

Distribución espacial de *Hypothenemus hampei* Ferrari en agroecosistemas cafetaleros de la selva central del Perú

Spatial distribution of *Hypothenemus hampei* Ferrari in coffee agroecosystems of the Peruvian central rain forest

Alvarado Vlnicio ^{1*}

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

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

RECIBIDO: 27/03/2018

APROBADO: 12/06/2018

RESUMEN

Los patrones de distribución espacial de insectos plaga como *Hypothenemus hampei* Ferrari varían según las condiciones ambientales o fisiológicas; las variaciones de la vegetación que se producen al momento de manejar la sombra en los agroecosistemas cafetaleros, modifican la diversidad florística o la densidad de vegetación, factores importantes al momento de entender la distribución de insectos plaga en su ambiente circundante. El objetivo del presente estudio fue la evaluación de la distribución espacial de *Hypothenemus hampei* Ferrari bajo diferentes estados de diversidad florística en agroecosistemas cafetaleros de la selva central del Perú: El Oconal, Alto Kimiriki y Río Venado, partiendo de la hipótesis de que las diversas interacciones entre los organismos se incrementan en las zonas de mayor diversidad florística. A partir del estudio de la diversidad florística en estos lugares mediante índices de diversidad; se comparó el número de individuos de *H. hampei* en ocho parcelas permanentes que incluían a 10 plantas de café, instaladas en cada uno de los tres sectores por el lapso de seis meses; con los datos obtenidos se realizó un análisis espacial de la distribución de individuos o insectos a través de la densidad *Kernel* con el software *ArcGIS*®. La distribución espacial del insecto estuvo condicionada hacia los sectores de mayor vegetación y sombra sin que se haya podido evidenciar una relación directa con la diversidad florística.

Palabras clave: *Coffea arabica*, diversidad florística, agroecosistemas, *Hypothenemus hampei*, densidad *Kernel*.

ABSTRACT

Patterns of spatial distribution of insect pests such as *Hypothenemus hampei* Ferrari can vary according to environmental or physiological conditions; the variations of the vegetation that take place when managing the shade in the coffee agroecosystems, modify the floristic diversity, an important factor when understanding the distribution of insects and their natural regulators. The objective of the study was the evaluation of the spatial distribution of *Hypothenemus hampei* Ferrari under different states of floristic diversity in coffee agroecosystems of the central jungle of Peru: El Oconal, Alto Kimiriki and Río Venado, starting from the hypothesis that the various interactions between organisms are found in the areas of greatest floristic diversity. From the study of floristic diversity in these places through diversity indexes; the incidence of *H. hampei* was compared in eight permanent plots that included 10 coffee plants, installed in each of the sectors for a period of six months. With the obtained data, a *Kernel* density spatial analysis was performed with the *ArcGIS®* software. The spatial distribution of the insect was conditioned to the sectors of greater vegetation and shade. The floristic diversity did not have a direct effect on the spatial distribution of *H. Hampei* in the study sites.

Keywords: *Coffea arabica*, floristic diversity, agroecosystems, *Hypothenemus hampei*, *Kernel* density.

INTRODUCCIÓN

La distribución de una especie introducida en un hábitat determinado tiene mucha pertinencia ecológica, pues permite ver el grado de adaptabilidad y dinámica lograda o no por las especies alóctonas sobre las nativas (Drake, 1983); en este sentido, la broca del café ha logrado un nivel de adaptación y colonización en las regiones caficultoras, a tal punto que constituye la principal plaga del café (Castaño *et al.*, 2005); la broca, se ha adaptado a las condiciones de nuestros ecosistemas durante más de 50 años, tiempo transcurrido desde que ingresó al continente americano, según el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (1984), quienes reportan su presencia desde 1924 en San Pablo, Brasil, en 1962 llega al valle de Satipo en Perú (Acacio Simon, 2009), se encuentra distribuida en toda la zona cafetalera, especialmente desde los 600 a 1 200 m. snm.

La utilización en diversos campos de la ciencia de los Sistemas de Información Geográfica junto a técnicas estadísticas aplicadas, ha permitido en los últimos años la expansión de herramientas para el análisis de los patrones espaciales de presencia y ausencia de especies; muchas técnicas se han propuesto y existen varios modelos de distribución de especies (Franklin 1995, Guisan y Zimmermann 2000, Rushton *et al.* 2004, Foody 2008 y Swenson 2008). La distribución de frecuencias de el número de individuos de la broca del café en diferentes parcelas es comúnmente analizada por medio de histogramas y polígonos de frecuencia; no obstante, estos procedimientos presentan diversos problemas incluyendo la dependencia del origen, amplitud, número de intervalos, no fácilmente observables *in situ*; la utilización de herramientas geográficas como la densidad *Kernel* permiten visualizar en un amplio rango espacial el comportamiento de una especie, las distribuciones, acumulaciones o tendencias migratorias (Franklin, 1995).

