

Prácticas fitosanitarias en la producción de *Coffea arabica* en Miraflores, Estelí

Phytosanitary practices in *Coffea arabica* production in Miraflores, Estelí

 Byron Uriel Rojas Valverde*¹
byronrojas764@gmail.com

Fecha de Recepción: 22-02-2026
Fecha de Aprobación: 20-05-2026

 Noemí del Carmen Obregón²
noheobregon21@gmail.com

RESUMEN

El objetivo del estudio fue identificar las prácticas fitosanitarias empleadas en el manejo de plagas y enfermedades del café (*Coffea arabica* L.) en la Reserva Natural Miraflores, Estelí, considerando su productividad. Se justifica por los bajos rendimientos y las pérdidas. El estudio no experimental de tipo descriptivo y enfoque mixto, aplicó encuestas estructuradas y observación directa en campo a productores. Los resultados muestran una alta presencia de enfermedades fitopatógenas, destacando que el 43 % de las fincas presenta incidencia combinada de roya (*Hemileia vastatrix*), ojo de gallo (*Mycena citricolor*), mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*) y antracnosis (*Colletotrichum coffeanum*). De forma parcial, la roya y la antracnosis alcanzan el 14 %, mientras que otras combinaciones menores representan el 10 %, una fuerte coexistencia de patógenos. La broca del café (*Hypothenemus hampei*) se identificó como la principal, tanto de manera individual como asociada al minador (*Leucoptera coffeella*); cochinilla (*Planococcus lilacinus*) con un 33 % de incidencia individual y un 43 % en combinación con minador, seguida por broca-cochinilla (14 %) y otras combinaciones o presencia aislada (5 %). Se constató predominancia de prácticas fitosanitarias convencionales con uso limitado de enfoques preventivos e integrados. El manejo productivo indica que el 57 % utiliza prácticas orgánicas, el 24 % químicas y el 14 % mixtas, evidenciando la necesidad de fortalecer el manejo integrado sostenible del cultivo. Se concluye que las prácticas actuales resultan insuficientes para reducir los problemas fitosanitarios, por lo que se requiere el fortalecimiento del manejo de estas.

Palabras claves: fitopatología, *Coffea arabica*, manejo integrado de plagas, productividad, sanidad vegetal

ABSTRACT

The study aimed to identify the phytosanitary practices used in the management of pests and diseases in the productivity of coffee (*Coffea arabica* L.) in the Miraflores Natural Reserve, Estelí. It is justified by the low yields and losses due to phytosanitary factors in the context of a protected area. A non-experimental, descriptive study with a mixed approach was conducted, applying structured surveys and direct field observation to producers. The results show a high presence of

¹ Universidad Nacional Francisco Luis Espinoza Pineda. Dirección de Ciencias Agropecuaria Estelí Nicaragua
*Autor de correspondencia



phytopathogenic diseases, highlighting that 43 % of the farms have a combined incidence of rust (*Hemileia vastatrix*), coffee leaf spot (*Mycena citricolor*), leaf spot (*Cercospora coffeicola*), and anthracnose (*Colletotrichum coffeanum*). Partially, rust and anthracnose reach 14 %, while other minor combinations represent 10 %, indicating a strong coexistence of pathogens. The coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) was identified as the main one, both individually and associated with the leaf miner (*Leucoptera coffeella*); mealybug (*Planococcus lilacinus*), with 33 % individual incidence and 43 % in combination with leaf miner, followed by borer–mealybug (14 %) and other combinations or isolated presence (5 %). It was found that conventional phytosanitary practices predominate, with limited use of preventive and integrated approaches. Productive management indicates that 57 % use organic practices, 24 % chemical, and 14 % mixed, showing the need to strengthen sustainable integrated crop management. It is concluded that current practices are insufficient to reduce phytosanitary problems; therefore, it is necessary to strengthen integrated pest and disease management.

Keywords: phytopathology, *Coffea Arabica*, integrated pest management, productivity, plant health

Para citar en APA: Rojas Valverde, B. U., & del Carmen Obregón, N. (2026). Prácticas fitosanitarias en la producción de *Coffea arabica* en Mirafior, Estelí. *Wani*, (84), e22849. <https://doi.org/10.5377/wani.v1i84.22849>

INTRODUCCIÓN

La producción de café (*Coffea arabica* L.) constituye uno de los pilares históricos, económicos y sociales de Nicaragua, destacándose desde el siglo XIX como el principal cultivo de exportación y sostén de miles de familias rurales. En la actualidad, este rubro continúa siendo estratégico, ya que el 97.4 % de los productores son pequeños y medianos cafetaleros, quienes concentran más de la mitad del área cultivada y generan una proporción significativa de la producción nacional. No obstante, en regiones como Estelí, ubicadas en el Corredor Seco Centroamericano, la caficultura enfrenta crecientes desafíos asociados al cambio climático, la degradación de suelos y la alta incidencia de plagas y enfermedades, lo que ha despertado un creciente interés por la búsqueda de alternativas sostenibles que fortalezcan la resiliencia de los sistemas productivos (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2012).

En este contexto, la agroecología se ha posicionado como un enfoque científico y práctico que promueve la sostenibilidad de los agroecosistemas mediante la integración de principios ecológicos, el uso eficiente de los recursos y el fortalecimiento de la biodiversidad funcional. Diversos estudios recientes (Altieri, 2018, Altieri et al., 2015; Gliessman, 2014;) destacan que los sistemas agrícolas diversificados presentan mayor capacidad de autorregulación frente a plagas y enfermedades, mientras que investigaciones en caficultura centroamericana (Avelino et al., 2015; Precisagro, 2021; Morán Centeno, 2025) evidencian que problemas fitosanitarios como la roya y la broca continúan siendo los principales factores limitantes de la productividad. Asimismo, trabajos como los de Jarquín y Jiménez-Martínez (2021) y Dignam et al. (2019) subrayan la importancia del manejo del suelo, la nutrición balanceada y la diversificación productiva como elementos clave para mejorar la sanidad vegetal.



