



Biotempo (Lima)



<https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Biotempo>



ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

MONITORING PLOTS IN PRODUCTIVE LANDSCAPES IN OXAPAMPA
ASHANINKA YANESHA BIOSPHERE RESERVE FROM PERU

PARCELAS DE MONITOREO EN EL PAISAJE PRODUCTIVO DE LA RESERVA
DE BIÓSFERA OXAPAMPA ASHANINKA YANESHA DEL PERÚ

Jesús Hernández-Castán^{1, 2*}, Jorge Mattos-Olavarria² & Wilfredo Mendoza-Caballero³

¹ El Colegio de Puebla A.C. Grupo de investigación interdisciplinaria del programa de Doctorado en Desarrollo Regional Sustentable, 41 Pte. 505, Puebla, Pue. México y Gitec Consult Group, consultor Carlswerkstraße 13d, 51063 Köln, Alemania.

² Gitec Consult Group, consultor Carlswerkstraße 13d, 51063 Köln, Alemania.

³ Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales, Universidad Católica Sedes Sapientiae y Laboratorio de Florística – Departamento de Dicotiledóneas del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.

* Corresponding author: jesus.castan@gmail.com

Jesús Hernández-Castán: <https://orcid.org/0000-0001-8063-6647>

Jorge Mattos-Olavarria: <https://orcid.org/0009-0003-0439-8036>

Wilfredo Mendoza-Caballero: <https://orcid.org/0000-0003-4542-5590>

ABSTRACT

Productive landscapes are part of the diverse habitats in Oxapampa Ashaninka Yanesha biosphere reserve, Peru. The maintenance of its ecological functions implies the recognition of human interactions with the social and ecological components. Therefore, it is important to study these relations and to evaluate the parameters that provide information related to management practices that produce benefits in the society-nature relationship. Through monitoring plots, it was analyzed the relation of *Theobroma cacao* L. “cacao”, *Coffea arabica* L. “coffee”, and *Passiflora ligularis* Juss. “granadilla” fruit production variables and different management practices. The maintenance of the original vegetation structure and composition and the use of organic fertilizer showed less pests and aborted fruits, also higher biodiversity index was reported in the “cacao” agroecosystem. The same practices were also associated with “coffee” shade percentages that are positive for its development, and they are also related to the presence of non-generalist flora in tree and herbaceous strata. The presence of defects in the “granadilla” fruit is related to the absence of shade. It is possible to conclude that in some monitoring plots, there are positive results on productivity and the ecosystem derived from the conservation of the composition and structure of the original vegetation.

Keywords: agroecosystems – agrochemicals – biodiversity – composition – management - production



RESUMEN

Los paisajes productivos son parte del mosaico de las unidades de paisaje de la Reserva de la Biósfera Oxapampa Ashaninka Yanasha, Perú. Mantener sus funciones implica, reconocer que la actividad humana interactúa con los componentes sociales y ecológicos de éstos. Resulta importante estudiar dichas relaciones evaluando variables que aporten información orientada a prácticas de manejo benéficas para la relación sociedad-naturaleza. Mediante parcelas permanentes de monitoreo se analizó la relación de variables propias de la producción de *Theobroma cacao* L. “cacao”, *Coffea arabica* L. “café” y *Passiflora ligularis* Juss. “granadilla” respecto a prácticas de manejo diferenciadas. Prácticas como el mantenimiento de la estructura y composición original de la flora y el uso de abono orgánico presentaron menor incidencia de plagas y frutos abortados, así como más altos índices de diversidad en el agroecosistema de “cacao”. Las mismas prácticas también se asociaron a porcentajes de sombra positivos para el desarrollo de las plantas de “café” y a la presencia de flora no generalista en los estratos arbóreos y herbáceos; asimismo, se determinó que los defectos en los frutos de “granadilla” coincidió con la ausencia de sombra. Se concluye que en algunas parcelas hay resultados positivos sobre la productividad y el ecosistema derivados de la conservación de la composición y estructura original de la vegetación.

Palabras clave: agroecosistemas – agroquímicos – biodiversidad – composición – manejo - producción

INTRODUCCIÓN

Si bien los agropaisajes o paisajes productivos conocidos también como áreas intervenidas antrópicas que principalmente están conformadas por predios, fundos o fincas, son menos diversos que los formados por unidades de paisaje no intervenidas; sin embargo, éstos son capaces de contener una porción importante de la biodiversidad, sobre todo si se encuentran en áreas continuas o remanentes de la vegetación original (Harvey & Sáenz, 2007; Hernández-Castán *et al.*, 2023) por lo que el mantenimiento de la biodiversidad, heterogeneidad y relaciones funcionales en paisajes productivos es un factor de confluencia entre objetivos de conservación y producción, mismos que por mucho tiempo han sido considerados antagónicos (Anderle *et al.*, 2023).

Autores como Caro-Caro & Torres-Mora (2015), y Hernández-Castán *et al.* (2023) afirman que diversos componentes del mosaico paisajístico como la disposición espacial, las unidades de vegetación, los hábitats, la matriz de uso del suelo, entre otros, influyen sobre la generación de servicios ambientales y resaltan, además, lo importante de analizar el rol de la biodiversidad en estas áreas antrópicas, para así determinar de qué forma y mediante qué procesos se establece la relación biodiversidad-suministro de servicios-biodiversidad.

Entre los servicios ambientales que se ven influenciados por lo antes comentado, se encuentran los de provisión. A ellos se asocia la generación de alimentos para consumo

humano proveniente de agroecosistemas manejados. Entender el funcionamiento de los agroecosistemas es clave para fomentar prácticas de manejo orientadas a la sostenibilidad (Martínez-Rodríguez *et al.*, 2017).