El manejo de la sombra en los cafetales, modifica la diversidad florística y con ello los patrones de la distribución de especies que en ella habitan; los límites pueden modificarse debido a las actividades propias de los 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). Al conocer los patrones de distribución espacial de la broca en los cafetales, sin duda permitirá un mejor manejo de las especies de sombra dentro de los cultivos debido a la relación directa entre el insecto y la diversidad vegetal que según Gliessman (2002) tal espacio brinda las condiciones para satisfacer sus necesidades únicas y a la vez es el espacio donde se refuerzan las cadenas tróficas que dan lugar a la autoregulación de las poblaciones (Smith y Smith, 2007)

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción de la zona de estudio

La investigación se realizó 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, un manejo diferente, y por tener diferencias especies vegetales de sombra. El detalle de la ubicación de los sectores de estudio se muestra en la Tabla 1.

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

Sector	Departamento	Provincia	Distrito	Altitud	Coordenadas	
				msnm	Latitud Sur	Longitud O
El Oconal	Pasco	Oxapamba	Villa Rica	1100	10°44'47,32"S	75°15'11,95
Alto Kimiriki	Junin	Chanchamayo	Pichanaki	900	10°59'30,85"S	74°52'40,48
Río Venado	Junín	Satipo	Satipo	600	11°13'17,78"S	74°45'38,70

Muestreo y toma de datos

Se seleccionaron las fincas en función de la accesibilidad y pisos altitudinales, se elaboraron mapas digitales con diversas capas para la delimitación de las fincas, cobertura vegetal y la respectiva ubicación de las parcelas con las coordenadas obtenidas en campo. En cada finca se instalaron 10 parcelas permanentes distribuidas en zigzag, 5 en la parte baja y 5 hacia 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 como se muestra en la Figura 2. El análisis de diversidad se tomó del estudio de Alvarado (2017) el cual transcurrió en las parcelas descritas. La delimitación de parcelas para determinar la distribución espacial del número

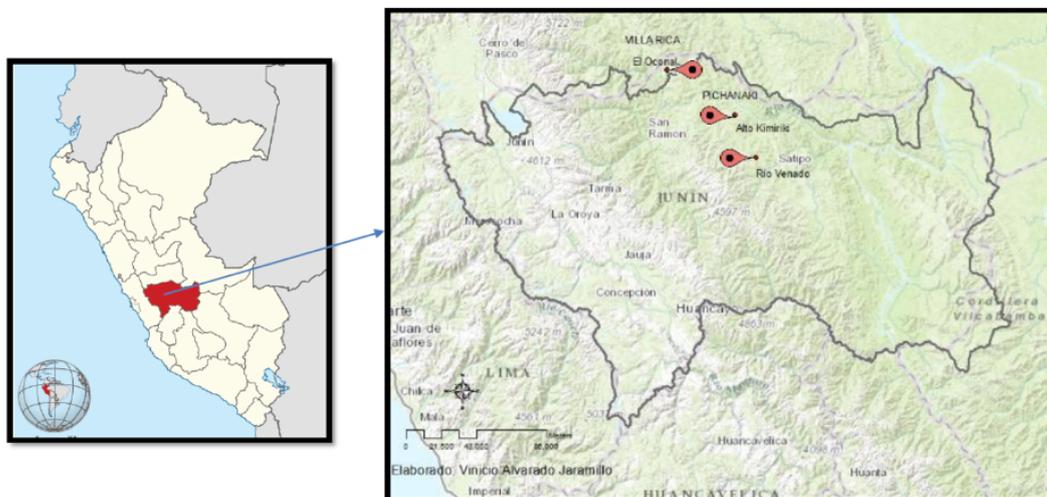


Figura 1. Mapa de localización de los sectores de estudio donde se observan los puntos rojos que representan las fincas utilizadas para el presente estudio: El Oconal-Villa Rica. Alto Kimiriki – Pichanaki y Río Venado – Satipo.

de individuos de *H. hampei* se realizó con GPS *GARMIN GPSmap® 60CSv* estableciéndose ocho parcelas de café distribuidas en zigzag abarcando diferentes puntos de cada una de las fincas de estudio (Figura 2 A), cada parcela estaba conformada por 10 plantas agrupadas de forma natural con un área aproximada de 16 m² con un total de 80 plantas (unidades muestrales) por finca. Los datos de número de individuos de broca se realizó por muestreo sistemático (ver Figura 2 B) por ser el más exacto para la selección de los cafetos (Rémond, 1996), se tomaron 100 cerezas tanto de la parte media y alta de las plantas conforme el estudio realizado por Ureña (2003) para el muestreo de broca del café; los datos obtenidos, fueron tabulados y expresados en porcentajes, además se analizaron espacialmente en el programa *ArcGis®* por medio de la herramienta de Análisis Espacial *Densidad Kernel*, técnica que permitió establecer una relación entre la posición geográfica y el número de individuos, además permitió generar una representación gráfica de las parcelas que concentran las diferentes densidades de los individuos estudiados (individuos/ha).

