

Alex Rodríguez-Del Toro¹

E-mail: alexrodriguezdelatoro2@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-3901-3142>

Marino Antonio Sánchez-Ramos²

E-mail: antonio.sanchez170396@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-5921-8544>

Belyani Vargas-Batis³

E-mail: belyani@uo.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6698-1281>

Manuel Gutiérrez-Vázquez³

E-mail: manuelgutierrezvazquez@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6868-941X>

Zaimara Pacheco-Jiménez³

E-mail: zaimarapachecojimenez680@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5335-0587>

Clara Arlenys Hechavarría-Bandera³

E-mail: clara.hechavarriab@estudiantes.uo.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-9981-6221>

¹ Centro de Reproducción de Entomófagos y Entomopatógenos (CREE). Santiago de Cuba. Cuba.

² Dirección Municipal de Trabajo y Seguridad Social. Santiago de Cuba. Cuba.

³ Universidad de Oriente. Santiago de Cuba. Cuba.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Rodríguez-Del Toro, A., Sánchez-Ramos, M. A., Vargas-Batis, B., Gutiérrez-Vázquez, M., Pacheco-Jiménez, Z., & Hechavarría-Bandera, C. A. (2023). Indicadores de sitio y medioambiente en plantaciones de Coffea canephora en Tercer Frente, Cuba. *Revista UGC 1(2)*, 55-63.

RESUMEN

La variabilidad morfoagronómica en plantaciones de Coffea canephora depende de la influencia de las condiciones ambientales, de ahí su importancia. El objetivo del trabajo fue evaluar el comportamiento de los indicadores de sitio y medio ambiente en plantaciones de Coffea canephora en ecosistemas cafetaleros del municipio Tercer Frente. Se escogieron cinco cafetales evaluados de manera visual mediante criterios de inclusión. Se describieron las condiciones de sitio y medio ambiente mediante los descriptores morfoagronómicos establecidos para ello. Los cafetales seleccionados estaban a una elevación diferente sobre los 324 msnm, ubicados en el mismo cuadrante. Las precipitaciones se comportaron irregularmente fluctuando desde los 0 hasta los 466 mm. Las temperaturas y la humedad relativa manifestaron un comportamiento estable en un rango de 22 a 30°C para las primeras y 55 a 84 % para las segundas. Debido a las condiciones de campo la mayor cantidad de áreas fueron afectadas por Hypothenemus hampeii y Perileucoptera coffeella como plagas insectiles y como plagas patogénicas, Hemileia vastatrix y Colletotrichum gloeosporioides. Teniendo en cuenta estos resultados las precipitaciones y temperatura están fuera del óptimo para Coffea canephora. Las condiciones de sitio y medio ambiente en dichos ecosistemas no cumplen con la mayoría de los parámetros que exige el cultivo estudiado, influyendo significativamente las características del suelo, el comportamiento del clima y la incidencia de plagas. Estos cambios irán produciendo a nivel de genotipo una serie de transformaciones, alejándolas de las características propias de la especie que la originó, siendo importante en función de buscar variedades resilientes.

Palabras clave:

Cafeto, descriptores, temperatura, morfoagronómico.

ABSTRACT

The morphoagronomic variability in Coffea canephora plantations depends on the influence of environmental conditions, hence its importance. The objective of the work was to evaluate the behavior of site and environmental indicators in Coffea canephora plantations in coffee ecosystems of the Tercer Frente municipality. Five coffee plantations evaluated visually using inclusion criteria were chosen. The site and environmental conditions were described using the morphoagronomic descriptors established for it. The selected coffee plantations were at a different elevation above 324 msnm, located in the same quadrant. Rainfall behaved irregularly fluctuating from 0 to 466 mm. The temperatures and relative humidity showed a stable behavior in a range of 22 to 30 °C for the first ones and 55 to 84 % for the second ones. Due to field conditions, the largest number of areas was affected by Hypothenemus hampeii and Perileucoptera coffeella as insect pests and as pathogenic pests, Hemileia vastatrix and Colletotrichum gloeosporioides. Taking these results into account, rainfall and temperature are outside the optimum for Coffea canephora. The site and environmental conditions in these ecosystems do not meet most of the parameters required by the studied crop, significantly influencing the characteristics of the soil, the behavior of the climate and the incidence of pests. These changes will produce a series of transformations at the genotype level, moving them away from the characteristics of the species that originated it, being important in terms of seeking resilient varieties.

