

Análisis de correspondencia en la diversidad florística de agroecosistemas cafetaleros en la selva central del Perú

Correspondence analysis in the floristic diversity on coffee agroecosystems of the Peruvian central rain forest

Alvarado Vinicio^{1*}

1. Docente de la Carrera de Manejo y Conservación del Medio Ambiente, Universidad Nacional de Loja, Ecuador

Autor para correspondencia: vinicio.alvarado@unl.edu.ec

RECIBIDO: 10/10/2017

APROBADO: 27/11/2017

RESUMEN

Se evaluó la diversidad florística presente en diferentes agroecosistemas cafetaleros de la selva central del Perú: El Oconal, Alto Kimiriki y Río Venado, con el propósito de conocer las especies de mayor importancia asociadas al cultivo, tanto de especies introducidas como de autóctonas. Se identificó las especies existentes, determinación de índices de diversidad vegetal basado en los índices de Shannon-Weaver, Margalef y Simpson en parcelas permanentes. Las especies encontradas fueron: *Inga brachyptera* (paca) que predomina en las zonas de El Oconal y Río Venado, mientras que *Musa paradisiaca* (plátano) es la principal especie encontrada en Alto Kimiriki, otras especies como *Pinus* sp. (pino), *Perebea* sp. (chimicua) y *Cedrelinga* sp. (tornillo) se encuentran presentes en las tres zonas de estudio, muchas de ellas escasas, pero conservadas debido a la sombra que le proporcionan al cultivo. El índice de Shannon Weaver (H') demostró que existe una diferenciación leve entre sectores, encontrándose valores más altos de 3,631 bits $\cdot ind^{-1}$ para Río Venado-Satipo mientras que el análisis de correspondencia mostró la tendencia a la agrupación de las especies en torno a cada sector de estudio obteniendo que en el sector de Villa Rica las especies como *Inga* sp., *Juglans neotropica*, *Pseudolmedia rigida*, *Ficus* sp., *Citrus cinensis*, se encuentran mayormente concentradas; mientras que en Satipo, las especies *Cedrelinga catenaeformis*, *Calycophillum* sp. muestran la mayor correspondencia con el lugar, y en el sector de Pichanaki la correlación es menos fuerte que en los dos sectores, estando mayormente correlacionada las especies Huampo (*Heliocarpus* sp.) y Cedro Macho (*Cedrela* sp.).

Palabras clave: *Coffea arabica*, diversidad florística, agroecosistemas, bosque tropical, índices de diversidad.

ABSTRACT

The present study evaluated the floristic diversity present in three different coffee agroecosystems of the Peruvian central rain forest: El Oconal, Alto Kimiriki and Río Venado, that allowed knowing the species of greater importance in the crop, both introduced species and native species. The study was realised with the botanical identification of species, indexes of vegetal diversity in permanent plots. The species found were: *Inga brachyptera* (known as Pacae), that predominates in the El Oconal and Río Venado areas, while *Musa paradisiaca* was the main specie found in Alto Kimiriki, other species such as *Pinus* sp. (pino), *Perebea* sp., (chimicua) and *Cedrelinga* sp. (screw) are present in the three study areas, many of them scarce but preserved by the shade that the product to the crop. The Shannon Weaver index (H') showed that there is a differentiation between sectors, finding higher values of 3,63 bits ind^{-1} for Río Venado-Satipo, while correspondence analysis showed the tendency to group species around each sector of study, obtaining that in the sector of Villa Rica, species such as *Inga* sp., *Juglans neotropica*, *Pseudolmedia rigida*, *Ficus* sp., *Citrus cinensis*, they are mostly concentrated; while in Satipo, the species *Cedrelinga catenaeformis*, *Calycophyllum* sp. they show the highest correspondence with the place, and in the Pichanaki sector the correlation is less strong than in the two sectors, with *Heliocarpus* sp. and *Cedrela* sp. being mostly correlated.

Keywords: Correspondence analysis, *Coffea arabica*, floristic diversity, agroecosystems, tropical forest, diversity indexes.

INTRODUCCIÓN

La selva tropical amazónica como parte fundamental del neotrópico, guardan una alta diversidad (Gentry, 1982), y ha estado sujeta a procesos de colonización desde épocas republicanas debido a la búsqueda de minerales como el petróleo, la madera y como vastas áreas para ser pobladas por el hombre (Huallpa, 2009). En este proceso se ha introducido cultivos extensivos como el café que junto con la palma africana, cacao, caña y pastos para la ganadería están provocando cambios y movimientos de la biodiversidad así como la modificación de los ecosistemas en selva amazónica (Badii *et al.*, 2015), el agroecosistema cafetalero puede contemplarse desde dos perspectivas: aquella en la que se cultiva sin sombra, y aquellos sembríos donde coexisten con gran parte del bosque originario (flora y fauna) (Beer, Muschler, Kass, & Somarriba, 1997), estos últimos son de importancia en el presente estudio, porque permiten elevar el concepto de manejo sustentable a un punto más real y además le permite al agricultor conseguir mejores precios en el mercado (Otárola & Alpizar, 2006). La rentabilidad del café en estas zonas, sugiere un alto sacrificio de parte de la naturaleza, ceder espacio a tal punto que actualmente se encuentran deforestadas por diferentes fines agropecuarios más de 5 122000 ha de los cuales 70,9 % corresponden a bosques clasificados como colinas y de protección, con una tasa de deforestación de 254 ha/año (Caballero, 1980).

