

CARACTERIZACIÓN DE FINCAS PRODUCTORAS DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) ORGÁNICO Y CONVENCIONAL EN LA ZONA DE INTAG, ECUADOR

Characterization of organic and conventional coffee (*Coffea arabica* L.) farms in the Intag area, Ecuador

Telmo Fernando Basantes-Vizcaíno¹, Julio Cesar Alegre Orihuela²

RESUMEN

El cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en Ecuador tiene importancia económica en las exportaciones, además las zonas andinas poseen condiciones para un café de altura de excelente calidad; el objetivo del estudio fue caracterizar las fincas productoras de café de la zona de Intag, Ecuador. Se trabajó con una población de 273 fincas cafeteras de donde se obtuvo una muestra (n=116) productores; la encuesta incluyó preguntas de aspectos socioeconómicos y técnicos. Se realizó un análisis de correspondencia mediante información mutua en RStudio, con la finalidad de verificar si existe relación entre las variables categóricas, en segunda instancia se realizó una Correlación de Person mediante análisis de correlación con un modelo lineal generalizado con elastic nets (Machine Learning Models) y un cruce de validación para separar los datos numéricos, a fin de determinar un modelo de regresión logística. Los resultados muestran fincas cafeteras orgánicas organizadas y asociadas, donde prevalece los minifundios, falta de innovación tecnológica y bajos rendimientos; poseen gran diversidad de cultivos en asocio mediante sistemas agroforestales donde prevalece *Musa spp.*, *Manihot esculenta* C. y *Alnus nepalensis* D. con café, además, la producción de animales de granja permite que se generen mayores ingresos familiares y bio insumos para las fincas. El sistema de comercialización es mediante dos asociaciones en modalidad orgánica y convencional para la elaboración de cafés especiales de venta local e internacional. El análisis de conglomerados mostró dos grupos, uno de 84 fincas orgánicas (69 %) y otro de 32 fincas convencionales (31 %). El primer grupo cultiva Typica (45 %) y Bourbon (55 %), tienen mejor manejo del agroecosistema y uso de microorganismos benéficos para combatir plagas y enfermedades, por lo que obtienen mejor precio en la comercialización mediante certificación orgánica.

Palabras clave: asociatividad, agroforestal, sistemas productivos, *Coffea arabica* L. typica, bourbon.

ABSTRACT

The cultivation of coffee (*Coffea arabica* L.) in Ecuador is economically important for exports, and the Andean regions provide ideal conditions for high-quality altitude coffee. The objective of this study was to characterize coffee-producing farms in the Intag region, Ecuador. The study involved a population of 273 coffee farms, from which a sample of 116 producers was obtained. The survey included questions related to socioeconomic and technical aspects. A correspondence analysis using mutual information was conducted in RStudio to verify relationships between categorical variables. Additionally, Pearson correlation analysis was performed using a generalized linear model with elastic nets (Machine Learning models) and cross-validation to separate numerical data to determine a logistic regression model. The results show that the coffee farms are mainly organic, organized, and associated, with small-scale farms, lack of technological innovation, and low yields. These farms exhibit a high diversity of crops through agroforestry systems, primarily *Musa spp.*, *Manihot esculenta* C., and *Alnus nepalensis* D. alongside coffee. Additionally, livestock production contributes to increased family income and bio-inputs for the farms. The marketing system operates through two associations, one organic and the other conventional, focused on producing specialty coffees for local and international markets. The cluster analysis identified two groups: one with 84 organic farms (69 %) and another with 32 conventional farms (31 %). The first group cultivates Typica (45 %) and Bourbon (55 %), has better agroecosystem management, and uses beneficial microorganisms to combat pests and diseases, resulting in higher market prices due to organic certification.

Keywords: associativity, agroforestry, production systems, *Coffea arabica* L. typica, bourbon.

¹  Profesor Titular Investigador, Carrera de Ingeniería Agropecuaria, Universidad Técnica del Norte, Ecuador.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3710-1353>. tfbasantes@utn.edu.ec

² Profesor Investigador Principal, Departamento de Suelos Agronomía, Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7282-045X>. jalegre@lamolina.edu.pe

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador el desarrollo del cultivo de café (*Coffea arabica* L.) representa un rubro de importancia económica y a nivel agro productivo un factor relevante para los agricultores de la región costa y sierra principalmente. En el año 2018 a nivel nacional se sembraron 61 254 ha productivas de café, con un rendimiento promedio nacional de 0.47 t ha⁻¹, destacando las provincias de Manabí, Loja, Orellana y Sucumbios (MAG, 2018). En el periodo 2019 - 2020 se reportaron pérdidas del 10.5 % en la producción anual de café en Ecuador, posiblemente influenciado por la pandemia generada por el COVID-19, sin embargo, esta disminución es similar a la reportada en el periodo 2017 - 2019 por la International Coffee Organization (2021) por lo que, probablemente estas disminuciones se deban más a cambios de clima, migración de mano de obra, o siembras en lugares inadecuados que traen consecuencias como baja productividad afectando la economía de los pequeños productores.

El café al tener un amplio rango de adaptación en el Ecuador se encuentra distribuido en costa y sierra principalmente en pisos climáticos desde los 500 a 1 200 m s.n.m., y 1 200 a 1 800 m s.n.m. respectivamente, lo que contribuye con diferentes sistemas agro productivos que se desarrollan en diferentes agroecosistemas, para el café de altura (*Coffea arabica* L.) y para el llano (*Coffea canephora* P.), de ahí que es necesario el conocimiento del sistema productivo de este cultivo y su comportamiento a nivel de finca (Santistevan et al., 2014; Collantes et al., 2020).

Al norte del Ecuador en la provincia de Imbabura, el *C. arabica* L. llamado también café arábigo considerado de mayor calidad por sus cualidades organolépticas concentra la mayor producción especialmente en la zona de Intag, siendo un valle que se caracteriza por su clima subtropical seco, que se encuentra dentro del “Hotspot de Biodiversidad” llamada Reserva Natural del Chocó, rica en especies animales y vegetales nativas y endémicas (World Wide Fund, 2014). Es una región vulnerable por deforestación legal e ilegal, plantaciones de monocultivos, minería y una zona donde los agricultores siembran sus cultivos sin tener en cuenta “la destrucción de hábitats” (Gil et al., 2004). Los cultivos de café se desarrollan juntamente con plátano y acacias, formando socios agroforestales; que fomentan la conservación del suelo y la biodiversidad, dejando réditos importantes y sustentables a los

productores (Molina, 2020); al mismo tiempo, “contribuye a los procesos de ecosistema para la vida silvestre, la conservación del suelo, la regulación del clima y los flujos atmosféricos en dióxido de carbono” (Hailu et al., 2017).

Las fincas presentes en esta zona son muy diversas y dinámicas, concentran sistemas integrales que hacen necesario su caracterización y estudio al agrupar las explotaciones de acuerdo con sus principales diferencias y relaciones se busca maximizar la homogeneidad dentro del grupo y la heterogeneidad entre estos (Cabrera et al., 2004), con la finalidad de beneficiar al desarrollo comunitario a nivel rural. Los productores de café en su mayoría pequeños no asociados, carecen de proyectos articulados que beneficien su accionar y toma de decisiones a nivel productivo.

De acuerdo con Malagón y Prager (2001), la caracterización es una etapa de estudio básica, descriptiva y cualitativa, que contribuye con un mejor entendimiento del agroecosistema a intervenir; además se tiene que tener en cuenta que la producción del café en países en vías de desarrollo, está en gran medida en manos de pequeños fincas cafeteras y sus agricultores poseen terrenos propios en unos casos y en otros son arrendados; algunos apuestan por sistemas de producción orgánica, otros por lo convencional, ambas con características diversas que es necesario analizarlo (Rojas-Ruiz et al., 2020). Por lo expuesto, el presente trabajo tuvo por objetivo caracterizar fincas productoras de café arábigo convencional y orgánico en el valle de la zona de Intag, Ecuador.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de la zona de estudio

El presente estudio se realizó en la provincia de Imbabura, Cantón Cotacachi en la zona de Intag, ubicada en la zona norte del Ecuador con coordenadas geográficas 0.3 y -78.9667. Su posición UTM es QA23 y su referencia Joint Operation Graphics es NA17-16 (Figura 1); esta zona tiene seis parroquias rurales que son: García Moreno, 6 de Julio de Cuellaje, Peñaherrera, Apuela, Plaza Gutiérrez, Vacas Galindo (Molina, 2020).

