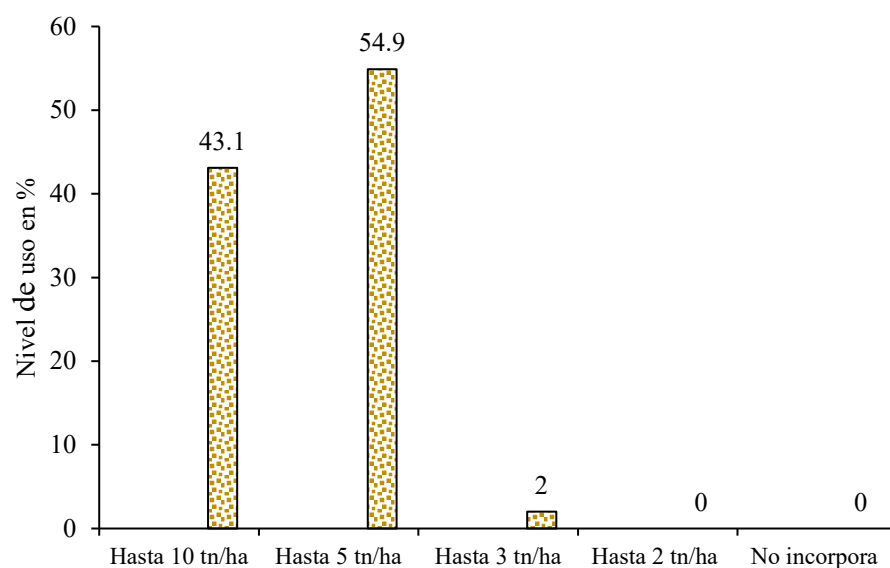


Figura 16. Incorporación de abonos orgánicos (tn/ha al año) al suelo en la producción de *H. macrophylla*.

En cuanto al control de plagas solo el 23.5 por ciento de los productores usan plaguicidas de manera esporádica ya que el cultivo no presenta plagas potenciales. En la Figura 17, se observa que el 76.5 por ciento productores dice que el principal factor de contaminación en la comunidad son los plásticos, según Ocampo (2019) en el mundo se producen al año 300 millones de toneladas de desechos plásticos, equivalente al peso total de la población humana, de los cuáles sólo se recicla 9 por ciento. También mencionaron otros contaminantes del ambiente de la comunidad como: plaguicidas (47.1 por ciento de los productores), herbicidas (29.4 por ciento de los productores) y fertilizantes (11.8 por ciento de los productores). En la figura 18, se muestra la disposición de residuos de los agroquímicos usados, donde el 53 por ciento de los productores los abandona en el campo, el 39.2 por ciento los quema y 7.8 por ciento los deposita en pozo o basurero orgánico.

Los principales eventos climáticos reportados por los productores son (Figura 19): días de calor intenso (88 por ciento) y lluvias intensas (59 por ciento). Las olas de calor severas se vuelven cada vez comunes, y la razón sería los gases de efecto invernadero que están atrapados dentro del atmósfera. La BBC Mundo (2018) mencionó un estudio sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas (IPCC), donde advierte que, de no hacer “cambios rápidos, de largo alcance y sin precedentes”, el calentamiento global podría llegar (+2 °C) a niveles desastrosos e irreversibles para el 2030, como incendios forestales, extinción de especies (abejas), inundaciones, escasez de agua, escasez alimentos y sequías extremas.

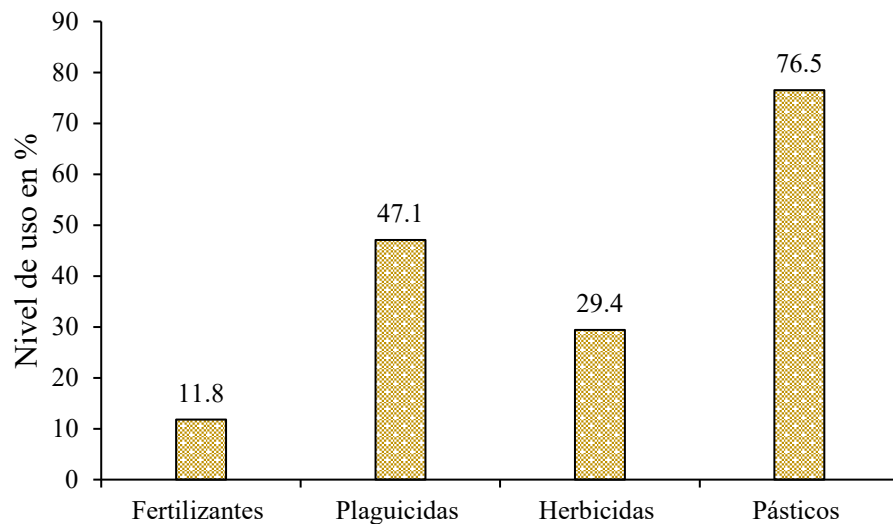


Figura 17. Fuentes principales de contaminación en el agroecosistema.

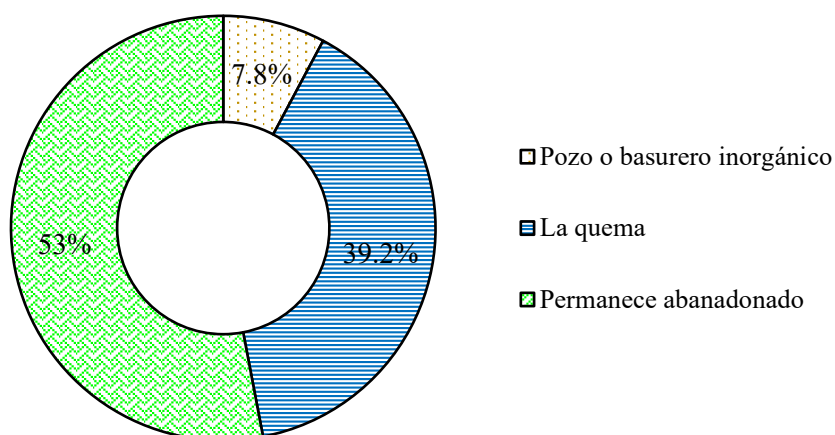


Figura 18. Disposición de los envases vacíos de los agroquímicos.

También Echeverri (2009) mencionó que un primer efecto del cambio climático es el incremento de la temperatura ambiente en los que va del siglo. Esto afectara directamente a la agricultura. Asimismo, Frías (2020) menciona que el 2019 fue un año muy caloroso y se produjeron incendios sin precedentes como la de América del Sur (Amazonia de Brasil y Bolivia) y el de Australia, reportándose en este último más de nueve millones de hectáreas quemadas, más de mil millones de animales muertos (mamíferos, aves, reptiles y anfibios), cifra equivalente a un séptimo de la población humana; y billones de insectos e invertebrados desaparecidos.

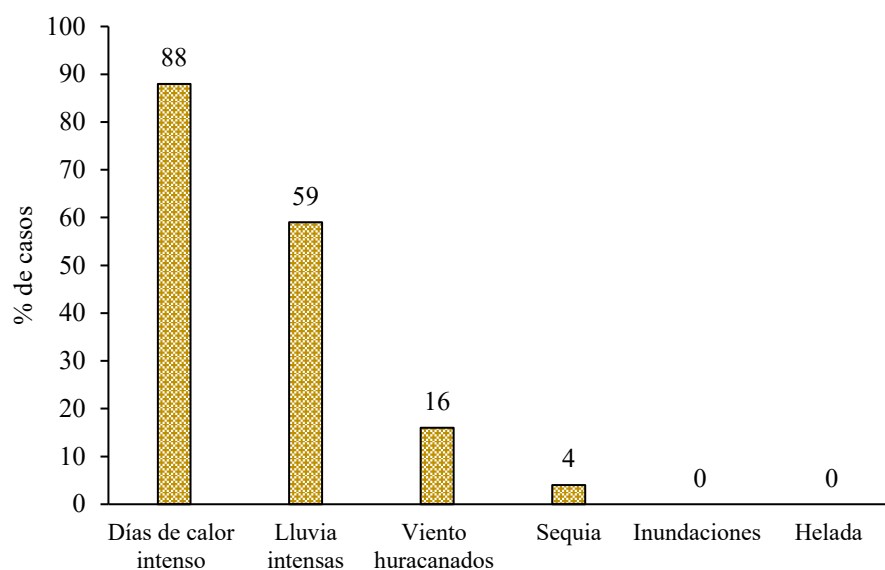


Figura 19. Eventos climáticos más frecuentes reportados por los productores de *H. macrophylla*.

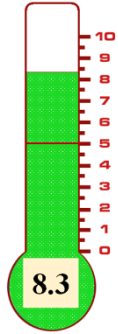
4.2. CARACTERIZACIÓN SOSTENIBILIDAD AGROECOLÓGICA DE LAS FINCAS DE *H. Macrophylla*

Los resultados de evaluación de la sostenibilidad agroecológica de las fincas *H. macrophylla* está subdividido en calidad de suelo y salud del cultivo:

4.2.1. Calidad del suelo

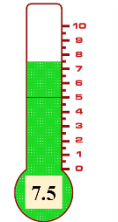
En la Tabla 7, se muestra que el agroecosistema de *H. macrophylla* tuvo un valor de campo 8.3 en el indicador estructura del suelo superando significativamente el umbral de integración agroecológica de sostenibilidad (5), donde el agroecosistema se caracteriza por presentar un suelo con estructura tipo granular de tamaño mediano a grande con un grado de consistencia de moderado a fuerte. Según USDA (1999) la estructura del suelo es el arreglo y organización de las partículas en el suelo y su calidad está relacionado con el cambio de clima, la actividad biológica y las prácticas de manejo. Asimismo, Pérez (2012) menciona que las plantas necesitan buenas condiciones dentro del perfil del suelo para que sus raíces puedan profundizar y explorar el mayor volumen posible, en búsqueda de nutrientes, oxígeno y agua. Y la estructura es determinante en varios procesos como el de la evolución de la materia orgánica, la dinámica hídrica, el flujo de aire y el desarrollo de otros organismos distintos a las plantas.

Tabla 7: Estado de la estructura del suelo del agroecosistema con *H. macrophylla*.

1. Indicador: Estructura del suelo	Rangos (1 al 10)	Valor de campo
Suelo sin estructura (masiva o granos sueltos) o con grado débil, tamaño muy fino y poco consistentes.	1 - 3	
Sin estructura o granular, bloques, laminar, columnar y prismática, con grado débil a moderado, tamaño fino a medio y poco consistentes.	3 - 5	
Granos simples, granular, bloques, laminar, columnar y prismática, con grado moderado a fuerte, tamaño medio a grande y moderadamente consistentes.	5 - 8	
Granular, bloques, laminar, columnar y prismática, con grado fuerte, y tamaño grande, muy grande y consistentes o "peds" muy evidentes y bien definidos.	8 - 10	

En la Tabla 8, se muestra que el indicador infiltración del suelo tuvo un valor de campo de 7.5 superando el umbral de integración agroecológica de sostenibilidad (5), donde el agroecosistema de *H. macrophylla* se caracteriza por presenta infiltración rápida. Según Pérez (2010) la capacidad de infiltración en el suelo está determinada por factores como: la textura, la estructura, el contenido de materia orgánica, el contenido de humedad, el grado de compactación, la pendiente y la cobertura del suelo, y muchos de estos están relacionadas con el manejo del suelo. Asimismo, Magdoff y Weil (2004) mencionan que el contenido de materia orgánica en el suelo determinara el nivel de infiltración y de la escorrentía. La materia orgánica mejora la agregación del suelo superficial sosteniendo firmemente las partículas de tierra durante las lluvias. Los suelos orgánicamente ricos suelen contener altas poblaciones microbianas que influyen en el crecimiento de las plantas.

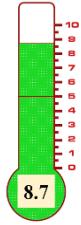
Tabla 8: Estado de infiltración del suelo del agroecosistema de *H. macrophylla*.