Keywords:

Coffee tree, descriptors, temperature, morphoagronomic.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del café (*Coffea* spp.) ha sido clave y trascendental, no solo por su importancia en indicadores económicos, sino también por participar en el tejido social, cultural, institucional y político de muchos países de Sur y Centroamérica. A lo largo de la historia ha sido un rubro tradicional, considerado rentable y la base de encadenamientos de mucho valor agregado. El café es considerado clave para el desarrollo de países productores y representa el producto más comercializado en el mundo, siendo superado solo por el petróleo (Bosselmann et al., 2009), además, es la bebida más consumida después del agua. La dinámica de producción mundial de este cultivo constituye una fuente vital de empleo e ingresos para 25 millones de personas y es para algunos países, una fuente crucial para el sostenimiento de servicios medioambientales (Milla et al., 2019).

Para mantener la vitalidad del cultivo del café y que este siga ofreciendo todos los beneficios anteriormente señalados, es necesario el desarrollo de estudios que permitan tener un acercamiento a la relación entre el cultivo y el medio que lo rodea. Una de las herramientas muy utilizadas para ello es la caracterización morfoagronómica. De acuerdo con Hernández (2013), consiste en la determinación de un conjunto de caracteres mediante el uso de descriptores definidos que permiten diferenciar a las plantas. En el caso específico del café, Armijos et al. (2021), señalaron que la caracterización de variedades depende de la interacción genotipo ambiente, así como, de la temperatura teniendo en cuenta el manejo y la calidad de la planta y características de la zona de estudio para identificar que variedad es la que mejor se adapta a las condiciones edafoclimáticas de la zona.

Dentro de la caracterización morfoagronómica un grupo de indicadores establecidos es el que considera las condiciones de sitio y medioambiente. Sin embargo, sobre la base de los trabajos desarrollados por Checa et al. (2011); Igarza et al. (2014); Castañeda & Falcón (2020); Quevedo et al. (2020); Ajacopa, et al. (2021), se puede decir que este es un grupo de indicadores que comúnmente no se utilizan en los estudios morfoagronómicos.

En este sentido, son pocas las investigaciones que contribuyan al conocimiento del café en términos de biología, evolución del genoma, especiación o adaptación a factores de estreses bióticos y abióticos. El cambio climático genera un impacto profundo en la producción, donde la sequía es el principal estrés ambiental que afecta la productividad del cultivo, en especial del café robusta (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner) pues sus raíces son poco profundas. Ello se agrava con el hecho de que el cultivo se realiza en condiciones de escasez de agua por tanto se afecta el crecimiento y desarrollo (Enríquez et al., 2020).

Jiménez (2015), señaló que el cambio climático afecta directamente el desarrollo de la planta, al provocar condiciones poco óptimas para su crecimiento y favorecer el desarrollo de plagas. *C. canephora* se produce de manera óptima con un nivel de lluvia anual de 2 000 a 3 000 mm, temperaturas entre 24 a 30 °C; crece en zonas menos elevadas de hasta 700 m.s.n.m, es más resistente a las plagas y arroja mayores beneficios. A pesar de ello, Encalada et al. (2016), enfatizaron que los factores ambientales pueden causar distintos cambios morfológicos, fisiológicos y bioquímicos en los cultivos, determinando una variación en su rendimiento. En el género *Coffea* tienen gran influencia los factores ambientales, cuyo efecto se manifiesta desde cambios en el crecimiento vegetativo, hasta diferencias marcadas en los rendimientos. Por tanto este trabajo tuvo como objetivo evaluar el comportamiento de los indicadores de sitio y medioambiente en plantaciones de *Coffea canephora* en ecosistemas cafetaleros del municipio Tercer Frente, Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en ecosistemas cafetaleros del municipio Tercer Frente y en el Departamento de Agronomía de la Universidad de Oriente, provincia Santiago de Cuba, Cuba. El trabajo fue realizado desde mayo de 2017 hasta mayo de 2020.

Primeramente se procedió a la selección de los ecosistemas cafetaleros donde estudiantes y profesores pertenecientes al Grupo Científico Estudiantil de Gestión Ambiental de Ecosistemas Agrícolas (GAEA) desarrollaron recorridos en las zonas que se dedican a la producción de café. En un primer momento se visitaron nueve ecosistemas cafetaleros los cuales fueron evaluados de manera visual mediante los criterios de inclusión utilizados por Vargas *et al.* (2021) que se muestran a continuación: (i) Representatividad del cultivo del café, (ii) Al menos el 50 % del área total dedicada a la producción, (iii) Diferentes niveles de topografía, (iv) Fácil accesibilidad, (v) Presencia permanente del factor social en el cafetal (vivienda de trabajadores o propietarios), (vi) Productores legalmente reconocidos (con registro de entrega) y (vii) Suelos con atributos como para evaluar su calidad. De los siete cafetales visitados, solo cinco fueron escogidos, al cumplir con todos los requisitos establecidos de acuerdo con los criterios de inclusión aplicados.