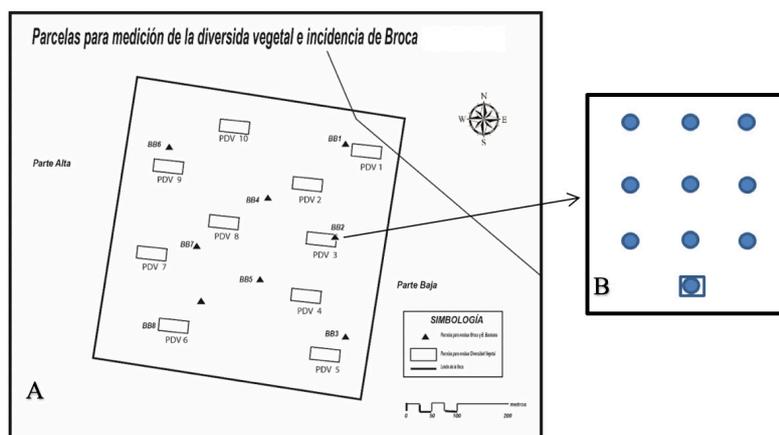


Figura 2. A) Distribución de las parcelas para estudio de diversidad vegetal (□) y parcelas para estudio de la distribución de *Hypothenemus hampei* (▲). B) Muestreo sistemático: Distribución de plantas de café en la parcela.

RESULTADOS

Análisis de la vegetación en los agroecosistemas cafetaleros.

El análisis de la vegetación en los lugares de estudio fue tomado del estudio de “Análisis de correspondencia en la diversidad florística de agroecosistemas cafetaleros en la selva central del Perú” (Alvarado, 2017). La Tabla 2 resume una serie de índices obtenidos, en primer lugar se puede observar el número de especies o “Taxones” de cada sector; Río Venado presenta mayor número de especies (26), le sigue en importancia Alto Kimiriki con 21 especies y El Oconal con 20 especies; el sector de Río Venado cuenta con un bosque en el cafetal mas denso, por lo que se registraron mayor número de individuos (296).

Tabla 2. Índices de diversidad vegetal en los tres agroecosistemas cafetaleros.

	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 (M)	3,614	3,643	4,393
Equitatividad Pielou (J)	0,7604	0,7521	0,7793

Según Alvarado (2017), la mayoría de taxones o especies encontradas se ubicaron en el sector de Río Venado, predominado por *Inga brachyptera*, *Inga sp.*, conocido como "paca" especie cultivada para mejorar la sombra en los cafetales, y también encontró especies propias de la zona de alto fuste y dosel como *Cedrelinga cateniformis*, conocido vulgarmente como "tornillo". En los tres sectores la sombra ha sido modificada constantemente por lo que se analizan los resultados del análisis de diversidad para diferenciar el comportamiento ecológico de la vegetación en estos lugares.

El índice de dominancia fue mayor en Alto Kimiriki ($D=0,19$) debido a la importante presencia de *Musa pasadisiaca* en gran parte de la finca y menor en el sector de Río Venado. El índice de diversidad de Shannon no tuvo grandes diferencias entre las 3 fincas, pero hay una destacable diferencia en el sector Río Venado donde se encontró un mayor índice ($H^2=3,63 \text{ bits} \cdot \text{ind}^{-1}$). El índice de riqueza de Margalef refuerza lo señalado con respecto al número de especies e individuos, índice notablemente alto en el sector de Río Venado ($M=4,39$); 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 una diferenciación con respecto a este índice en el sector de Río Venado ($J=0,78$).

Porcentaje de individuos de *Hypothenemus hampei*

La figura 3 muestra la evolución temporal de el número de individuos de *H. hampei* en las tres fincas en el transcurso de seis meses, las evaluaciones durante el estudio permitieron obtener el promedio general de infestación de *H. Hampei* 5,2 %, valor que sobrepasa el umbral de daño

económico (5%) (Cardona G., y Bustillo A., 2006). Los sectores de Río Venado y Alto Kimiriki presentaron los niveles de infestación más altos para la plaga y los meses de abril y mayo presentaron altos porcentajes de infestación. En el sector Río Venado, las infestaciones más altas llegaron a un promedio de 7,59 %, estuvieron muy por encima del umbral de daño económico 5 %. Bajas infestaciones se observaron en el sector de El Oconal (3,64 %).