2. Indicador: Infiltración	Rangos (1 al 10)	Valor de campo
Compactada: Muy Lenta, < 1,5 cm/hora.	1 - 3	
Lenta, 1,5 - 5,0 cm/hora.	3 - 5	
Moderada, 5,0 - 15,5 cm/hora.	8 - 10	
Rápida, 15,5 - 50,0 cm/hora	5 - 8	
*Muy rápida, > 50,0 cm/hora.	3 - 5	

En la Tabla 9, se muestra un valor de 8.7 para el indicador profundidad del suelo superando significativamente el umbral de integración agroecológica de sostenibilidad (5). Por lo tanto, el agroecosistema de *H. macrophylla* se caracteriza por tener el suelo superficial (Hz A) profundo más de 10cm, llegándose a observar en muchas fincas de hasta 40 cm a más de

profundidad del Hz A y con presencia de horizonte O. El Hz A y Hz O es un ambiente rico en materia orgánica (humus), en actividad biológica benéfica y contenido de nutrientes para las plantas, básicamente. Según USDA (1999) el suelo superficial es importante para el almacenamiento de agua, contenido materia orgánica y la provisión de nutrientes para el desarrollo de las plantas. Alegre (s.f) menciona que más del 60 por ciento de los suelos de la amazonia peruana se caracterizan por ser de altura no inundable y de tipo Ultisol. Siendo estos de fertilidad baja y con problemas de toxicidad de aluminio conforme se profundiza. Solo la capa superficial de 0-5 cm tiene el mayor contenido de materia orgánica y ahí se concentra la mayor cantidad de nutrientes. Por lo que la profundidad del suelo superficial (Hz A) es un indicador potencial para mantener una agricultura sostenible en la amazonia.

Tabla 9: Estado de profundidad del suelo en el agroecosistema de *H. macrophylla*.

3. Indicador: Profundidad del suelo	Rangos (1 al 10)	Valor de campo
Suelos expuestos, poco profundos, muy resistentes a la penetración o muy secas o húmedas.	1 – 4	
Suelo superficial delgada (Hz A), hasta 10 cm de color purpura a negro; suelos moderadamente resistentes.	4 – 7	
Suelo superficial (Hz A) profundos más de 10 cm, suelos sin resistencia, sin pedregosidad, suelos con presencias de horizonte O.	7 – 10	

En la Tabla 10, se muestra un valor de 7.9 para el indicador estado de materia orgánica en el Hz O, donde se observó en la superficie del suelo residuos orgánicos en varios estados de descomposición, como residuos viejos ya descompuestos con presencia de micelios y también artrópodos benéficos transformadores de la hojarasca. En la Tabla 11, se muestra un valor de 8.1 para el indicador color, olor y materia organiza en el Hz A, caracterizando el agroecosistema por presentar un suelo de color negro, con olor a tierra fresca, donde hay abundante presencia de materia orgánica y humus hasta más de 10 cm de profundidad del suelo. Ambos indicadores demostraron que el agroecosistema está dentro de la integración agroecológica de sostenibilidad (5). Según Magdoff y Weil (2004), la incorporación de materia orgánica de manera sostenible al suelo mejora sus propiedades físicas, químicas y biológicas. La materia orgánica en el suelo es crucial para la resiliencia de los agroecosistemas frente a la tolerancia de fenómenos como: sequias y lluvias intensas.

En la Tabla 12, se muestra un valor de 7.4 para el indicador retención de humedad en el suelo, caracterizándose el agroecosistema de *H. macrophylla* de tener un suelo que mantiene la humedad durante la épocas secas o días de intenso calor, donde el cultivo no sufre de estrés prolongadas por dichos fenómenos. Según Magdoff y Van Es (2000) la continua adición de residuos orgánicos (abonos orgánicos y residuos de cosechas) y el uso de cobertura en los agroecosistemas incrementa el contenido de materia orgánica en el suelo, lo que a su vez incrementa la retención de humedad en el suelo, mejorando la resistencia de los cultivos a sequias.

Tabla 10: Estado de la materia orgánica superficial del suelo en el agroecosistema de *H. macrophylla*.

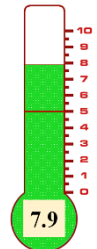
4. Indicador: Estado de materia orgánica superficial Hz O	Rangos (1 al 10)	Valor de campo
Presencia generalizada de residuos con baja descomposición y/o olor desagradable.	1 – 4	
Presencia generalizada de residuos con moderada descomposición, sin olor desagradable.	4 – 7	
Residuos con buena descomposición, residuos viejos bien descompuestos con presencia de artrópodos benéficos y micelios de hongos benéficos transformando las hojarascas en el suelo, sin olor desagradable.	7 a 10	

Tabla 11: Estado de color, olor y materia orgánica el Hz A del suelo en el agroecosistema de *H. macrophylla*.

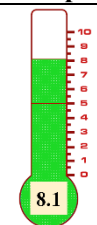
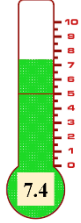
5. Color, olor y materia orgánica en Hz A	Rangos (1 al 10)	Valor de campo
Suelos claros y no se observa la presencia de materia orgánica o humus.	1 – 4	
Suelo pardo claro o rojizo, con poco olor y con algún grado de materia orgánica o humus, en menos de 10 cm de profundidad.	4 – 7	
Suelo de negro o pardo oscuro, con olor a tierra fresca, se nota presencia abundante de materia orgánica y humus a más de 10 cm de profundidad.	7 – 10	

Tabla 12: Estado de retención de humedad del suelo en el agroecosistema de *H. macrophylla*.

6. Indicador: Retención de humedad	Rangos (1 al 10)	Valor de campo
En días de calor pronunciados el suelo se seca rápido y la planta se machita.	1 – 4	
Suelo permanece seco durante la época seca y cultivo se estresa, pero se recupera fácilmente sin pérdidas.	4 – 7	
Suelo mantiene humedad durante la época seca y cultivo no sufre síntomas de estrés prolongadas.	7 – 10	

En la Tabla 13, se muestra que el indicador desarrollo de raíces tuvo un valor de campo de 8.6, donde el agroecosistema se caracteriza en presentar raíces profundas de buen crecimiento y saludables. Y en la Tabla 14, se observa que el indicador cobertura del suelo tuvo un valor de 6.5, donde agroecosistema se caracteriza en tener el suelo cubierto de cobertura más del 80 por ciento de su área casi todo el año. Buckles *et al.* (1998) y Nicholls *et al.* (2015) sostienen que la cobertura protege al suelo de la erosión y del desecamiento, a la vez incrementa los niveles de humedad en el suelo y la circulación del agua. Y los mantillos de la cobertura tienen un gran potencial agroecológico en suelo puesto que estos conservan el suelo, mejoran la biología, estabilizan e incrementan la disponibilidad de nutrientes. Por lo cual la cobertura es una estrategia fundamental para aumentar la resiliencia de los agroecosistemas frente al cambio climático.

Tabla 13: Estado de desarrollo de raíces en el agroecosistema de *H. macrophylla*.

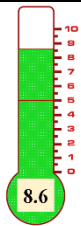
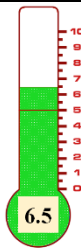
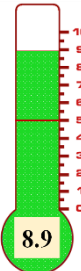
7. Desarrollo de raíces	Rangos (1 al 10)	Valor de campo
Raíces poco desarrolladas, enfermas, cortas.	1 – 4	
Raíces con crecimiento limitado (< 20 cm profundidad), se observan algunas raíces finas en el suelo superficial (Hz A).	4 – 7	
Raíces con buen crecimiento, saludables y profundas (> 20 cm), con abundante presencia de raíces finas en suelo superficial (Hz A).	7 – 10	

Tabla 14: Estado de la cobertura del suelo en el agroecosistema de *H. macrophylla*.

8. Indicador: Cobertura de suelo	Rangos (1 al 10)	Valor de campo
La totalidad del suelo está desnudo todo el año.	1 – 3	
Cobertura entre 1 al 40% de su área, durante por lo menos 10 meses al año.	3 – 5	
Cobertura entre el 40 al 80% de su área, durante por lo menos 10 meses del año.	5 – 8	
Cobertura mayor del 80% de su área, durante más de 10 meses del año.	8 – 10	

En la Tabla 15, se observa un valor de 8.9 para el indicador erosión del suelo, caracterizándose el agroecosistema por presentar alto control de erosión al no presentar muestras de erosión en el sistema, debido a la presencia de manejos agroecológicos como curvas nivel y cobertura del suelo. Tal como Pérez (2010) menciona que el manejo del suelo, determina que los factores erosivos como lluvia, viento, agua de escorrentía, realicen un mayor o menor daño de la superficie del suelo. Según UN National Research Council (1982) la causa más importante de la agricultura migratoria en la amazonia peruana es debido a la erosión hídrica de sus suelos. Sánchez *et al.* (1982) mencionan que realizando prácticas agronómicas y fertilización adecuadas, una parte significativa de los suelos amazónicos (Oxisoles y Ultisoles) pueden producir cosechas agrícolas en forma sostenida y económicamente rentable.

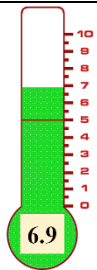
Tabla 15: Estado de erosión del suelo en el agroecosistema de *H. macrophylla*.

9. Indicador: Erosión	Rangos (1 al 10)	Valor de campo
Más del 40% de la zona de muestreo presenta cárcavas y/o entre el 75 al 100% del horizonte A se ha perdido.	1 – 3	
Entre el 20 y el 40% de la zona de muestreo presenta cárcavas y/o entre el 50 al 75% del horizonte A se ha perdido.	3 – 5	
Entre el 5 y el 20% de la zona de muestreo presenta cárcavas y/o entre el 25 al 50% del horizonte A se ha perdido	5 – 8	
No hay muestras de erosión, presencias de curvas de nivel y cobertura.	8 – 10	

En la Tabla 16, se observa que el indicador actividad biológica tuvo un valor de 6.9, donde el agroecosistema se caracteriza por tener un suelo con presencia moderada de lombrices (15 a 30 individuos m²), estando dentro de la integración agroecológica de sostenibilidad (5). La presencia de lombrices indica la calidad biológica del suelo. Pérez (2010) enfatiza que las

lombrices señalan de manera indirecta la baja o alta aplicación de herbicidas, plaguicidas y el uso de fertilizantes de síntesis química, ya que estos son muy sensibles a dichas sustancias. Asimismo, señala que la función de las lombrices en suelo es la de consumir materia orgánica fresca, mezclar el suelo, aumentar la porosidad, aumentar la disponibilidad de nutrientes luego de su digestión, formación de humus y control de poblaciones de microorganismos. Augé (2001) menciona que un suelo orgánico bien manejado contiene altas poblaciones de lombrices, bacterias, hongos y actinomicetos benéficos. Reportándose poblaciones bacterianas muy por encima de 5 millones de individuos por gramo de suelo seco, que ayudan a descomponer residuos orgánicos y la disponibilidad de nutrientes. Entre los hongos, la micorriza (VAM) que colonizan las raíces, es clave para el uso y transporte del agua en la rizosfera y con ello el aprovechamiento de los nutrientes por las plantas.

Tabla 16: Estado de actividad biológica del suelo en el agroecosistema de *H. macrophylla*.

10. Indicador: Actividad biológica del suelo	Rangos (1 al 10)	Valor de campo
Sin signos de actividad biológica, no se observan lombrices ni túneles o artrópodos (insectos, arañas, centípedos, etc.).	1 – 3	
Se ven muy pocos artrópodos y lombrices (1 individuo m ²).	3 – 5	
Presencia moderada de artrópodos (≥ 2 a ≤ 4 individuos) y lombrices (15 a 30 individuos m ²).	5 – 8	
Alta presencia de artrópodos (≥ 5 individuos) y lombrices (≥ 31 individuos m ²) y túneles.	8 – 10	

4.2.2. Salud del cultivo

En la Tabla 17 y 18, se presentan el indicador apariencia del cultivo y crecimiento del cultivo con valores de campo de 8.9 y 8.5 respectivamente. Ambos indicadores demuestran el eficiente desarrollo y crecimiento del cultivo de *H. macrophylla* en el sistema, donde se podría caracterizar el sistema de acuerdo a estos indicadores como sostenibles por estar ampliamente por encima del umbral (5) agroecológico. Pérez (2010) argumenta que la apariencia del cultivo y especial el color de follaje, se relaciona con la condicional nutricional o fisiológica general. Y los factores que podrían afectar la apariencia de cultivo, pueden ser: de condiciones químicas, físicas y biológicas del suelo, falta o desbalance de nutrientes, condiciones climáticas adversas, problemas y toxicidad de sustancias aplicadas. El desbalance ecológico de uno estos factores pueden afectar directamente el crecimiento y desarrollo normal del cultivo.