De lo anterior, deriva la importancia de establecer procesos de monitoreo que evalúen prácticas de manejo y componentes del agroecosistema de manera simultánea, para así entender los efectos de las relaciones que pudieran establecerse entre éstos para generar beneficios sociales, ecológicos y económicos; la presente investigación es un esfuerzo para aportar información al respecto, específicamente en torno al paisaje productivo de la Reserva de Biósfera Oxapampa Ashaninka Yanasha del Perú.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La Reserva de la Biósfera Oxapampa-Ashaninka-Yánesha (RBOAY) es un espacio natural ubicado en el departamento de Pasco, en la parte central de Perú. De acuerdo con el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (2020) ocupa un territorio de un millón 800 mil has, dentro de las cuales se encuentran el Parque Nacional Yanachaga Chemillén, las Reservas Comunes de Yánesha y El Sira; así como el Bosque de Protección de San Matías San Carlos. Presenta un marcado gradiente altitudinal la Reserva, aunado a su variabilidad climática, propicia

asistente y dos ayudantes. Para la instalación y acopio de información se usaron computadores de campo GETAC T-800, distanciómetros láser TRUPULSE 360R con brújula, dendroscopios IFER y clinómetro electrónico, así como forcípulas electrónicas MASSER y licencias de la paquetería Field-Map Project Manager y Field-Map Data Collector.

Análisis de datos

En base a revisiones bibliográficas se construyó un modelo de interacción para las variables evaluadas, dicho modelo se empleó como guía para la descripción de resultados. Las prácticas de manejo fueron descritas porcentualmente por parcela y agroecosistema. Las variables evaluadas fueron sistematizadas y procesadas mediante secuencias de comandos procediendo a su exportación en formato Excel donde se calcularon densidades, abundancia de frutos, ocurrencia de plagas, ocurrencia de especies arbóreas, proyección de copa y ocupación del suelo. Empleando la paquetería Past 3.0. Se calculó también el índice de diversidad de Shannon-Wiener, así como

el índice de dominancia de Simpson. En análisis del efecto de las prácticas sobre las variables evaluadas se realizó mediante análisis comparativos entre parcelas que presentaran, exclusivamente, condiciones diferenciadas, empleando para ello el coeficiente de correlación de Pearson (r) calculado igualmente con Past 3.0.

Aspectos éticos. Tanto la flora y fauna durante el estudio se realizó sin la manipulación de especímenes durante el trabajo de campo, por lo que no se requirieron permisos o gestiones adicionales.

RESULTADOS

Se encontraron relaciones entre ocho de las variables evaluadas con influencia en la productividad y la conservación de servicios ecosistémicos. La interacción entre éstas se encuentra representada en el modelo de la Fig. 2.



Figura 2. Modelo de interacción entre variables de interés de los agroecosistemas estudiados.

De las 77 fincas evaluadas de la cuales 10 fueron de “cacao”, 57 de “café” y 10 de “granadilla”. En éstas se identificaron un total de 15 prácticas de manejo en

relación con cuatro categorías clave: control de emisiones, cuidado del agua, cuidado del suelo y conservación de la biodiversidad (Tabla 1).

Tabla 1. Número de fincas analizadas por agroecosistema y prácticas de manejo reportadas.

PPM = Parcelas permanentes de monitoreo.

Prácticas relacionadas con el control de emisiones	“café”		“cacao”		“granadilla”	
	N° PPM	% PPM	N° PPM	% PPM	N° PPM	% PPM
Usa innovación tecnológica para control de calidad	Sin datos	Sin datos	10	100	10	90
Plantación de árboles y frutales para regulación climática	55	95	10	100	7	63
Control de la densidad de plantas / ha	51	88	10	100	4	36
No usar agroquímicos	49	85	10	100	0	0
Plantación bajo sombra con árboles y frutales	55	95	10	100	6	54
Prácticas relacionadas con el cuidado del agua	“café”		“cacao”		“granadilla”	
	N° PPM	% PPM	N° PPM	% PPM	N° PPM	% PPM
Cuidado y conservación del agua	Sin datos	Sin datos	10	100	5	45
Prácticas relacionadas con el cuidado del suelo	“café”		“cacao”		“granadilla”	
	N° PPM	% PPM	N° PPM	% PPM	N° PPM	% PPM
Mantenimiento de material orgánico en el suelo	53	92	10	100	0	0
Incorporación de biomasa al suelo (madera caída y tocones)	Sin datos	Sin datos	10	100	9	81
Empleo de abonos y fertilizantes naturales	53	92	5	50	0	0
Prácticas relacionadas con el cuidado de la biodiversidad	“café”		“cacao”		“granadilla”	
	N° PPM	% PPM	N° PPM	% PPM	N° PPM	% PPM
Conservación de especies endémicas, raras o amenazadas.	25	43	Sin datos	Sin datos	0	0
Manejo y control de especies exóticas, introducidas e invasoras	26	44	Sin datos	Sin datos	0	0
Conservación/mantenimiento de la estructura y composición ecológica	53	92	5	50	0	0
Aprovechamiento selectivo de productos diversificados maderables/no maderables	49	85	10	100	9	81,80
Establecimiento de cercas vivas en caminos o linderos	52	90	10	100	Sin datos	Sin datos
Monitoreo de plagas y enfermedades	0	0	0	0	4	36

Considerando la totalidad de las parcelas de “cacao”, se reportaron 13 prácticas de manejo en esta cadena productiva, es importante mencionar que 11 de ellas fueron encontradas en el 100 % de las fincas. Las fincas de producción de “cacao” son diversificadas con aprovechamiento simultáneo de múltiples especies.

En cambio, las fincas de “café” reportaron 12 prácticas de manejo, con excepción de la conservación de especies endémicas, raras o amenazadas; y el manejo y control de especies exóticas, introducidas e invasoras, el resto de las prácticas se registraron en por lo menos 49 espacios productivos. Prácticas como plantación de árboles y frutales para regulación climática resultaron aplicadas hasta en el 95 % de los sitios.

Respecto a las plantaciones de “granadilla”, en su conjunto se reportaron 14 prácticas de manejo, aunque cinco tuvieron valores de aplicación de 0 %, es decir no se realizaron.