Para la descripción de las condiciones de sitio y medio ambiente se procedió según los descriptores morfoagronómicos propuestos para el cultivo de *Coffea* spp. (Colombia, *International Plant Genetic Resources Institute*, 1996) Del documento referido anteriormente se tuvieron en cuenta aspectos referidos al sitio y medio ambiente (punto 4 y 5), así como, los descriptores de evaluación, específicamente los relacionados con la susceptibilidad al estrés biológico (punto 9). Es válido aclarar que en los

puntos que se mencionan del referido documento no se emplearon todos los indicadores, los utilizados se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Indicadores utilizados para la descripción de sitio y medioambiente.

Grupo de descriptores	Indicador
Sitio y medio ambiente	País donde se hizo la caracterización y/o evaluación
	Latitud, Longitud, Elevación
	Lugar de evaluación
	Distancia entre las plantas en una hilera (m)
	Distancia entre hileras (m)
	Fertilizantes
	Riego
	Protección de plantas
	Topografía
	Forma del terreno de mayor nivel
	Pendiente (°), Aspecto de la pendiente
	Agricultura de cultivos
	Vegetación general en los alrededores y en el sitio
	Drenaje del suelo
	Color de la matriz del suelo
	Erosión del suelo
	Clases de textura del suelo
	Clases según el tamaño de las partículas del suelo
	Clasificación taxonómica del suelo
Evaluación (susceptibilidad al estrés biológico)	(Insectos) <i>Hypothenemus hampeii</i>
	(Insectos) <i>Perileucoptera coffeella</i>
	(Hongos) <i>Ceratocystis fimbriata</i>
	(Hongos) <i>Cercospora coffeicola</i>
	(Hongos) <i>Colletotrichum</i> spp.
	(Hongos) <i>Hemileia vastatrix</i>

Para la determinación de la latitud y la longitud se utilizó la aplicación Maps, cuidando siempre de tomar el dato en una parte céntrica del cafetal de manera tal que fuera representativa. En el caso de la elevación límite, se determinó por análisis documental en la Empresa Agroforestal del municipio donde se desarrolló la investigación. En el caso del marco de plantación (distancia entre hilera y entre plantas) se utilizó una cinta métrica de 8 m (**Stanley** modelo 30-626, Estados Unidos). Para la pendiente, se tuvieron en cuenta todas las que se presentaron en el ecosistema cafetalero. El resto de la información se obtuvo mediante recorridos y la consulta de documentos legales archivados en las organizaciones campesinas de base a las cuales pertenecen.

En la caracterización de las condiciones climáticas se analizaron aquellas variables que, de acuerdo con la literatura científica especializada en el tema, estuvieron más relacionadas con los indicadores evaluados y, en consecuencia, influenciaron más su manifestación. Las variables climatológicas a considerar en la investigación fueron: temperatura media, humedad relativa y precipitaciones. Los valores de comportamiento histórico (en seis años) de cada una de las variables, se obtuvieron de los registros del Centro Meteorológico Provincial de Santiago de Cuba perteneciente al Ministerio de Ciencias, Tecnología y Medio Ambiente. Específicamente los emitidos por la Estación Meteorológica del Municipio Contramaestre.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los ecosistemas cafetaleros estudiados se encuentran en Cuba (Tabla 2), provincia Santiago de Cuba, municipio Tercer Frente. Si se tienen en cuenta las coordenadas geográficas se puede decir que todos están ubicados en el mismo cuadrante y a una altura que supera los 324 msnm. Es válido aclarar que todos los cafetales escogidos se encontraban a una elevación diferente. Estos resultados son bastante similares lo que hace suponer una similitud de características relacionadas con el sitio y el medio ambiente en estos sistemas productivos.

Tabla 2. Ubicación general de los ecosistemas cafetaleros estudiados.

Indicadores	Ecosistemas estudiados				
	Experimental	La Mangola	Carlos Aguilera	Cecilio	Luperón
País	Cuba	Cuba	Cuba	Cuba	Cuba
Latitud	20.150860	20.140147	20.144607	20.147143	20.133070
Longitud	-76.273962	-76.256633	-76.241914	-76.244942	-76.237437
Elevación (msnm)	Más de 324	Más de 324	Más de 324	Más de 324	Más de 324

En relación con las características del campo (Tabla 3) se puede notar cierta similitud entre los diferentes ecosistemas. En todos los casos la valoración de las plantaciones se realizó en condiciones de cultivo (campo), aunque se debe destacar que en la Estación Experimental este cultivo se realiza con fines de conservación de las diferentes variedades. En el caso de la fertilización en todos los predios se constató la utilización de fórmula completa NPK específicamente la combinación 5-5-24-3 pues está fortalecida con un cuarto elemento que en este caso es el Magnesio (Mg^{2+}). Otro aspecto común en estos predios es la no existencia de agua para el regadío, ni productos para la protección de plantas, así como, el tipo de agricultura que se basa sobre el cultivo perenne.