Tabla 17: Estado de apariencia del cultivo de *H. macrophylla*.

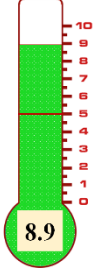
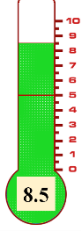
11. Indicador: Apariencia del cultivo	Rangos (1 al 10)	Valor de campo
Más del 50% del cultivo presenta clorosis generalizada y/u otro síntoma severo de deficiencia o desbalance nutricional.	1 – 3	
Entre un 20 al 50% del cultivo presenta clorosis generalizada y/u otro síntoma severo de deficiencia o desbalance nutricional.	3 – 5	
Entre un 1 al 20% del, cultivo presenta clorosis generalizada y/u otro síntoma severo de deficiencia o desbalance nutricional.	5 – 8	
El cultivo no presenta ningún signo de clorosis o problema nutricional, follaje verde intenso.	8 – 10	

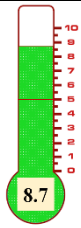
Tabla 18: Estado de crecimiento del cultivo de *H. macrophylla*.

12. Indicador: Crecimiento del cultivo	Rangos (1 al 10)	Valor de campo
Cultivo poco denso. Tallos y ramas cortas. Muy poco crecimiento de nuevo follaje.	1 – 4	
Cultivo más denso, pero no muy uniforme, con ramas y tallos delgados. Se evidencia crecimiento no uniforme de follaje nuevo y presencia de flores medianas.	4 – 7	
Cultivo denso, uniforme, buen crecimiento con ramas y tallos gruesos. Se evidencia crecimiento uniforme de follaje nuevo con flores frondosos.	7 – 10	

En la Tabla 19, se muestra un valor 8.7 para el indicador resistencia y tolerancia a estrés, superando ampliamente el umbral (5) de sostenibilidad agroecológico. Por lo tanto, el agroecosistema se caracteriza por su alta resistencia y tolerancia a fenómenos como: sequías, lluvias intensas, plagas, entre otras. Además, los productores manifestaron que el cultivo se recupera totalmente luego de un factor de estrés sin pérdidas económicas. Y en la Tabla 20 se observa un valor de 8.5 para que el indicador incidencia de plagas, donde menos de un 5 por ciento del cultivo muestra síntomas de daño por plagas y/o enfermedades. Estas características son normales y aceptables dentro del sistema agroecológico, ya que es importante el balance de la biodiversidad dentro de los sistemas agrícolas, para evitar la proliferación de plagas potenciales con el uso excesivo de los plaguicidas. Magdoff y Weil (2004) enfatizan que las practicas diversificadas en la manejo del suelo y del cultivo debe ir acompañada con adición de abundante materia orgánica, para crear suelos saludables y con ello plantas saludables. La materia orgánica es clave para resiliencia, frente a fenómenos como sequías, porque la materia orgánica retiene el agua en el suelo.

Fruente a la incidencia de plagas en el cultivo Pérez (2010) sostiene que el tipo y forma de agricultura que se practica determinara un mayor o menor ataque de las plagas. Comprendiendo variables dependientes como: susceptibilidad genética, condiciones ambientales del agroecosistema, condiciones nutricionales, el nivel y forma de uso de los agroquímicos, densidad y arreglo del cultivo y el nivel de aplicación de los plaguicidas.

Tabla 19: Estado de resistencia y tolerancia a estrés del cultivo de *H. macrophylla*.

13. Indicador: Resistencia o tolerancia a estrés (sequía, lluvias intensas, plagas, etc.	Rangos (1 al 10)	Valor de campo
Baja resistencia y tolerancia, el cultivo no se recupera luego de un factor de estrés con pérdidas significativas en el rendimiento.	1 – 4	
Media resistencia y tolerancia, el cultivo no se recupera totalmente luego de un factor de un estrés, afectando parcialmente su desarrollo.	4 – 7	
Alta resistencia y tolerancia, el cultivo se recupera totalmente luego de un factor de estrés sin pérdidas económicas.	7 – 10	

En la Tabla 21, se muestra un valor de 8.3 para el indicador competencia por arvenses pasando ampliamente el umbral (5), donde el agroecosistema se caracteriza por tener alto control de arvenses, observándose *in situ* al cultivo (*H. macrophylla*) ser vigoroso y frondoso llegado a medir más de 1.50 m de altura, sobrepasando ampliamente a los arvenses. Se resalta que los productores mencionaron que los arvenses se mantienen como cobertura del suelo casi todo el año. Según Del Toro (2015) los arvenses juegan un papel fundamental en el entorno ecológico y favorecen el mantenimiento de los mecanismos homeostáticos del agroecosistema, como: cobertura que previenen la erosión del suelo, fuente de materia orgánica, conservación de la humedad y fertilidad del suelo.

Vargas *et al.* (2014) señalan que los arvenses, tienen un profundo impacto en la conservación e incremento biodiversidad, al mantenimiento de la complejidad trófica y a la estabilidad del sistema; tal como CATIE (1990) menciona que la presencia de arvenses dentro de los cultivos, mantienen el balance de predadores y parasitoides. Donde los insectos benéficos tienen mayores posibilidades de encontrar presas alternativas, abrigo, sitios para reproducción y refugios para dormancia.

Tabla 20: Estado de incidencia de plagas en el agroecosistema de *H. macrophylla*.

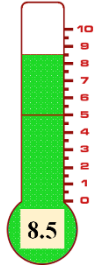
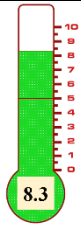
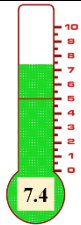
14. Indicador: Incidencia de plagas	Rangos (1 al 10)	Valor de campo
Más del 50% del cultivo muestra síntomas de daño por plagas y/o enfermedades.	1 – 3	
Entre un 20 a 50% del cultivo muestra síntomas de daño por plagas y/o enfermedades.	3 – 5	
Entre un 5 a 20% del cultivo muestra síntomas de daño por plagas y/o enfermedades.	5 – 8	
Menos de un 5% del cultivo muestra síntomas de daño por plagas y/o enfermedades.	8 – 10	

Tabla 21: Estado de competencia por arvenses el agroecosistema de *H. macrophylla*.

15. Indicador: Competencia por arvenses	Rangos (1 al 10)	Valor de campo
Control bajo, cultivos estresados dominados por arvenses.	1 – 4	
Control medio, el cultivo sufre competencia hasta un 50% por arvenses.	4 – 7	
Control alto, las arvenses no son problema al cultivo, cultivo vigoroso se sobrepone a arvenses.	7 – 10	

En la tabla 22, se presenta un valor de 7.4 para el indicador rendimiento del cultivo, reportando un rendimiento de 100 a 120 cajas/ha al mes, los productores manifestaron vender la caja con 90 flores a S/45.00, se podría incidir que los productores tienen un ingreso económico con el calificativo de bueno de S/4 500.00 a S/5 400.00 en promedio al mes por cada hectárea de *H. macrophylla* cultivada.

Tabla 22: Estado de rendimiento del cultivo de *H. macrophylla*.

16. Indicador: Rendimiento	Rangos (1 al 10)	Valor de campo
Bajo: menos de 50 cajas/mes/ha.	1 – 3	
Medio: de 50 a 100 cajas/mes/ha.	3 – 5	
Bueno: de 100 a 120 cajas/mes/ha.	5 – 7	
Alto: más de 120 cajas/mes/ha. Caja: 90 flores	7 – 10	

En las Tablas 23, 24 y 25 se presentan a los indicadores diversidad genética, diversidad vegetal y diversidad circundante con valores de campo de 1.9, 6.1 y 6.5 respectivamente. Donde diversidad genética (1.9) se encuentra por debajo del umbral (5) de integración

agroecología de sostenibilidad, debido a que en el agroecosistema se cultiva una sola variedad de *H. macrophylla*. Mientras que los indicadores diversidad vegetal (6.1) y diversidad circundante (6.5) si están por encima del umbral (5), estos debido a que las fincas presentan mediana diversidad vegetal de arvenses (encontrándose hasta 7 especies de arvenses de igual estratos en las fincas como cobertura) y mediana diversidad circundante (encontrándose entre un 2 – 4 por ciento del área total de la finca con vegetación natural, en forma de corredores, franjas y parches y dispersos en varias partes de la finca). Según Holt-Gimenez (2002) los agroecosistemas diversificados tales como cobertura y agroforesterías en las fincas, sufren menos daños de plagas a comparación de sistemas convencionales tipo monocultivos; también Lin (2011) afirma que a mayor diversidad de especies vegetales en los sistemas agrícolas funciona como un amortiguador al incrementar la capacidad de compensación de los agroecosistemas, ya que si falla una de las especies, otras pueden desempeñar su función, lo que conduce a respuestas comunitarias agregadas de balance del ecosistema. Asimismo, Castillo-Sánchez *et al.* (2019) ratifican que los sistemas agrícolas con amplia diversidad de plantas presentan mayor diversidad de insectos en estado de balance ecológico, es decir sin proliferación de plagas potenciales.

De acuerdo con Ramírez-Iglesias *et al.* (2020), los ecosistemas biodiversos son más resilientes, se considera importante emplear un mayor esfuerzo en la concienciación de los (as) pequeños (as), medianos (as) y grandes productores (as), a fin de emplear prácticas agronómicas acordes con el ambiente que protejan el suelo, mejoren la calidad y productividad de los cultivos e incluso mitiguen la emisión de gases con efecto invernadero. Para poder masificar estas prácticas, es necesario que se emplee un protocolo adaptado a cada uno de los agroecosistemas y se practique la autosuficiencia productiva con un mínimo de impacto ambiental. Para ello se considera como primer paso la planificación de la finca para luego, en base a las necesidades del (de la) productor (a), lograr su diversificación e integración con prácticas más amigables con el ambiente, para así contribuir a la maximización del sistema y la autosuficiencia productiva.

Tabla 23: Estado de diversidad genética del cultivo de *H. macrophylla*.

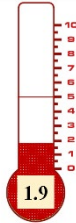
17. Indicador: Diversidad genética	Rangos (1 al 10)	Valor de campo
Baja, domina una sola variedad de hortensia.	1 – 4	
Media, dos variedades de hortensia por especie cultivada.	4 – 7	
Alta, más de dos variedades de hortensia por especie cultivada.	7 – 10	

Tabla 24: Estado de diversidad vegetal en el agroecosistema de *H. macrophylla*.

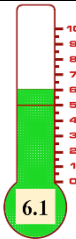
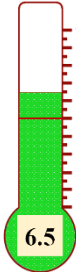
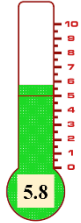
18. Indicador: Diversidad vegetal	Rangos (1 al 10)	Valor de campo
Muy baja, cultivo sin coberturas o arvenses todo el año.	1 – 3	
Baja, cultivo con cobertura o arvenses manejables menos de 5 especies y ocupan igual estrato como cobertura.	3 – 5	
Media, cultivo con cobertura o arvenses controladas de 5 a 7 especies y ocupan igual estrato como cobertura.	5 – 7	
Alta, cultivo con cobertura o arvenses controladas más de 7 especies y ocupan igual estrato como cobertura.	7 – 10	

Tabla 25: Estado de diversidad circundante en el agroecosistema de *H. macrophylla*.

19. Indicador: Diversidad circundante.	Rangos (1 al 10)	Valor de campo
Muy baja, no hay áreas naturales en el agroecosistema.	1 – 3	
Baja, <2 % del área total de la finca es vegetación natural, en forma de corredores y concentrada en una sola parte de la finca.	3 – 5	
Media, entre un 2 - 4% del área total de la finca es vegetación natural, en forma de corredores, franjas y dispersas en varias partes de la finca.	5 – 8	
Alta, > 4% del área total de la finca es vegetación natural, en forma de corredores, franjas y dispersos en varias partes de la finca.	8 – 10	

En la Tabla 26, se muestra un valor de 5.8 para el indicador sistema de manejo, donde el indicador supera el umbral (5) de sostenibilidad. De acuerdo a esto el agroecosistema de *H. macrophylla* se caracteriza por el uso de insumos orgánicos entre el 60 – 90 por ciento del total de insumos nutricionales usados. También se reportó (*in situ*) la reincorporación de restos del cultivo (de podas y deshoje) al suelo. Estos resultados coinciden con lo reportado en la Figura 16 donde 98 por ciento de los productores incorporan gallinaza al suelo entre 4 y 10 tn/ha al año. De igual manera (Figura 15), los productores manifestaron aplicar herbicidas una sola vez al año y usar plaguicidas esporádicamente ya que no se registran plagas potenciales en el agroecosistema.