Es notorio que muchos de los servicios ecosistémicos alojados en los bosques tropicales y que benefician a los agricultores van degradándose continuamente como producto de la actividad agrícola, durante los últimos 50 años, los servicios ecosistémicos relacionados con el uso de la tierra han

declinado en un 60% como consecuencia directa de su cambio de uso a actividades de producción de cultivos y crianzas, combustibles, minerales y fibra (Pinto & Paredes, 2014). Los agroecosistemas en general son sistemas frágiles que reciben aportes de energía externos, y aunque en los cafetaleros mucha de la vegetación permanece en el sector, es fácil observar amplios sectores donde la vegetación principalmente arbórea ha perdido su capacidad de recuperación. La selva central peruana se constituye principalmente por los departamentos de Pasco, Junín y Chanchamayo, lugares que tradicionalmente han tenido la fama de caficultores. Los diferentes pisos altitudinales donde se produce café oscilan entre 900 a 1600 m snm. En el sector de Villa Rica se produce uno de los denominados cafés de altura del Perú, ya que se encuentra a una altitud de 1550 m snm, (PROAMAZONIA-MI-NAG, 2003).

La tendencia al crecimiento de producción de café en estos lugares estará en función de los precios y del deterioro que sufran las zonas de cultivo más antiguas, y esto, a la luz de todos es evidente que traerá un cambio en la vegetación al momento de colonizar nuevas áreas para el cultivo, la deforestación es la primera opción, sin proteger especies más vulnerables, y conservando muy pocas especies arbóreas endémicas, debilitando la estructura general del bosque y volviendo frágiles los servicios ecosistémicos que ofrecen.

El presente artículo, aporta datos científicos que resaltan la importancia de determinadas especies vegetales a ser conservadas o sembradas según la zona, pisos altitudinales o diferentes formas de manejo en contubernio al entorno productivo del café en el bosque tropical amazónico peruano, dichas preferencias, evidentemente son la base para una propuesta de conservación apegada a los requerimientos socioeconómicos de la población.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio: La investigación fue llevada a cabo en la selva central del Perú en los Departamentos de Pasco y Junín, conocidos por la tradición en la producción de café, se eligieron específicamente los sectores de El Oconal en el distrito de Villa Rica, Alto Kimiriki en el distrito de Pichanaki y Río Venado en el distrito de Satipo (Figura 1). Los tres sectores fueron seleccionados por estar a diferentes altitudes, además por tener un manejo diferente, y por tener diferencias especies vegetales de sombra. El detalle de la ubicación de los sectores de estudio se muestra a continuación:

Tabla 1. Ubicación de los sectores de estudio en la Selva Central. Perú.

| Sector | Departamento | Provincia | Distrito | Coordenadas | |
|---------------|--------------|-------------|------------|---------------|----------------|
| | | | | Latitud Sur | Longitud Oeste |
| El Oconal | Pasco | Oxapamba | Villa Rica | 10°44'47.32"S | 75°15'11.95"O |
| Alto Kimiriki | Junín | Chanchamayo | Pichanaki | 10°59'30.85"S | 74°52'40.48"O |
| Río Venado | Junín | Satipo | Satipo | 11°13'17.78"S | 74°45'38.70"O |

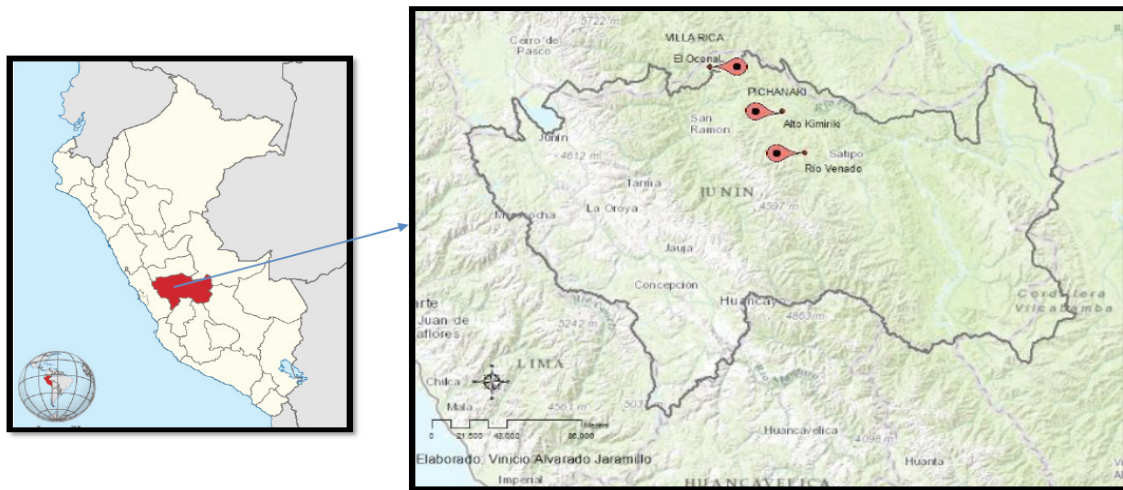


Figura 1. Mapa de localización de los sectores de estudio donde se observan los puntos rojos que representan las fincas utilizadas para el presente estudio: El Oconal-Villa Rica. Alto Kimiriki – Pichanaki y Río Venado – Satipo.

Muestreo y toma de datos

Se seleccionaron las fincas cafetaleras en función de la accesibilidad y pisos altitudinales, solicitando los permisos pertinentes a los propietarios para acceder a las propiedades sin inconvenientes. Se elaboraron mapas digitales con diversas capas para la delimitación de las fincas y la respectiva ubicación de las parcelas con las coordenadas obtenidas en campo basado en el manual de procedimiento de parcelas permanentes para bosque húmedo tropical (Synnott, 1991). En cada finca se instalaron 10 parcelas permanentes distribuidas en zig-zag repartidas 5 en la parte baja y 5 en la parte alta, las mismas que fueron debidamente georeferenciadas con GPS *GARMIN GPSmap® 60CSv*, las parcelas se trazaron de forma rectangular, tuvieron una dimensión de 50 m de largo por 20 m de ancho (1000 m²) dando un área total de evaluación de 10 000 m² (1ha) por cada finca. En cada parcela dentro del cultivo de café, se hizo un inventario de todas las especies arbóreas conservadas para la sombra del cafetal, incluyendo megaforbias (*Musa* sp.) de importancia dentro del cafetal, un esquema de la distribución de estas especies dentro de las parcelas se muestra en la Figura 2. En base a las recomendaciones de Synnott (1991), se consideraron los siguientes datos: nombre común, nombre científico, endemismo y abundancia, el uso que le dan a cada especie se realizó mediante encuestas a los propietarios de las fincas.