La presente investigación se justifica por la necesidad de generar información técnica que permita comprender las prácticas fitosanitarias empleadas por los productores de café en la Reserva Natural Mirafior, Estelí, donde se han identificado bajos rendimientos y limitaciones en la producción. Desde esta perspectiva, el estudio aporta elementos útiles para orientar estrategias de manejo integrado de plagas y enfermedades, así como para fortalecer procesos de transición hacia sistemas productivos más sostenibles, resilientes y compatibles con la conservación de los recursos naturales.

El café (*Coffea arabica* L.) en la Reserva Natural Mirafior, Estelí, constituye una actividad de gran importancia económica, social y ambiental para las familias productoras de la zona. No obstante, el cultivo enfrenta constantes desafíos derivados de la incidencia de plagas y enfermedades, factores que inciden directamente en la productividad y sostenibilidad del sistema cafetalero. En este contexto, resulta fundamental identificar y analizar las prácticas fitosanitarias empleadas por los productores en el proceso productivo del café, con el fin de comprender su efectividad, grado de adecuación a las condiciones de un área protegida y su contribución a la sanidad del cultivo. Esta identificación permite generar información relevante que sirva de base para el fortalecimiento de estrategias de manejo integrado, orientadas a mejorar el rendimiento del rubro del café y a promover una producción más sostenible y compatible con la conservación de los recursos naturales en esta reserva.

Dentro de este marco, se planteó como hipótesis que las deficiencias en las prácticas de manejo fitosanitarias, caracterizadas por un uso limitado de enfoques integrados, favorecen la alta incidencia de plagas y enfermedades, afectando negativamente el rendimiento del cultivo. En correspondencia, el objetivo del estudio consistió en identificar las prácticas fitosanitarias en el manejo de las plagas y enfermedades en la producción del café (*Cooffea arabica* L.) en la Reserva Natural Mirafior en Estelí.

Por consiguiente, este estudio se orientó a diagnosticar el estado de los sistemas productivos de café, considerando dimensiones fitosanitarias, productivas y ambientales e integrando enfoques cuantitativos y cualitativos que permitieran la comprensión, tanto de los indicadores técnicos, como las dinámicas socioeconómicas influyentes en la toma de decisiones de los productores. De esta manera, los resultados contribuyen al desarrollo de estrategias que impulsen la sostenibilidad, la sanidad vegetal y la competitividad de la caficultura en Nicaragua.