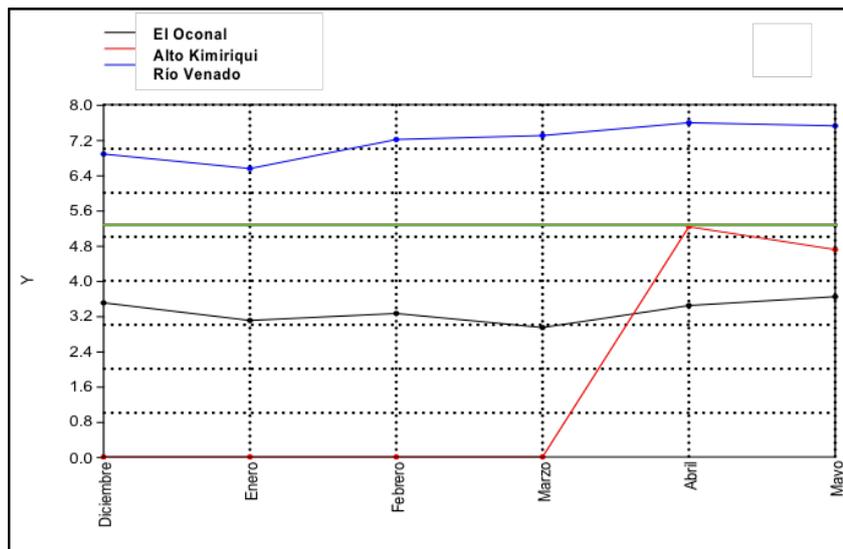


Figura 3. Porcentajes del número de individuos de *Hypothenemus hampei* en los sectores de estudio.

Distribución espacial de *H. hampei*.

La distribución espacial de *Hypothenemus hampei* se pudo visualizar en cada una de las parcelas mediante el análisis densidad *Kernel* en el software *ArcGIS®* (Figura 5). La Figura 5A muestra la distribución espacial de *H. hampei* en el sector El Oconal; la densidad de infestación es baja en comparación con los demás sectores, la escala de colores en el mapa muestra densidades que van desde 1,35 a 4,04 % de individuos o insectos por ha en toda la finca; se puede observar las concentraciones más altas en la parcela 8 (hasta 5,39 % de individuos/ha), pero con un radio de alcance pequeño, las parcelas aledañas 5, 6 y 7 muestran similares concentraciones de 2,70 a 4,04 % de individuos/ha. La figura 5B muestra la distribución espacial de *H. hampei* en el sector Alto Kimiriki; en este sector se puede evidenciar que predominan las densidades de 4,05 a 5,39 % de individuos o insectos/ha en gran parte de la finca; altas densidades poblacionales del insecto se pueden observar en las parcelas 4 y 5 en las que se obtuvieron concentraciones que van de 5,40 a 6,74 % de individuos/ha, con la observación adicional que en la parcela 4 el radio de alcance es mayor. La figura 5C muestra la distribución espacial de *H. hampei* en el sector Río Venado; la densidad de población del insecto es notablemente mayor que el resto de sectores, las parcelas 5 y 6 muestran hasta siete niveles de concentración con valores máximos de 8,07 a 9,43 % individuos/ha, las parcelas 3, 4 y 7 presentan concentraciones que van de 5,40 a 6,74 % de individuos/ha y las parcelas 1,2 y 8 presentan concentraciones de 2,70 a 4,04 % de individuos/ha.