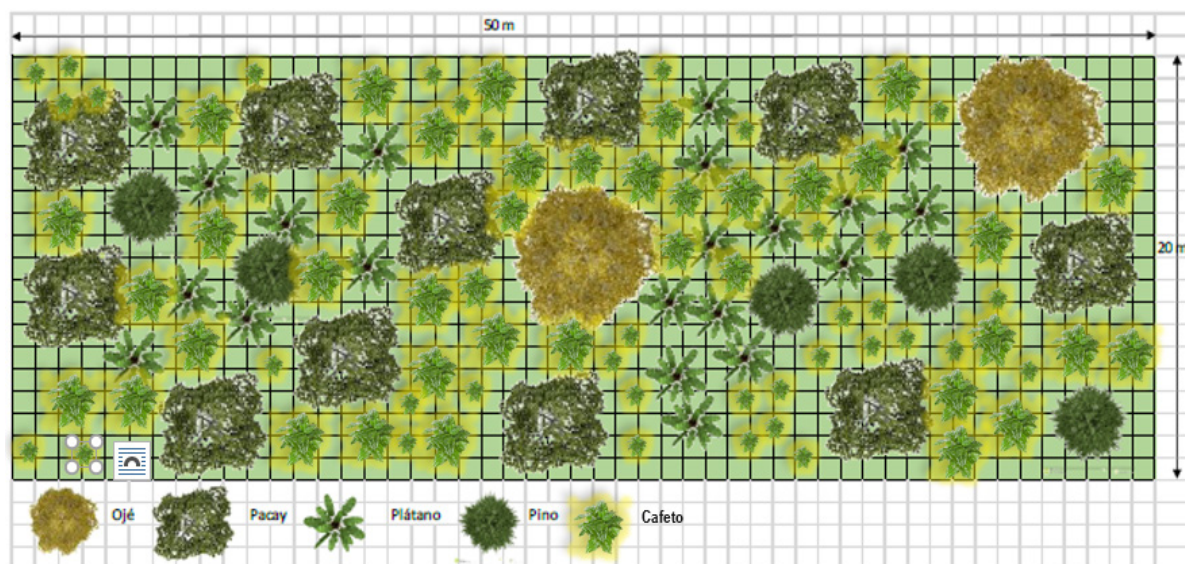


Figura 2. Parcela tipo para medición de diversidad vegetal de sombra en las fincas cafetaleras.

Análisis de la información: El reconocimiento de especies en campo se hizo con la guía de un “matero” nativo del área, con quien se colectaron muestras y contabilizaron las especies dentro de cada parcela. Se analizaron muestras botánicas de acuerdo al manual para identificación de especies forestales en la región Ucayali (“Manual para la identificación de especies forestales en la región Ucayali,” 2013), la base de datos se elaboró en una hoja *Excel* con los siguientes campos: nombre común, familia, nombre científico y usos de cada especie. El análisis de la diversidad vegetal para cada finca incluyó a especies arbóreas de sombra y aquellas no arbóreas (megaforbias); la base de datos de *Excel* se trabajó en el Software *Past*® en el que se calculó los índices de diversidad de *Shannon- Weaver*, dominancia *Simpson* e índice de *Margalef*. La versatilidad del programa permitió hacer análisis multivariados con los datos y construir gráficos de correspondencia que es una técnica estadística para mostrar las asociaciones entre un conjunto de variables en un diagrama de dispersión o mapa, lo que permite un examen visual de cualquier patrón o estructura en los datos, y de análisis de componentes principales para describir la variación de los datos multivariados en términos de un conjunto de variables no correlacionadas.

Los índices de diversidad vegetal se calcularon en función de las siguientes fórmulas:

Índice de Shannon-Weaver:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i$$

Donde:

H' = Índice de Shannon-Weaver

S = Número de especies (Riqueza de especies)

p_i = Proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos

Índice de Margalef:

$$I = \frac{s - 1}{\log n N}$$

Dónde:

I = Índice de Margalef

S = Número de especies presentes y

N = Es el número total de individuos encontrados (pertenecientes a todas las especies).

Índice de Simpson:

$$D = \sum \left(\frac{n_i}{N} \right)^2$$

Dónde:

D = Índice de Simpson

n_i = Número de individuos de las especies i

N = Número total de individuos de todas las especies

RESULTADOS

Composición de especies de sombra en los agroecosistemas

En la Tabla 2 se puede observar las especies registradas, un total de 41 especies en todas las localidades estudiadas; en el sector de El Oconal se registraron 21 especies, en el sector de Alto Kimiriki 20 especies y en sector de Río Venado 26 especies con DAPs ≥ 10 cm. En la finca ubicada en El Oconal se identificaron diversas especies a lo largo del cultivo del café, como especies nativas del sector, predomina *Inga brachyptera* (paca blanco) preferida por su dosel denso (Figura 3a) por otro lado, existe una baja población de palma *Crisalidocarpus* sp. (Figura 3b); la mezcla de especies de árboles es más homogénea en la parte media y alta de la finca, observando especies como *Ficus* sp., *Pinus* sp., *Ogcodeia* sp.; *Palicourea* sp., *Juglans neotropica*, *Calycophyllum lutescens*, *Laurus* sp., como las más sobresalientes. La vegetación presente en la finca del Alto Kimiriki es bastante irregular, predominan especies introducidas como el plátano *Musa paradisiaca* que es usada como fruto y a la vez para sombra del café, debido a la ausencia de vegetación arbórea nativa, es evidente la degradación de la vegetación y la agresiva invasión del helecho macho conocido como chaca-chaca, chapumba o llashipa (*Pteridium arachnoideum*) (Figura 4), planta de muy difícil erradicación indicadora de la alteración de la vegetación primaria existente en el sector.