MATERIALES Y MÉTODOS

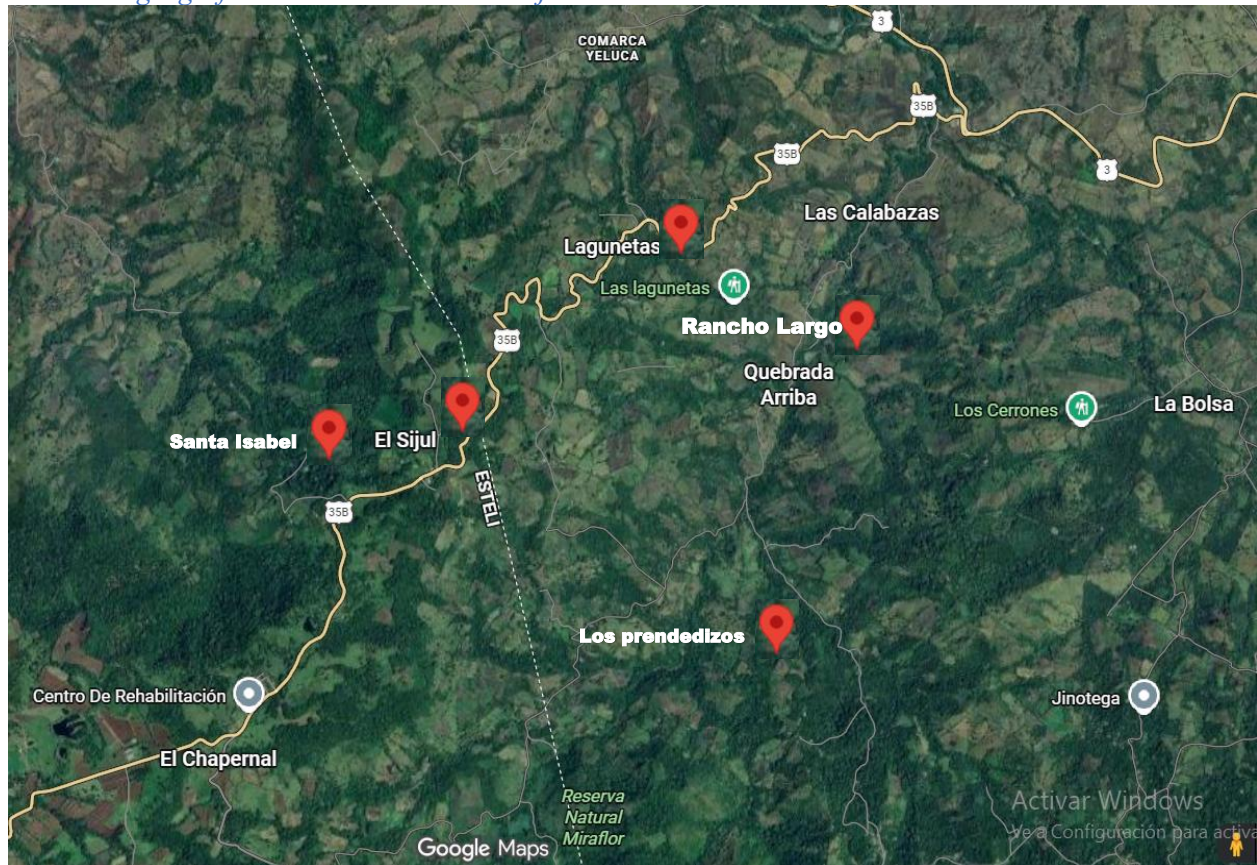
Ubicación geográfica

El estudio se desarrolló en la Reserva Natural Mirafior, Estelí, abarcando cinco comunidades: El Sijul, Las Lagunetas, Los Prendedizos, Rancho Largo y Santa Isabel. La reserva se localiza en el área protegida Paisaje Protegido Mirafior Moropotente, declarada mediante Resolución Ministerial el 7 de septiembre del año 1999 (MARENA, 2023), ubicada en las coordenadas: Latitud 13.21 o 13°12'36" norte, Longitud -86.28° o 86 16'48" oeste en la Región Central Norte en el departamento



de Estelí en Nicaragua (Mapcarta, 2023). Esta área cuenta con una superficie total de 28,705.9 hectáreas y se caracteriza por sus elevadas montañas, nacimientos de fuentes hídricas, hábitats de especies silvestres, así como por su atractivo arqueológico y bellos paisajes naturales (Figura 1).

Figura 1
 Ubicación geográfica de las comunidades objeto de estudio



Enfoque de la investigación

La presente investigación se desarrolla bajo un enfoque mixto, integrando componentes cuantitativos y cualitativos con el propósito de analizar las prácticas fitosanitarias en el manejo de plagas y enfermedades y su relación con el rendimiento del café (*Coffea arabica L.*) en la Reserva Natural Miraflor, Estelí. Desde el paradigma positivista, se aplicaron métodos cuantitativos orientados al diagnóstico y evaluación de indicadores fitosanitarios y productivos del cultivo del café en diez agroecosistemas, considerando variables como incidencia de plagas y enfermedades, prácticas de control empleadas y niveles de rendimiento. Este enfoque permitió obtener mediciones objetivas, verificables y comparables entre los sistemas productivos evaluados.

Asimismo, se incorporó un paradigma interpretativo, propio de los estudios cualitativos, con el fin de comprender los procesos, significados y dinámicas socioambientales que influyen en la adopción y aplicación de prácticas fitosanitarias en cada agroecosistema cafetalero. A través de

este enfoque fue posible caracterizar las prácticas de manejo utilizadas por los productores, sus percepciones sobre la sanidad del cultivo, el uso de tecnologías asociadas y los contextos locales que condicionan la toma de decisiones, aspectos que no pueden ser comprendidos únicamente mediante datos numéricos. De esta manera, la integración de ambos enfoques permitió una comprensión más integral de la relación entre sanidad vegetal y rendimiento del café en el contexto productivo y ambiental de Mirafior, Estelí.

Finalidad y profundidad de la investigación

La investigación se realizó con enfoque cualitativo de tipo descriptiva, ya que se basó en la caracterización, descripción y medición del grado de relación existente entre las variables e indicadores como las condiciones fitosanitarias y las condiciones productivas asociadas al rubro café (*Cooffea arabica* L.), con el propósito de impulsar acciones y la facilitación de herramientas tecnológicas para la sanidad vegetal de los cafetales (*Cooffea arabica* L.) en la Reserva Natural Mirafior.

Población y muestra

Para el estudio, se consideró una población de 110 agricultores de café asociados en la Unión de Cooperativas Agropecuarias UCA - Mirafior en un total de 42 comunidades de la zona de Mirafior, de los cuales se consideró una muestra aleatoria, probabilística, estratificada de 21 agricultores en 5 comunidades (Tabla 1).

Tabla 1
Población y muestra

Nº	Código	Comunidad	Sexo
1	JPP020	Los Prendedizos	Masculino
2	MVL005	Las Lagunetas	Femenino
3	CMP016	Los Prendedizos	Masculino
4	JMP017	Los Prendedizos	Masculino
5	MMP015	Los Prendedizos	Masculino
6	LBS002	El Sijúl	Femenino
7	LRI004	Santa Isabel	Masculino
8	JMP014	Los Prendedizos	Masculino
9	JRI004	Santa Isabel	Masculino
10	HHPO18	Los Prendedizos	Masculino
11	LHP021	Los Prendedizos	Masculino
12	FPL006	Las Lagunetas	Femenino
13	JMR012	Rancho Largo	Masculino
14	JCL009	Las Lagunetas	Masculino
15	LHP003	Los Prendedizos	Masculino



Nº	Código	Comunidad	Sexo
16	EPL007	Las Lagunetas	Masculino
17	VVI011	Santa Isabel	Femenino
18	EGS010	El Sijúl	Masculino
19	JMR013	Rancho Largo	Masculino
20	THP019	Los Prendedizos	Masculino
21	RBS008	El Sijúl	Masculino

Distribución territorial de los productores en estudio

En la tabla 2 de acuerdo a la muestra total, se evidencia que la comunidad con mayor número de productores corresponde a Los Prendedizos, la cual concentra aproximadamente el 42.9 % de los registros, posicionándose como el núcleo principal de la muestra. En segundo lugar, se encuentra la comunidad de Las Lagunetas, que representa el 19 % del total. Posteriormente, las comunidades de Santa Isabel y El Sijul muestran una participación equivalente con el 14.3 %. Finalmente, la comunidad de Rancho Largo presenta la menor representación, con apenas el 9.5 % de los productores registrados.