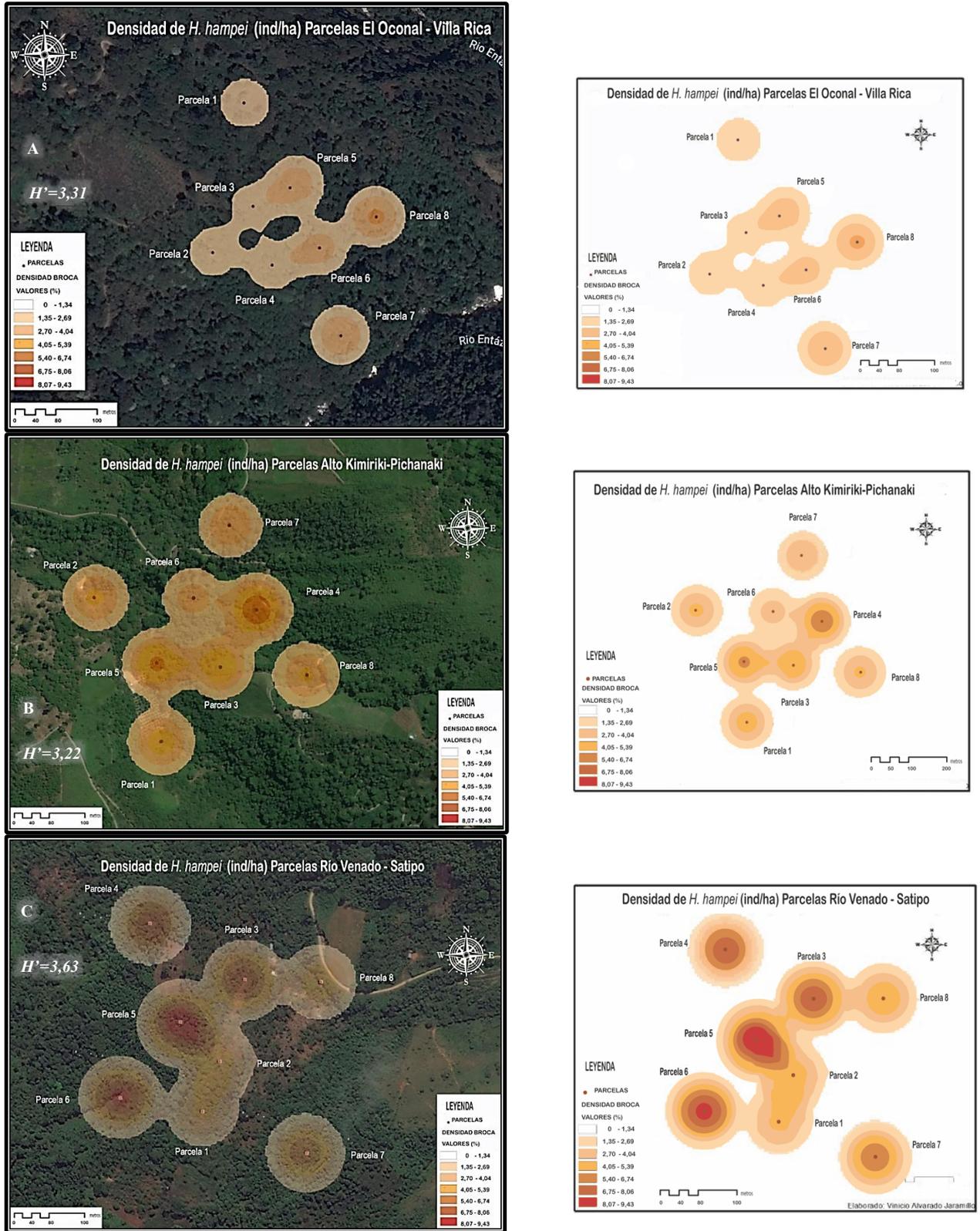


Figura 5. A,B,C) Distribución espacial de *H. hampei* en los tres sectores de estudio según análisis de densidad Kernel. Se aprecia en cada figura el índice de Shannon (H')

DISCUSIÓN

Las diversas formas de manejo de los cafetales en las tres zonas de estudio han dado paso a que los agroecosistemas presenten señales de degradación en su diversidad vegetal en diferente grado, el decremento de especies nativas frente a especies introducidas como *Musa paradisiaca*, *Inga brachyptera* (guabo/pacae), reflejan el mal manejo de estos agroecosistemas; además, la degradación del espacio boscoso en los sectores de estudio es evidente in situ debido a la presencia de *Pteridium arachnoideum*, que está ganando espacio en la sucesión ecológica dentro del agroecosistema (Alvarado, 2017).

Distribución espacial en función de la diversidad florística.

Al respecto Gliessman (2002) señala: "... la diversidad vegetal hace posible varios tipos de dinámicas de poblaciones benéficas entre insectos y sus depredadores", ante lo cual es importante recalcar que en el presente estudio esta afirmación no se cumple totalmente en lo que respecta con insectos plaga como *H. hampei*, en razón de que las poblaciones se mantuvieron sobre el umbral económico (5 %) durante todo el tiempo de estudio (figura 3) precisamente en el sector Río Venado que manifestó un índice de diversidad de Shannon relativamente mayor que el resto de lugares ($H' = 3,63 \text{ bits} \cdot \text{ind}^{-1}$) (Tabla 2), y es importante recalcar el índice de diversidad de Shannon debido a que permite conocer la distribución de las especies en proporciones dentro de los diferentes estratos sin que influya el número de especies presentes (Magurran, 1988), lo que da significado a los resultados encontrados, esto es, que la distribución espacial del insecto no fue afectada por diversidad florística; en este sentido, se puede enfatizar que el índice de Shannon (cuyos valores van de 1 a 4) en los tres sectores de estudio están cerca del valor máximo (Magurran, 1988), como se aprecia en la Tabla 2, muy característico de bosques tropicales, sin embargo el comportamiento poblacional del insecto en los tres sectores fue significativamente diferente al analizar los valores de las medias en la figura 3, también se puede visualizar en el análisis Kernel de la Figura 5, donde se evidencia las diferentes concentraciones y distribuciones del insecto que difieren entre los tres sectores.

La Dominancia de Simpson (D), índice que muestra la abundancia de las especies más comunes y por lo tanto, se refiere al mayor número de especies representados en la muestra total de individuos, su valor va de 0 a 1 (Magurran, 1988), en el caso del sector Alto Kimiriki donde predomina la especie *Musa paradisiaca* en el área de cultivo de café este índice se aproxima a 0,2 el mayor de los tres sectores que sugiere una débil diversidad; del otro lado se puede observar el índice de dominancia (D) menor en el sector de Río Venado, lo que sugiere en este último lugar una repartición equitativa de las especies, lo confirma el índice de Pielou ($j=0,78$) para este sector.