Los elementos relacionados con la topografía y la vegetación tendieron a la homogeneidad. Se dice esto porque para el caso de la topografía en todos los ecosistemas cafetaleros se encontró que el perfil en materia de elevación de la superficie del terreno fue colinado excepto, en Carlos Aguilera que resultó ser poco ondulado. En cuanto a la vegetación general en los alrededores y en el sitio, estos sistemas se caracterizan por ser de monte, a diferencia de la Estación Experimental, que se catalogó como de matorral. En este último caso esta condición se cataloga como desfavorable pues se trata de un Jardín para la conservación de variedades.

Al analizar el marco de plantación se observaron notables diferencias, sobre todo en la distancia entre plantas. Este comportamiento se corroboró en recorridos realizados, donde se evidenció una conformación irregular de las plantaciones, inclusive dentro de un mismo cafetal. Es posible que esta característica del sitio de estudio esté relacionada con el conocimiento de las personas sobre el manejo del sistema. En el caso de la forma del terreno de mayor nivel existió una prevalencia de la colina dentro los ecosistemas cafetaleros que se estudian, excepto en Carlos Aguilera y Cecilio que se clasifican de cumbre. Es probable que los aspectos tratados anteriormente, unido a la topografía, incidan en que la mayor pendiente en todos los casos esté por encima de los 25° llegando hasta los 50° en el caso de Luperón. De los aspectos que se analizan, el más disímil, es el relacionado con la orientación de la mayor pendiente, aunque, en la mayoría de los cafetales parecen tener una influencia de la orientación norte.

Tabla 3. Características de campo asociadas a los ecosistemas cafetaleros estudiados.

Indicadores	Ecosistemas estudiados				
	Experimental	La Mangola	Carlos Aguilera	Cecilio	Luperón
Lugar de evaluación	Campo	Campo	Campo	Campo	Campo
Distancia entre plantas	1,80 m	2,40 m	1,70 m	2 m	4 m
Distancia entre hileras	3,50 m	3 m	3 m	3 m	4 m
Fertilizantes	NPK	NPK	NPK	NPK	NPK
Riego	No	No	No	No	No
Protección de plantas	No	No	No	No	No
Topografía	Colinado	Colinado	Poco ondulado	Colinado	Colinado
Formas del terreno	Colina	Colina	Cumbre	Cumbre	Colina

Pendiente	30°	30°	25°	45°	50°
Aspecto de la pendiente	EO	NS-NO	N	NO-N-NS	EO
Agricultura de cultivo	Cultivo perenne	Cultivo perenne	Cultivo perenne	Cultivo perenne	Cultivo perenne
Vegetación	Matorral	Monte	Monte	Monte	Monte

Leyenda: **EO:** Este-Oeste, **NS:** Norte-Sur, **NO:** Norte-Oeste, **N:** Norte

Las características referentes a los recursos suelo y agua son las más similares entre estos ecosistemas (Tabla 4). Solo existieron diferencias para el caso del color de la matriz del suelo (Amarronado) en la Estación Experimental, también para la textura del suelo (Arcilloso) en Carlos Aguilera y en el caso de la disponibilidad de agua (Orilla del río) en Cecilio. El comportamiento del resto de los indicadores, al comparar los diferentes ecosistemas cafetaleros, es similar. Otro aspecto a resaltar, es que el sitio y medio ambiente de estos predios productivos, no cumple con la mayoría de los parámetros que exige el cultivo del café, lo que difiere de lo planteado por los productores cuando se refirieron a la calidad del ambiente.

Tabla 4. Características relacionadas con los recursos suelo y agua en los ecosistemas cafetaleros que se investigan.