Tabla 26: Estado de sistema de manejo de las fincas con cultivo de *H. macrophylla*.

20. Indicador: Sistemas de manejo	Rangos (1 al 10)	Valor de campo
El 100% de los insumos no son orgánicos.	1 – 3	
Hasta un 60% de los insumos son orgánicos.	3 – 5	
Entre un 60 – 99% de los insumos son orgánicos y en gran parte se elaboran en finca o se reincorpora restos del cultivo a al campo de manera sostenible.	5 – 8	
El 100% de los insumos son orgánicos y se elaboran en la finca de manera sostenible.	8 – 10	

4.2.3. Integración de los indicadores de calidad de suelo y salud de cultivo en *H. macrophylla*

La Tabla 27, muestra los valores obtenidos para cada indicador (VI), donde resalta que los indicadores de calidad de suelo tuvieron valores por encima del umbral (5) de integración agroecológica. El componente salud de cultivo tuvo al indicador diversidad genética (1.9) por debajo del umbral (5), los demás indicadores estuvieron por encima del umbral (5).

En cuanto al análisis de los índices agroecológicos de sostenibilidad se observa (Tabla 27), que el Índice Calidad de suelo (IACS) tuvo un valor de 7.9 y el Índice Salud de Cultivo (IASC) un valor de 7.1, sobrepasando significativamente el umbral (5). Asimismo, se observa que el Índice General de Sostenibilidad (IAGS) es de 7.5. De acuerdo a este último valor, se concluye que el agroecosistema de *H. macrophylla* en Huánuco, Perú, es agroecológicamente sostenible, según las características descritas en este documento.

La Figura 20, tipo ameba, presenta la integración de los indicadores (calidad de suelo y salud de cultivo), observándose claramente la sostenibilidad agroecológica del agroecosistema de *H. macrophylla*, donde no existen puntos críticos o valores menores al umbral (5) para el componente calidad de suelo, sobresaliendo erosión (8.9), profundidad (8.7), desarrollo de raíces (8.6), estructura (8.3) y color, olor y materia orgánica (8.1) con valores por encima de 8, siendo los valores preferidos en la agricultura ecológica (Pérez 2010). Se observa que cobertura de suelo se encuentra cerca al umbral (5), esto se refleja a la aplicación de herbicida (1 aplicación por año) ya explicado en la Figura 15 (uso de insumos) y Tabla 24 (sistema de manejo), lo recomendable es no realizar más de dos aplicaciones al año para evitar la erosión hídrica del suelo, también se rescata del sistema la práctica de poda y desoje del cultivo (2 a 3 veces al año), esto aporta materia orgánica al suelo de manera sostenible, mejorando y conservando la calidad del suelo.

Tabla 27: Resumen de calificación de los indicadores (calidad de suelo y salud cultivo) e índices de sostenibilidad agroecológica de *H. macrophylla* en Huánuco – Perú.

Valor agroecológico del cultivo de <i>H. macrophylla</i>			
Indicadores agroecológicos	VI	ICD	IAGS
Calidad del suelo		IACS	
1. Estructura	8.3		
2. Infiltración	7.5		
3. Profundidad del suelo Hz A	8.7		
4. Estado de residuos Hz O	7.9		
5. Color, olor y materia orgánica	8.1	7.9	
6. Retención de humedad	7.4		
7. Desarrollo de raíces	8.6		
8. Cobertura de suelo	6.5		
9. Erosión	8.9		
10. Actividad biológica	6.9		
Salud del cultivo		IASC	7.5**
11. Apariencia del cultivo	8.9		
12. Crecimiento de cultivo	8.5		
13. Tolerancia a estrés	8.7		
14. Incidencia de enfermedades	8.5		
15. Competencia por arvenses	8.3	7.1	
16. Rendimiento	7.4		
17. Diversidad Genética	1.9		
18. Diversidad vegetal	6.1		
19. Diversidad natural circundante	6.5		
20. Sistema Manejo	5.8		

* No sustentable con valor < 5, ** Sustentable con valor ≥ 5.

VI: Valor de indicador

ICD: Índices de los criterios de diagnóstico

IACS: Índice de calidad del suelo

IASC: Índice de salud del cultivo

IAGS: Índice general de sostenibilidad ecológica

Asimismo (Figura 20), para el componente salud del cultivo los indicadores que sobresalieron con valores más altos y por encima de 8 fueron: apariencia del cultivo (8.9), tolerancia a estrés (8.7), incidencia de enfermedades (8.5), crecimiento (8.5) y competencia por arvenses (8.3), siendo los valores preferidos para la sostenibilidad de la agricultura ecológica. Aunque, diversidad genética (1.9) es un punto crítico del agroecosistema por estar muy por debajo del umbral (5), esto debido a que se utiliza generalmente una sola variedad de *H. macrophylla* en el agroecosistema. En general el agroecosistema de *H. macrophylla* en Huánuco – Perú es agroecológicamente sostenible por las buenas condiciones de manejo del suelo y del cultivo.

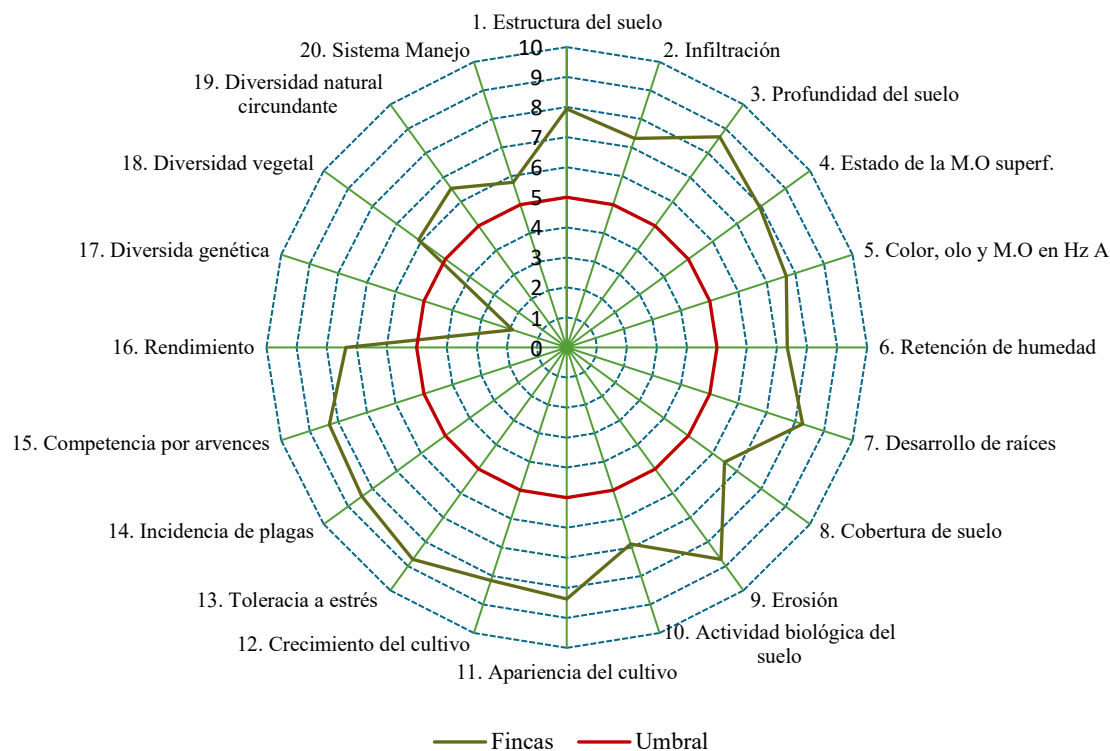


Figura 20. Integración y tendencia de los indicadores (calidad de suelo y salud de cultivo) de sostenibilidad agroecológica del agroecosistema de *H. macrophylla* en Huánuco – Perú.

En la Figura 21, se observa la comparación de los índices generales de sostenibilidad (calidad del suelo y salud de cultivo) de las 51 fincas evaluadas de *H. macrophylla*, visualizándose el estado de las fincas en relación al umbral (5) de integridad ecológica. Donde 47 fincas se encuentra dentro de integridad ecológica superando el umbral (5), sobresalido de estos las fincas denominadas “*faros ecológicos*” con un valor promedio de 9, señalizadas por medio de flechas, estas fincas se consideran como las de mayor grado de sostenibilidad del agroecosistema. Según Altieri y Nicolls (2002) y León y Mora (2012) en estas fincas (*faros ecológicos*) se pueden estudiar los sinergismos e interacciones ecológicas, de las acertadas condiciones y prácticas de las que se realizaron o realizan en cuanto a manejo de suelo y salud de cultivo.

Asimismo, se observa (Figura 21) que cuatro fincas no pasaron el umbral (5) de integridad ecológica, donde se tiene que mejorar las técnicas del manejo del suelo y del cultivo, cabe precisar la solución no es copiarse las técnicas de los “*faros ecológicos*”, sino que emulen los procesos, ya que en agricultura ecológica u orgánica no existe paquetes o recetas bien

definidos, sino adaptarlas de acuerdo a cada realidad del agroecosistema. Según Pérez (2010) la clave aquí no es tanto que los agricultores copien las técnicas que usa el *agricultor faro*, sino más bien que emulen los procesos e interacciones promovidos por la infraestructura ecológica de esa finca, que conllevan al éxito del sistema desde el punto de vista de calidad de suelo y salud fitosanitaria. Puede ser que en la finca faro la clave es la alta actividad biológica o la gran cobertura viva del suelo. Los agricultores circundantes no necesariamente tienen que usar el mismo tipo de compost o cobertura que el agricultor faro, más bien deben usar técnicas a su alcance pero que conlleven a optimizar los mismos procesos.

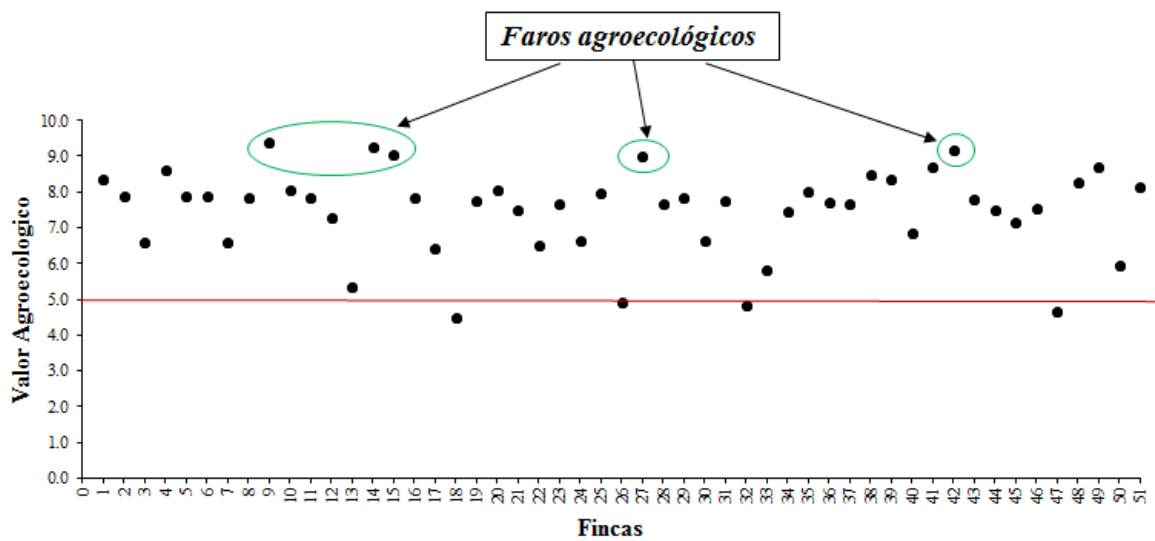


Figura 21. Distribución de los índices agroecológicos (calidad del suelo y salud de cultivo) de las 51 fincas de *H. macrophylla* caracterizadas.