Según el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2017) esta zona se encuentra en un piso altitudinal comprendido entre 1 200 y 2 900 m s.n.m. y distribuido en 146 321 hectáreas; se

caracteriza porque posee un valle cálido subtropical seco que lo conforman las cuencas del río Intag y río Guayllabamba, posee dos épocas marcadas de precipitación media a alta 1 750 mm (octubre - diciembre) y precipitación baja 1 450 mm (enero - abril), en cuanto a la temperatura media anual es de 24 °C, y promedio entre 18 – 20 °C, humedad relativa 75 %, lo que determina la zona de Intag ecosistemas idóneos para el café de altura.

La producción de café en la zona de Intag ha contribuido a la economía de pequeños y medianos productores, mediante la producción, procesamiento y comercialización convirtiéndose en una actividad de importancia y desarrollo agrícola local para la zona (Molina, 2020). Esta zona es representativa a nivel local al poseer dos asociaciones de caficultores abarcando unos 300 productores de café asociados y más de 700 productores independientes.

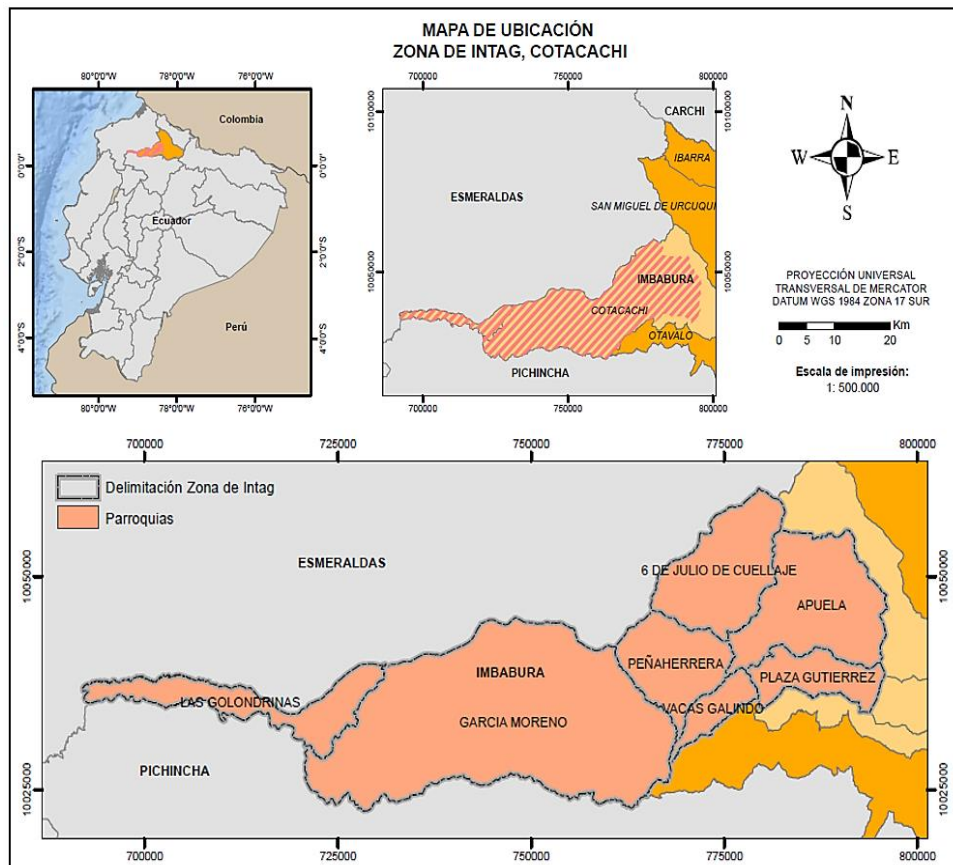


Figura 1. Localización geográfica del área de estudio en la zona de Intag, cantón Cotacachi provincia de Imbabura, 2023. Fuente: Instituto Geográfico Militar (2019).

Metodología

Para el presente estudio se tomaron los productores de dos: Asociación Agroartesanal de Caficultores “Río Intag” (AACRI) y la Asociación de Productores de Café de Intag (APCI) con una población total de 273 productores de café, de lo cual se definió una muestra ($n=116$), mediante la ecuación definida por Lohr (2000) (Ecuación 1).

$$n = \frac{Z^2 N(pq)}{e^2 (N-1) + (Z^2 pq)} \quad (1)$$

Donde: Z = valor de confianza 95% (1.96); N = población (273); e = error (0.035); p y q = Heterogeneidad (0.5).

Luego se aplicó un factor de corrección para población menor o igual a 10 000 mediante la (Ecuación 2) (Lohr, 2000).

$$n' = \frac{n}{1+n/N} \quad (2)$$

Se recopiló información de las fincas cafeteras mediante el uso de un cuestionario estructurado mediante preguntas de tipo cerradas y de tipo batería (Fontela, 2017), donde se evaluó datos relacionados con aspectos técnico, social, económico y ambiental del manejo local del café en la zona de Intag. Mediante el Programa RStudio versión 2024.04.2+764 se evaluó en primera instancia para datos categóricos un análisis de correspondencia mediante información mutua con la

finalidad de verificar si existe relación entre las variables categóricas, en segunda instancia se realizó una Correlación de Person mediante análisis de correlación con un modelo lineal generalizado con elastic nets (Modelos de Machine learning) y un cruce de validación para separar los datos numéricos, a fin de determinar un modelo de regresión logística (Tourinho et al, 2022). Además, se definió un análisis de componentes principales y uno multivariado de conglomerado por el Método de Ward, con una distancia Euclidiana Cuadrada (Andrade, 1985). Este método conformó grupos utilizando un análisis de varianza, donde la variabilidad dentro de grupos es mínima y entre grupos es máxima (Tuesta et al., 2014).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características del productor y fincas cafeteras

La Figura 2, muestra que el 66 % de los productores de café, son mayoritariamente de sexo masculino mientras que solo el 34 % son de sexo femenino; la edad promedio fue de 59 años, y el 97 % de los encuestados posee servicios básicos (luz eléctrica, agua potable, teléfono e internet) y solo el 3 % no

posee ningún tipo de servicio básico, el nivel de instrucción académica, el 37 % no posee ningún tipo de estudios, el 40 % terminó sus estudios de primaria, el 16 % terminó la secundaria y solamente el 7 % restante tiene títulos de tercer nivel o superior similares resultados reportó (Bedoya y Julca, 2020).

En cuanto a los ingresos económicos anuales, sólo el 14 % de los agricultores percibe en promedio 200 a 400 USD; este bajo nivel crea descontento en los productores por la desigual repartición de las asociaciones cafeteras con respecto al valor agregado del café, seguido de una falta de confianza de las mismas lo que concuerda con Santistevan et al. (2014), además estos resultados son comparables con el 22 % de los productores que tiene como sustento único el cultivo y producción de café, coincidentemente son los productores que tienen extensiones de terreno mayores a 3 ha, mientras que del 78 % restante, corresponde a productores que no viven solo del café. Además, el 52 % tiene otros cultivos que sustentan los ingresos de las fincas al poseer una alta diversificación productiva no solo económica en busca de lograr sustentabilidad a largo plazo (Rojas-Ruiz et al., 2020; Reyes-Palomino y Cano, 2022).