Indicadores	Ecosistemas estudiados				
	Experimental	La Mangola	Carlos Aguilera	Cecilio	Luperón
Drenaje del suelo	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado
Color de la matriz del suelo	Amarronado	Marrón	Marrón	Marrón	Marrón
Erosión del suelo	Intermedia	Intermedia	Intermedia	Intermedia	Intermedia
Textura del suelo	Franco arcilloso	Franco arcilloso	Arcilloso	Franco arcilloso	Franco arcilloso
Tamaño de la partícula del suelo	Arcilla	Arcilla	Arcilla	Arcilla	Arcilla
Tipo de suelo	PSC	PSC	PSC	PSC	PSC
Fertilidad del suelo	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada
Disponibilidad de agua	Lluvia	Lluvia	Lluvia	Orilla del río	Lluvia

El suelo para producir café según Loli (2012), se debe seleccionar en base a su drenaje y permeabilidad, así como, su potencial nutricional. Desde este punto de vista se debe tener en cuenta que los suelos de ladera normalmente son pobres nutricionalmente. Teniendo estas consideraciones, se debe seleccionar un suelo suelto (buen drenaje), con pendientes menores de 30 % (potencial nutricional) y de buena profundidad. Suárez et al. (2015), refirieron que los resultados finales del cultivo del café dependen de diferentes factores entre los cuales se encuentra el tipo de suelo y sus características. Demostraron también los efectos de múltiples factores, entre los cuales se incluyen altitud, precipitación, acidez del suelo, sombra y productividad. Todos estos factores están relacionados con la calidad ambiental que deben presentar estos ecosistemas.

En el análisis de las condiciones de sitio y medio ambiente un elemento determinante es el relacionado con el clima. De las variables climáticas estudiadas en un período de seis años (Figura 1) solo las precipitaciones tuvieron un comportamiento irregular que fluctuó desde los 0 hasta los 466 mm. Las temperaturas y la humedad relativa manifestaron un comportamiento más estable en un rango de 22 a 30 °C para las primeras y entre el 55 y el 84 % para las segundas. Teniendo en cuenta estos resultados se puede decir que estas condiciones (fundamentalmente precipitaciones y temperatura) están fuera del óptimo para el cultivo del café. Sin embargo, todos estos rangos incluyen los óptimos para el desarrollo de organismos nocivos en las condiciones de Cuba y sobre todo para aquellos que constituyen plagas calve del cultivo.

De acuerdo con Alexandre & Ampélio (2017), el desarrollo y la producción de una planta dependen de su genotipo y de las condiciones ambientales que pueden actuar sobre sus características, factores asociados al clima (humedad, temperatura, luz y viento) y al suelo (nutrientes y pH). El clima afecta a la caficultura de diversas maneras, como la fenología, productividad, calidad y longevidad. Se consideran que estas etapas están relacionadas con las condiciones meteorológicas vigentes a lo largo del ciclo del cultivo.