En síntesis (Figura 22), se afirma que el 92 por ciento de las fincas evaluadas superan el umbral de integridad ecológica y mientras que un 8 por ciento de las fincas no presentan adecuados manejos de sostenibilidad encontrándose por debajo de la integridad ecológica.

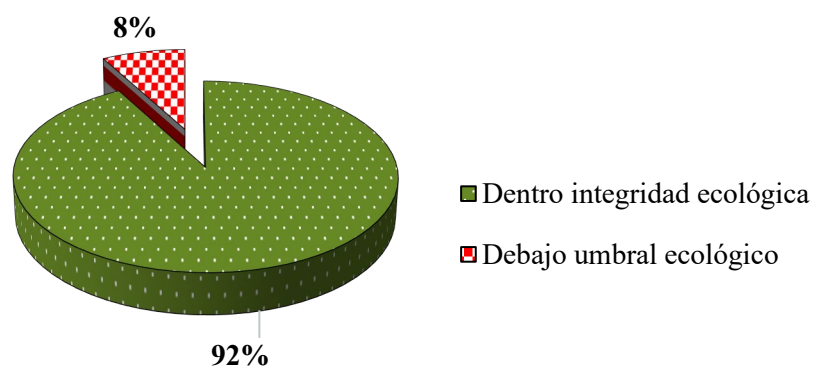


Figura 22. Estimación en porcentaje de fincas (*H. macrophylla*) agroecológicamente sostenibles en Huánuco – Perú.

V. CONCLUSIONES

a. Aspecto social

- Las fincas *H. macrophylla* son lideradas básicamente por hombres y el grupo etario representativo se encuentra entre los 30 a 49 años de edad.
- El nivel de educación de los productores se encuentra entre primaria y secundaria y radican en la chacra y el pueblo.
- Los productores cuentan con servicios básicos, pero no cuentan capacitaciones técnicas en manejo del sistema agrícola.
- El 100 por ciento de los productores pertenecen a alguna organización y el 61 por ciento de las familias están integradas de 3 a 4 personas.
- En cuanto a la aceptabilidad al sistema producción de *H. macrophylla* los productores dicen estar desde muy contentos hasta satisfechos con lo que hacen.

b. Aspecto económico

- Los productores no cuentan con título de propiedad de sus predios y son minifundistas (61 por ciento) y pequeños (39 por ciento) productores.
- Las fincas son manejadas básicamente usando mano de obra familiar + contratada (82.45 por ciento) y el 74.5 por ciento de los productores solo depende económicamente del cultivo de *H. macrophylla*.
- El 60.8 por ciento de los productores no acceden o no solicitan créditos y la vivienda de los productores se caracteriza básicamente: adobe regular con piso de cemento (52.9 por ciento) y material noble de techo ligero (33.3 por ciento).

c. Aspecto ambiental

- El 98 por ciento de los productores se caracterizan por el uso de abonos entre 4 y 10 tn/ha al año. También por el uso moderado y oportuno de herbicidas y plaguicidas.
- La principal fuente de contaminación en la comunidad de los productores son los plásticos y el uso de plaguicidas.

- Los productores últimamente vienen experimentando fenómenos como días de intenso calor (88 por ciento) y lluvias intensas (59 por ciento).

d. Caracterización agroecológica

- El agroecosistema se caracteriza por ser agroecológicamente sostenible, presentando un valor significativo de 7.5 de índice general de sostenibilidad ecológica. De acuerdo a la buena calidad del suelo (índice 7.1) y salud de cultivo (7.9).
- La evaluación rápida de sustentabilidad agroecológica permitió evidenciar que los agricultores están comprometidos con las prácticas agroecológicas de sostenibilidad en el manejo de las fincas del cultivo de *H. macrophylla*.
- Los indicadores (calidad de suelo y salud de cultivo) permiten a cada productor visualizar el estado de sostenibilidad ecológica de las fincas, en relación al umbral de integridad ecológica.
- Se registró cinco fincas como faros ecológicos con valores de índice general de sostenibilidad ecológica mayores de 9.
- Se encontró que el 93 por ciento (de 51 fincas) de las fincas supera el umbral de integridad ecológica (5), es decir, son agroecosistemas sostenibles.
- Los indicadores de calidad de suelo permitieron registrar la no presencia de puntos críticos en el sistema en general, valores menores del umbral de integridad ecológica (5), resultado del buen manejo ecológico por parte de los productores.
- El indicador profundidad de suelo superficial (8.7), es un indicador clave de la sostenibilidad ecológica del cultivo de *H. macrophylla*.
- Los indicadores de salud del cultivo registraron que diversidad genética (1.9) es un punto crítico en el agroecosistema.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios de caracterización agroecológica de sistemas de producción de cultivos alimenticios en el Perú, principalmente en la amazonia para definir estrategias basadas en políticas públicas para la producción sostenible enfocada en la conservación del suelo y calidad de cultivo.
- Realizar estudios sostenibilidad agroecológica integrando agroecosistemas con más de un tipo de cultivo.
- Socializar la metodología y los resultados de la investigación para fomentar la agricultura ecológica u orgánica y la toma de decisiones oportunas por parte de los productores y autoridades públicas que buscan la sostenibilidad de los sistemas agrícolas.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alegre, J. s.f. Sistemas agroforestais potenciais de recuperação de áreas degradadas na América Latina. Universidad Nacional Agraria la Molina, Facultad de Agronomía Departamento de Suelos, Lima, Perú. 12 p.
- Altieri, M.A. 1987. Agroecology. The Scientific Basis of Alternative Agriculture. Boulder, CO: Westview Press, 227 p.
- Altieri, M.A. 1994. Bases agroecológicas para una producción agrícola sustentable. *Agricultura técnica*, 54(4):371-386.
- Altieri, M.A. 2002. Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables. *Sarandon SJ (ed) Agroecológica: el camino hacia una agricultura sustentable*. Ediciones Científicas Americanas, Buenos Aires-La Plata, p 49-56.
- Altieri M.A; Nicholls C.I. 2004. Una base agroecológica para el diseño de sistemas diversificados en el trópico. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*. 73:8-20. Consultado el 17 de may. 2020. Disponible en: <http://201.207.189.89/bitstream/handle/11554/6873/A1899e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Altieri, M.A; Nicholls, C.I. 2003. Agroecologia: resgatando a agricultura orgânica a partir de um modelo industrial de produção e distribuição. *Ciência & ambiente*. 27:14-152.
- Altieri, M.A; Nicholls, C.I. 2002. Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales. *Manejo integrado de plagas y Agroecología*, 64(1):7-2.

- Altieri, M.A; Norgaard, R; Sikor, T.O.; Magdoff, F; Hecht, S; Liebman, M. 1999. Agroecología “*Bases científicas para una agricultura sustentable*”. Nordan-Comunidad. Montevideo. 339 pp.
- Arango, M. 2003. *Hydrangea hortensia*. Bogotá, Colombia. *Ediciones Hortitecnia Ltda.* p.7-24.
- Augé, R.M. 2001. Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Mycorrhiza*, 11:3-42. Consultado el 20 de dic. 2019. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs005720100097>
- BBC Mundo. 2018. Por qué 2030 es la fecha límite de la humanidad para evitar una catástrofe global (en línea). Consultado el 25 de may. 2019. Disponible en: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-45785972>
- Betancourt-Yáñez, P; Pulido, P. 2006. Actitud de los agricultores hacia el manejo y conservación del suelo y agua en dos comunidades rurales del Estado Lara, Venezuela. *Bioagro*, 18(3):155-161.
- Buckles, D; Triomphe B; Sain G. 1998. Cover crops in hillside agriculture: Farmer innovation with Mucuna. International Development Research Center, Ottawa Canada. 207 p.
- Cabell, JF; Oelofse, M. 2012. An indicator framework for assessing agroecosystem resilience. *Ecology and Society* 17(1):18
- Cabrera, M; Álvarez, R; Cúndom, M; Gutiérrez, S. 2009. *Enfermedades que afectan a Hydrangea macrophylla en Corrientes, Argentina*. Reuniones de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la SECyT-UNNE (Junio 2009). Corrientes, Argentina.
- Castillo-Sánchez, L.E; Jiménez-Osornio, J.J; Delfín-González, H; Ramírez Pech. J; Canul-Solís, J.R; Gonzalez-Moreno, A; Campos-Navarrete, M.J. 2019. Diversity of ichneumonidae (Hymenoptera) in three types of land use in a multiple production agroecosystem in Xmatkuil, Yucatan, Mexico. *Revista Bio Ciencias*, Vol. 6. e543.

<http://revistabiociencias.uan.edu.mx/index.php/BIOCIENCIAS/article/view/543/pdf>

- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de maíz. Informe técnico No 152, CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Cerón, W.L; Escobar, Y.C; Díaz, Á.J.Á. 2014. Evaluación agroecológica de los sistemas productivos agrícolas en la microcuenca Centella (Dagua, Colombia). *Colombia Forestal*, 17(2):161-179.
- Cochrane, T.T; Sanchez, P.A. 1982. Land resources, soils and their management In the Amazon region: a state of Knowledge report. In S. B. Hecht, ed. Amazonia: Agriculture and Land Use Research. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Cali, Colombia. pp. 137-209.
- Corbera, J. 1990. Patrones de asentamiento en selva. No. 26: 16-58. Tingo María.
- Crespel, L; Morel, P; Galopin, G. 2012. Architectural and genetic characterization in *Hydrangea aspera* subsp. *aspera* Kawakami group, *H. aspera* subsp. *sargentiana* and their hybrids. *Euphytica* 184:289-299. Consultado el 20 de mar. 2019. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10681-011-0477-z>
- Cuéllar, P.M; Calle-Collado, Á. 2009. Los sistemas participativos de garantía: poder, democracia y Agroecología. En: I Congreso de Sociología de la Alimentación. Gijón, España; 28 – 29/05/2009.
- Curry, J.P. 1998. Factors affecting earthworm abundance in soils. In: Edwards C.A (ed) *Earthworm ecology*. St. Lucie Press, Boca Raton FL, 389 p.
- De Schutter, O. 2010. Informe del relator especial sobre el derecho a la alimentación. Consejo de derechos humanos 16º período de sesiones. Naciones Unidas, Asamblea General (A/HRC/16/49). 24 p. Consultado el 10 abr. 2020. Disponible en: https://www2.ohchr.org/english/issues/food/docs/A-HRC-16-49_sp.pdf

- Del Toro, J.O. 2015. Programa de capacitación para el aprovechamiento de la vegetación no objeto de cultivo en fincas suburbanas de Santiago de Cuba. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, Cuba.
- Do Nascimento, F.S; Calle-Collado, Á; Benito, R.M. 2020. Economía social y solidaria y agroecología en cooperativas de agricultura familiar en Brasil como forma de desarrollo de una agricultura sostenible. *CIRIEC-España, revista de economía pública, social y cooperativa* (98):189-211.
- Doran, J.W; Coleman, D.C; Bezdicsek, D.F; Stewart B.A. 1994. Defining Soil Quality for a Sustainable Environment. Soil Science Society of America, Special Publication No. 35, pp. 244.
- Dourojeanni, M. 2016. Aprovechamiento del barbecho forestal en áreas de agricultura migratoria en la Amazonía peruana. *Revista forestal del Perú* 14(2):1-33. Consultado el 20 de jun. 2019. Disponible en: <http://190.119.243.75/index.php/rfp/article/view/136/134>
- Durán-Espinosa, C. 1999. Hydrangeaceae. In: Sosa, V. (ed.). Flora de Veracruz 109. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México. 22 p.
- Dussi, M.C; Flores, L.B. 2018. Visión multidimensional de la agroecología como estrategia ante el cambio climático. *Interdisciplina*, 6(14):129-153.
- Edwards, CA; Bohlen, PJ; Linden, DR; Subler, S. 1995. Earthworm in agroecosystems. In: PF Hendrix, (ed). Earthworm ecology and biogeography in North America. Lewis, Boca Raton, Florida, USA. p 185-206
- Echeverri, J.Á. 2009. Pueblos indígenas y cambio climático: el caso de la Amazonía colombiana. *Bulletin de l'Institut français d'études andines*, (Perú). 38(1):13-28. Consultado el 12 ene. 2020. Disponible en: <https://journals.openedition.org/bifea/2774>