Tabla 2. Estructura de las especies de sombra ubicadas en los sectores de estudio.

| Nombre común | Especies | | Número de especies | | | Abundancia Relativa (porcentaje total de individuos) | | | % total/esp. |
|--------------|-----------------------------------|-----------------|--------------------|-------------|----------|--|-------------|----------|--------------|
| | Nombre científico | Familia | Oconal | A. Kimiriki | R Venado | Oconal | A. Kimiriki | R.Venado | |
| Pacae | <i>Inga brachyptera</i> | Mimosaceae | 80 | 23 | 48 | 31.6 | 12.5 | 16.2 | 60.3 |
| Plátano | <i>Musa paradisiaca</i> | Musaceae | 48 | 72 | 79 | 19.0 | 39.1 | 26.7 | 84.8 |
| Palmera | <i>Chrysalidocarpus lutescens</i> | Arecaceae | 27 | 0 | 14 | 10.7 | 0.0 | 4.7 | 15.4 |
| Pino | <i>Pinus pátula</i> | Pinaceae | 17 | 15 | 27 | 6.7 | 8.2 | 9.1 | 24.0 |
| Ficus | <i>Ficus</i> sp. | Moraceae | 9 | 3 | 0 | 3.6 | 1.6 | 0.0 | 5.2 |
| Nogal | <i>Juglans neotrópica</i> | Juglandaceae | 9 | 0 | 3 | 3.6 | 0.0 | 1.0 | 4.6 |
| Laurel | <i>Cordia alliodora</i> | Boraginaceae | 8 | 0 | 4 | 3.2 | 0.0 | 1.4 | 4.5 |
| Palto | <i>Persea americana</i> | Lauraceae | 8 | 0 | 0 | 3.2 | 0.0 | 0.0 | 3.2 |
| Chimicua | <i>Perebea</i> sp. | Moraceae | 7 | 3 | 3 | 2.8 | 1.6 | 1.0 | 5.4 |
| Papaya | <i>Carica papaya</i> | Caricaceae | 7 | 9 | 4 | 2.8 | 4.9 | 1.4 | 9.0 |
| Copal | <i>Protium</i> sp. | Burseraceae | 6 | 4 | 0 | 2.4 | 2.2 | 0.0 | 4.5 |
| Naranja | <i>Citrus cinensis</i> | Rutaceae | 5 | 0 | 4 | 2.0 | 0.0 | 1.4 | 3.3 |
| Roble | <i>Ocotea</i> sp. | Lauraceae | 4 | 0 | 0 | 1.6 | 0.0 | 0.0 | 1.6 |
| Tamaruri | <i>Ogcodeia</i> sp. | Moraceae | 4 | 0 | 2 | 1.6 | 0.0 | 0.7 | 2.3 |
| Catahua | <i>Hura crepitans</i> | Euphorbiaceae | 3 | 0 | 2 | 1.2 | 0.0 | 0.7 | 1.9 |
| Muesquel | <i>Palicourea</i> sp. | Rubiaceae | 3 | 0 | 2 | 1.2 | 0.0 | 0.7 | 1.9 |
| Albicia | <i>Albizia</i> sp. | Mimosaceae | 2 | 0 | 0 | 0.8 | 0.0 | 0.0 | 0.8 |
| Cedro | <i>Cedrela</i> sp. | Meliaceae | 2 | 8 | 0 | 0.8 | 4.3 | 0.0 | 5.1 |
| Ojé | <i>Ficus</i> sp. | Moraceae | 2 | 0 | 0 | 0.8 | 0.0 | 0.0 | 0.8 |
| Capirona | <i>Calycophyllum spruceanum</i> | Rubiaceae | 1 | 0 | 3 | 0.4 | 0.0 | 1.0 | 1.4 |
| Tornillo | <i>Cedrelinga</i> sp. | Mimosaceae | 1 | 1 | 6 | 0.4 | 0.5 | 2.0 | 3.0 |
| Nispero | <i>Eriobotrya japonica</i> | Rosaceae | 0 | 8 | 0 | 0.0 | 4.3 | 0.0 | 4.3 |
| Moena | <i>Aniba ocotea</i> | Lauraceae | 0 | 7 | 19 | 0.0 | 3.8 | 6.4 | 10.2 |
| Huampo | <i>Heliocarpus</i> sp. | Tiliaceae | 0 | 5 | 3 | 0.0 | 2.7 | 1.0 | 3.7 |
| Estoraque | <i>Myroxylon balsamum</i> | Fabaceae | 0 | 4 | 0 | 0.0 | 2.2 | 0.0 | 2.2 |
| Mashonaste | <i>Clarisia</i> sp. | Moraceae | 0 | 4 | 0 | 0.0 | 2.2 | 0.0 | 2.2 |
| Palo blanco | <i>Calycophyllum multiflorum</i> | Rubiaceae | 0 | 3 | 0 | 0.0 | 1.6 | 0.0 | 1.6 |
| Sapote | <i>Matisia cordata</i> | Bombacaceae | 0 | 3 | 0 | 0.0 | 1.6 | 0.0 | 1.6 |
| Yachama | <i>Poulsenia</i> sp. | Moraceae | 0 | 1 | 0 | 0.0 | 0.5 | 0.0 | 0.5 |
| Shimbillo | <i>Inga</i> sp. | Fabaceae | 0 | 1 | 0 | 0.0 | 0.5 | 0.0 | 0.5 |
| Bolayna | <i>Guazuma</i> sp. | Sterculiaceae | 0 | 1 | 29 | 0.0 | 0.5 | 9.8 | 10.3 |
| Chonta | <i>Bactris gasipaes</i> | Arecaceae | 0 | 0 | 11 | 0.0 | 0.0 | 3.7 | 3.7 |
| Alcanfor | <i>Nectandra phoebe</i> | Lauraceae | 0 | 0 | 8 | 0.0 | 0.0 | 2.7 | 2.7 |
| Limón dulce | <i>Citrus aurantifolia</i> | Rutaceae | 0 | 0 | 6 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 2.0 |
| Pashaco | <i>Schizolobium</i> sp. | Fabaceae | 0 | 0 | 6 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 2.0 |
| Quinilla | <i>Chiysophyllum</i> sp. | Sapotaceae | 0 | 0 | 4 | 0.0 | 0.0 | 1.4 | 1.4 |
| Ishpingo | <i>Amburana</i> sp. | Fabaceae | 0 | 0 | 3 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 1.0 |
| Copaiba | <i>Copaifera</i> sp. | Fabaceae | 0 | 0 | 2 | 0.0 | 0.0 | 0.7 | 0.7 |
| Ulcumano | <i>Nageia rospigiosii</i> | Podocarpaceae | 0 | 0 | 2 | 0.0 | 0.0 | 0.7 | 0.7 |
| Rifari | <i>Miconia</i> sp. | Melastomataceae | 0 | 0 | 2 | 0.0 | 0.0 | 0.7 | 0.7 |
| Higuerillo | <i>Ricinus comunis</i> | Euphorbiaceae | 0 | 9 | 0 | 0.0 | 4.9 | 0.0 | 4.9 |
| TOTALES | | | 253 | 184 | 296 | 100 | 100 | 100 | |