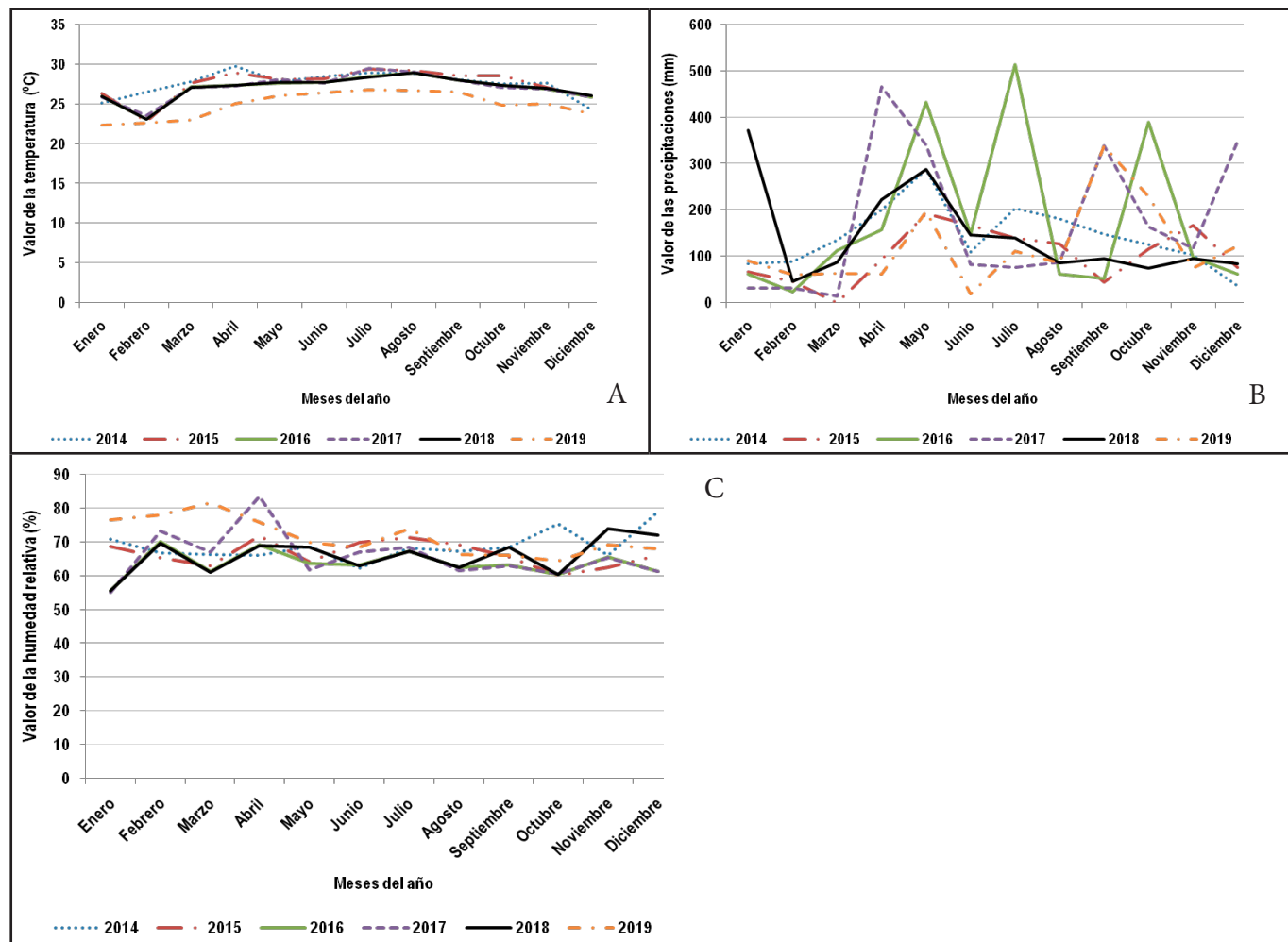


Figura 1. Condiciones climáticas en el período 2014-2019, comportamiento de la temperatura (A), precipitaciones (B) y humedad relativa (C).

El rango ideal para el desarrollo del cultivo es de 18 a 21 °C. Cuando la temperatura es menor a 18 °C hay un desarrollo lento de los frutos y predisposición a heladas. Por encima de 23 °C se destaca el desarrollo y una maduración rápida de los frutos y superior a 24 °C disminuye la fotosíntesis. Caída de flores, formación de flores anormales y daño oxidativo indican una temperatura por encima de 32 °C. Una precipitación óptima es de 1 600 a 2 000 mm por año, así como, una estación seca de 3 a 4 meses (Barquero, 2016).

Relacionado con el comportamiento de las plagas (Tabla 5) se puede decir que existe un predominio de susceptibilidad al estrés biológico muy alta para el caso de la broca del café (*Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) y el minador (*Perileucoptera coffeella* (Guérin-Ménéville, 1842) en todos los ecosistemas cafetaleros. Un hecho similar ocurre para el caso de la antracnosis (*Colletotrichum* spp.) excepto en el cafetal Luperón donde la susceptibilidad se considera alta. En el caso de la mancha parda (*Cercospora coffeicola* [C.] S. & W.), todos los predios productivos que se estudian tienen una susceptibilidad muy baja.

Tabla 5. Comportamiento de las plagas asociadas a los ecosistemas cafetaleros.

Indicadores	Ecosistemas estudiados				
	Experimental	La Mangola	Carlos Aguilera	Cecilio	Luperón
<i>Hypothenemus hampeii</i>	Muy alta	Muy alta	Muy alta	Muy alta	Muy alta
<i>Perileucoptera coffeella</i>	Muy alta	Muy alta	Muy alta	Muy alta	Muy alta
<i>Ceratocystis fimbriata</i>	Intermedia	Intermedia	Baja	Muy baja	Muy baja
<i>Cercospora coffeicola</i>	Muy baja	Muy baja	Muy baja	Muy baja	Muy baja
<i>Colletotrichum</i> spp.	Muy alta	Muy alta	Muy alta	Muy alta	Alta
<i>Hemileia vastatrix</i>	Muy baja	Intermedia	Baja	Baja	Muy baja

Todos los ecosistemas cafetaleros estudiados, mostraron bajos niveles de susceptibilidad al mal del machete (*Ceratocystis fimbriata* [E. & H.] H.) y la roya del café (*Hemileia vastatrix* B. & B.), aunque esta baja susceptibilidad tuvo mayor tendencia a la variación. Los cafetales Estación Experimental y La Mangola se clasifican de susceptibilidad intermedia, Carlos Aguilera de baja y Cecilio y Luperón de muy baja ante la presencia de *C. fimbriata*. En el caso de *H. vastatrix* los sistemas Estación Experimental y Luperón se clasifican de muy baja, Carlos Aguilera y Cecilio de baja y La Mangola de intermedia teniendo en cuenta la susceptibilidad frente a este patógeno.