Agroecosistema “cacao”. Tal como se indica en la (Tabla 1), para el “cacao”, cinco de las diez parcelas bajo estudio (parcelas 1-5) reportaron el uso de abonos orgánicos mientras que el resto (parcelas 6-10) fue el uso de fertilizante granulado de nitrógeno, fósforo y potasio (NPK). De igual manera cinco parcelas (las mismas que emplean abono orgánico) reportaron conservar la estructura y composición ecológica de la vegetación en el sitio. Estas condiciones representan prácticas de manejo a las que se somete la plantación. Es importante considerar que el mantenimiento de la estructura y composición ecológica del sitio implica, a su vez, efectos sobre las variables contextuales de la plantación.

Se registraron un total de 726 plantas de “cacao” en las 10 parcelas bajo estudio, todas de variedad criolla. La mayor densidad fue reportada en la parcela 10 y la menor en la tres y cuatro. La densidad promedio fue menor en las parcelas que aplican abono orgánico y mantienen la estructura de la vegetación original (0,0624 ind./m²), respecto a las que no (0,0828 ind./m²).

La parcela siete presentó la mayor cantidad de frutos (502), mientras que la ocho presentó la mayor abundancia de frutos abortados (984). En general las parcelas donde se aplica abono granulado NPK y no se mantiene la composición y estructura de la vegetación original presentaron más frutos, pero también una relación mucho mayor de frutos abortados, existiendo en éstas hasta 1,8 veces más frutos en dicha condición que viables, lo que contrarresta con la proporción 1:1 que se reportó para las

parcelas donde se emplea abono orgánico y se mantiene la estructura original de la vegetación.

Se reportaron un total de 328 individuos de “cacao” plagados, 115 de ellos en el conjunto de parcelas que aplican abono orgánico y mantienen la composición y estructura de la vegetación original, mientras que 213 se ubicaron en las parcelas donde no es así.

La especie de plaga más abundante fue la “escoba de bruja” *Crinipellis pernicioso* (Stahel) Aime & Phillips-Mora, 2005 con 246 individuos (correspondiente al 75 % de los individuos con plaga), le siguen por igual la “mazorca negra” *Phytophthora palmivora* (Butler, 1875) y la “moniliasis” *Moniliophthora roreri* (Cif.) H.C. Evans, Stalpers, Samson & Benny, 1978, con 41 individuos plagados por cada una (correspondientes al 12,5 % de los individuos con plaga en cada caso). Cabe destacar que el conjunto de parcelas donde se usa abono orgánico y se mantiene la composición de la vegetación original sólo presentó un tipo de plaga, mientras que el otro conjunto presentó los tres tipos. De igual manera existió una mayor cantidad de flores plagadas en el conjunto que usa abono granulado NPK y no mantiene la composición y estructura de la vegetación original (97 vs 63).

Se determinó una correlación positiva entre la densidad de la plantación e individuos plagados ($r = 0,65$; con una significancia de 0,03), se reporta una similar correlación de la densidad y el número de frutos abortados ($r = 0,65$; con significancia de 0,03), así como una correlación negativa no significativa entre la densidad y el número de frutos. Adicionalmente, se reportó una correlación no significativa entre los individuos plagados y el número de frutos, y una gran correlación entre los individuos plagados y el número de frutos abortados ($r = 0,97$; con una significancia de 0,00).

Respecto a los árboles empleados en el agroecosistema, en suma, se registraron 30 especies y 429 individuos. De las cuales 17 fueron reportadas en el conjunto de parcelas donde se usa abono orgánico y se mantiene la composición de la vegetación original (1-5) con un total de 235 individuos, la especie más abundante fue el “plátano” con 151 individuos. Por su parte las parcelas que usan granulado NPK y no mantienen la composición de la vegetación original presentaron 19 especies de árboles de dosel, pero sólo 194 individuos, siendo de igual manera los platanales la especie más abundante (Tabla 2).

Tabla 2. Registro de árboles y arbustos empleados en el agroecosistema “cacao” por parcela y conjunto de parcelas (abono orgánico/NPK).

Especie	Nombre común	Parcelas										Total de individuos por especie
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<i>Bixa orellana</i> L.	“achiote”	33					1			3		37
<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg	“árbol pan”								1			1
<i>Otoba parvifolia</i> (Markgr.) A.H. Gentry	“banderilla”								2			2
<i>Guazuma crinita</i> Mart.	“bolaina”									8		8
<i>Coffea canephora</i> Pierre ex A. Froehner	“canéfora”								20			20
<i>Averrhoa carambola</i> L.	“carambola”						1					1
<i>Cedrela odorata</i> L.	“cedro”							2				2
<i>Cecropia polystachya</i> Trécul	“cetico”			2								2
<i>Erythroxylum coca</i> Lam.	“coca”					3	1					4
<i>Solanum sessiliflorum</i> Dunal	“cocona”								1			1
<i>Annona muricata</i> L.	“guanabana”					1						1
<i>Psidium guajava</i> L.	“guayaba”					1						1
<i>Cestrum racemosum</i> Ruiz & Pav.	“hierba santa”								2			2
<i>Citrus limetta</i> Risso	“lima dulce”			1								1
<i>Citrus × limon</i> (L.) Osbeck	“limón”	1		1								2
<i>Citrus reticulata</i> Blanco	“mandarina”	2	1									3
<i>Ficus citrifolia</i> Mill.	“matapalo”			2								2
<i>Inga edulis</i> Mart.	“guaba”							1				1
<i>Erythrina ulei</i> Harms	“oropel”			1								1
<i>Bactris gasipaes</i> Kunth	“palmera pijuillo”	16	12	1				4				33
<i>Hylocereus triangularis</i> (L.) Britton & Rose	“palmera pitajaya”	1										1
<i>Persea americana</i> Mill.	“palta”		1						3		5	9
<i>Pourouma guianensis</i> Aubl.	“uvilla”		1	1						1		3

<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake	“pashaco”	1						1	2	13		17
<i>Inga adenophylla</i> Pittier								3				3
<i>Schizolobium amazonicum</i> Huber ex Ducke			1									1
<i>Musa × paradisiaca</i> L.	“plátano”	26	30	29	23	43		1	20	87		259
<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb.	“topa”									2		2
<i>Manihot esculenta</i> Crantz	“yuca”							3	3	3		9
Total de individuos por parcela		80	46	38	23	48	6	11	56	103	18	Total General
Total de individuos por parcela		80	46	38	23	48	6	11	56	103	18	429
Total de individuos por conjunto (1-5)		235	46	194								
			Total de individuos por conjunto (6-10)									

La diversidad general respecto al arbolado empleado fue baja (1,713), el 61 % de los ejemplares estudiados fueron platanales. La mayor diversidad de especie se reportó en el conjunto de parcelas que emplean abono granulado NPK y no mantienen la composición y estructura original (parcelas 6-10), alcanzando un índice de Shannon equivalente a 1,748 con una Dominancia de Simpson del 0,334. Respecto al otro conjunto de parcelas los valores reportados fueron 1,278 y 0,448, respectivamente.