Figura 3. A) *Inga* sp. - pacaie blanco, B) palma - *Crisalidocarpus* sp.



Figura 4. Presencia de *Pteridium arachnoideum* en la zona media alta de Alto Kimiriki –Pichanaki

En el sector Río Venado la vegetación es más exuberante, se pudo evidenciar la presencia en general de un dosel más denso en la parte alta ya que en la parte media existen claros que son cubiertos con plátano *Musa paradisiaca* usada como sombra para el cafetal y para la alimentación (Figura 5A); así mismo, se observó en la parte central la presencia de chaca – chaca (*Pteridium arachnoideum*) como indicador de la degradación de las especies propias de la zona de estudio (Figura 5C). Así mismo la zona presenta algunos lugares sin un dosel significativo, de tal manera que se pueden apreciar áreas sin buen sombreado como se ve en la Figura 5B.



Figura 5. A) *Musa paradisiaca*, ubicada en los claros del cafetal como sombra. B) Área del cafetal desprovista de vegetación arbórea para sombra C) Presencia de *Pteridium arachnoideum* en Río Venado – Satipo.

Análisis de Diversidad Vegetal.

En la Tabla 3, se resume una serie de índices obtenidos con el Software *Past*®, en primer lugar se puede observar el número de especies o “Taxones” de cada sector, siendo Río Venado en Satipo la zona con más especies, detectándose 26, luego están Alto Kimiriki en Pichanaki con 21 especies y El Oconal – Villa Rica con 20 especies, pero el mayor número de individuos está en el sector de Río Venado – Satipo con 296 individuos, le sigue el sector de El Oconal – Villa Rica con 253 individuos y Alto Kimiriki - Pichanaki con 184.

Tabla 3. Índices de Diversidad, Equitatividad y Dominancia en los tres agroecosistemas cafetaleros.

| Índices | El Oconal | Alto Kimiriki | Río Venado |
|-----------------------------|-----------|---------------|------------|
| Taxón | 21 | 20 | 26 |
| Individuos | 253 | 184 | 296 |
| Dominancia (D) | 0,1599 | 0,1887 | 0,1267 |
| Simpson (1-D) | 0,8401 | 0,8113 | 0,8733 |
| Shannon (H) | 3,310 | 3,222 | 3,631 |
| Margalef | 3,614 | 3,643 | 4,393 |
| Equitatividad Pielou (J) | 0,7604 | 0,7521 | 0,7793 |

La acumulación de una especie determinada se evidencia con el índice de Dominancia (D), y por obvias razones este índice es más alto en el sector de Alto Kimiriki (0,1887) debido a la alta presencia de *Musa paradisiaca* disperso por todo el sector y en cantidades considerables versus la escasa dominancia de las otras especies; por otra parte, en Río Venado la situación es similar, el índice de Dominancia (0,1267) se debe también a la presencia importante de la especie *M. paradisiaca* en este sector con 72 individuos y una abundancia relativa de 26,7% según la Tabla 1. El índice Simpson fue mayor en el sector Río Venado, su índice de dominancia fue de 0,8733, representado por las especies *M. paradisiaca*, *Inga sp.* y *Chrysalidocarpus lutescens*, (Ver Tabla 1), este índice clarifica mucho mejor la diferencia entre los tres sectores de estudio, se puede observar en la Tabla 2 el índice Simpson para El Oconal de 0,8401 y para A. Kimiriki de 0,8113.

El índice de diversidad de Shannon-Wiener tuvo diferencias significativas, siendo el sector Río Venado quien mostró una mayor diversidad (3,631 bits *ind⁻¹) distinguiéndose como el sector más diverso en especies vegetales de los agroecosistemas estudiados, seguido por el sector El Oconal (3,310 bits *ind⁻¹) y finalmente Alto Kimiriki (3,222 bits *ind⁻¹).

Al considerar el índice de riqueza de Margalef, el cual relaciona el número de especies y el número total de individuos, se observa que Río Venado presenta una riqueza mucho mayor que el resto de sectores (4,393), y es obviamente por tener un mayor número de especies (26 en total) y de individuos (296); en el sector El Oconal, este índice fue de 3,614 similar al del sector Alto Kimiriki de 3,643 donde demuestra claramente que en estos dos sectores tienen similares características en lo referente a su número de especies y de individuos. El índice de equitatividad de Pielou (j) muestra que la abundancia de especies fue semejante en los tres sectores donde se realizó el

estudio con valores cercanos a 1, pudiéndose observar que existe mayor uniformidad en el sector de Río Venado ($J=0,7793$).