Todos los organismos a los cuales los ecosistemas estudiados mostraron algún nivel de susceptibilidad, estuvieron dentro de los reportados por Fuentes et al. (2021), como importantes para el cultivo del cafeto en las condiciones de Chivirico, municipio Guamá, Santiago de Cuba, Cuba. El que las plantaciones se mostraran con alta susceptibilidad a *P. coffeella* puede estar relacionado según Ramírez et al. (2014), con que la temperatura es el factor determinante en el aumento de los daños causados por el minador, pues por cada grado de temperatura que aumente se desarrolla una generación adicional.

Green et al. (2015); Vega et al. (2015); y Mendoza et al. (2021), señalaron que *H. hampei* es uno de los insectos plaga más importantes en las plantaciones del cafeto y que se ha estudiado por más de un siglo. De acuerdo con Molina (2022), se conocen varias investigaciones sobre el origen geográfico de este insecto, que sugieren que es originario de bosques húmedos donde *C. canephora* predomina en la capa de árboles pequeños y la altitud varía desde el nivel del mar hasta 1.200 m. Dada la ubicación geográfica, existe un alto nivel de probabilidad que esta especie constituye el huésped original de esta plaga, sumado a que la temperatura promedio entre 24 a 26°C en esta región, favorece el desarrollo de este escolítido.

De ello se entiende que los niveles poblacionales y de daños de este insecto aumentan en proporción directa con el aumento de la temperatura. David et al. (2016), señalaron que los índices de infestación de *P. coffeella* serán más intensos en cafetales situados en alturas menores a los 1 300 msnm aunque debido a los cambios climáticos se pueden encontrar altas afectaciones en alturas superiores. Aguilar (2023), reportó que la mayor cantidad de áreas fueron afectadas por *H. hampeii* y *P. coffeella* como plagas insectiles, así como, *H. vastatrix* y *C. gloeosporioides* como plagas patogénicas en condiciones de sitio y medio ambiente similares a la presente investigación.

Tener en cuenta estos resultados es importante. Se debe aclarar que las especies cultivadas, a pesar de ser domesticadas, no dejan de ser organismos biológicos. En este sentido frente a condiciones no óptimas, tanto del medio como de manejo, buscarán respuestas adaptativas que se expresarán fenotípicamente. Sin embargo, con el paso del tiempo estos cambios irán produciendo a nivel de genotipo una serie de transformaciones que irán alejando a cierta cantidad de individuos de las características originales de la especie que le dio origen. Lo cual debiera ser estudiado en función de buscar variedades mejores adaptadas.