La población estudiada se concentró de manera significativa en Los Prendedizos, mientras que las demás comunidades exhiben una participación más reducida. Este patrón de distribución refleja una desigualdad en la concentración de productores, lo cual constituye un elemento relevante para el análisis de dinámicas socioeconómicas y productivas dentro de la Reserva Natural Mirafior.

Tabla 2

Distribución territorial de los productores en estudio

Comunidad	Cantidad de productores	Porcentaje
Los Prendedizos	9	42.9 %
Las Lagunetas	4	19.0 %
Santa Isabel	3	14.3 %
El Sijul	3	14.3 %
Rancho Largo	2	9.5 %
Total	21	100.0 %

Técnicas e instrumentos para la recolección de los datos

La recopilación de datos en cada una de las fincas seleccionadas se realizó con la aplicación de la técnica de encuesta estructurada mediante cuestionarios de preguntas abiertas y cerradas.



Validez o confiabilidad de los instrumentos

Los instrumentos utilizados en la investigación fueron validados por expertos y la confiabilidad de los mismo se utilizó la herramienta estadística Alfa de Cronbach.

Procedimientos para el análisis de datos

Los datos obtenidos a partir de las encuestas semiestructuradas y la observación directa fueron sometidos a un proceso sistemático de organización y análisis, con el fin de garantizar la confiabilidad y coherencia de la información. Inicialmente, la información recolectada fue ordenada y codificada, asignando códigos numéricos a las variables y categorías de análisis, lo que permitió estructurar los datos de manera homogénea y facilitar su procesamiento. Posteriormente, los datos fueron digitalizados en bases de datos diseñadas específicamente para el estudio.

El análisis cuantitativo se realizó con el apoyo de SPSS Statistics v.25, herramienta utilizada para la elaboración de estadísticas descriptivas, tales como frecuencias, porcentajes, medidas de tendencia central y cruces de variables, lo que permitió evaluar las enfermedades, las prácticas fitosanitarias empleadas y su relación con el rendimiento del café. De forma complementaria, se empleó Microsoft Excel 2016 para la organización preliminar de los datos, la verificación de consistencia, la elaboración de tablas y gráficos, y la presentación visual de los resultados. La integración de ambas herramientas facilitó un análisis riguroso, ordenado y comprensible de la información, contribuyendo a una interpretación clara de los resultados en función de los objetivos planteados en la investigación.

Consideraciones éticas

La investigación se desarrolló bajo principios éticos que garantizaron el respeto y la protección de los participantes. Se obtuvo el consentimiento informado de las familias productoras, asegurando su comprensión de los objetivos, procedimientos y uso de datos, así como su participación voluntaria. Asimismo, se resguardó la confidencialidad y anonimato de la información recolectada, evitando toda forma de identificación personal en los informes. De igual modo, se procuró la equidad y justicia, promoviendo beneficios y retribuciones hacia la comunidad participante. Finalmente, se respetaron las prácticas culturales locales y se mantuvo transparencia en la comunicación de los resultados, compartiéndolos con los productores interesados y con las instancias académicas correspondientes.

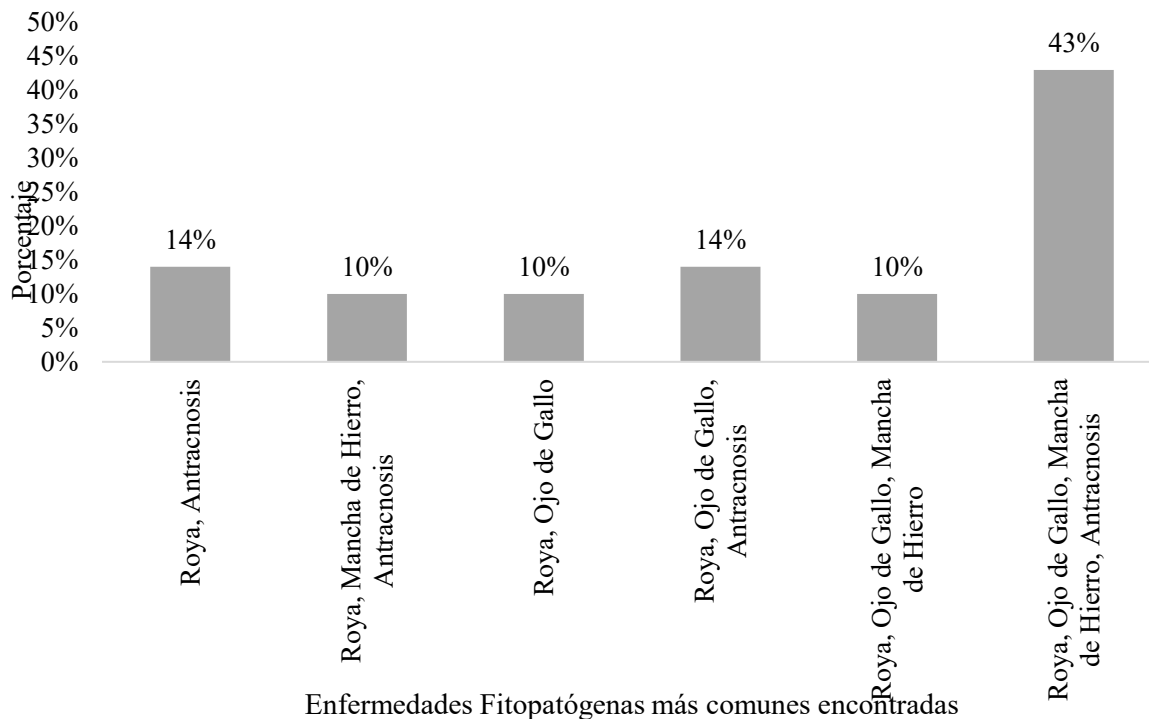
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Enfermedades fitopatógenas en Coffea arabica L.