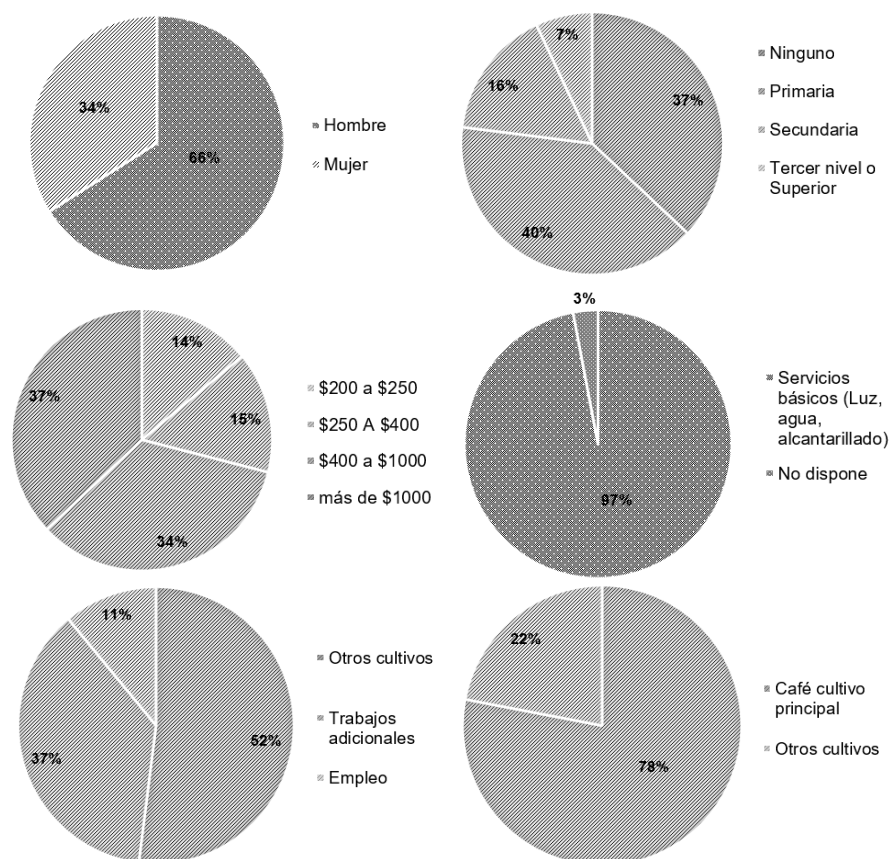


Figura 2. Caracterización de la finca cafetera de acuerdo al sexo, nivel y fuentes de ingresos del productor (Izq.). Nivel educativo, servicios de la finca cafetera (Der.) en la zona de Intag - Ecuador.

Características del sistema productivo

El tipo de café predominante en la zona de Intag es el café arábigo con dos variedades, por un lado, Typica con sus ecotipos Typica mejorada (31 %), Typica nacional (14 %), y por otro, la variedad Bourbon con sus ecotipos Caturra rojo (41 %), Caturra amarillo (12 %), Bourbon amarillo y Bourbon rojo (2 %). El sistema del cultivo de café en la zona de Intag prevalece el manejo orgánico mediante la utilización de abonos verdes (59 %), con el fin de promover una producción orgánica y acceder a un mejor precio de su producto; en menor medida usan abonos químicos de origen sintético (11 %), otros usan mezcla de abonos orgánicos y químico (16 %), y el 13 % restante no aplica ningún tipo de fertilizante; datos que no concuerdan con lo hallado por Ferney et al. (2023) que menciona en su estudio que el 89 % de productores utiliza productos sintéticos para fertilización del café y tan solo el 36 % realiza un manejo más limpio a base de insumos orgánicos, claramente el cafetal estudiado es caracterizado por un sistema extensivo y convencional que en su mayoría se tratan de variedades altamente productivas de café como Castillo y Caturra, por lo que difiere del presente estudio.

Además, Imbach et al. (2017) indica los impactos del uso de fertilizantes químicos juntamente con los efectos del cambio climático como altas temperaturas alteran el metabolismo de las plantas de café, afectando el rendimiento del café a futuro, lo que puede considerarse estrategias no aptas para la producción del café. Por otro lado, la frecuencia de la fertilización en las fincas cafeteras en Intag muestra que el 41 % solo lo realiza una sola vez al año, el 31 % dos veces, el 11 % tres o más veces y el 16 % restante no lo realiza, lo que conlleva a definir que la fertilización no es una prioridad en el cultivo de café principalmente

por disponibilidad de recursos (físicos y económicos) y el nivel de escolaridad de los productores (Guerrero-Carrera et al., 2021; Ferney et al., 2023).

Un factor a tomar en cuenta es que el 68 % de los agricultores correspondientes a 79 productores de la AACRI poseen sistemas mixtos de granjas (cultivos y animales), estos segundos definidos en: gallinas (*Gallus gallus domesticus*), cerdos (*Sus scrofa domesticus*), vacas (*Bos taurus*), cuyes (*Cavia porcellus*) y trucha (*Oncorhynchus mykiss*) junto a los demás cultivos en asocio incluido el café (Reyes-Palomino y Cano, 2022); estos productores elaboran abonos orgánicos de las excretas pecuarias como bocashi, bioles, compost, humus y promueven el uso de roca fosfórica en coordinación y capacitación con esta asociación; la finalidad es acceder a certificaciones nacionales de BPA's y certificaciones ecológicas internacionales como EU Organic, Bio Logo, JAS y USDA Organics. Estos productores tienen nichos de mercado diferenciados a partir del cumplimiento de estándares y aprovechamiento de buenas prácticas agrícolas y de adaptación al cambio climático lo cual coincide con (Verburg et al., 2019).

El sistema productivo agrícola del cultivo de café se da en asocio con policultivos tales como: morocho (*Zea mays* L. var morochon), maíz (*Zea mays* L.); cultivos perennes como frutales limón (*Citrus x limon* L.), guayaba (*Psidium guajava* L.), chamburo o chigualcan (*Vasconcellea pubescens*), babaco (*Carica pentagona* L.), piña (*Ananas comosus* L.), naranjilla (*Solanum quitoense* L.), plátano y banano (*Musa spp.*), aguacate (*Persea americana* M.) y Guaba (*Inga edulis* M.), esta última fijadora de nitrógeno en el suelo; de acuerdo a (Garza et al., 2020) los policultivos en sistemas agroforestales mejoran el microclima y la fertilidad del suelo mediante la fijación biológica de nitrógeno.

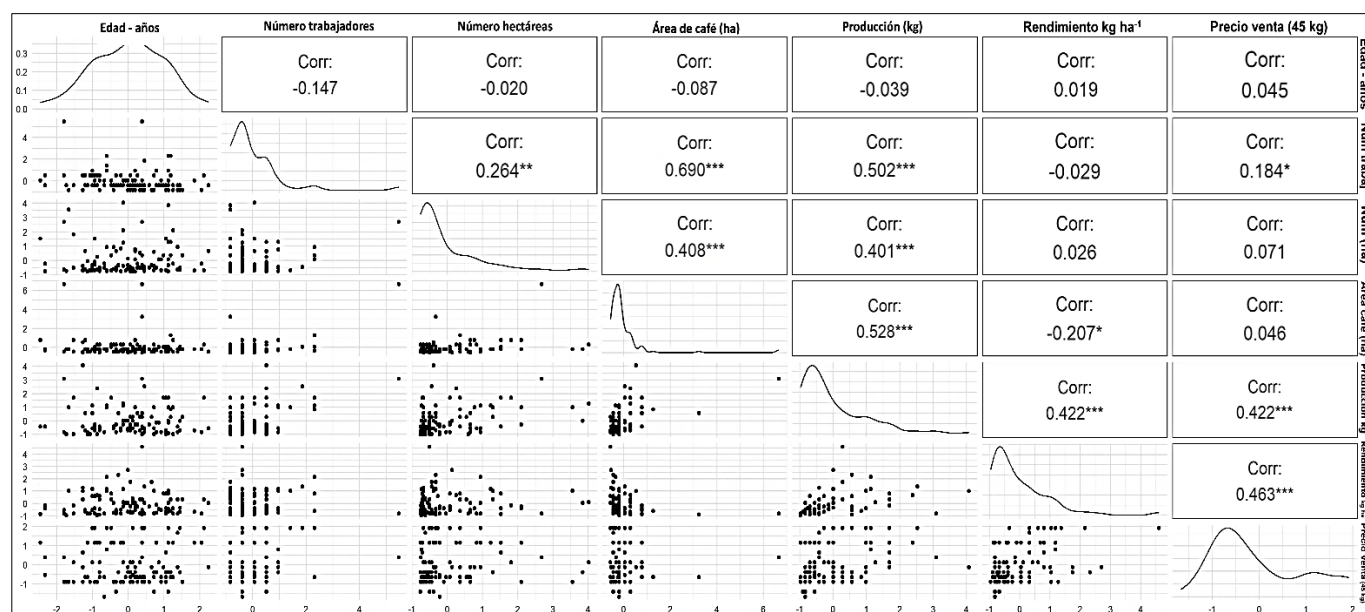


Figura 3. Datos de Correlación mediante un modelo de regresión para las variables mas representativas en la producción de café en la zona de Intag - Ecuador.