Del arbolado, la mayor proyección de copa se dio en la parcela ocho, seguida de la nueve, la menor en la seis, seguida de la cuatro. En general el conjunto de parcelas donde se usa abono orgánico y se mantiene la composición de la vegetación original presenta proyecciones de copa menores; teniendo la sumatoria de esta variable en las parcelas 1-5 un valor de 1054,418 m², lo que representó apenas el 51 % de lo arrojado por el conjunto de parcelas 6-10 (2054,779 m²).

Por su parte, la ocupación del suelo en el total de las parcelas analizadas fue mayormente por especies vegetales (49 %), seguida de hojarasca (33 %), suelo desnudo (15 %) y madera caída (3 %).

De las 13 especies reportadas (Tabla 3), la más abundante fue la “siempre viva” *Tripogandra serrulata* (Vahl) Handlos con el 70 % de los individuos encontrados (582), el

índice de diversidad de Shannon arrojó un valor bajo con magnitud de 1,2.

Es importante mencionar que existen especies como el “pasto” *Panicum pilosum* Sw. que sólo se reporta en el conjunto de parcelas que emplean abono granulado NPK y no mantienen la composición y estructura original (6-10) donde de igual forma descienden drásticamente organismos como la “chalanca” *Urera laciniata* Wedd.

Respecto al conjunto de parcelas donde se usa abono orgánico y se mantiene la composición de la vegetación original (1-5), éstas reportaron una ocupación de suelo por herbáceas del 53 % lo que es un 9 % mayor al conjunto de parcelas que emplean abono granulado NPK y no mantienen la composición y estructura original (6-10), en éstas últimas se apreciaron, además, mayores porcentajes de suelo desnudo y hojarasca 6 % más en relación al conjunto anterior.

El volumen acumulado de material leñoso caído fue mayor en las parcelas donde se usa abono orgánico y se mantiene la composición de la vegetación original (1-5), encontrándose concentrado en la parcela 4 el 54 % del total general contabilizado (11,86 m²). Las parcelas que emplean abono granulado NPK y no mantienen la composición y estructura original (6-10) representaron apenas el 22 % de total de la madera caída reportada.

Tabla 3. Especies y número de individuos registrados en el estrato herbáceo de las parcelas del agroecosistema “cacao” analizadas por conjunto.

Especie	Nombre común	Individuos totales	Individuos parcelas 1-5	Individuos parcelas 6-10
<i>Sida rhombifolia</i> L.		9	9	0
<i>Solanum stramonifolium</i> Jacq.	“capulí”	1	0	1
<i>Urera laciniata</i> Wedd.	“chalanca”	50	49	1
<i>Elephantopus spicatus</i> B. Juss. ex Aubl.		20	20	0
<i>Sonchus oleraceus</i> L.		1	0	1
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	“helecho”	11	2	9
<i>Bidens pilosa</i> L.		14	11	3
<i>Blechnum</i> sp.		12	0	12
<i>Panicum pilosum</i> Sw.	“pasto”	11	0	11
<i>Stellaria media</i> L.	“pega pega”	2	0	2
<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott	“pituca”	42	15	27
<i>Tripogandra serrulata</i> (Vahl) Handlos	“siempre viva”	405	210	195
<i>Mimosa pudica</i> L.	“vergonzosa de monte”	4	4	0

Así las parcelas 1-5 reportaron un mayor índice de diversidad de Shannon, mismo que ascendió a un valor de 1,183 (respecto a 0,996 en las parcelas 6-10); también una menor dominancia cuya magnitud fue de 0,462 (respecto a 0,569 en las parcelas 6-10). En ambos casos la especie más abundante fue “siempre viva” *T. serrulata*.

Se calculó una correlación positiva con magnitud de $r = 0,31$ entre la diversidad de árboles de dosel y los individuos plagados (con significancia de 0,36), de igual forma con los frutos abortados donde el valor ascendió a $r = 0,46$ (con significancia de 0,18). Se reportaron además importantes correlaciones negativas entre el porcentaje del suelo que es ocupado por herbáceas y los individuos plagados ($r = -0,60$; con una significancia de 0,06), así como con los frutos abortados ($r = -0,61$; significancia del 0,05). También hay correlaciones negativas entre la amplitud de coberturas de copa y la abundancia de frutos ($r = -0,27$; significancia de 0,44), y entre ésta y la diversidad de especies de herbáceas ($r = -0,39$; con una significancia de 0,26).

Agroecosistema “café”. Respecto al agroecosistema “café”, catimor fue la variedad más plantada, representando el 79 % de los individuos reportados. Es por esta razón

que para los análisis subsecuentes se seleccionaron, del total de parcelas, sólo aquellas que presentaron esta variedad en porcentajes iguales o superiores al ya citado. De la misma manera y con la finalidad de poder hacer comparativos entre las diferentes prácticas de manejo, se optó por seleccionar aquellas parcelas que emplearan abono orgánico y mantuvieran la estructura original de la vegetación y aquellas que no cumplieran con estos dos criterios. Lo anterior resultó en los conjuntos de las parcelas 43 y 47 para el primer caso, así como 53 y 56 para el segundo. En éstas, además, la plantación registró cuatro años de edad o menos, pendientes de entre 15 % y 17 %, así como suelo franco arcilloso.