La caracterización de los sistemas productivos de *Coffea arabica* L. en la Reserva Natural Miraflor, Estelí, evidenciada en la figura 2, refleja una alta incidencia de enfermedades foliares en los sistemas productivos de café (*Coffea arabica* L.) de la Reserva Natural Miraflor, Estelí, destacándose la presencia simultánea de roya, ojo de gallo, mancha de hierro y antracnosis, en un 43 % de los casos, lo que indica una importante afectación fitosanitaria en la mayoría de las unidades productivas evaluadas.

De forma individual o en combinaciones parciales, la roya y la antracnosis alcanzaron incidencias del 14 %, mientras que otras asociaciones presentaron valores menores (10 %), lo que sugiere que estas enfermedades actúan de manera conjunta más que aislada. Esta coexistencia de patógenos fitosanitarios podría estar relacionada con condiciones agroecológicas favorables, como alta humedad y manejo agronómico limitado, características propias de sistemas cafetaleros de la zona, lo que resalta la necesidad de implementar estrategias integradas de manejo fitosanitario para reducir el impacto en la productividad y sostenibilidad del cultivo.

Figura 1
Enfermedades Fitopatógenas más comunes



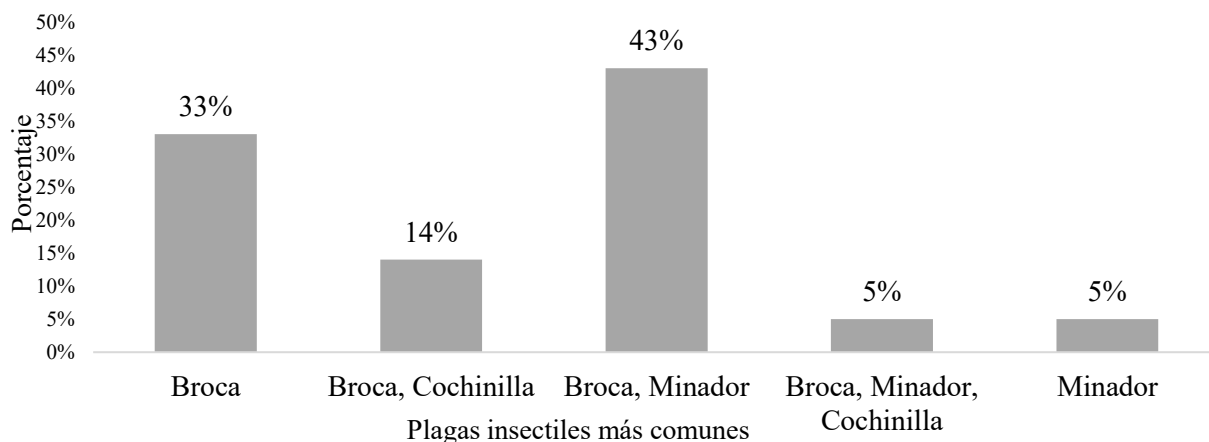
Las enfermedades fitopatógenas más comunes en los sistemas productivos de café (*Coffea arabica* L.) de la Reserva Natural Miraflor, Estelí, evidencian que la roya es la principal amenaza fitosanitaria al aparecer tanto de forma individual como combinada con otras enfermedades, alcanzando un 43 % cuando se asocia con ojo de gallo, mancha de hierro y antracnosis. Este predominio permite inferir que los cafetales presentan condiciones de manejo sanitario insuficientes, favoreciendo la coexistencia de múltiples patógenos que incrementan el nivel de daño y comprometen la productividad y calidad del grano, lo que coincide con estudios que señalan a la roya como el principal factor de pérdidas en la caficultura centroamericana (Precisagro, 2021).

Asimismo, la presencia de ojo de gallo y antracnosis en combinación con la roya refleja que las condiciones de humedad y sombra en Miraflor favorecen la proliferación de estas enfermedades, lo que confirma la necesidad de mejorar el manejo de sombra y densidad de siembra (ANACAFE, 2022). Finalmente, la aparición de mancha de hierro asociada con roya y ojo de gallo permite inferir que las deficiencias nutricionales también influyen en la incidencia de enfermedades, reafirmando la importancia de un manejo integral que combine sanidad vegetal con nutrición balanceada para garantizar la sostenibilidad del café en la región (Jarquín & Jiménez-Martínez, 2021).

Plagas insectiles más comunes

El estudio muestra que en los sistemas productivos de café (*Coffea arabica* L.) de la Reserva Natural Miraflor, Estelí, la broca es la plaga de mayor incidencia con un 33 % de presencia individual y un 43 % cuando aparece combinada con el minador, seguida por la asociación broca-cochinilla con un 14 %, mientras que la combinación de las tres plagas (broca, minador y cochinilla) y la presencia aislada del minador representan cada una un 5 % (figura 3).

Figura 2
Plagas insectiles más comunes



La presencia de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) como plaga dominante, con un 33% de incidencia individual y un 43 % en combinación con el minador, refleja que este insecto constituye el principal factor de pérdida en la producción cafetalera de la Reserva Natural Mirafior. Este hallazgo permite inferir que los sistemas productivos locales enfrentan un riesgo elevado de reducción en la calidad y cantidad del grano, lo cual coincide con estudios recientes en Nicaragua que señalan a la broca como la plaga más dañina en el rubro por su capacidad de afectar directamente la comercialización y exportación del café (Siu Palma & Morán Centeno, 2025).