Distribución basada en la cobertura vegetal

Ante los resultados obtenidos, es importante analizar la distribución de *H. hampei* en función de la cobertura vegetal, ya que como señala Arellano, 2001, la sombra influye directamente sobre las poblaciones de la broca; en su estudio analiza la relación de la sombra de varias especies sobre las plantas de café, tamaño de las plantas, y en el caso de *Musa paradisiaca* señala que "las plantas alcanzaron un promedio de 95 cm de altura y se encontraban bajo un 70 % de sombra producida por la siembra de plátano" y destaca que la mayor acumulación del insecto se dan en lugares con

alta sombra, al respecto la dominancia de *Musa paradisiaca* en Alto Kimiriki corresponde con los patrones de distribución espacial del insecto como se pudo establecer en el análisis de densidad Kernel, en la figura 5B, el insecto muestra una tendencia a agruparse en la parte central, lugar donde *M. paradisiaca* es usada como sombra para el café.

En el sector El Oconal figura 5A, existen dos hábitats diferenciados por la cantidad de vegetación, la parte superior de la finca ubicada al oeste, tiene una pendiente pronunciada, posee pocas especies vegetales y arbóreas y hay tendencia a la erosión de tipo laminar; en la parte inferior (hacia el este) las especies están más conglomeradas y en conjunto muchas especies forman un sotobosque bien estructurado; en el análisis de densidad Kernel se pudo evidenciar que la mayor infestación está en la parcela 8 (ubicada al este, en la parte inferior de la finca) que contiene un promedio de 5,39 % de ind/ha, que a simple vista muestra una relación directa entre la vegetación y los individuos estudiados, aspecto que coincide con estudios realizados por [Arellano \(2001\)](#). La riqueza de taxones que se pudo observar en la Tabla 2 es mayor en el sector Río Venado, la vegetación en las parcelas 3,4,5 y 6 (Figura 5C) es mas densa y según el análisis espacial existen altas concentraciones del insecto en estos lugares.

Distribución basada en condiciones ambientales y fisiológicas de los individuos.

No se puede dejar de lado el análisis basado en aspectos ambientales y fisiológicos al momento de analizar la distribución espacial de *H. hampei*; en el estudio realizado por [Dufour et al. \(2007\)](#) señala: "...después de la cosecha, el insecto (broca) se desarrolla en los frutos que quedan en los cafetos y en los que han caído al suelo; con las primeras lluvias, las hembras salen de esos frutos y vuelan para colonizar un fruto nuevo" lo que de alguna manera pudo haber influenciado en el muestreo en las plantas, debido a que las condiciones climáticas inhibieron la migración de las hembras hacia otros lugares; de esta forma, la evolución temporal de las poblaciones de broca en el presente estudio estuvieron condicionadas a aspectos fisiológicos del insecto y también fue afectada por la temporada invernal que de acuerdo a la Figura 3 incrementó luego de los meses más lluviosos previos a abril, esto es, en los meses de diciembre a marzo, donde se registraron precipitaciones que bordearon los 300 mm, descendiendo paulatinamente hasta los 100 mm ([Alvarado, 2017](#)).

CONCLUSIONES

La distribución espacial de *H. hampei* no tiene una relación directa con la diversidad florística, obedece a un sinnúmero de condiciones ambientales y fisiológicas propias del insecto, la densidad Kernel permitió observar que *Hypothenemus hampei* no ocupa todo su hábitat potencial, concentrándose en focos distribuidos principalmente en áreas con buena cobertura de sombra y humedad, debiendo considerar para futuros estudios dichas condiciones para establecer en épocas que faciliten su observación y medición.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue posible gracias al aporte de instituciones como PRONABEC que cubrió gastos de investigación y estudios, 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: UNALM-FCF
- Acacio-Simon, G. (2009). *Control etológico de la Broca de café (Hypothenemus hampei Ferr.) en café "catimor" instalado en tres localidades en Tingo María*. [Tesis Agronomía] UNAS, Lima
- Alvarado, V. (2017). Análisis de correspondencia en la diversidad florística de agroecosistemas cafetaleros en la selva central del Perú. *Bosques Latitud Cero*, 7(2). 25-35
- Arellano, G. (2001). *Evaluación de plagas en café, papayo, piña, palto, plátano y cítricos en Chanchamayo y Satipo*. [Tesis maestría inédita] UNALM, Lima.
- Ávila, O. (2010). Control de broca del café (*Hypothenemus hampei*) utilizando once cepas del hongo *Beauveria bassiana* y el nematodo *Heterorhabditis bacteriophora*. [Tesis CPA] Honduras.
- 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).
- Blackwell, M., Hibbett, D. S., Taylor, J. W., Spatafora, J. W. (2006). Research coordination networks: a phylogeny for kingdom Fungi (Deep Hypha). *Mycologia*, 98: 829–37.
- Borbón, O. (2001). *Situación actual de la broca del fruto del café en Costa Rica (Hypothenemus hampei Ferr.)*. San José.
- Brun, L. O., Marcillaud, C., Gaudichon, V., Suckling, D. M. (1989). *Endosulfan resistance in Hypothenemus hampei (Coleoptera: Scolytidae) in New Caledonia*. Numea.
- Bustillo, A., Cárdenas, R., Posada, F. (2002). *Enemigos naturales y competidores de Hypothenemus hampei en Colombia*. Colombia.
- Castaño, A., Benavides, P., Baker, P. S. (2005). Dispersión de *Hypothenemus hampei* en cafetales zoqueados.
- Cardona G, Bustillo A., 2006. Captura de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari), usando trampas en tres densidades diferentes , pp. 133 En Proceedings, 33 ° Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología , Manizales, Colombia.
- CENICAFE. (1993). *Cómo determinar la infestación de broca en un cafetal*. Chinchiná.
- Chapin, et al. (2000). *Consequences of changing biodiversity*. California.
- Charnley, A., Collins, S. (2007). *Entomopathogenic fungi and their role in pest control*. UK.