Análisis de componentes principales: Teniendo en cuenta los resultados anteriores, a través del presente análisis de componentes principales (ACP) Figura 6, se exponen ordenadamente y de una forma más clara la variabilidad de los datos de diversidad obtenidos, resumiéndolos de una manera más simple, obsérvese que dentro de la elipse están agrupados el 95 % de las especies, la gran mayoría de ellas que por su baja cantidad están agrupadas en el centro de los tres agroecosistemas no tienen una mayor representatividad, o no caracterizan a su agroecosistema, éste es caracterizado por aquellas especies que no están relacionadas entre sí, es decir aquellas especies que en abundancia marcan una diferencia, así se observa que en el casco convexo muy retiradas del grupo se encuentra el plátano (*Musa paradisiaca*) sobre en el plano donde están los vectores en color verde que representan los sectores de Río Venado (Satipo) y Alto Kimiriki (Pichanaki), es decir que esta especie es la que caracteriza a estos dos sectores, además comparten especies como moena (*Aniba ocotea*), bolayna (*Guazuma* sp.), pino (*Pinus patula*), en el caso de paca (*Inga* sp.), esta se encuentra entre los tres sectores pero se encuentra mayormente vinculada al sector El Oconal compartiendo el cuadrante del plano con la palmera (*Chrysalidocarpus lutescens*) como se evidencia en la Figura 6 específicamente en el caso del pino (*Pinus patula*) se encuentra en una posición media en la gráfica ya que está presente en los tres sectores pero con una mayor proximidad a Río Venado (Satipo) ya que en este sector se encontró un mayor número de especies como se pudo apreciar en la Tabla 3.

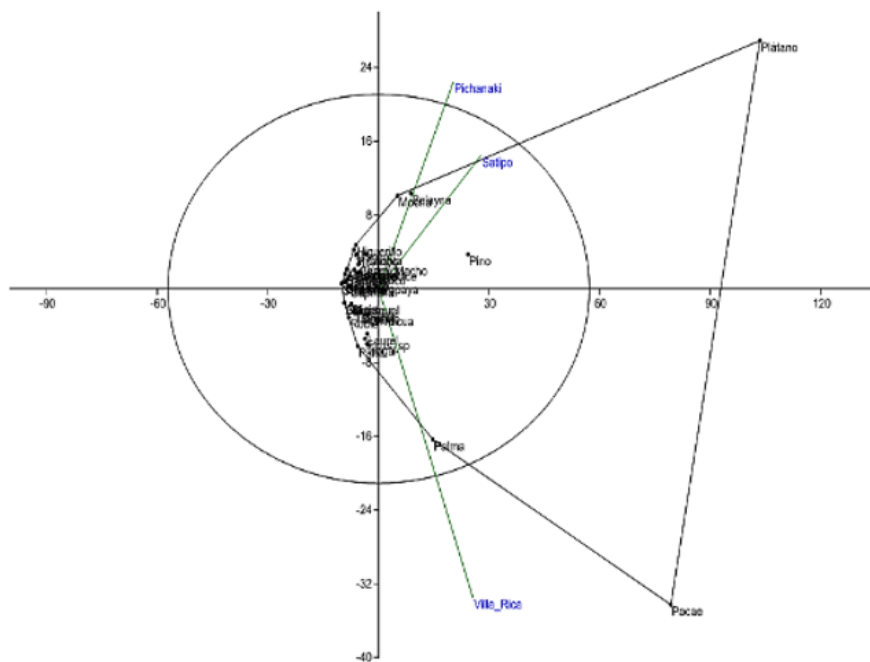


Figura 6. Diagrama de análisis de componentes principales (ACP) para las especies en estudio

Análisis de Correspondencia.

La vegetación en los diferentes agroecosistemas cafetaleros mostró diferencias en las cantidades de individuos, de especies y abundancia por lo que se presenta a continuación un análisis de correspondencia para situar los valores de cada especie en relación al sector de estudio. En este gráfico se han simplificado los datos mostrando la tendencia a la agrupación de las especies en torno a cada sector de estudio, se puede observar que alrededor del sector Villa Rica existe una mayor correspondencia de especies como pacaes (*Inga* sp.), nogal (*Juglans neotropica*), chimicua (*Pseudolmedia rigida*), ficus (*Ficus* sp), naranjo (*Citrus cinensis*), mientras que en Satipo las especies con mayor correspondencia son tornillo (*Cedrelinga catenaeformis*), capirona (*Calycophyllum* sp.), y en el sector de Pichanaki la correlación es menos fuerte que en los dos sectores, estando mayormente correlacionada las especies huampo (*Heliocarpus* sp.) y cedro macho (*Cedrela* sp.).