CONCLUSIONES

Las condiciones de sitio y medioambiente en estos ecosistemas no cumplen con la mayoría de los parámetros que exige el cultivo del cafeto donde influyen de manera significativa las características del suelo, las condiciones climáticas y la incidencia de plagas con infestación o infección de origen natural.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, K. (2023). Programa de capacitación para el aprovechamiento de los servicios ecosistémicos generados en sistemas cafetaleros del municipio Tercer Frente. (*Tesis de maestría*). Universidad de Oriente.
- Ajacopa, C., Cruz, D., & Huaycho, H. (2021). Caracterización morfológica y descripción botánica de poblaciones de tolares (*Parastrephia* sp, *Baccharis* sp, *Fabiana* sp y *Clinopodium* sp) en las comunidades del municipio de Patacamaya del Altiplano Central del departamento de La Paz. *Apthapi*, 7(1), 2160-2168.
- Alexandre, A. A., & Ampélio, E. (2017). Nutrientes Minerales y Control de Enfermedades de Plantas. *Talleres de Agroecología y Roya del Café en Mesoamérica y República Dominicana*. FAO.
- Armijos, A., Quevedo, J. N., & García, M. A. (2021). Análisis de la relación genotipo ambiente en el establecimiento de seis variedades de café en la Granja Experimental Santa Inés. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(1), 96-107.
- Barquero, M. (2016). *Fisiología del cafeto: Un enfoque práctico de los órganos de la planta y su funcionamiento*. Cicafé.
- Bosselmann, A. S., Dons, K., Oberthur, T., Olsen, C. S., Ræbild, A., & Usma, H. (2009). The influence of shade trees on coffee quality in small holder coffee agroforestry systems in Southern Colombia. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 129, 253-260.
- Castañeda, A., & Falcón, B. (2020). Caracterización morfológica de *Phyllanthus x pallidus* (Phyllanthaceae) y sus posibles parentales en Cajalbana, Pinar del Río, Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional Universidad de La Habana*, 41, 147-161.
- Checa, O., Rosero, E., & Eraso, I. (2011). Colección y Caracterización Morfoagronómica del Subgénero *Tacsonia* en la Zona Andina del Departamento de Nariño, Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 64(1), 5893-5907.
- Colombia. International Plant Genetic Resources Institute. (1996). *Descriptores del Café (Coffea spp. y Psilanthus spp.)*. IPGRI.
- David, G., Constantino, L. M., Montoya, E. C., Ortega, O. E., Gil, Z., & Benavides, P. (2016). Diagnóstico de *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) y sus parasitoides en el departamento de Antioquia, Colombia. *Revista Colombiana de Ecología*, 42(1), 4-11.
- Encalada, M., Soto, F., Morales, D., & Álvarez, I. (2016). Influencia de la luz en algunas características fisiológicas del cafeto (*Coffea arabica* L. cv. Caturra) en condiciones de vivero. *Cultivos tropicales*, 37(4), 89-97.
- Enríquez, J. P., Retes, R. F., & Vásquez, E. F. (2020). Importancia, genética y evolución del café en Honduras y el mundo. *Innovare, Revista de Ciencia y Tecnología*, 9(3), 149-155.
- Fuentes, O., Vargas, B., Rodríguez, E. J., Rodríguez, O., Rodríguez, R., & Fuentes, O. (2021). Incidencia de plagas en ecosistemas cafetaleros del municipio Guamá, Santiago de Cuba, Cuba. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 4(S1), 120-128.
- Green, P. W., Davis, A. P., Cossé, A. A., & Vega, F. E. (2015). Can coffee chemical compounds and insecticidal plants be harnessed for control of major coffee pests? *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 63(43), 9427-9434.
- Hernández, A. E. (2013). Caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. *Revista Bio Ciencias*, 2(3), 113-118.
- Igarza, J., de Feria, M., Alvarado, Y., Pugh, T., Pérez, M., San, M., & Agramonte, D. (2014). Caracterización morfo-agronómica de plantas de papa cv. 'Andinita' a partir de la siembra en campo de microtubérculos obtenidos en sistemas de inmersión temporal. *Bioteología Vegetal*, 14(2), 81-89.
- Jiménez, A., & Massa, P. (2015). Producción de café y variables climáticas: El caso de Espíndola, Ecuador. *Economía*, 40, 117-137.
- Loli, O. (2012). *Análisis de suelos y fertilización en el cultivo del café*. UNALM.
- Mendoza, G., Guzmán, O., & Salinas, A. (2021). Manejo de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), con atrayentes etanólicos en cultivos de café de Coatepec, Veracruz, México. *Revista Chilena de Entomología*, 47(2), 265-273.
- Milla, M. E., Oliva, S. M., Leiva, S. T., Collazos, R., Gamarra, O. A., Barrena, M. A., & Maicelo, J. L. (2019). Características morfológicas de variedades de café cultivadas en condiciones de sombra. *Acta Agronómica*, 68(4), 271-277.
- Molina, D. (2022). Revisión sobre la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) con énfasis en la resistencia mediante antibiosis y antixenosis. *Revista Colombiana de Entomología*, 48(2).
- Quevedo, J. N., Ramírez, M., Zhiminaicela, J., Noles, M. J., Quezada, C., & Aguilar, S. (2020). Diversidad morfoagronómica: caracterización de 650 árboles de *Theobroma cacao* L. *Universidad y Sociedad*, 12(6), 14-21.

- Ramírez, V. H., Gaitán, A. L., Benavides, P., Constantino, L. M., Gil, Z., Sadeghain, S., & González, H. (2014). Recomendaciones para la reducción del riesgo en la caficultura de Colombia ante un evento climático de El Niño. *Avances Técnicos Cenicafe*, 445, 1-12.
- Suárez, J. C., Rodríguez, E., & Durán, E. H. (2015). Efecto de las condiciones de cultivo, las características químicas del suelo y el manejo de grano en los atributos sensoriales de café (*Coffea arabica* L.) en taza. *Acta Agronómica*, 64(4), 342-348.
- Vargas, B., Fuentes, O., Rodríguez, O., Rodríguez, R., & Fuentes, O. (2021). Comportamiento de la producción de café en cuatro sistemas cafetaleros de Guamá, Santiago de Cuba, Cuba. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 4(S1), 104-111.
- Vega, F. E., Infante, F., & Johnson, A. J. (2015). *The genus Hypothenemus, with emphasis on H. hampei, the coffee berry borer*. En, F. Vega & R. Hofstetter (Eds.), *Bark beetles: Biology and ecology of native and invasive species*. (pp. 427-494). Elsevier Academic Press.