Si bien no fue posible determinar el número de granos producidos por los diversos cafetos analizados, ya que éstos habían sido aprovechados semanas previas a la realización del estudio, sí se registraron elementos generales respecto al desarrollo de los mismos como son altura, diámetro de copa y diámetro a la altura de pecho, siendo mayores, en promedio, dentro del conjunto de parcelas que conservan la estructura original y emplean abono orgánico alcanzando valores de 1,881 m, 1,058 m y 46,618 mm respectivamente, ello en relación con las parcelas que no usan abono orgánico y no mantienen

la estructura original de la vegetación donde los valores máximo fueron, en el mismo orden, 1,522 m, 1,069 m y 34,462 mm.

La variedad de árboles presentes en las fincas bajo análisis, es de siete especies con un total de 56 individuos.

La especie más abundante es el “pino tecunumani” *Pinus tecunumanii* F. Schwardtf. ex Eguiluz & J.P. Perry, las de menor abundancia son el “pacay blanco” *Inga adenophylla* Pittier y la “palta” *Persea americana* Mill. (Tabla 4).

Tabla 4. Registro de árboles empleados en el agroecosistema “café” por parcela analizada.

Especie	Nombre común	Parcelas Analizadas				Total por especie
		43	47	53	56	
<i>Inga edulis</i> Mart.	“pacay guía negra”	4				4
<i>Schizolobium amazonicum</i> Huber ex Ducke			3		9	12
<i>Inga adenophylla</i> Pittier	“pacay blanco”	1				1
<i>Inga capitata</i> Desv.	“pacay guía roja”				2	2
<i>Persea americana</i> Mill.	“palta”		1			1
<i>Pinus tecunumanii</i> F. Schwardtf. ex Eguiluz & J.P. Perry	“pino tecunumani”	5	9	11	4	29
<i>Musa × paradisiaca</i> L.	“plátano”		1		6	7
Total por parcela		10	14	11	21	Total general 56

La diversidad general respecto al arbolado presente fue baja (1,38). La mayor diversidad de especies se reportó en las parcelas 56 y 47. La menor en la 53 donde este valor fue 0 al encontrarse presente sólo una especie de árbol.

El conjunto de parcelas que utilizan abono orgánico y mantienen la estructura de la vegetación original presentó una mayor diversidad evidenciada por un índice de Shannon equivalente a 1,27, esto respecto a la magnitud de 1,199 resultante en las parcelas donde no se presentan estas condiciones.

La mayor proyección de copa se dio en las parcelas que guardan la estructura original de la vegetación, mismas que en conjunto reportaron una proyección equivalente a 236,156 m², lo anterior en relación a los 61,373 m² calculados para las parcelas que no tienen la condición en comento. De manera individual la parcela 43 presentó el mayor registro de este parámetro ascendiendo a 122,426 m², mientras que el menor se ubicó en la parcela 53 donde el dato reportado fue de 24,226 m².

El suelo en el total de las parcelas analizadas fue mayormente ocupado por hojarasca (64 %), seguido de

especies vegetales (21 %), suelo desnudo (10 %), madera caída (4 %) y musgo (1 %).

Se reportaron siete especies de plantas en el estrato herbáceo de las cuales la más abundante, fue la *Elephantopus spicatus* B. Juss. ex Aubl. y “siempre viva” *T. serrulata* (Tabla 5).

Es digno de mención que existen especies como el “botoncillo” y la “lechuguilla” que sólo se reportan en el conjunto de parcelas que emplean abono granulado NPK y no mantienen la estructura original de la vegetación (parcelas 53-56).

En el conjunto de parcelas donde se usa abono orgánico y se mantiene la estructura original de la vegetación (parcelas 43 y 47), se reportó un 69 % de ocupación del suelo por hojarasca lo que es nueve por ciento mayor respecto a las parcelas que no guardan dichas condiciones (parcelas 53-56). Por su parte, en estas últimas se presentó un cinco por ciento más de especies en el suelo y también un cinco por ciento más suelo desnudo. Ninguna de las parcelas analizadas de “café” reportó material leñoso caído.

Tabla 5. Especies registradas en el estrato herbáceo de las parcelas analizadas del agroecosistema “café” por conjunto.

Especie	Nombre común	Individuos totales	Individuos parcelas 43-47	Individuos parcelas 53-56
<i>Acmella brachyglossa</i> Cass.	“botoncillo”	1	0	1
<i>Digitaria swalleniana</i> Henrard	“cortadillo”	5	5	0
<i>Chaptalia nutans</i> (L.) Pol.	“lechuguilla”	11	0	11
<i>Pantago major</i> L.	“llantén”	6	0	6
<i>Elephantopus spicatus</i> B. Juss. ex Aubl.		42	16	26
<i>Panicum pilosum</i> Sw.	“pasto”	5	5	0
<i>Tripogandra serrulata</i> (Vahl) Handlos	“siempre viva”	14	14	0
<i>Trifolium repens</i> L.	“trébol”	13	1	12

Las parcelas 43 y 47 reportaron un menor índice de diversidad de Shannon cuya magnitud fue de 1,097 (respecto a 1,170 de las parcelas 53 y 56), así como una mayor dominancia de la especie más abundante “siempre viva” *T. serrulata*, calculada en 0,395 en contraste al 0,335 de las parcelas 53 y 56.

Agroecosistema “granadilla”. El agroecosistema de “granadilla” presentó condiciones muy particulares, en la totalidad de las parcelas estudiadas se reportó la aplicación de agroquímicos, de igual manera la fertilización no se realiza de forma natural en ningún caso, tampoco se practica la preservación o mantenimiento de la estructura y composición de la vegetación original, ni se preserva material orgánico en el suelo. La totalidad de las parcelas emplearon para su cultivo individuos injertados de la “granadilla” *P. ligularis* Juss.

Se identificaron escasos factores de diferenciación en las prácticas de manejo, siendo estos la densidad de la plantación y el uso de árboles para proporcionar sombra. Las parcelas cinco, seis, siete, ocho y nueve presentaron las densidades más altas, en ningún caso superaron los 0,5 indi./m². Las parcelas uno y 10 reportaron la menor cantidad de plantas por metro cuadrado con valores inferiores a 0,041 individuos.