- Cisneros, P., Tandazo, A. (1990). *Evidencias sobre el establecimiento del parasitoide Prorops nasuta W. en el suroriente de Ecuador*. Medellín: SOCOLEN.
- Consejo Regulador de la Denominación de Origen Café Villa Rica. (2012). *Café de Villa Rica*. Obtenido de <http://cafedevillarica.pe/zonas-de-produccion.php>
- Darwin, C. (1859). *El origen de las especies*. Inglaterra.
- Devotto, L., France, A. (2000). *Hongos Entomopatógenos: Una alternativa para biopesticidas*.
- Díaz, S., Cabido, M. (2001). *Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes*. Córdoba.
- Díaz, S., Fargione, J., Chapin, F., Tilman, D., Díaz, S., Fargione, J. (2006). *Biodiversity loss threatens human well-being*. Albuquerque.
- Doberski, J., Tribe, H. (1980). *Isolation of entomogenous fungi from elm bark and soil with reference to ecology of Beauveria bassiana and Metarhizium anisopliae*. Cambridge.
- Dufour, B. P., Franco, F. F., y Hernandez, A. (2007). *Evaluación del trampeo en el marco del manejo integrado de la broca del café*. Mexico: Sociedad Mexicana de Entomología
- Drake, Drake, J. A. 1983. *Invasibility Lotka-Volterra interaction webs*. Pages 83 - 90. In: D. DeAngelis, W. M. Post, y G. Sugihara (eds). *Current trends in food web theory*. TM 5983. Oak Ridge National Laboratories, Oak Ridge, Tenn.
- Encarnación, F., Zárate, R. (2010). *Vegetación informe temático Proyecto Mesozonificación Ecológica y Económica para el Desarrollo Sostenible de la provincia de Satipo*. Iquitos.
- Encarnación, F., & Zárate, R. (2010). *Vegetación, informe temático. Proyecto Mesozonificación Ecológica y Económica para el Desarrollo Sostenible de la provincia de Satipo*, convenio entre el IIAP, DEVIDA y la Municipalidad Provincial de Satipo. Iquitos.
- EPA. (1996). *Standard Operating Procedure and quality Assurance Manual*. EEUU.
- FAO. (1992). *Nutrición Humana en el Mundo en Desarrollo*. Roma.
- FAO. (2002). *Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030*. Roma. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/004/y3557s/y3557s08.htm>
- FAO. (2013). *FAO Statistical Yearbook 2013*. Roma.
- FEDERECAFE. (2010). *Alerta Temprana de Broca y Roya en café*. Costa Rica.
- Fernández, T. et al. (2008). *Efecto de la intensidad luminosa y la aplicación de Beauveria bassiana sobre las poblaciones de Hypothenemus hampei*. San José de las Lajas, La Habana, Cuba.
- Ferriol, M., & Merle, H. (2012). *Los componentes alfa, beta y gamma de la biodiversidad*. Valencia.
- Finney, D. (1977). *Probit analysis*. London: Cambridge University Press.
- Foody, G. (2008) GIS: Biodiversity applications. *Progress in Physical Geography* 32: 223-235.
- Franklin, K. (1995) Predictive vegetation mapping: Geographic modelling of biospatial patterns in relation to environmental gradients. *Progress in Physical Geography* 19: 474-499.
- García, C. (2013). *Estudio de Impacto Ambiental ex-post al proyecto planta procesadora "ELCA-FÉ"*. Manabí.
- García, M., & et-al. (20 de Octubre de 2010). *Hongos entomopatógenos como una alternativa en control biológico*. Tabasco, Mexico.
- Gliessman, S. (2002). *Agroecología*. Costa Rica: Turrialba.
- Guisan, A., et al., (2007) What matters for predicting the occurrences of trees: Techniques, data, or species' characteristics? *Ecological Monographs* 77: 615-630.

- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (1991). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill.
- Hernández, V., Berlanga, P. (1997). *Uso de Beauveria bassiana como insecticida microbial*. Teacomán: SAGAR Y CONASA.
- IICA. (1984). *Manejo integrado de plagas agrícolas. Serie ponencias, resultados y recomendaciones*. Costa Rica.
- Jurado, A. T., Cruz, M. G., & Mercado, Y. (2009). Mecanismos de acción y respuesta en la relación de hongos entomopatógenos e insectos. *Revista mexicana de micología, Mic* v.30 Xalapa.
- Keller, S., & Zimmerman, G. (1989). *Mycopathogens of soil insects*. London.
- Krebs, C. (1985). *Estudio de la Distribución y la Abundancia*. Mexico: Harla.S.A.
- Liceras, Z. (1969). *La broca del café*. Tingo María.
- Lingg, A., & Donaldson, M. (1981). Biotic and abiotic factors affecting stability of *Beauveria bassiana* conidia in soil. *Journal of Invertebrate Pathology* vol. 38, 191-200.
- Manson, R. (2008). *Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación*. Mexico: INECOL, INE-SEMARNAT.
- Marín, G. (2012). *Producción de Cafés Especiales*. Manual Técnico. Lima: DESCO.
- Matteucci, D., y Colma, A. (1982). *Metodología para el estudio de la vegetación*. Washington.
- 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*. Ibagué.
- Meyling, & Eilenberg. (2006). *The Ecology of Fungal Entomopathogens*. Springer D Heidelberg London New York.
- Miguel A. Altieri, C. I. (1994). *Biodiversidad y Manejo de Plagas en Agroecosistemas*. Barcelona: Icaria.
- Monzón, A., & Zamora, M. (2004). *Producción y uso de Beauveria bassiana para el control de plagas*, [Tesis] Universidad Nacional Agraria, UNA, Nicaragua.
- Moreira, F., et al. (2012). *Manual de biología de suelos tropicales Muestreo y caracterización de la biodiversidad bajo suelo*. Mexico: Instituto Nacional de Ecología.
- Muños, L., Gallegos, M. (2016). *Programa de sensibilización para la producción de café orgánico en el distrito de la Peca departamento de Amazonas Perú*. Perú
- Magurran, A. E. (2013). *Ecological Diversity and Its Measurement*: Springer Netherlands.
- Smith, T. M., Smith, R. L. (2007). *Ecología*: Pearson.
- Nicholls, C. (2008). *Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico*. Antioquia : Editorial Universidad de Antioquia.
- PROAMAZONIA- MINAG. (2003). *Caracterización de las Zonas Cafetaleras del Perú*. Lima.
- Ramirez, G., Mora, M. (2001). *La broca del fruto del café nos amenaza*. San José.
- Ramón, M. (1988). Virulencia de *Beauveria bassiana* a broca do cafe *hipothenemus hampei* e sua compatibilidade com agrotóxicos utilizados na cultura do café . Vicosá. Bra.
- Rémond F., 1996. *Mise au point de methodes d'échantillonnage pour estimer les attaques des fruits du caféier par le scolyte (Hypothenemus hampei Ferr.)* [Thèse de Doc.] Univers. Montpellier, France, 279 p.
- Rice, F. P. (1997). *Desarrollo Humano, Estudio del Ciclo Vital*. México D.F.: Pearson Educación .

- Roberts, D. (1981). *Toxins of entomopathogenic fungi*. London: Burges.
- Rogg, H. (2000). *Manual de entomología agrícola del Ecuador*. Quito: Abya Yala.
- Romero, A. (2010). *Efecto de los sistemas agroforestales del café y del contexto del paisaje sobre la roya, (Hemileia vastatrix), broca (Hypothenemus hampei (Ferrari) y los nematodos Meloidogyne spp.), con diferentes certificaciones en la provincia de Cartago Costa Rica*. Turrialba.
- Rushton, S.; Ormerod, S.; Kerby, G. (2004) New paradigms for modelling species distributions? *Journal of Applied Ecology* 41: 193-200.
- Sibaja, G., & Jiménez, M. (1989). *La broca del café Hypothenemus hampei*. San José.
- Suarez, B., Tovar, R. (2013). *Incidencia de los costos de procesos biológicos en lotes para el incremento de la rentabilidad en el fundo cafetalero Santa Teresa*.
- Ureña, J., et al., (2003) . *Incremento de la distribución de Beauveria bassiana mediante Apis mellífera en control de broca del café en Zamora Chinchipe*. UIP-PROMSA, Programa de modernización de los servicios agropecuarios: fortaleciendo la competitividad de las cadenas agroalimentarias. 31 p.