- ETC Group. 2017. Who will feed us? The Peasant Food Web vs. the Industrial Food Chain. Retrieved from. Consultado el 12 de may. 2020. Disponible en: <http://www.etcgroup.org/whowillfeedus>
- Evia G; Sarandón S.J. 2002. Aplicación del método multicriterio para valorar la sustentabilidad de diferentes alternativas productivas en los humedales de la Laguna Merín, Uruguay. En *Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable*, (Sarandón SJ, ed.) Ediciones Científicas Americanas, Capítulo 22:431-448
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2018. Propiedades del suelo (en línea). Consultado el 24 de dic. 2018. Disponible en: <http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/propiedades-del-suelo/es/>
- Farrelly, M. 2017. La contribución de la agroecología a los Objetivos de Desarrollo Sostenible. *Leisa - Revista de Agroecología* (en línea). Lima, Perú. Consultado el 15 de set. 2019. Disponible en: <http://leisa-al.org/web/index.php/volumen-edicion-especial/2151-la-contribucion-de-la-agroecologia-a-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible-2>
- Ferreira, R. 1950. Informe botánico de la exploración científica al valle del Huallaga. In: Organismo Coordinador de la Hilea Amazónica Peruana. Informe sobre el Huallaga. pp: 177-217. Ministerio de Relaciones Exteriores. Lima.
- Frías, L. 2020. Animales muertos en Australia, un séptimo de la población humana. Prevén cambios en las cadenas alimenticias. *Gaceta UNAM (2010-2019)*, 5108:12.
- Flórez, J. 2009. *Agricultura Ecológica*. Ed. Mundi Prensa. Madrid, España, 395 pp.
- Folke, C. 2006. Resilience: the emergence of a perspective for social ecological systems analyses. *Global Environmental Change* 16 (3):253-267.
- Forero, J; Torres, L.E; Lozano, P; Durana, C; Galarza, J.A; Corrales, E. 2002. *Sistemas de producción rurales en la Región Andina colombiana*. Bogotá, Colombia: Colciencias, 234 p.

- Fuhrer, J. 2003. Agroecosystem responses to combinations of elevated CO₂, ozone, and global climate change. *Agriculture Ecosystems & Environment* 97(1-3):1-20. Consultado el 19 de may. 2020. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167880903001257>
- Galopin, G; Codarin, S; Viemont, J; Morel, P. 2008. Architectural development of inflorescence in *Hydrangea macrophylla* cv. Hermann Dienemann. *HortScience*, 43(2):361–365. Consultado el 10 may. 2020. Disponible en: <https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/43/2/article-p361.xml>
- García, F. 2017. El Perú pierde al año 150 mil hectáreas de bosque natural (en línea). Lima, Perú. Consultado el 6 ene. 2019. Disponible en: <http://www.caaap.org.pe/website/2017/05/26/el-peru-pierde-al-ano-150-mil-hectareas-de-bosque-natural/>
- Gattinger, A; Muller, A; Haeni, M; Skinner, C; Fliessbach, A; Buchmann, N; Mäder, P; Stolze, M; Smith, P; El-Hage Scialabba, N; Niggli, U. 2012. Enhanced top soil carbon stocks under organic farming. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(44):18226-18231.
- Gestión.pe, 2015. Productores de hortensias de Huánuco destinan el 55% de su producción al mercado local (en línea). Lima, Perú. Consultado el 25 de may. 2019. Disponible en: <https://gestion.pe/economia/productores-hortensias-huanuco-destinan-55-produccion-mercado-local-152052>
- Ginocchio, L. 2012. Pequeña agricultura y gastronomía: oportunidades y desafíos. Lima, Perú, APEGA, GIZ, SOS Faim, Oxfam. 44 p.
- Gliessman, S.R. 2002. Agroecología. Procesos ecológicos en agricultura sostenible. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. 359 p.
- Gliessman, S.R. 1998 Agroecology: Ecological processes in sustainable agriculture. Michigan, Ann Arbor Press. 384 P.

- Gonzales, J. 2011. Evaluación de los factores socioeconómicos que influyen en la adopción de prácticas agropecuarias sostenibles en la microcuenca San Alberto, Zona de Amortiguamiento del Parque Nacional Yanachaga-Chemillen, Oxapampa-Pasco. Tesis Ing. Ambiental. Lima, Perú. UNALM. 167p.
- Gonzales, X. 2019. Cultivo de hortensias, un negocio con gran potencial en el oriente Antioqueño (en línea). *La República S.A.S.* Bogotá, Colombia. Consultado el 25 de may. 2019. Disponible en: <<https://www.agronegocios.co/agricultura/cultivo-de-hortensias-un-negocio-con-gran-potencial-en-el-oriente-antioqueno-2821240>>
- Grego, C.R.; Vieira, S.R. 2005. Variabilidad espacial de propiedades físicas do solo em uma parcela experimental. *Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa*, 29(2):169-177.
- Hart, R.D. 1985. Conceptos básicos sobre agroecosistemas. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 160 p.
- Holt-Giménez, E. 2002. Measuring farmers' agroecological resistance after Hurricane Mitch in Nicaragua: A case study in participatory, sustainable land management impact monitoring. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 93(1-3):87-105.
- INCAGRO (Innovación y Competitividad para el Agro Peruano). 2006. Estudios de línea de base y salida de subproyectos cofinanciados. Ministerio de Agricultura. Lima, Perú. 91 p.
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). 2017a. Más de 2 millones de productores y productoras agropecuarios celebrarán el día del campesino. Según el IV Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO). Lima, Perú. 2 p. Consultado el 04 abr. 2020, disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/noticias/nota-de-prensa-n135-2017-inei_1.pdf

- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). 2017b. Características de la infraestructura de las viviendas particulares. Lima, Perú. 40 p. Consultado el 29 de abr. 2020, disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1539/cap04.pdf
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). 2014. Características socioeconómicas del productor agropecuario en el Perú. Lima, Perú. 388 p. Consultado el 29 de abr. 2020. Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1177/libro.pdf
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). 2013. Resultados definitivos: Censo Nacional Agropecuario 2012. Lima, Perú. 47 p. Consultado el 19 de may. 2020. Disponible en: <https://www.agrorural.gob.pe/dmdocuments/resultados.pdf>
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2014. Climate Change 2014: Impacts, adaptation and vulnerability. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1132 p. Consultado el 17 de ene. 2020. Disponible en: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-PartA_FINAL.pdf
- Judd, W; Campbell, C; Kellogg, E; Stevens, P; Donoghue, M. 2007. Botánica sistemática. Un approccio filogenico, piccin, Padova. 708 p.
- Lal, R. 2003. Global potential of soil carbon sequestration to mitigate the greenhouse effect. *Critical reviews in plant sciences*, 22(2):151-184. Consultado 12 feb. 2020. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/713610854>
- Larrouyet, C. 2015. Desarrollo sustentable. Origen, evolución y su implementación para el cuidado del planeta. (Trabajo final integrador). Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Argentina. 47 p. Consultado el 27 de may. 2019. Disponible en: <<http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/154>>

- Lavado, H. 1991. Sistema de cultivo y de comercialización de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) de la provincia de Oxapampa, departamento de Pasco, Región Andrés A. Cáceres. Lima, Perú. UNALM. 61 p.
- Léon, J; Mora, J. 2012. Evaluación de la sustentabilidad de cafetales en Caldas Colombia. *Agroforestería Neotropical*, 2(1):68-78. Consultado el 23 de mar. 2020. Disponible en: <http://revistas.ut.edu.co/index.php/agroforesteria/article/download/210/208>
- Lin, B. 2011. Resilience in agriculture through crop diversification: adaptive management for environmental change. *BioScience* 61(3):183-193. Consultado el 12 de may. 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1525/bio.2011.61.3.4>
- Longo, T.L; Tomasini, H. 1996. Uso de un modelo multicriterio para valorar el mejor manejo económico y ecológico de la Tierra agrícola. *Revista Argentina de Economía Agraria* 4:3-11.
- López, D; Llorente, M. 2010. EcoAgroCulturas: Proyecto de fomento de la agricultura ecológica (2009-2011). ISBN: 978-84-936785-2-4. Ecologistas en Acción Marqués, Madrid. España. 34 p. Consultado el 30 abr. 2020. Disponible en: https://www.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf_cuaderno_17_agroecologia.pdf
- López, G. 2001. Los árboles y arbustos de la Península Ibérica e Islas Baleares. Especies silvestres y las principales cultivadas. 2 tomos. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, Barcelona, México. 648 p.
- Luna, A. 2017. Producción y exportación de Hortensias baja por la ilícita depredación de bosques (en línea). Huánuco, Perú. Consultado el 25 de may. 2019. Disponible en: <https://diariocorreo.pe/edicion/huanuco/produccion-y-exportacion-de-hortensias-baja-por-la-ilicita-depredacion-de-bosques-773621/>
- MacDonald, M. 2012. Equidad y seguridad alimentaria en un mundo condicionado por el clima. *En Worldwatch Institute La situación del mundo 2012*. Hacia una prosperidad sostenible. Barcelona: Icaria. 341 p.

- Machiwal, D; Jha, M.K; Mal, B.C. 2006. Modelling Infiltration and quantifying spatial soil variability in a Wasteland of Kharagpur, India. *Biosystems Engineering, United Kingdom* 95(4):569-582.
- Madrid, F.D.M; Dulanto, P.A. 2018. Impacto de la variabilidad climática y de los sistemas agrarios en el cultivo de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss) de Oxapampa, Pasco, Perú. *Biotempo* 15(1):41-48.
- Magdoff, F; Van Es, H. 2000. Building Soils for Better Crops. SARE, Washington, DC. 230 p. Consultado el 08 de feb. 2020. Disponible en: <http://www.nysenvirothon.com/Referencesandother/bettersoils.pdf>
- Magdoff, F; Weil, R. 2004. Soil organic matter management strategies. *En Soil Organic matter in sustainable agricultura* (Magdoff F, Weil R, eds). Boca Raton: CRC Press, Florida. pp 44-65.
- Makate, C; Wang, R; Makate, M; Mango, N. 2016. Crop diversification and livelihoods of smallholder farmers in Zimbabwe: adaptive management for environmental change. *SpringerPlus* 5(1):1-18. Consultado el 23 de abr. 2020. DOI: [10.1186/s40064-016-2802-4](https://doi.org/10.1186/s40064-016-2802-4).
- Masten, A.S; Best, K.M; Garnezy, N. 1990. Resilience and development: Contributions from the study of children who overcome adversity. *Development and Psychopathology* 2(4):425-444. Consultado el 14 de abr. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0954579400005812>
- Merma, I; Julca, A. 2012. Tipología de productores y sostenibilidad de cultivos en Alto Urubamba, La Convención - Cusco. *Scientia Agropecuaria* 2:149-159. Consultado el 02 de may. 2020. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3576/357633702006.pdf>

- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2012. Plan Estratégico Sectorial Multianual del Ministerio de Agricultura 2012 – 2016 (en línea). Lima, Perú. 123 p. Consultado el 20 abr. 2020. Disponible en: https://www.peru.gob.pe/docs/PLANES/14282/PLAN_14282_2015_PESEM.PDF
- MINAM (Ministerio del Ambiente). 2019. Apuntes del bosque 1. Cobertura y deforestación en los bosques húmedos amazónicos 2018 (en línea). Lima, Perú. 49 p. Consultado el 20 de may. 2020. Disponible en: <http://www.bosques.gob.pe/archivo/Apuntes-del-Bosque-N1.pdf>
- Mora, JEG. 2019. Indicadores bióticos del Cambio Climático: Caso granadilla y café. *YACHAY - Revista Científico Cultural* 8(1):522-529. Consultado 10 de mar. 2020. Disponible en: <http://revistas.uandina.edu.pe/index.php/Yachay/article/view/130/175>
- Morales-Hernández, J. 2018. Los espacios rurales y la ciudad: Agriculturas periurbanas y sustentabilidad en el Área Metropolitana de Guadalajara, México. 106 p. Consultado el 17 de set. 2019. Disponible en: https://blogs.iteso.mx/complexus/wp-content/uploads/sites/3/2018/06/Complexus_8-web.pdf
- Nicholls, C.I; Altieri, M.A. 2019. Bases agroecológicas para la adaptación de la agricultura al cambio climático. *UNED Research Journal* 11(1): S55-S61. Consultado el 12 may. 2020. DOI: <https://doi.org/10.22458/urj.v11i1.2322>
- Nicholls, C.I; Henao, A; Altieri, M.A. 2015. Agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático. *Agroecología* 10(1):7-31. Consultado el 20 de may. 2020. Disponible en: <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/300711/216131>
- Ocampo, M. 2019. Plásticos en los océanos. Ciudad de Mexico, Mexico. 6 p. Consultado el 30 de abr. 2020. Disponible en: https://foroconsultivo.org.mx/INCYTU/documentos/Completa/INCYTU_19-034.pdf