La Figura 3 muestra la distribución de los datos para observar la asociación lineal de las variables numéricas, sin embargo, estas significancias no son absolutas porque dependen de algunos aspectos productivos para el agricultor, por ejemplo, entre las variables área de café y producción, si bien la una depende de la otra, existen factores de correlación implícitos dentro del manejo entre unidades productivas que se expresan como tipo de fertilización (orgánica, química, ambas o no aplica), nivel de diversidad y manejo de podas que son actividades complementarias al manejo del café en Intag; como se muestra en la Figura 4A, el tipo de asocio con café con relación a la variable tipo de fertilización orgánica muestra un log odds ratio de 3.3 y 2.36 para asocio de plátano (*Musa acuminata* C.) y frutales

respectivamente, por lo cual la producción va a depender del tipo de cultivo asociado al café, densidad etc; por ende la producción estará en función de esta fertilización lo que explica que entre el log odds ratio es más alto tiene mayor probabilidad de influir en la variable tipo de fertilización en el café. Esto concuerda con la necesidad de intensificar las técnicas de producción sostenible, conservación del suelo, agua y la diversificación del sistema de producción (Tekeste et al, 2022). Además, Ayal et al. (2023) manifiestan que la probabilidad de que se adopten prácticas de asocio de diversidad biológica como medida de adaptación a la variabilidad climática aumenta en un factor de 1.50 (odds ratio) a medida que el tamaño de la finca de café aumenta en una hectárea y de esta manera también lo hace el nivel de producción.

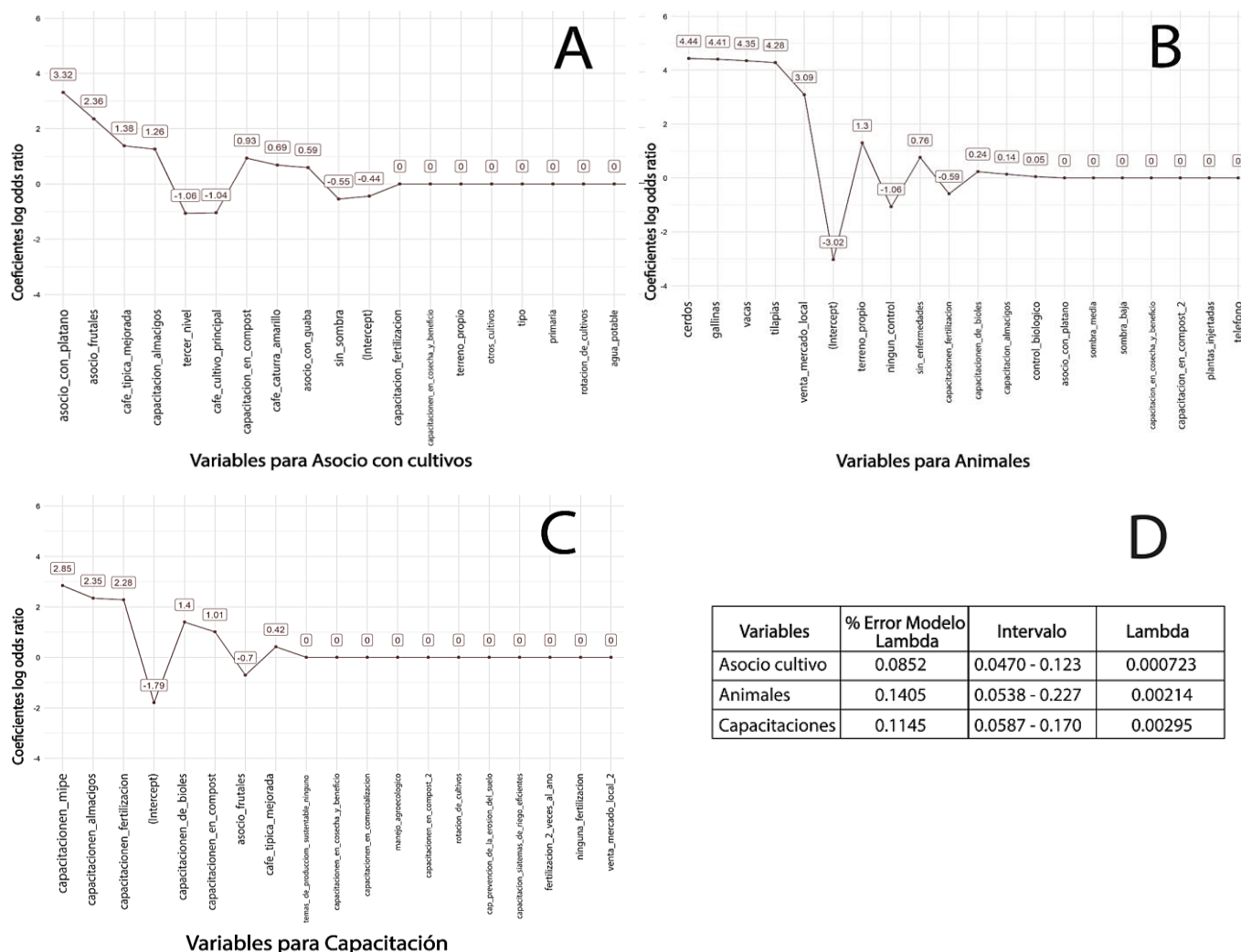


Figura 4. Coeficientes absolutos del logaritmo de Odds ratio para tres variables de asociación de cultivos con café (A), diversificación de animales en finca (B), capacitación al agricultor en territorio (C) y porcentaje del error del modelo (D) mediante el cálculo de Lambda para un modelo de regresión logística con relación a la variable tipo de fertilización en la producción de café en la zona de Intag – Ecuador.

Por otro lado, en la Figura 4B, se resalta la relevancia de integrar animales en las fincas para la obtención de abonos orgánicos de origen animal, asociadas al tipo de fertilización del productor de café en Intag al destacar que los cerdos (*Gallus gallus domesticus*), cerdos (*Sus scrofa domesticus*), y vacas (*Bos taurus*) obtuvieron los valores absolutos de log odds ratio más significativos con (4.45, 4.41 y 4.35) respectivamente, lo que prioriza el uso de una agricultura más sostenible en la mayoría de fincas de la zona de Intag, tal como indica la Figura 8; estos resultados se contrastan con la Figura 7, donde el 59 % de los productores de café usan abono orgánico en Intag, de igual manera para la realización de estos bioinsumos se hace necesario la adición de biofertilizantes de origen animal, para demostrar que el manejo orgánico prevalece en esta zona; además Tekeste et al. (2022) y Pulleman et al. (2024) ratifica que los sistemas mejor adaptados

mediante estructuras de diversificación apuntan a tener técnicas de producción más sostenibles sobre todo en sistemas agroforestales; mientras que sistemas que no adoptan estas estrategias de producción más limpias, obtienen menos producción, interrumpen los procesos de floración y llenado de semillas disminuyendo la calidad y producción del café a corto plazo (Tavares et al., 2018). Además, este estudio destaca en la Figura 4C, la importancia de la capacitación al productor en temas como adopción del Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE), con un log odds ratio (2.85), manejo de almácigos, fertilización, tratamiento de bioles (2.35 - 2.28 - 1.40) respectivamente; lo que concuerda con lo observado y evaluado con la AACRI en cuanto a sus actividades de capacitar al pequeño caficultor en actividades de una agricultura más sustentable (Pulleman et al., 2024). Los valores absolutos del modelo de regresión logística revelan que el error de

Lambda es relativamente bajo de acuerdo con la Figura 4D, comparado con sus respectivos intervalos, por lo cual se puede mencionar que el modelo de cálculo para las variables elegidas es confiable para este análisis.

Dentro del aspecto de asocio con otros cultivos, las fincas cafeteras se asocian con especies maderables como nogal (*Juglans regia* L.), aliso (*Alnus nepalensis* D.), cascarilla (*Cinchona pubescens* V.), Palma (*Arecaceae* sp.) especies más representativas, por lo que poseen diferentes estratos de vegetación creando arreglos de sistemas agroforestales (SAF's) (Figura 5); además, cuenta con pastos silvestres con raigrás (*Arecaceae* sp.) y kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov.) que lo usan para alimentación de sus animales de granja, además la combinación

multiestrato de especies como arboles maderables, seguido de frutales, café y por último un estrato bajo conformado de coberturas vivas, contribuye a desarrollar no solo diversos sistemas de café bajo sombra, sino sistemas de agro bio diversidad en Intag (CENICAFÉ, 2013); al tener varias especies agrícolas y forestales en asocio como policultivos crean ambientes sombreados para la producción de café. Para este estudio se logró evaluar tres rangos de sombreado: el primero posee el 44 % de las fincas de café, poseen sombra media con una Radiación Fotosintéticamente Activa ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) RFA de 45 - 55 %, el segundo grupo (34 %) tiene alta cantidad de sombra con una RFA de 64 - 68% y un tercer grupo (17 %) tiene baja cantidad de sombra con una RFA de 30 - 49 % y un 5 % restante no tiene sombra, lo que concuerda con datos similares reportados por (Ordoñez et al., 2019).