Las parcelas tres, cuatro, seis y nueve no presentaron arbolado, mientras que en el resto se reportaron, en conjunto, 10 especies, las más abundantes fueron el “pino” *Pinus patula* Schltdl. & Cham. y el “ecualipto” (*Eucalyptus* sp.), con 47 y 41 individuos cada una. La

parcela siete concentró el 80 % del arbolado registrado (Tabla 6).

El índice de diversidad del arbolado en el cultivo de “granadilla” fue bajo (Shannon 1,47), la mayor proyección de copa se dio en la parcela 10, seguida de la siete, ello con valores de 772,578 m² y 446,176 m² respectivamente, mientras que la menor fue en la ocho cuya magnitud fue de 30,510 m².

Si bien la presencia de defectos en los frutos o plantas muertas fue muy baja, reportándose en apenas el 0,2 % del total de registros, existió un comportamiento diferenciado por parcela siendo la cinco, seguida de la dos, las que presentaron la mayor parte de estas condiciones (cuatro y tres frutos respectivamente).

Se registró una correlación poco significativa entre la densidad de la plantación de granadilla y los defectos en los frutos, cuya magnitud fue de $r = 0,06$ (con un valor de significancia de 0,85). De igual manera el análisis de los datos arrojó una correlación negativa entre la abundancia de árboles y la presencia de defectos en los frutos con un valor de $r = -0,19$ (con una significancia de 0,58), así como otra poco significativa correlación negativa entre la proyección de copa y la presencia de defectos en los frutos con un valor de $r = -0,01$ (con una significancia de 0,96). Paradójicamente la diversidad en el arbolado presenta una débil correlación positiva con la aparición de defectos en los frutos ($r = 0,16$; con una significancia de 0,64).

Tabla 6. Registro de árboles en el agroecosistema “granadilla” por parcela bajo análisis.

Especie	Nombre común	Parcelas analizadas					Total por especie
		1	2	7	8	10	
<i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw. ex Gordon	“ciprés”					6	6
<i>Eucalyptus</i> sp.	“eucalipto”			40			40
<i>Psidium guajava</i> L.	“guayaba”	1		3			4
<i>Ficus citrifolia</i> Mill.	“matapalo”			1			1
<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	“naranja”			1			1
<i>Bactris gasipaes</i> Kunth			1		1		2
<i>Inga edulis</i> Mart.	“pacay”	3	1				4
<i>Persea americana</i> Mill.	“palta”	2	1			1	4
<i>Pinus patula</i> Schltdl. & Cham.	“pino”			44		3	47
<i>Musa x paradisiaca</i> L.	“plátano”	2					2
Total por parcela		8	3	89	1	10	Total general 111

DISCUSIÓN

Agroecosistema “cacao”. En este agroecosistema la mayor correlación entre las variables propias de la plantación y/o aquellas correspondientes al contexto de esta (Fig. 1), se da entre los individuos plagados y frutos abortados lo cual es coincidente con Johnson *et al.* (2008) y Huaycho *et al.* (2017).

La variación en la densidad analizada parece estar influyendo en la presencia de plagas y en los frutos abortados, lo cual es congruente con lo reportado por el Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (2015). No obstante, el cambio en este parámetro es mínimo a lo largo de las parcelas estudiadas y debe ser analizado en condiciones de mayor diferenciación.

La variedad de plantas de “cacao” no tiene incidencia en la presencia de plagas dentro del estudio pues todas las plantas analizadas pertenecen a individuos “criollos”.

Si bien hay mayor cantidad de frutos en las parcelas donde se emplea abono granulado NPK y no se conserva la estructura y composición original de la vegetación, la relación de frutos abortados con respecto a éstos es mucho mayor que en el conjunto de parcelas donde se usa abono natural y se mantiene la estructura de la vegetación original, dando como consecuencia una menor cantidad de frutos aprovechables respecto al total.

Se registra que una mayor amplitud de cobertura del dosel influye negativamente en la presencia de frutos,

ello puede ser derivado de que una excesiva sombra aumenta los niveles de humedad en la plantación y con ello la susceptibilidad a enfermedades (Miguel *et al.*, 2011; Grupo técnico Procaucho, 2012; Jiménez-Pérez *et al.*, 2019), un buen control de esta variable es altamente relevante, pues la falta de sombra también puede provocar enfermedades en las plantaciones de “cacao” (Sermeño-Chicas *et al.*, 2019). Es necesario evaluar otras variables que pudieren influir en este resultado, como la pendiente o el efecto de un gradiente de edad en los cultivos. De igual manera, se reporta que una mayor diversidad de especies herbáceas en el suelo podría estar influyendo negativamente en la producción de frutos. El incremento en la diversidad de árboles en el dosel parece incrementar los individuos plagados y frutos abortados.

Estas tres últimas variables (mayor amplitud de cobertura en el dosel, mayor diversidad de herbáceas en el suelo y mayor diversidad de árboles de dosel) están presentes en las parcelas donde se usa abono granulado NPK y no se conserva la estructura y composición original de la vegetación, por lo que dichas prácticas de manejo pueden además, afectar la interacción entre especies alterando procesos ecológicos, generar efectos ambientales negativos (Granados *et al.*, 2014; Montes-Rojas & Anaya-Flores, 2019) y ser un factor que merme la productividad de este agroecosistema.

Agroecosistema “café”. Se reporta que el desarrollo de los cafetos es influenciado fuertemente por la sombra (López-Bravo *et al.*, 2012). En el caso del presente estudio las parcelas que utilizan abono orgánico y mantienen la

estructura de la vegetación original presentaron la mayor proyección de copa, siendo ésta del 24 % y 22 % respecto del área analizada, aquí se registran las plantas de “café” más altas dentro del estudio, lo que es coincidente con Chamba (2018) quien encontró que el desempeño de la variable “altura” es mayor en cafetales con un 25 % de sombra.