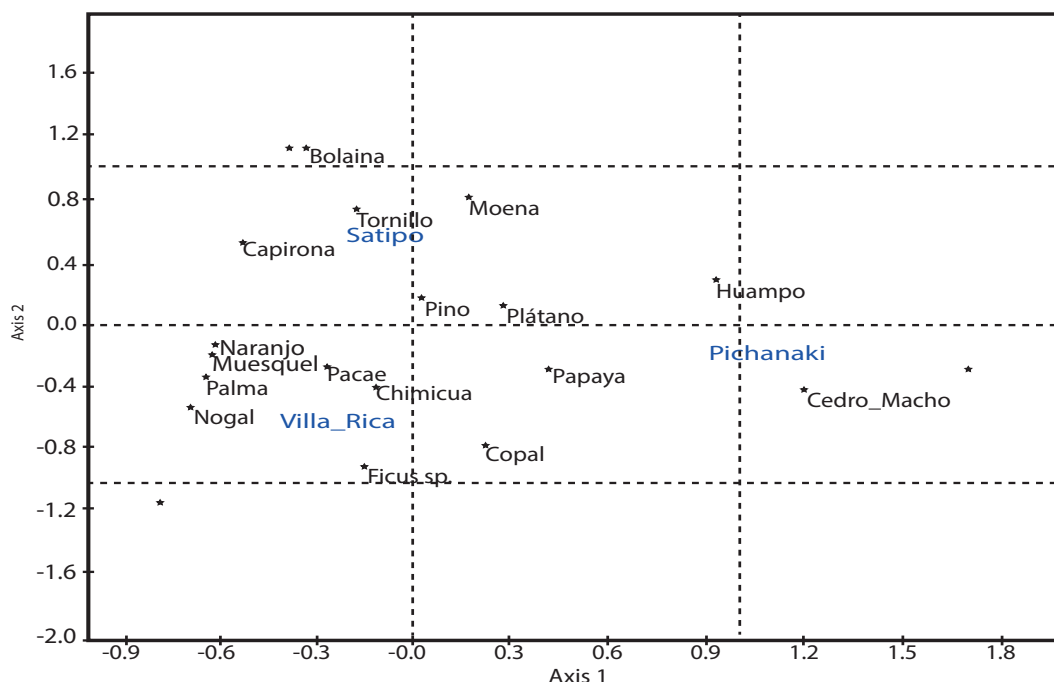


Figura 7. Análisis de Correspondencia de la especies y sectores de estudio.

DISCUSIÓN

La información sobre la distribución de especies vegetales y sobre las correspondencias relacionadas a diferencias y semejanzas florísticas entre distintos lugares en la Amazonia juegan un papel importante tanto en los estudios científicos de la biota amazónica como en la planificación del manejo y conservación de esta naturaleza (Ruokolainen, Tuomisto, Ríos, Torres, & García, 1994). Los agroecosistemas como parte de los bosques tropicales, y fundamentalmente los dedicados a la siembra del café, utilizan muchas especies que se detallaron en la Tabla 2, muchas de ellas tienen una correspondencia común a lo largo de otros bosques ubicados en América del Sur, es así que muchas de las especies señaladas en el presente estudio concuerdan con los registros hechos por

CENICAFE en Ecuador, y en Colombia basados en parcelas permanentes en cafetales con y sin sombra (Salas Pinilla, 2009).

En el presente estudio el análisis estadístico de correspondencia permitió conocer las similitudes relacionadas a las especies entre las fincas estudiadas, estos datos analizados estadísticamente a través de este mapa de datos, facilita el análisis del uso de especies en los agroecosistemas según su funcionalidad y aporte a las necesidades del cultivo de café, es evidente que la estructura de especies como *Inga brachyptera*, *Juglans neotropica*, *Pseudolmedia rigida*, y *Ficus* sp, juegan un papel fundamental en la sombra de las plantaciones de cafeto en el sector de Villa Rica, así como las especies *Cedrelinga catenaeformis*, *Calycophyllum* sp. en Satipo y *Heliocarpus* sp y *Cedrela* sp, en Pichanaki, pero este efecto va mas allá de su utilidad en el cultivo, debido a que son plantas nativas de la amazonía peruana y su conservación se verá reflejada en diversidades a mayor escala como la beta o gama.

A nivel alfa, los índices de diversidad vegetal analizados en el presente estudio permitieron obtener la riqueza específica en cada uno de los lugares, así se demostró con el índice de Margalef que el sector Río Venado mantiene una vegetación suficientemente rica y funcional dentro del agroecosistema cafetalero. El índice de dominancia Simpson permitió dirigir la atención al sector Pichanaki y Río Venado, al analizar el tipo de vegetación dominante se encontró a *Musa paradisiaca*, especie usada para dar sombra a plantaciones recién establecidas y cuya duración en el cafetal es de corta duración (hasta la fase de reproducción) (INIAP - GTZ, 1993).

Es interesante resaltar que estudios de la biodiversidad se han realizado con otros fines, (como la conservación, por ejemplo); estudios en la Amazonia peruana empleando la metodología de parcelas permanentes de 1 ha, en bosques no intervenidos, han reportado diversidad entre 155 y 283 especies con $DAP \geq 10$ cm (Gentry & Ortiz, 1993). El número de especies encontradas en el presente estudio (41), se ubica muy por debajo de otros estudios realizados fuera del Perú, como es el caso de Colombia, donde se han publicado estudios regionales de biodiversidad en zonas cafetaleras, en ellos se ha obtenido un número de 94 especies relacionados a bosques secundarios en la localidad El Cairo que tiene condiciones de remanentes de bosques, destacando que 79 de estas especies son nativas del sector (Sánchez, Durán, Vélez, García & Botero, 2008) frente a las 31 especies nativas encontradas en el presente estudio que muestra la fragilidad en los agroecosistemas cafetaleros en el bosque tropical peruano, que podrían disminuir la presencia de especies que en muchos casos son parte del climax de estos bosques tropicales. En lo que respecta a las especies encontradas en el estudio de especies en Colombia (Sánchez *et al.*, 2008), la flora está representada por cinco especies abundantes en la zona como *Austroeuatorium inulaefolium*, el género *Inga codonatha* que tiene cierta correspondencia con *Inga brachyptera*, encontrada en el presente estudio, así también, las especies *Musa paradisiaca*, *Juglans neotropica* y *Cordia alliodora* que coinciden con el inventario presentado en la Tabla 2.

Las diversas formas de manejo de los cafetales en las tres zonas de estudio han dado paso a que los agroecosistemas presenten coincidencias en algunas de sus especies como es el caso de *Musa paradisiaca*, *Inga brachyptera*, pero coinciden en aspectos negativos como la erosión genética ya que no existe en un número aceptable de especies nativas, así mismo se presenta una degradación del espacio boscoso que en las tres zonas se viene manifestando con la presencia de *Pteridium arachnoideum*, que está ganando espacio en la sucesión ecológica dentro del agroecosistema.