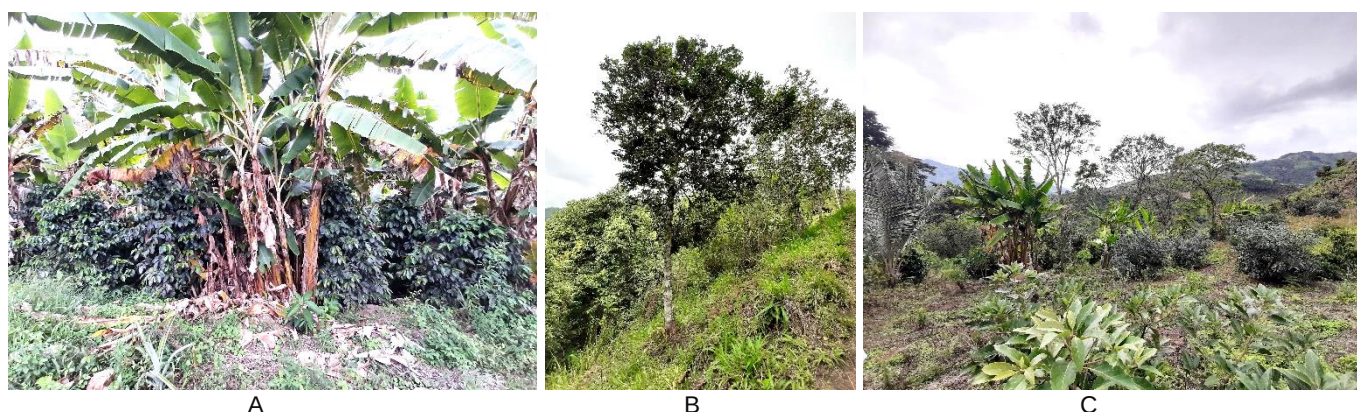


Figura 5. Sistemas agroforestales, café - plátano (A), arrayán (*Luma apiculata* DC) - frutales (B), asociación nogal - piña y aguacate (C), en las fincas de Intag.

El 97 % de los productores tiene cultivos asociados con café y una mínima parte (3 %) son monocultivos, de estos sistemas prevalecen las asociaciones con plátano (*Musa acuminata* C.) 40 %, con guaba (*Inga edulis* M.) 15 %, con frutales como piña (*Ananas comosus* L.) y cítricos como limón (*Citrus x limon* L.) el 15 %, con yuca (*Manihot esculenta* C.) 15 %, con aliso (*Alnus acuminata* K.) un 8 % y el 7 % restante son asociaciones con morocho (*Zea mays* L. var morochon) (Figura 5). El total de hectáreas del cultivo de café, de acuerdo con la muestra seleccionada fue de 161.7 ha en producción, con una media de 1.4 ha por productor, de lo cual se evidencia que existe predominio del minifundio, con fincas que poseen áreas menores a dos hectáreas lo que concuerda con (Ferney et al., 2023), lo que se clasifica como pequeños productores. Estos a su vez poseen el 90.5 % de tenencia propia de sus terrenos, no obstante, estas pequeñas unidades productivas ponen en riesgo la implementación de tecnologías e innovación para la producción del café en esta zona

(Criollo-Escobar et al., 2019), por lo tanto, los agricultores no poseen una adopción efectiva de conocimiento técnico en el procesamiento del café, por lo que un factor a destacar es la escasa profundización, en el caso de pequeños productores, de manera tal, que pueda brindar una solución integral a sus necesidades (Shilomboleni y De Plaen, 2019; Ferney et al., 2023). Los productores de café en Intag no disponen de sistemas de riego tecnificado, el 95 % depende de las lluvias temporales de la zona, el 5 % restante tienen sistemas de goteo para regar en temporada de secano; el manejo de sistemas agroforestales (asocio de café con especies perennes) supone la baja utilización de sistemas de riego, por cuanto un mayor manejo de biodiversidad promueve cobertura del suelo por su alta estratificación vegetal y mayor retención de humedad edáfica, pese a esto, la implementación de tecnologías de adaptación hace que el productor este menos preparado para afrontar cambios significativos frente a los impactos del cambio climático en la zona (Ferney et al., 2023).

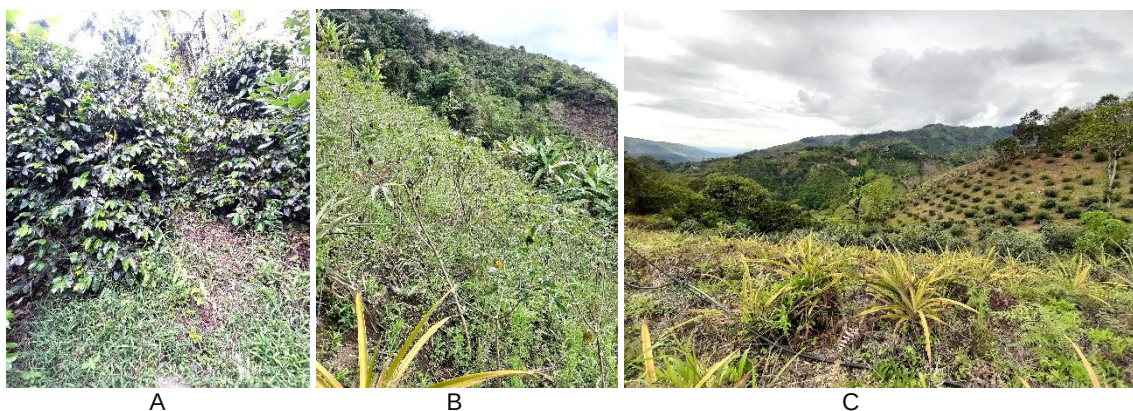


Figura 6. Sistemas agrícolas, cultivo de café (A), yuca (B), piña y aguacate (C), presentes en las fincas cafeteras de la zona de Intag.

En cuanto a la comercialización, el 97 % de productores vende el café en el mercado local, preferentemente en las asociaciones locales de caficultores (APCI y AACRI) (Figura 7). El precio promedio de venta por quintal de café pergamino fue de 178 USD, por ende, su calidad en taza dada en las

asociaciones de caficultores tiene un promedio de 83 %; lo que denota la alta calidad del café en esta zona de acuerdo con (Méndez-Fasabi, 2023), afirma que las condiciones agroclimáticas de manejo más limpio, la fermentación, aroma y sabor del café conlleva a obtener una calidad de taza de exportación.