Si bien se ha reportado que el efecto de la sombra, cuando esta supera al 40 % de un área determinada puede ser negativo para la producción de frutos (Villareyna, 2016), de acuerdo al análisis efectuado, el mantener la estructura de la vegetación original resulta en porcentajes menores, lo que puede aportar otros beneficios asociados a esta condición como son frutos más sanos y de buen tamaño (Villareyna, 2016). Además, el conjunto de parcelas que utilizan abono orgánico y mantienen la estructura de la vegetación original presenta una mayor diversidad de flora arbórea (Cerdeira *et al.*, 2015), y puede tener efectos positivos sobre la fertilidad del suelo, pues esta suele presentar mejores condiciones allí donde hay una sombra diversificada, además de impactos ambientales positivos en torno a la conservación de servicios ambientales (Villareyna, 2016).

Agroecosistema “granadilla”. La mayor parte de los defectos registrados en los frutos ocurrió en las parcelas con nula o muy poca sombra, esto puede deberse a que cuando la granadilla es expuesta a un exceso de radiación, los frutos, particularmente aquellos en sus estadios finales de maduración, desarrollan manchas y deficiencias similares (Rivera *et al.*, 2002). Lo que se refuerza con la correlación negativa encontrada en el estudio entre la proyección de copa y la presencia de defectos en los frutos.

Es importante mencionar que la totalidad de las parcelas analizadas emplean agroquímicos como una práctica de manejo. Arias *et al.* (2015) han concluido que la sola actividad de polinizadores naturales, principalmente de abejorros del género *Xylocopa* pueden aumentar del 50 % al 70 % el cuajamiento de frutos, y es importante evaluar el efecto que dichas sustancias pudieran estar teniendo sobre la comunidad polinizadora, ello con un enfoque orientado tanto a la producción como a la conservación y el mantenimiento de las funciones ecológicas de este grupo (entre otros).

La Reserva de Biosfera Oxapampa Ashaninka Yanesha del Perú comprende, entre otros elementos, importantes agroecosistemas productivos. A través del seguimiento de variables como la densidad de cultivos, cobertura de dosel y diversidad en la ocupación del suelo entre otras,

es posible explorar la manera en que la producción y la conservación se ven influenciadas por determinadas prácticas de manejo. Lo anterior resulta fundamental para fomentar la conservación de servicios ambientales como los de provisión, de cara a un desarrollo sostenible a largo plazo.

Existen, en algunas parcelas de cultivo de “cacao” y “café”, efectos positivos sobre la productividad derivados de la conservación de la composición y estructura original de la vegetación, es necesario evaluar a mayor profundidad lo que ello implica para la conservación de la biodiversidad y funciones ecológicas, aunque inicialmente se observan efectos positivos asociados a la presencia de flora no generalista en los estratos arbóreos y herbáceos. El presente trabajo establece una línea base para el sitio de estudio, por lo que se requieren muestras comparativas más amplias para validar los hallazgos en los agroecosistemas evaluados.

No se ha estudiado el efecto del cambio climático ni de gradientes microclimáticos por lo que esto representa una tarea pendiente para futuros análisis. Este aspecto no debe quedar desatendido pues representa uno de los más importantes retos de adaptación de los agroecosistemas.

Se recomienda continuar con las labores de monitoreo a lo largo de diferentes estadios fenológicos en las plantaciones bajo estudio, fortalecer mediante replicas los análisis desarrollados y vincularles a otras prácticas de manejo como por ejemplo la rotación de cultivos, así como extender los análisis a otros agroecosistemas a fin de mejorar la comprensión del rol que el conjunto de éstos desempeña a nivel de paisaje en la RBOAY.

En la presente investigación se concluye que el: (1) Agroecosistema “cacao”. Una excesiva diversificación en el arbolado, en comparación con la estructura vegetal original, parece estar contribuyendo negativamente en al agroecosistema. Es necesario corroborar este hecho con una muestra mayor de parcelas, así como aislar en éstas otras variables (como la pendiente) que también pudieran tener influencia sobre los resultados expuestos; (2) Agroecosistema “café”. La práctica de conservación de la estructura y composición original de la vegetación en las parcelas de “café”, mantienen, en las parcelas analizadas, la sombra por debajo del 25 %. De acuerdo a la literatura citada, beneficios que pueden significar un importante aporte a la productividad y al mismo tiempo a la conservación de la flora en los agroecosistemas de “café” en la Reserva de la Biósfera Oxapampa Ashaninka Yanesha del Perú, y (3) Agroecosistema “granadilla”. En función de la información consultada, la sombra en

determinadas proporciones es un factor que influye en la calidad de los frutos al evitar la aparición de defectos en los mismos, es necesario evaluar el efecto del mantenimiento de la composición original de la flora sobre los cultivos de “granadilla”. Las parcelas seleccionadas para este estudio reportan en su totalidad, el uso de agroquímicos; éstos pudieran tener un efecto indirecto en la productividad al ser potencialmente nocivos para los polinizadores, se podría estar afectando también las funciones ambientales para el resto de la comunidad biológica. Resulta prioritario evaluar el impacto en la producción y conservación de una producción más natural.

AGRADECIMIENTOS

Se realiza un profundo agradecimiento a los múltiples propietarios de las fincas productivas por sus aportes e interés de participar en este proceso, a Kelly Ayala y Lhía Aguirre por su apoyo en campo y a Ollin Sanches por su apoyo en la elaboración del mapa.