Estos resultados permiten concluir críticamente que las unidades productivas de café de Mirafior enfrentan condiciones de manejo sanitario insuficientes, donde la coexistencia de plagas incrementa el nivel de daño y limita la productividad y competitividad del café en mercados diferenciados. En este sentido, se reafirma la necesidad de fortalecer estrategias de manejo integrado de plagas (MIP), priorizando el control de la broca y atendiendo de manera complementaria al minador y la cochinilla, con el fin de garantizar la sostenibilidad del cultivo y la calidad del grano.

Incidencia y severidad de enfermedades fitopatógenas

En la Tabla 3 Los datos muestran que la antracnosis (*Colletotrichum kahawae*) es la enfermedad más relevante, con una incidencia de 96.99 % y severidad de 48.5 %. Le siguen ojo de gallo (*Mycena citricolor*) con el 27.71 % de incidencia y 13.86 % de severidad, mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*) con 21.31 % y 10.66 % respectivamente y roya (*Hemileia vastatrix*) con 19.45 % de Incidencia y 9.73 % de severidad. Plagas como el minador (*Leucoptera coffeella*) y la cochinilla (*Planococcus lilacinus*) presentan incidencias moderadas de (15.35 % y 14.13 %). En contraste, afecciones como derrite, ojo de gallo, frutos brocados y frutos con chasparria registran valores nulos. El promedio general de incidencia es de 18.90 % y el de severidad 9.45 %.

Tabla 3
Incidencia y severidad de las enfermedades y plagas en el cultivo de café

Plaga / Enfermedad	Incidencia (%)	Severidad (%)
Roya	19.45	9.73
Mancha de Hierro	21.31	10.66
Antracnosis	12.39	6.2
Ojo de gallo	27.71	13.86
Derrite	1.14	0.57
Minador	15.35	7.67
Antracnosis	96.99	48.5
Ojo de Gallo	0	0
Frutos Brocados	0	0
Frutos Chasparria	0	0

Cochinilla	14.13	7.07
Promedio	18.902	9.453

Los resultados sugieren que la antracnosis constituye el principal desafío fitosanitario en Mirafior dado que su incidencia y severidad superan ampliamente las demás enfermedades. Esto implica que las prácticas fitosanitarias actuales no han sido suficientes para contener su propagación, lo que obliga a considerar estrategias integradas de manejo.

La presencia de enfermedades foliares como ojo de gallo y mancha de hierro indica que el área fotosintética de las plantas está bajo presión constante, afectando el vigor y la productividad. Asimismo, plagas como minador y cochinilla, aunque moderadas, pueden convertirse en problemas significativos si no se implementan medidas preventivas.

La broca del fruto del café (*Hypothenemus hampei*, Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae) es el principal insecto plaga del café en el país por su daño causado y los elevados costos económicos destinados en su manejo. Siguiendo en importancia, la cochinilla (*Planococcus* spp) (Hemiptera: Pseudococcidae), que infesta brotes foliares y florales y, en infestaciones severas, causa amarillamiento de hojas, marchitamiento de yemas y aborto de frutos. Finalmente, las escamas (*Coccus viridis*, Green), (Hemiptera: *Coccidae*), insectos con amplio rango de distribución y abundantes en época seca, causan pérdidas por vigor, enanismo y reducción del número de frutos por planta (Matus Miranda & Jiménez-Martínez, 2020).

El análisis evidencia que la alta prevalencia de la antracnosis (*Colletotrichum kahawae*) refleja una deficiencia en la implementación de programas fitosanitarias sostenibles. Además, la dependencia de prácticas convencionales sin un enfoque integral puede estar limitando la capacidad de los productores para enfrentar enfermedades emergentes y recurrentes.

Por otra parte, la ausencia de frutos brocados y chasparria podría interpretarse como un éxito de las condiciones agroecológicas locales o de prácticas de control específicas, lo que abre la posibilidad de replicar dichas estrategias en el manejo de otras plagas.

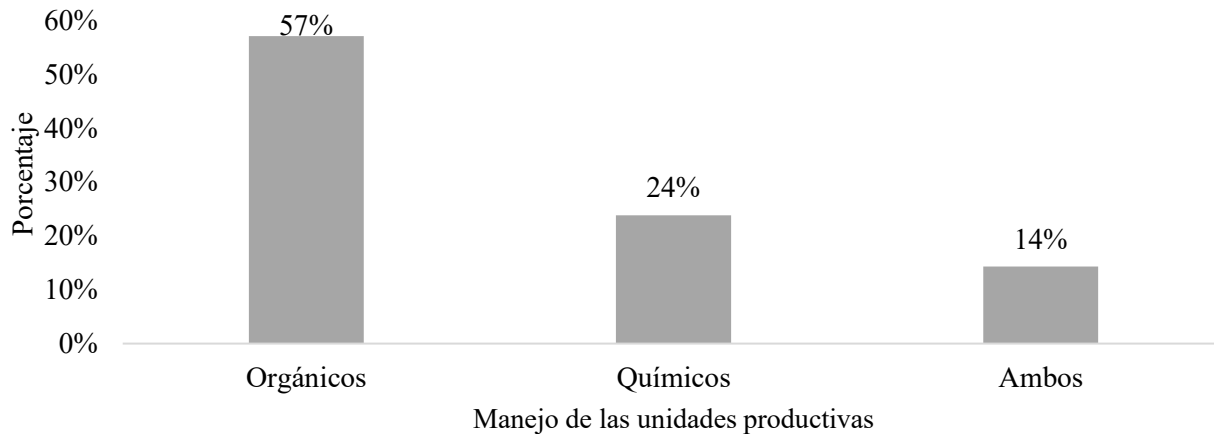
En conjunto, el perfil fitosanitario de Mirafior exige una orientación hacia prácticas resilientes y sostenibles, que integren monitoreo constante, control biológico y capacitación técnica de los productores, con el fin de preservar la calidad y competitividad del café.