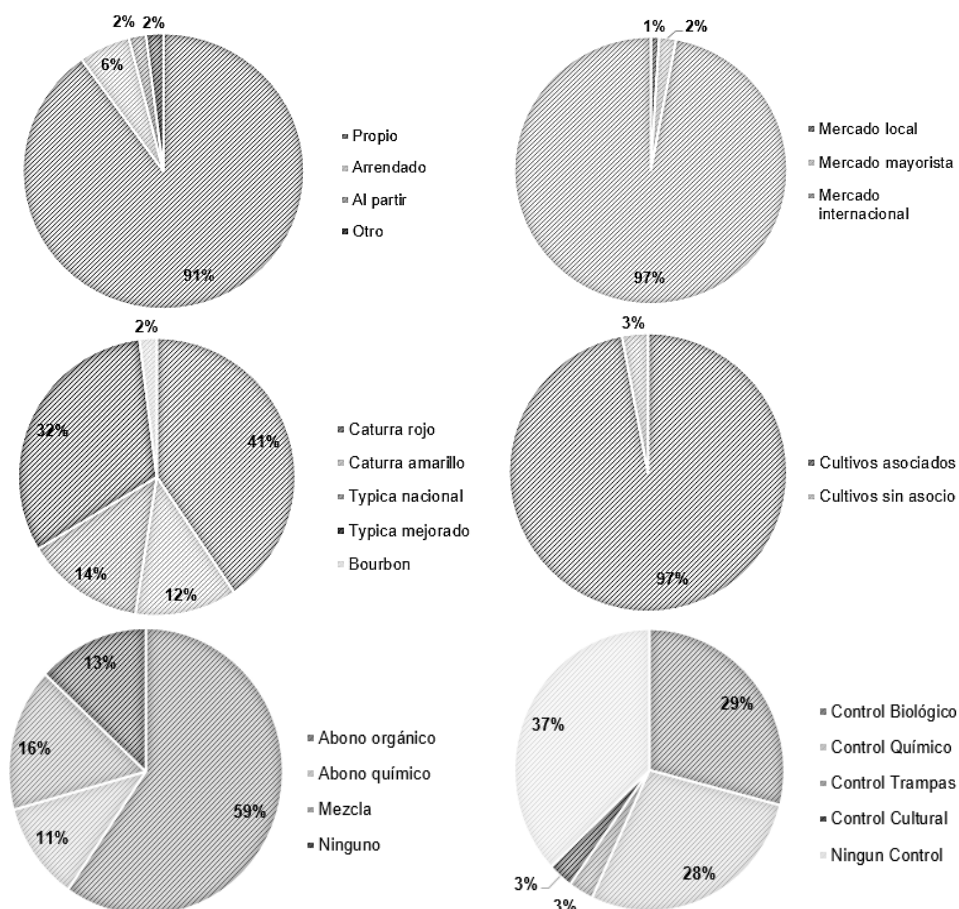


Figura 7. Caracterización del sistema productivo de acuerdo a propiedad de finca, tipo de café y tipo de manejo de la finca (Izq.). Mercado, asocio de cultivos y control MIPE (Der.) en la zona de Intag – Ecuador.

Con respecto al análisis principal de conglomerados como se muestra en la Figura 8, respecto al tipo de fertilización, indica una distribución de los agricultores cafeteros en un uso de fertilización orgánica con base a bio insumos elaborados de dos fuentes; una por descomposición de materias primas en las fincas y otra por suministro de AACRI, contribuyendo a una agricultura regenerativa como menciona Pulleman et

al. (2024), este tipo de prácticas limpias ofrecen a los caficultores una herramienta para transformar las fincas cafeteras mediante la restauración y conservación del suelo, el agua y la biodiversidad; suelos sanos que proporcionen la base para una producción de café resiliente al clima, construyendo así resiliencia frente a los desafíos del cambio climático.

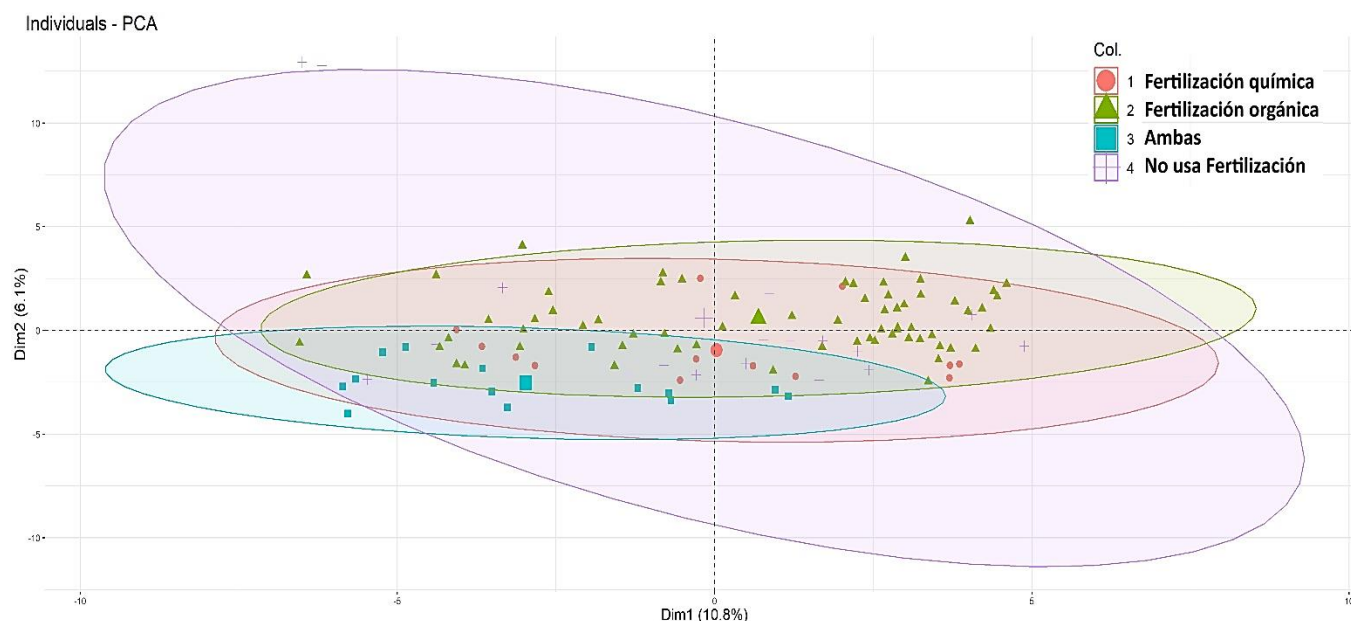


Figura 8. Esquema de Análisis de Componente Principales de acuerdo al tipo de fertilización en la zona de Intag – Ecuador.

Por otro lado, el análisis de conglomerado mediante el Método de Ward, agrupó las fincas cafeteras de Intag en dos grupos plenamente definidos. El grupo 1 en azul conformado por 84 fincas (manejo orgánico y el grupo 2 en rojo se destacan 32 fincas (manejo convencional) (Figura 9). En el grupo 1 se destacan características sociales como la edad del productor con 59 años, de sexo masculino y sin ningún tipo de educación, esto concuerda con el INEC (2010) que menciona que en el cantón Cotacachi donde se asienta la zona de Intag el porcentaje de analfabetismo es del 18.70 % de analfabetos, derivándose en urbano 5.54 % y rural 22.96 %; por lo tanto, estos productores han desarrollado el manejo del cultivo de café de manera empírica, y ayudados desde el año 2001 por el AACRI que presta capacitación continua a sus socios cafeteros. El número de personas que conforman el hogar están constituidos por 4.5 personas, lo que concuerda con reportes similares realizados por (Santistevan, 2013; Leiva, 2016) y que cuentan con estudios de nivel primario.

Con respecto a las características del café en fincas de la zona de Intag (grupo 1) muestra un conglomerado definido por cafetales que destinan una extensión

comprendida entre 0.25 y 3.0 ha, esto no necesariamente significa que su propiedad es pequeña, sino que existen otros cultivos que se producen junto al café. La variedad de café Caturra rojo predomina en la zona con un rendimiento de 0.52 t ha^{-1} (11.4 qq ha^{-1}) un 9.6 % mayor comparado con la media nacional 0.47 t ha^{-1} (10.34 qq ha^{-1}), para café arábigo (*Coffea arabica* L.), de acuerdo a (MAG, 2018), que debido a los bajos precios del café durante los años 2012 a 2015 los cafeteros abandonaron la producción y reemplazaron por otros cultivos, disminuyendo su rendimiento hasta 0.28 t ha^{-1} , sin embargo, para el año 2018 mediante incentivos del estado al productor, los rendimientos han mejorado y con ello los precios.

Por otro lado, el café es fertilizado una vez al año, mediante el uso de abonos orgánicos como compost, bocashi y humus, no realizan control químico, y el manejo de plagas y enfermedades es mediante microorganismos benéficos como *Beauveria bassiana* y *Trichoderma harzianum*, con el fin de preservar el agro ecosistema y valorar la sustentabilidad ecológica, lo que puede promover el mantenimiento del capital natural (Rojas et al., 2021); además este grupo de fincas cafeteras destacan el manejo de animales de

granja como estrategias de reducción del riesgo económico, presentándose un mayor nivel de autoconsumo por parte de la familia (Ordoñez et al., 2019), promoviendo una mejor alimentación de la familia rural.