CONCLUSIONES

La diversidad florística en agroecosistemas cafetaleros peruanos es de significativa importancia para la estructura ecológica y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos de la zona, su estudio debe complementarse abarcando nuevas zonas de estudio bajo diferentes sistemas de siembra y manejo agronómico. Es importante destacar en la presente investigación, el uso de herramientas estadísticas como el análisis de correspondencia de las especies que contribuye al análisis del tratamiento utilitario de la taxa vegetal de sombra y su distribución, debido a que permite observar la agrupación de las principales especies por cada sector, con lo cual se puede fomentar la planificación de conservación de especies a nivel regional para estructurar la composición florística relacionada a las diversidades beta y gama dentro de los agroecosistemas cafetaleros.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue posible gracias al aporte y colaboración de caficultores en Satipo y Villa Rica. Así mismo, agradezco a la Universidad Nacional Agraria la Molina a su planta docente y administrativa en especial a quienes ayudaron con mi trabajo de investigación Dr. Alberto Julca, Biol. Zulema Quinteros, Biol. Germán Arellano Cruz, a todos quienes contribuyeron de forma desinteresada propietarios de las fincas, Sr. Antonio Ponce, al Ing. Edwin Mendoza de la Universidad de Satipo; al Laboratorio de Fibras y Lanasy del POCA - UNALM a cargo del Dr. Gustavo Gutiérrez Ph.D, a su asistente la Dra. Julissa Candio, Clínica de Diagnósis de la UNALM

BIBLIOGRAFÍA

- ANDINA, (09 de Septiembre, 2013). *Café: Minagri proyecta exportaciones superiores a US\$800 millones en 2017*. Recuperado de <http://www.andina.com.pe/>
- Antón, D., & Reynel, C. (2004). *Relictos de bosques de excepcional diversidad en los Andes Centrales del Perú*. Lima.
- Badii, M., Guillen, A., Rodríguez, C., Lugo, O., Aguilar, J., & Acuña, M. (2015). Pérdida de Biodiversidad: Causas y Efectos. *Revista Daena (International Journal of Good Conscience)*, 10(2).
- Beer, J., Muschler, R., Kass, D., & Somarriba, E. (1997). Shade management in coffee and cacao plantations. *Agroforestry systems*, 38(1-3), 139-164.
- Caballero, J. D. (1980). Tendencias de la deforestación con fines agropecuarios en la Amazonia peruana. *Revista Forestal del Perú*, 10(1-2), 1-8.
- Cardona, J. C. (2003). *Caracterización y evaluación de los agroecosistemas de los centros agropecuarios cotové y paysandú*. Medellín, Colombia.
- Cary Fowler, P. M. (1990). *The Threatened Gene: Food, Politics, and the Loss of Genetic Diversity*. Lutterworth-UK
- Díaz, S., Fargione, J., Chapin, F., Tilman, D., Díaz, S., Fargione, J., & Chapin. (2006). *Biodiversity loss threatens human well-being*. Albuquerque.
- Encarnación, F., & Zárate, R. (2010). *Vegetación: informe temático Proyecto Mesozonificación Ecológica y Económica para el Desarrollo Sostenible de la provincia de Satipo*. Iquitos.
- Gentry, A. (1982). Patterns of neotropical plant species diversity. In *Evolutionary biology* (pp.

- 1-84): Springer.
- Gentry, A., & Ortiz, R. (1993). Patrones de composición florística en la Amazonía peruana. *Amazonía Peruana: Vegetación húmeda tropical en el llano subandino*, 155-166.
- Gliessman, S. (2002). Agroecología. Costa Rica: Turrialba.
- Huallpa, L. L. (2009). Procesos migratorios en la amazonia peruana: una mirada a las migraciones internacionales. *Migração internacional pan-amazônia NA*, 97.
- INIAP - GTZ. (1993). *Manual Del Cultivo Del Cafe*. Quevedo: Estación Experimental Pichilingue.
- Krebs, C. (1985). Estudio de la Distribución y la Abundancia. Mexico: Harla.S.A.
- MAGAP. (2010). Estructura de la Cadena de Café, Departamento de Gestión Agroindustrial. Quito.
- Manual para la identificación de especies forestales en la región Ucayali. (2013). Recuperado de <https://goo.gl/1q246Z>
- Manson R.H., H.-O. V. (2008). *Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación*. Mexico: INECOL, INE-SEMARNAT
- McNeely et.al. (1990). *Conserving the World's Biological Diversity*. Washington: WWF-US and the World Bank.
- Melo, O., & Vargas, R. (2003). *Evaluación Ecológica y Silvicultural de Ecosistemas Boscosos*. Universidad del Tolima. Ibagué, Colombia.
- Municipalidad Distrital de Pichanaki. (2006). Plan de Desarrollo Estratégico Concertado de Pichanaki 2006 -2015. Pichanaki.
- Otárola, M., & Alpízar, F. (2006). Producción de café ecológico (certificado orgánico y comercio justo) de la organización CECOVASA, Perú. *CATIE*, 90-104.
- Pinto, C. A. L., & Paredes, S. R. Y. (2014). Los servicios ecosistémicos en el Perú. *Xilema*, 27(1), 62-75.
- PROAMAZONIA- MINAG. (2003). *Caracterización de las Zonas Cafetaleras del Perú*. Lima.
- Ruokolainen, K., Tuomisto, H., Ríos, R., Torres, A., & García, M. (1994). Comparación florística de doce parcelas en bosque de tierra firme en la Amazonia peruana. *Acta amazonica*, 24(1-2), 31-48.
- Salas Pinilla, N. (2009). *Variación en la diversidad funcional de plantas en cafetales sin sombra, con sombra y bosque (Quindío, Colombia)*.
- Sánchez, L., Durán, S., Vélez, J., García, R., & Botero, J. (2008). *Estudios regionales de biodiversidad en las zonas cafeteras de Colombia* (0120-0178).