Tipo de manejo del café convencional u orgánico

El manejo de las unidades productivas muestra que el 57 % de las unidades productivas aplica un manejo basado en insumos orgánicos, mientras que el 24 % utiliza un manejo químico. Por otro lado, el 14 % de los productores combina ambos tipos de manejo. Estos resultados evidencian una mayor preferencia por prácticas orgánicas frente al uso exclusivo de insumos químicos en el sistema productivo evaluado (Figura 4).

Figura 4

Manejo de las unidades productivas



El manejo orgánico permite inferir una orientación hacia prácticas agrícolas más sostenibles, posiblemente motivada por la reducción de costos, la disponibilidad local de insumos orgánicos o una mayor conciencia sobre los impactos ambientales y fitosanitarios del uso de agroquímicos. Desde la sanidad vegetal, diversos estudios destacan que los sistemas orgánicos pueden favorecer la supresión natural de patógenos a través del aumento de la biodiversidad microbiana del suelo (Larkin, 2015).

Asimismo, el porcentaje de unidades que emplean manejo químico sugiere que una parte de los productores continúa dependiendo de estrategias convencionales para el control, especialmente para enfrentar las plagas y enfermedades. La literatura indica que el uso de productos químicos sigue siendo una herramienta clave en situaciones de alta presión fitosanitaria, aunque su aplicación indiscriminada puede generar resistencia en patógenos y afectar organismos benéficos (Gisi et al., 2002).

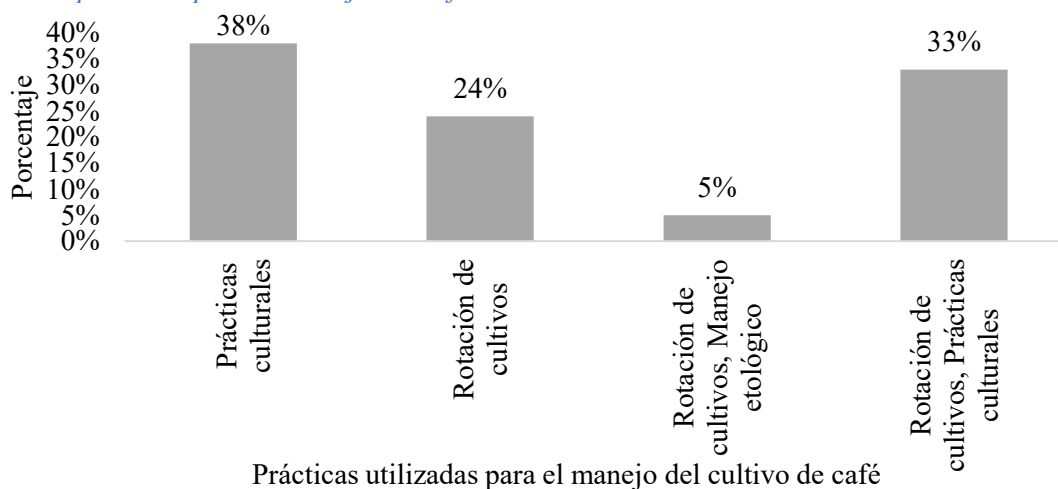
El manejo combinado, aunque minoritario, puede interpretarse como una transición hacia esquemas de manejo integrado, donde se busca equilibrar la eficacia del control químico con los beneficios ecológicos del manejo orgánico. Investigaciones recientes señalan que los enfoques integrados permiten reducir la incidencia de enfermedades sin comprometer la productividad del cultivo (Lamichhane et al., 2016).

En este contexto, los resultados sugieren la necesidad de fortalecer programas de manejo integrado de plagas y enfermedades (MIP), que articulen prácticas orgánicas, químicas y culturales basadas en criterios técnicos. La consolidación de estos enfoques permitiría optimizar la sanidad vegetal, reducir riesgos ambientales y mejorar la estabilidad productiva, aspectos fundamentales para una agricultura sostenible.

Tipos de prácticas para el manejo del café

Las prácticas para el manejo del cultivo de café (Figura 5), muestran que el 38 % de las unidades productivas implementa prácticas culturales como principal estrategia de manejo. En segundo lugar, el 33 % combina la rotación de cultivos con prácticas culturales, mientras que el 24 % utiliza únicamente la rotación de cultivos. Finalmente, solo el 5 % integra la rotación de cultivos con manejo etológico. Estos resultados evidencian una mayor adopción de prácticas culturales frente a enfoques más especializados de manejo fitosanitario.

Figura 3
 Tipos de prácticas para el manejo del café



La alta frecuencia de uso de prácticas culturales permite inferir que los productores priorizan estrategias preventivas en el manejo sanitario del café, tales como podas, manejo de sombra, control de malezas y eliminación de focos de infección. Diversos estudios señalan que las prácticas culturales constituyen la base del manejo integrado de enfermedades en café, al reducir las condiciones favorables para patógenos como *Hemileia vastatrix* y *Colletotrichum spp.* (Avelino et al., 2015).

Asimismo, la adopción de la rotación de cultivos ya sea de forma individual o combinada, sugiere un intento por romper ciclos biológicos de patógenos y plagas, especialmente aquellos asociados al suelo. Investigaciones recientes destacan que la rotación contribuye a disminuir la incidencia de enfermedades radiculares y mejora la sanidad del suelo, lo que fortalece la resistencia del cultivo frente a agentes fitopatógenos (Dignam et al., 2019).