Otro factor a destacar es el precio del quintal (45.45 kg) de café que obtienen estos productores, por ser un producto orgánico el precio fluctúa entre 210 y 285 USD, producción promovida bajo normas internacionales y certificación, financiadas con recursos propios o con apoyo de la AACRI como medios de cooperación como lo destaca (Márquez y

Julca, 2015); a diferencia del café convencional cuyos precios fluctúan entre 160 - 185 USD por quintal y su comercialización de la APCI destinada a mercados europeos como Bélgica y Países Bajos principalmente. Por su parte, el grupo 2 (rojo) (Figura 9), muestra un conglomerado de fincas cafeteras convencionales donde el principal factor es la utilización excesiva de insumos como herbicidas, pesticidas y fertilizantes sintéticos que conlleva a un bajo nivel de calidad ecológica, y que concuerda con (Boyce et al., 1993) que estos productos contaminan el ecosistema y produce impactos contaminantes en suelo, agua, aire, resistencia a plagas y a la salud humana.

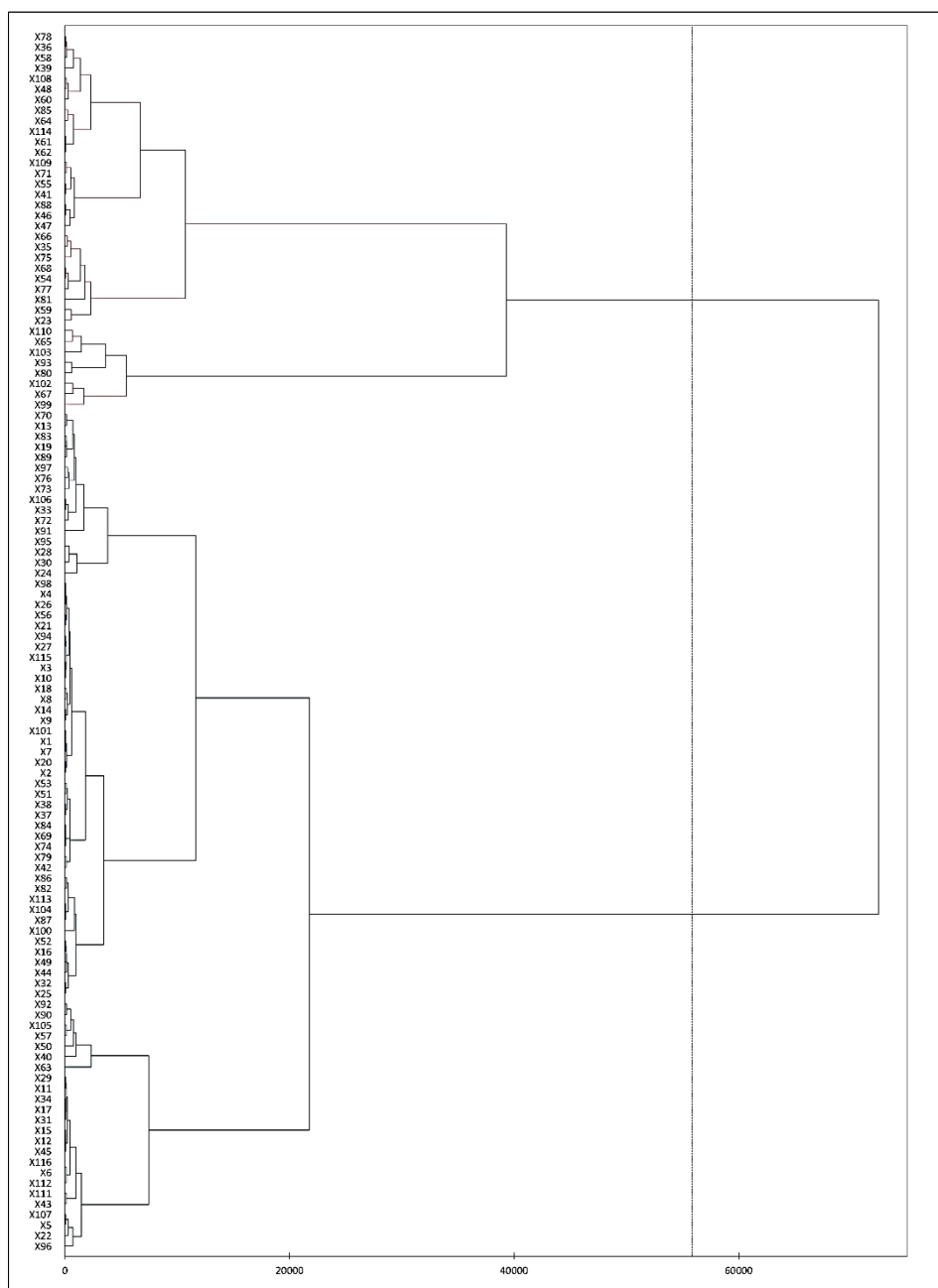


Figura 9. Agrupamiento de fincas cafetaleras en la zona de Intag – Ecuador, mediante el Método de Ward y una distancia Euclidiana Cuadrada.

Existe una alta similitud con productores convencionales de café entre Ecuador y Perú en temas educativos; por cuanto el productor tiene un bajo nivel educativo (primaria o secundaria) a diferencia del grupo 1 donde prevalece el analfabetismo, por lo tanto, los niveles en el sector rural aún se mantienen muy por debajo del resto de la población como lo afirman (Bedoya y Julca, 2020; Ruzzante et al., 2021), esto provoca una débil capacidad de innovación tecnológica en los procesos productivos, además la migración del agricultor a las ciudades en busca de mejores oportunidades, causa abandono de las tierras provoca que la empleabilidad de mano de obra rural sea cada vez más escasa en Intag.

CONCLUSIONES

Las fincas cafeteras de Intag son altamente diversificadas, si bien es cierto el sistema productivo de café es importante en la zona, los productores no se sustentan económicamente solo de este rubro, sino de varios sistemas agropecuarios integrados para su beneficio económico y autoconsumo familiar, y que denota un alto asocio de café con especies perennes que promueven diversos estratos de sombra. La alta asociatividad origina trabajos conjuntos en el sistema sustentable de café con la producción de abonos orgánicos para la comercialización de café certificado. En análisis los procesos a mejorar en los productores de café en Intag, es la tecnificación, productividad y manejo técnico del cafetal, tendiente a mejorar la rentabilidad y dar mayor competitividad al procesamiento local y mayor valor agregado. Se aconseja que, con el fin de superar los obstáculos en la incorporación de tecnología y favorecer la apropiación del conocimiento, se lleve a cabo un seguimiento y apoyo continuo por parte de las entidades pertinentes de la región. Además, se sugiere la implementación de instrumentos económicos, incentivos, asistencia técnica y políticas que posibiliten a los productores mejorar su capacidad agroproductiva. El sistema de café orgánico en la zona de Intag responde a las expectativas de mercado mundial, por lo cual estos productores poseen ventajas comparativas y competitivas para progresar en la explotación de cafés especiales amigables y sustentables con el ambiente.

Agradecimientos

Se agradece a los productores de café de las parroquias de García Moreno, 6 de Julio de Cuellaje, Peñaherrera, Apuela, Plaza Gutiérrez, Vacas Galindo,

de la zona de Intag, Cotacachi Ecuador, y a las Asociaciones de caficultores AACRI y APCI y miembros del equipo técnico del proyecto “Efecto del cambio climático en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en escenarios proyectados al 2050 en la zona de Intag – Ecuador”, que es de donde proviene este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Andrade M. 1985. Metodología para tipificar tecnologías de producción en fincas cafetaleras mediante las técnicas de análisis de componentes principales y clasificación automática jerárquica. Tesis de grado. Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica. pp: 111.
- Ayal, DY; Nure, A; Tesfaye, B; Ture, K; Zeleke, T. 2023. An appraisal on the determinants of adaptation responses to the impacts of climate variability on coffee Production: Implication to household food security in Nensebo Woreda, Ethiopia (en línea). Climate Services 30. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2023.100383>
- Bedoya, E; Julca, A. 2020. Caracterización de fincas productoras del cultivo de palto en la región Moquegua, Perú. Revista Idesia 38(3):59-67.
- Boyce, J; Fernández, A; Furst, E; Segura, O. 1993. Crisis e innovación cafetalera en Costa Rica: el café orgánico como opción de desarrollo sostenible. Simposio Internacional. Modernización Tecnológica, cambio social y crisis cafetalera. Universidad Nacional –ICAFE. 20 p.
- Cabrera, D; García, A; Acero, R; Castaldo, A; Perea, J; Martos, J. 2004. Metodología para la caracterización y tipificación de sistemas ganaderos. Universidad de Córdoba Documentos e trabajo producción animal y gestión. DT 1 Vol 1.
- Collantes, RD; Lezcano, J; Marquinez, L; Ibarra, A. 2020. Caracterización de fincas productoras de café robusta en la provincia de Colón, Panamá. Revista Ciencia Agropecuaria, 31:156-168.
- Criollo-Escobar, H; Benavides-Arteaga, D; Muñoz, J; Lagos T. 2019. Caracterización socioeconómica de fincas cafeteras del departamento de Nariño, Colombia (en línea). Revista U.D.C.A. Actualidad y Divulgación Científica, 22(2):1-8. Disponible en <https://doi.org/10.31910/rudca.v22.n2.2019.1397>
- Ferney, HL; Delgado-Vargas, I; Molina-Moreno, A; Cadena-Pastrana, A. 2023. Tipificación de fincas cafeteras para la implementación de tecnologías de adaptación al cambio climático, Municipio de Buesaco (Nariño, Colombia) (en línea). Revista Información tecnológica. 34(3):31-42. Disponible en <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642023000300031>
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (CENICAFÉ). 2013. Manual del cafetero colombiano. Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura. Tomo I, II y III. Chinchiná Caldas.
- Fontela, JL. 2017. Guía para diseñar encuestas. Herramienta 10: El logro del equilibrio en las macrofinanzas, 327-336.