- ONU (Organización de las Naciones Unidas). 2017. La población mundial aumentará en 1.000 millones para 2030 (en línea). Nueva York, USA. Consultado el 12 feb. 2020. Disponible en: <https://www.un.org/development/desa/es/news/population/world-population-prospects-2017.html>
- Orozco, W. 2012. Establecimiento del protocolo de micropropagación de hortensia (*Hydrangea macrophylla*) a partir de segmentos nodales, como una estrategia de producción a gran escala, para su utilización ornamental en los espacios públicos del distrito Metropolitano de Quito”. Tesis, Ing. Agrónomo. Cartagena, Colombia. 101 p.
- Ortega, G. 2016. Ciencias naturales. Horizontes del suelo (en línea). Asunción, Paraguay. Consultado el 03 de ene. 2020. Disponible en: <http://www.abc.com.py/edicion-impresa/suplementos/escolar/horizontes-del-suelo-1493877.html>
- Osorio, G; Villa, J; Arredondo, J; Vásquez, J; Restrepo, J; Restrepo, L; Jarillo, W. 2015. Manual técnico del cultivo de hortensias de exportación bajo buenas prácticas agrícolas. Medellín, Colombia: Departamento de Antioquia (ed).
- Pacheco, V. 2002. Informe. Proyecto 078-CONCYTEC.
- Paustian, K; Andrén, O; Janzen, H.H; Lal, R; Smith, P; Tian, G; Tiessen, H; Van Noordwijk, M; Woomeer. P.L; Van Noordwijk, M. 1997. Agricultural soils as a sink to mitigate CO₂ emissions. *Soil Use Manage* 13:230-244
- Peñaherrera, C. 1969. Geografía general del Perú, síntesis. Tomo I, Aspectos físicos. Editorial Ausonia Talleres. Lima, Perú. 313 p.
- Pérez, M. A. 2010. Sistema Agroecológico rápido de evaluación de calidad de suelo y salud de cultivos. Bogotá, Colombia. *Corporación Ambiental Empresaria*. 91 p.

- Pérez, M.Á. 2012. Aportes Metodológicos al “*Sistema Agroecológico Rápido de Evaluación de Calidad de Suelo y Salud de Cultivos*”. Tesis Master en Agroecología. Universidad Internacional de Andalucía, España. 103 p.
- Pérez, O; Ramírez, O; Hilje L; Karremans, J. 1997. Potencial de adopción de dos opciones tecnológicas de manejo integrado de plagas (MIP) aplicando tres técnicas de extensión con productores de tomate en el Valle Central Occidental, Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas (CATIE)*, 43:19-30.
- Pinedo D; Gómez L; Julca A. 2017. Caracterización de los sistemas de producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en el distrito de Chiara, Ayacucho. *Aporte Santiaguino* 10(2):351-364. Consultado el 10 abr. 2020. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.32911/as.2017.v10.n2.176>
- Poblete, X; Reyes-Guillén, I; Villafuerte, M. 2018. Historia del concepto desarrollo sustentable y su construcción en la población actual. *Espacio I+D Innovación más Desarrollo* 7(17):64-77. Consultado el 15 de abr. 2020. DOI: [10.31644/IMASD.17.2018.a05](https://doi.org/10.31644/IMASD.17.2018.a05)
- Hirvela, S. 2014. *Hydrangea* glosary (en línea). Consultado el 26 de may. 2019. Disponible en: <https://www.provenwinners.com/learn/miscellaneous/hydrangea-glossary>
- Quispesivana, L. 1996. Geología del cuadrángulo de Huánuco: Hoja 20-k. INGEMMET Boletín No. 75, Serie A, 138 p.
- Ramírez-Iglesias, E; Cuenca, K.; Quizhpe, W. 2020. Manejo integrado de agroecosistemas en América Latina: Una opción para maximizar la producción resguardando la biodiversidad. *Tekhné* 23(1):01-11. Consultado el 11 de abr. 2020. Disponible en: <http://revistasenlinea.saber.ucab.edu.ve/temas/index.php/tekhne/article/view/4472>
- Ramos, E. 2018. Crecen despachos de flores y plantas del Perú a mercados internacionales (en línea). Lima, Perú. Consultado el 25 de mav. 2019. Disponible en: <https://andina.pe/agencia/noticia-crecen-despachos-flores-y-plantas-del-peru-a-mercados-internacionales-/29224.aspx>

- Rinehart, T; Scheffler, B; Reed, S. 2006. Genetic diversity estimates for the genus *Hydrangea* and development of a molecular key based on SSR. *J. American Society for Horticultural Science* 131:787–797.
- Salas, J. 2002. Actitud del productor agrícola de comunidades del Valle de Quíbor, Venezuela, hacia el manejo integrado de plagas en tomate. *Desarrollo Rural* 4(5):183-213.
- Salinas, I. 2005. Estudio taxonómico del orden *Scrophulariales (Magnoliopsida)* en los Bosques Montanos Húmedos de Carpish (Dpto. Huánuco, Perú). Tesis Ciencias Biológicas (Pregrado). UNMSM, Lima, Perú. Consultado el 12 de may. 2020. Disponible en: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/1390>
- Sánchez, P.A. 1976. Properties and management of solis in the tropics. *Wiley Interscience*. New York, NY, USA. 618 p.
- Sánchez, P.A; Bandy, D.E; Villachica, J.H; Nigholaides, J.J. 1982. Amazon basin solis: Management for continuous crop production. *Science* 216(Issue 4548): 821-827.
- Sarandón, S. 2002. El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. En *Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable* (Sarandón SJ, ed.). *Ediciones Científicas Americanas*, Capítulo 20:393-414. Consultado el 14 de feb. 2019. Disponible en: <https://wp.ufpel.edu.br/consagro/files/2010/10/SARANDON-cap-20-Sustentabilidad.pdf>
- Sarandón, S; Flores, C.C. 2009. Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: una propuesta metodológica. *Agroecología* 4:19-28. Consultado el 14 feb. 2019. Disponible en: <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/117131>
- Sarandón, S.J; Zuluaga, M.S; Cieza, R; Gómez, C; Janjetic, L; Negrete, E. 2006. Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. *Agroecología* 1:19-28. Consultado el 17 feb. 2019. Disponible en: <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/14/5>

- Souza, Z.M; Marques Júnior, J; Pereira, G.T. 2004. Variabilidade espacial de atributos físicos do solo em diferentes formas do relevo sob cultivo de cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 28(6):937-944. Consultado el 26 de mar. 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832004000600001>
- U.N. National Research Council. 1982. Ecological Aspects of development in the Humid Tropics. Washington, D.C. *National Academy Press*. 297 p.
- USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos). 1999. Guía para la evaluación de la calidad y la salud del suelo. Instituto de Calidad de Suelos, USA. 82 p. Consultado el 20 de may. 2019. Disponible en: https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb1044786.pdf
- Valdés, R. 2011. Cultivo de hortensia en maceta bajo agua residual depurada salina: eficacia del lavado con agua buena. Tesis, Ing. Agrónomo. Departamento de Producción Vegetal. Universidad Politécnica de Cartagena. Colombia. 101 p.
- Vandermeer, J; van Noordwijk, M; Anderson, J; Ong, C; Perfecto, I. 1998. Global change and multi-species agroecosystems: concepts and issues. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 67:1-22.
- Vargas, B; Pupo, Y.G; Fajardo, L; Puertas, A.L; Rizo, M. 2014. Riesgos y beneficios de tres especies arvenses en ecosistemas agrícolas. *Ciencia y en su PC* (1):27-37. Consultado el 23 may. 2020. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1813/181331235003.pdf>
- Vigouroux, Y; Barnaud, A; Scarcelli, N; Thuillet, A.C. 2011. Biodiversity, evolution and adaptation of cultivated crops. *Comptes Rendus Biologies* 334:450-457. Consultado el 02 may. 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.crv.2011.03.003>
- Wecker, K. 2018. Made for minds: El mundo pierde sus bosques más rápido que nunca (en línea). Alemania. Consultado el 28 dic. 2018. Disponible en: <https://www.dw.com/es/el-mundo-pierde-sus-bosques-m%C3%A1s-r%C3%A1pido-que-nunca/a-44433816>

Young, K; León. B. 1999. Peru's humid eastern montane forest. An overview of their physical settings, biological diversity, human use and settlement, and conservation needs. Centre for Research on the Cultural and Biological Diversity of Andean Rainforests (DIVA). *Technical Report 5:1-97*.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Ficha de encuesta del agricultor de *H. macrophylla*.

	Universidad Nacional Agraria La Molina Escuela de Postgrado Programa de Maestría en Agricultura Sustentable	
ENCUESTA PARA EL PRODUCTOR AGRÍCOLA		
Nombres y Apellidos:		
Dirección (Anexo, zona, centro poblado, Caserío):		
1.- Sexo y edad del responsable de la parcela: Hombre () Mujer () Edad:		
2. Número de personas que viven en el hogar:.....		
3.- Nivel de instrucción del responsable de la parcela		Ninguno () Primaria () Secundaria () Técnico () Universitario ()
4.- En su casa usted tiene: Agua potable () Luz () Desagüe () Teléfono ()		
5. Tipo de vivienda:		
Material noble, muy buena () Adobe regular y piso de cemento () Material noble, techo ligero () Chozas de madera deteriorada, sin piso () Adobe regular, piso de tierra ()		
6.- En su pueblo usted tiene: Escuela () Colegio () Posta Médica ()		
7.- Donde reside el responsable de la parcela:		
Chacra () Centro poblado () Ciudad ()		
8.- Número de hectáreas en propiedad o posesión		
9.- Tiene título de propiedad: Si () No ()		
10.- Pertenece o participa en una organización de: Productores () Deportiva () Religiosa () Otra ()		
11.- Que cultivos tiene: (1): (2): (3):		
12.- Área (hectáreas) sembrada con cultivos agrícolas		
13.- Área (hectáreas) sembrado de hortensia		
14.- Mano de obra: Solo familiar () Contratado () Ayuda mutua vecinal ()		
15.- Rendimiento de cultivo principal (hortensias) Cajas/ha:		
16.- Que tipo de agricultura realiza: Convencional () Orgánico certificado ()		
17.- Donde vende su producto: Chacra () Cooperativa () Pueblo () Ciudad () Exporta () Otro ()		
18.- Precio de venta de hortensia en la última campaña (S/. x caja)		