Author contributions:

JHC = Jesús Hernández-Castán
JMO = Jorge Mattos- Olavarría
WMC = Wilfredo Mendoza-Caballero

Conceptualization: JHC, JMO

Data curation: JHC, JMO, WMC

Formal Analysis: JHC, JMO

Funding acquisition: JMO

Investigation: JHC, JMO, WMC

Methodology: JHC, JMO

Project administration: JMO

Resources: JMO

Software: JMO, JHC

Supervision: JHC, JMO, WMC

Validation: JHC, JMO, WMC

Visualization: JHC, JMO, WMC

Writing –original draft: JHC, JMO

Writing –review & editing: JHC, WMC

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderle, M., Brambilla, M., Hilpold, A., Matabishi, J., Paniccio, C., Rocchini, D., Rossin, J., Tasser, E., Torresani, M., Tappeiner, U., & Seeber, J. (2023). Habitat heterogeneity promotes bird diversity in agricultural landscapes: Insights from remote sensing data. *Basic and Applied Ecology*, 70, 38-49.
- Arias, J.C., Pérez, J., & Gómez, R. (2015). Sistemas de polinización en granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) como base para estudios genéticos y de conservación. *Acta Agronómica*, 65, 197-203.
- Caro-Caro, C., & Torres-Mora, M. (2015). Servicios ecosistémicos como soporte para la gestión de sistemas. *Orinoquia*, 9, 237-252.
- Cerda, R., Allinne, C., Krolczyk, L., Mathiot, C., Clément, E., Harvey, C., Aubertot, J., Tixier, P., Gary, C., & Avelino, J. (2015). *Ecosystem services provided by coffee agroecosystems across a range of topo-climatic conditions and management strategies*. 5th International Symposium for Farming Systems Design, 7-10 September 2015, Montpellier, France. 2 p.
- Chamba, G. (2018). *Efecto de cuatro niveles de sombra en el desarrollo vegetativo del cafeto (Coffea arabica L.) en sistemas agroforestales de la Hacienda Cristal del cantón Loja*. (Universidad Nacional de Loja, Loja), Ecuador.
- Granados, R., Barrios, M., & Manjarrez, V. (2014). Variación y cambio climático en la vertiente del Golfo de México. Impactos en la cafecultura. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5, 473-485.
- Grupo Técnico Procaucho. (2012). *Manejo fitosanitario del cultivo del cacao (Theobroma cacao L.): medidas para la temporada invernal*. Instituto Colombiano Agropecuario. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/2357>
- Harvey, C.A., & Sáez, J. (2007). *Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica*. Heredia, Costa Rica: INbio. https://www.researchgate.net/publication/325021994_Evaluacion_y_conservacion_de_biodiversidad_en_paisajes_fragmentados_de_Mesoamerica
- Hernández-Castán, J., Mendoza-Caballero, W., González-Bonilla, G.T., Mattos- Olavarría,

- J., Seijas-Davila, G., Hernández-Silva, D.A., Espinoza-Vizcarra, D., & Gámez-Virues, A. (2023). Sistemas coordinados para el monitoreo de la biodiversidad: un enfoque multiescalar unificado en paisajes forestales. *Biotempo*, 20, 171–182.
- Huaycho, H., Maldonado, C., & Manzaneda, F. (2017). Control del chinche del cacao (*Monaloniondis simulatum* Dist.) con aplicación de bioinsecticidad en la región de los Yungas de Bolivia. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 4, 31-39.
- Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. (2015). Sesión: Fitopatología. *Fitosanidad*, 19, 127-141.
- Jiménez-Pérez, A., Cach-Pérez, M.J., Valdez-Hernández, M., & de la Rosa-Manzano, E. (2019). Effect of canopy management in the water status of cacao (*Theobroma cacao*) and the microclimate within the crop area. *Botanical Sciences*, 97, 701-710.
- Johnson, J., Bonilla, J., & Agüero-Castillo, L. (2008). *Manual de manejo y producción del cacaotero*, Folleto 1: Botánica, ecología y suelos, 40. León, Nicaragua: Centro Nacional de Información y Documentación Agropecuaria.
- Lopez-Bravo, D., De Melo, E., & Avelino, J. (2012). Shade is conducive to coffee rust as compared to full sun exposure under standardized fruit load conditions *Crop Protection*, 38, 21-29.
- Martínez-Rodríguez, M., Viguera, B.D., Harvey, C., & Alpizar, F. (2017). *La importancia de los servicios ecosistémicos para la agricultura*. Materiales de fortalecimiento de capacidades técnicas del proyecto CASCADA (Conservación Internacional-CATIE).
- Miguel, W., Romero, X., & Moreno J. (2011). *Guía técnica del cultivo de cacao manejado con técnicas agroecológicas*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza-Confederación de federaciones de la reforma agraria salvadoreña. Confederación de Federaciones de la Reforma Agraria Salvadoreña. Federación Nacional de Cacaoteros (FEDECACAO).
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2015). *Plan de acción de la Reserva de Biosfera Oxapampa Asháninka Yánesha 2015-2021*. https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/siar-pasco/archivos/public/docs/plan_accion_reserva_biosfera_yanecha.pdf
- Montes-Rojas, C., & Anaya-Florez, M. (2019). Efecto de la fertilización con abono orgánico (A.L.O.F.A) en plantas de café (*Coffea arabica*). *Scientia et Technica*, 24, 331-339.
- Rivera, B., Miranda, D., Ávila, L., & Milena, A. (2002). *Manejo Integral del Cultivo de Granadilla*. Editorial Litoas. 130p.
- Sermeño-Chicas, J., Pérez, D., Serrano-Cervantes, L., Parada-Jaco, M., Joyce, A., Maldonado-Santos, E., Alvanés-Leiva, Y., Rodríguez-Sibrán, F., Girón-Segovia, C., García-Sánchez, D., Hernández-León, C., Rivas-Nieto, F., Rivera-Mejía, F., Parada-Berrios, F., Rodríguez-Urrutia, E., Vásquez-Osegueda, E., & Lovo-Lara, L. (2019). Insectos como plagas potenciales del cacao (*Theobroma cacao* L.) en El Salvador. *Minerva*, 2, 117-134.
- Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado. (2020). *Reserva de Biósfera Oxapampa-Asháninka-Yánesha*. <https://www.sernanp.gob.pe/reserva-de-biosfera-oxapampa>
- Villareyna, R. (2016). *Efecto de los árboles de sombra sobre el rendimiento de los cafetos, basado en perfiles de daño*. Informe Proyecto Cascada, 34. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza-Conservation International. https://agritrop.cirad.fr/582061/1/Reporte%203_Sombra%20y%20rendimientos%20de%20café%20C3%A9.pdf

Received January 8, 2025.

Accepted April 1, 2025.