- Garza, R; Maldonado, R; Álvarez, M; Buendía, J. 2020. Aporte nutricional de especies arbóreas fijadoras de nitrógeno en sistemas agroforestales con café (en línea). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 11(4): 801-814. Disponible en https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342020000400801&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Guerrero-Carrera, J; Jaramillo-Villanueva, J; Mora-Rivera, J; Bustamante, A; Vargas, S; Estrella, N. 2021 Impact of climate change on coffee production. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 71(3):1-18. <http://dx.doi.org/10.56369/tsaes.3288>
- Gil, PR; Mittermeier, RA; Hoffmann M; Pilgrim, J; Goettsch-Mittermeier, C; Lamoreux, J. 2004. Hotspot revisited. CEMEX, Mexico City.
- Hailu, B; Siljander, M; Maeda, E; Pellikka, P. 2017. Assessing spatial distribution of *Coffea arabica* L. in Ethiopia's highlands using species distribution models and geospatial analysis methods. *Journal of Ecological Informatics*. 42:79-89.
- Imbach, P; Fung, E; Hannah, L; Navarro-Racines, C; Roubik, R; Ricketts, T; Harvey, C; Donatti, C; Läderach, P; Locatelli, B; Roehrdanz, P. 2017. Coupling of pollination services and coffee suitability under climate change (en línea). *PNAS* 114(39):10438-10442. Disponible en <https://doi.org/10.1073/pnas.1617940114>
- International Coffee Organization (ICO). 2021. Trade Statistics (en línea). Disponible en <https://ico.org/resources/trade-statistics-tables/>
- Instituto Geográfico Militar (2019). Base de datos cartográfica. Quito, Ecuador.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). 2010. Censo de población y vivienda (en línea). Disponible en <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda>
- INAMHI, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. 2017. Estudio de impacto ambiental ex post y plan de manejo área minera Mendoza.
- Leiva, S. 2016. Sostenibilidad de las Fincas Cafetaleras a través del Manejo Integrado de la Broca del Café (*Hipotenemus hampei*) en el Distrito de Huambo, Rodríguez de Mendoza, Amazonas. Tesis para Optar el Grado Académico de Maestro en Gestión para el Desarrollo Sustentable.
- Lohr, S. 2000. Muestreo, diseño y análisis. México D.F. Thomson Editores.
- Malagón, R; Prager, M. 2001. El Enfoque de Sistemas: Una opción para el análisis de las unidades de producción agrícola. Universidad Nacional de Colombia. Colombia, 167p.
- Márquez, F; Julca, A. 2015. Indicadores para evaluar la sustentabilidad en fincas cafetaleras en Quillabamba. Cusco. Perú. *Saber y Hacer*, 2(1):128-137.
- Méndez-Fasabi, DL. 2023. Efecto de la asociatividad en productores de café orgánico sobre las características socioeconómicas en los departamentos de Lambayeque y Cajamarca, Perú. (Tesis de doctorado). Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.
- Ministerio de Agricultura (MAG). 2018. Boletín situacional café. Sistema de información pública ecuatoriana. Quito, Ecuador. N° 2018-01.
- Molina, DA. 2020. Comportamiento del cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en un sistema agroforestal establecido, en la Parroquia Peñaherrera, (Tesis de maestría) Universidad Técnica del Norte.
- Ordóñez, HR; Navia, F; Ballesteros, W. 2019. Tipificación de sistemas de producción de café en La Unión Nariño, Colombia. *Revista Temas Agrarios* 24(1):53-65.
- Pulleman, MM.; Rahn, E; Valle, JF. 2024. Agricultura regenerativa para sistemas cafeteros resilientes y con bajas emisiones de carbono - Una guía práctica. Cali (Colombia): Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 182 p.
- Reyes-Palomino, SE; Cano, DM. 2022. Efectos de la agricultura intensiva y el cambio climático sobre la biodiversidad (en línea). *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 24(1):53-64. Disponible en <https://doi.org/10.18271/ria.2022.328>
- Rojas-Ruiz, R; Alvarado-Huamán, L; Borjas-Ventura, R; Carbonell, E; Castro-Cepero, V; Julca-Otiniano, A. 2020. Caracterización de fincas productoras de café convencional y orgánico en el valle del alto mayo, región San Martín, Perú. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, La Paz, 7(2):100-111.
- Rojas, R; Alvarado-Huamán, L; Borjas-Ventura, R; Carbonell, E; Castro-Cepero, V; Julca-Otiniano, A. 2021. Sustentabilidad en fincas productoras de café (*Coffea arabica* L.) convencional y orgánica en el Valle del Alto Mayo, Región San Martín, Perú. *Revista Rívar*. 8(23):1-13.
- Ruzzante, S; Labarta, R; Bilton, A. 2021. Adoption of agricultural technology in the developing world: A meta-analysis of the empirical literature (en línea). *World Development Journal*, 146:105599. Disponible en <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2021.105599>
- Santistevan, M. 2013. Sustentabilidad de las Fincas Cafetaleras en Jipijapa Manabí, Ecuador. Tesis de Maestría en Agricultura Sustentable, Universidad Nacional Agraria La Molina. UNALM. Perú
- Santistevan, M; Julca, A; Borjas; Tuesta, O. 2014. Caracterización de fincas cafeteras en la localidad de jipijapa (Manabí, Ecuador). *Revista Ecología Aplicada*, 13(2):187-192.
- Shilomboleni, H; De Plaen, R. 2019. Scaling up research for development innovations in food and agricultural systems (en línea). *Dev. Pract*, 723-734. Disponible en <https://doi.org/10.1080/09614524.2019.1590531>
- Tavares, PDS; Giarolla, A; Chou, SC. 2018. Climate change impact on the potential yield of Arabica coffee in southeast Brazil (en línea). *Reg Environ Change* 18:873-883. Disponible en <https://doi.org/10.1007/s10113-017-1236-z>

- Tekeste, K; Ayal, DY; Messay, M. 2022. Determinants of adoption of Climate-Smart Agricultural (CSA) Practices in Siyadebrina Wayu District, North Shewa, Ethiopia. *Climate Services*, 26:100290.
- Tourinho, L; Prevedellob, J; Carvalhoc, B; Rochad, D; Valef, M. 2022. Macroscale climate change predictions have little influence on landscape-scale habitat suitability (en línea). *Perspectives in Ecology and Conservation* (20):29-37. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2021.10.003>
- Tuesta, O; Julca, A; Borjas, R; Rodríguez, P; Santistevan, M. 2014. Tipología de fincas cacaoteras en la subcuenca media del río Huayabamba, distrito de Huicungo (San Martín, Perú). *Revista Ecología Aplicada*, 13(2):71-78.
- Verburg, P; Alexander, P; Evans, T; Magliocca, N; Malek, Z; Rounsevell, M; van Vliet, J. 2019. Beyond land cover change: towards a new generation of land use models (en línea). *Current Opinion in Environmental Sustainability*. 38:77-85. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2019.05.002>
- World Wide Fund (WWF). 2014. Landscape management in Chocó-Darién priority watersheds. MacArthur Foundation, Colombia. 66 p.
- Artículo recibido en: 24 de enero del 2024
Aceptado en: 15 de diciembre del 2024