19.- Tiene otra actividad económica, además de la agricultura y crianza de animales: Si () No ()
20.- Si realiza otra actividad económica, esta es: Artesanía () Pesca () Comercio () Otra ()
21.- Sus mayores ingresos mensuales provienen de: Agricultura () Artesanía () Pesca () Comercio () Crianza de animales () Otra ()
22.- Recibe capacitación en producción agrícola: Si () No ()
23.- De quien recibe capacitación: Ministerio Agricultura () ONG () Organización productores () Otro ()
24.- En que temas de producción agrícola ha recibido capacitación: Almácigos () Fertilización () Producción de Compost () Control de plagas y enfermedades () Cosecha y Beneficio () Comercialización () Otro:
25.- En que temas de producción agrícola le gustaría ser capacitado: Almácigos () Fertilización () Producción de Compost () Control de plagas y enfermedades () Cosecha y Beneficio () Comercialización () Otro:
26.- Para producir usted usa: Fertilizante () Gallinaza () Guano de isla () Plaguicidas () Herbicidas () Otros ()
27.- Incorporación de materia orgánica/ha año Hasta 10 t.ha ⁻¹ () Hasta 5 t.ha ⁻¹ () Hasta 3 ha ⁻¹ () Hasta 2 ha ⁻¹ () Hasta 1 ha ⁻¹ () No incorpora materia orgánica ()
28.- Control de plagas: Ninguna medida de control () Uso de biosidas naturales (preparados de extractos vegetales, caldo bórdales) () Biosidas industriales () Manejo integrado de plagas (MIP) () Solo control químico ()
29.- Que factores crees que en tu comunidad está causando contaminación de tus recursos naturales y afectando tu agrobiodiversidad? Los fertilizantes () Las carretas y pasos de vehículos () Los plaguicidas () El plástico de las ciudades () Otros:
30.- ¿Qué hace con los envases y plásticos vacíos de los agroquímicos? La entierra () La quema () Permanece abandonado () Pozo o basurero inorgánico ()
31.- Cuáles son los eventos climáticos más frecuentes: Granizada () Heladas () Inundaciones () Sequías () Vientos huracanados () Lluvia intensas () Días de calor intenso () otros:
32.- Si accede a crédito ¿Cómo lo obtiene? De un banco o caja () De los mayoristas () De casa de agroquímicos ()
33.- Aceptabilidad del sistema de producción actual: . Está muy contento con lo que hace. No haría otra actividad aunque ésta le reporte más ingresos () . Está contento, pero antes le iba mucho mejor () . No está del todo satisfecho. Se queda porque es lo único que sabe hacer () . Poco satisfecho con esta forma de vida. Anhela vivir en la ciudad y ocuparse de otra actividad () . Está desilusionado con la vida que lleva, no lo haría más. Está esperando que se le presente una oportunidad para dejar la actividad ()

Anexo 2: Ficha de encuesta de caracterización agroecológica de las fincas de *H. macrophylla*.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA ESCUELA DE POSTGRADO MAESTRÍA EN AGRICULTURA SUSTENTABLE ENCUESTA – CARACTERIZACIÓN AGROECOLÓGICA DE LAS FINCAS DE <i>H. macrophylla</i>		
CALIDAD DE SUELO		
1. Indicador: Estructura del suelo	Rangos (1 al 10)	Valor de campo
Suelo sin estructura (masiva o granos sueltos) o con grado débil, tamaño muy fino y poco consistentes.	1 – 3	
Sin estructura o granular, bloques, laminar, columnar y prismática, con grado débil a moderado, tamaño fino a medio y poco consistentes.	3 – 5	
Granos simples, granular, bloques, laminar, columnar y prismática, con grado moderado a fuerte, tamaño medio a grande y moderadamente consistentes.	5 – 8	
Granular, bloques, laminar, columnar y prismática, con grado fuerte, y tamaño grande, muy grande y consistentes o "peds" muy evidentes y bien definidos.	8 – 10	
2. Indicador: Infiltración	Rangos (1 al 10)	Valor de campo
Compactada: Muy Lenta, < 1,5 cm/hora.	1 – 3	
Lenta, 1,5 – 5,0 cm/hora.	3 – 5	
Moderada, 5,0 – 15,5 cm/hora.	8 – 10	
Rápida, 15,5 – 50,0 cm/hora	5 – 8	
*Muy rápida, > 50,0 cm/hora. *Suelos trópico: Latosol	3 – 5	
3. Indicador: Profundidad del suelo	Rangos (1 al 10)	Valor de campo
Suelos expuestos, poco profundos, muy resistentes a la penetración o muy secas o húmedas.	1 – 4	
Suelo superficial delgada (Hz A), hasta 10 cm de color púrpura a negro; suelos moderadamente resistentes.	4 – 7	
Suelo superficial (Hz A) profundos más de 10 cm, suelos sin resistencia, sin pedregosidad, suelos con presencias de horizonte O.	7 – 10	
4. Indicador: Estado de materia orgánica superficial Hz O	Rangos (1 al 10)	Valor de campo
Presencia generalizada de residuos con baja descomposición y/o olor desagradable.	1 – 4	
Presencia generalizada de residuos con moderada descomposición, sin olor desagradable.	4 – 7	
Residuos con buena descomposición, residuos viejos bien descompuestos con presencia de artrópodos benéficos y micelios de hongos benéficos transformando las hojarascas en el suelo, sin olor desagradable.	7 a 10	
5. Color, olor y materia orgánica en Hz A	Rangos (1 al 10)	Valor de campo
Suelos claros y no se observa la presencia de materia orgánica o humus.	1 – 4	
Suelo pardo claro o rojizo, con poco olor y con algún grado de materia orgánica o humus, en menos de 10 cm de profundidad.	4 – 7	
Suelo de negro o pardo oscuro, con olor a tierra fresca, se nota presencia abundante de materia orgánica y humus a más de 10 cm de profundidad.	7 – 10	
6. Indicador: Retención de humedad	Rangos (1 al 10)	Valor de campo
En días de calor pronunciados el suelo se seca rápido y la planta se machita.	1 – 4	
Suelo permanece seco durante la época seca y cultivo se estresa, pero se recupera fácilmente sin pérdidas.	4 – 7	
Suelo mantiene humedad durante la época seca y cultivo no sufre síntomas de estrés prolongadas.	7 – 10	

<<Continuación...>>

7. Desarrollo de raíces	Rangos (1 al 10)	Valor de campo
Raíces poco desarrolladas, enfermas, cortas.	1 – 4	
Raíces con crecimiento limitado (< 20 cm profundidad), se observan algunas raíces finas en el suelo superficial (Hz A).	4 – 7	
Raíces con buen crecimiento, saludables y profundas (> 20 cm), con abundante presencia de raíces finas en suelo superficial (Hz A).	7 – 10	
8. Indicador: Cobertura de suelo	Rangos (1 al 10)	Valor de campo
La totalidad del suelo está desnudo todo el año.	1 – 3	
Cobertura entre el 1 al 40% de su área, durante por lo menos 10 meses al año.	3 – 5	
Cobertura entre el 40 al 80% de su área, durante por lo menos 10 meses del año.	5 – 8	
Cobertura mayor del 80% de su área, durante mas de 10 meses del año.	8 – 10	
9. Indicador: Erosión	Rangos (1 al 10)	Valor de campo
Más del 40% de la zona de muestreo presenta cárcavas y/o entre el 75 al 100% del horizonte A se ha perdido.	1 – 3	
Entre el 20 y el 40% de la zona de muestreo presenta cárcavas y/o entre el 50 al 75% del horizonte A se ha perdido.	3 – 5	
Entre el 5 y el 20% de la zona de muestreo presenta cárcavas y/o entre el 25 al 50% del horizonte A se ha perdido.	5 – 8	
No hay muestras de erosión, presencias de curvas de nivel, cobertura.	8 – 10	
10. Indicador: Actividad biológica del suelo	Rangos (1 al 10)	Valor de campo
Sin signos de actividad biológica, no se observan lombrices ni túneles o artrópodos (insectos, arañas, centípedes, etc.).	1 – 3	
Se ven muy pocos artrópodos y lombrices (1 individuo m ²).	3 – 5	
Presencia moderada de artrópodos (≥ 2 a ≤ 4 individuos) y lombrices (15 a 30 individuos m ²).	5 – 8	
Alta presencia de artrópodos (≥ 5 individuos) y lombrices (≥ 31 individuos m ²) y túneles.	8 – 10	
CALIDAD DE CULTIVO		
11. Indicador: Apariencia del cultivo	Rangos (1 al 10)	Valor de campo
Más del 50% del cultivo presenta clorosis generalizada y/u otro síntoma severo de deficiencia o desbalance nutricional.	1 – 3	
Entre un 20 al 50% del cultivo presenta clorosis generalizada y/u otro síntoma severo de deficiencia o desbalance nutricional.	3 – 5	
Entre un 1 al 20% del, cultivo presenta clorosis generalizada y/u otro síntoma severo de deficiencia o desbalance nutricional.	5 – 8	
El cultivo no presenta ningún signo de clorosis o problema nutricional, follaje verde intenso.	8 – 10	
12. Indicador: Crecimiento del cultivo	Rangos (1 al 10)	Valor de campo
Cultivo poco denso. Tallos y ramas cortas. Muy poco crecimiento de nuevo follaje.	1 – 4	
Cultivo más denso, pero no muy uniforme, con ramas y tallos delgados. Se evidencia crecimiento no uniforme de follaje nuevo y presencia de flores medianas.	4 – 7	
Cultivo denso, uniforme, buen crecimiento con ramas y tallos gruesos. Se evidencia crecimiento uniforme de follaje nuevo con flores frondosos.	7 – 10	
13. Indicador: Resistencia o tolerancia a estrés (sequía, lluvias intensas, plagas, etc.	Rangos (1 al 10)	Valor de campo
Baja resistencia y tolerancia, el cultivo no se recupera luego de un factor de estrés con pérdidas significativas en el rendimiento.	1 – 4	
Moderada resistencia y tolerancia, el cultivo no se recupera totalmente luego de un factor de un estrés, afectando parcialmente su desarrollo.	4 – 7	
Alta resistencia y tolerancia, el cultivo se recupera totalmente luego de un factor de estrés sin pérdidas económicas.	7 – 10	

<<Continuación...>>

14. Indicador: Incidencia de plagas	Rangos (1 al 10)	Valor de campo
Más del 50% del cultivo muestra síntomas de daño por plagas y/o enfermedades.	1 – 3	
Entre un 20 a 50% del cultivo muestra síntomas de daño por plagas y/o enfermedades.	3 – 5	
Entre un 5 a 20% del cultivo muestra síntomas de daño por plagas y/o enfermedades.	5 – 8	
Menos de un 5% del cultivo muestra síntomas de daño por plagas y/o enfermedades.	8 – 10	
15. Indicador: Competencia por arvenses	Rangos (1 al 10)	Valor de campo
Control bajo, cultivos estresados dominados por arvenses.	1 – 4	
Control medio, el cultivo sufre competencia hasta un 50% por arvenses.	4 – 7	
Control alto, las arvenses no son competencia al cultivo, cultivo vigoroso se sobrepone a arvenses.	7 – 10	
16. Indicador: Rendimiento	Rangos (1 al 10)	Valor de campo
Bajo: menos de 50 cajas*/mes/ha.	1 – 3	
Medio: de 50 a 100 cajas*/mes/ha.	3 – 5	
Bueno: de 100 a 120 cajas*/mes/ha.	5 – 7	
Alto: más de 120 cajas*/mes/ha. *Caja: 90 flores	7 – 10	
17. Indicador: Diversidad genética	Rangos (1 al 10)	Valor de campo
Baja, domina una sola variedad de hortensia.	1 – 4	
Media, dos variedades de hortensia por especie cultivada.	4 – 7	
Alta, más de dos variedades de hortensia por especie cultivada.	7 – 10	
18. Indicador: Diversidad vegetal	Rangos (1 al 10)	Valor de campo
Muy baja, cultivo sin coberturas o arvenses todo el año.	1 – 3	
Baja, cultivo con cobertura o arvenses manejables menos de 5 especies y ocupan igual estrato como cobertura.	3 – 5	
Media, cultivo con cobertura o arvenses controladas de 5 a 7 especies y ocupan igual estrato como cobertura.	5 – 7	
Alta, cultivo con cobertura o arvenses controladas más de 7 especies y ocupan igual estrato como cobertura.	7 – 10	
19. Indicador: Diversidad circundante.	Rangos (1 al 10)	Valor de campo
Muy baja, no hay áreas naturales en el agroecosistema.	1 – 3	
Baja, <2 % del área total de la finca es vegetación natural, en forma de corredores y concentrada en una sola parte de la finca.	3 – 5	
Media, entre un 2 - 4% del área total de la finca es vegetación natural, en forma de corredores, franjas y dispersas en varias partes de la finca.	5 – 8	
Alta, > 4% del área total de la finca es vegetación natural, en forma de corredores, franjas y dispersos en varias partes de la finca	8 – 10	
20. Indicador: Sistemas de manejo	Rangos (1 al 10)	Valor de campo
El 100% de los insumos no son orgánicos.	1 – 3	
Entre un 60% de los insumos son orgánicos.	3 – 5	
Entre un 60 – 99% de los insumos son orgánicos y en gran parte se elaboran en finca o se reincorpora restos del cultivo a al campo de manera sostenible.	5 – 8	
El 100% de los insumos son orgánicos y se elaboran en la finca de manera sostenible.	8 – 10	