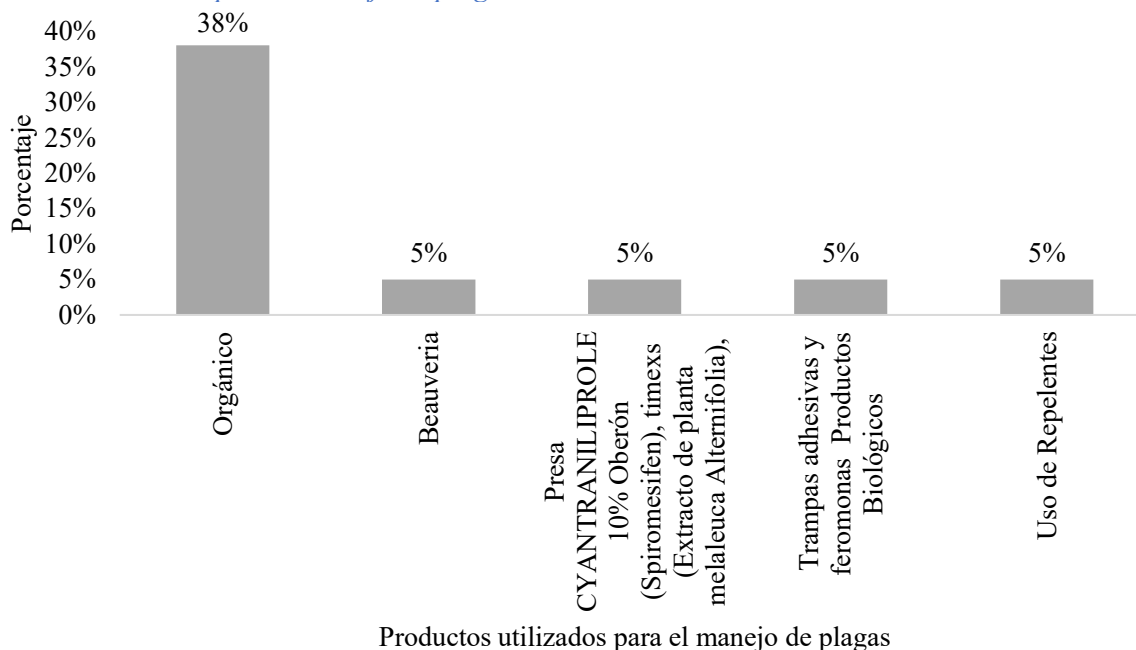
Por otro lado, la baja proporción de unidades que integran manejo etológico, indica una limitada incorporación de estrategias basadas en el comportamiento de plagas, como el uso de trampas o atrayentes. La literatura señala que, aunque estas prácticas son altamente efectivas y ambientalmente seguras, su adopción suele verse restringida por falta de capacitación técnica o acceso a insumos especializados (García-Méndez et al., 2024).

En este contexto, los resultados sugieren la necesidad de fortalecer procesos de capacitación técnica y extensión agrícola, orientados a la adopción de enfoques integrados y sostenibles. La combinación equilibrada de prácticas culturales, rotación de cultivos y manejo etológico permitiría optimizar la sanidad vegetal del cultivo de café, mejorar la resiliencia del sistema productivo y contribuir a la sostenibilidad a largo plazo.

Productos utilizados para el control de plagas y enfermedades

Los Productos utilizados para el manejo de plagas muestra que el 38 % de las unidades productivas emplea productos orgánicos como principal herramienta para el control de plagas. En contraste, el uso de Beauveria, productos comerciales como Presa Cyantraniliprole representa el 10 %; mientras que el Oberón (Spiromesifen), Timex S, el extracto de planta Melaleuca Alternifolia, las trampas adhesivas y feromonas (productos biológicos) y el uso de repelentes, presentan una frecuencia individual del 5 % cada uno. Estos resultados evidencian una marcada preferencia por alternativas orgánicas generales frente al uso específico de herramientas biológicas o etológicas (figura 6).

Figura 4
productos utilizados para el manejo de plagas



La predominancia del uso de productos orgánicos permite inferir una orientación hacia estrategias de manejo sostenible, alineadas con los principios de la sanidad vegetal preventiva y la reducción del impacto ambiental. Diversos estudios señalan que los productos de origen orgánico contribuyen a disminuir la presión de plagas sin afectar de manera significativa a los organismos benéficos, favoreciendo el equilibrio ecológico del agroecosistema (Regnault-Roger et al., 2012).

Asimismo, la escasa utilización de trampas, feromonas y repelentes permite inferir que el manejo etológico aún no está plenamente integrado en los sistemas productivos evaluados. La literatura destaca que estas herramientas son fundamentales dentro del manejo integrado de plagas, ya que permiten el monitoreo oportuno y la reducción de poblaciones sin recurrir a insumos químicos de síntesis (Witzgall et al., 2010).

Desde un enfoque crítico en sanidad vegetal, la alta dependencia de productos orgánicos genéricos, sin una integración más amplia de herramientas biológicas y etológicas, evidencia un manejo incompleto del enfoque de manejo integrado de plagas (MIP). Si bien el uso de insumos orgánicos reduce riesgos ambientales, su aplicación aislada puede resultar insuficiente frente a plagas de alta capacidad reproductiva o resistencia adaptativa.

Tipologías productivas

La caracterización de las tipologías productivas (Tabla 4) se realizó a partir del análisis de conglomerados aplicado a las variables de área cultivada y rendimiento de los principales rubros agrícolas. Este procedimiento permitió identificar tres grupos de productores con comportamientos estructurales diferenciados, evidenciando la heterogeneidad productiva del territorio estudiado. La existencia de múltiples tipologías confirma que los sistemas agrícolas locales no responden a un modelo homogéneo, sino que se organizan en configuraciones productivas diversas, asociadas tanto a condiciones agroecológicas como a decisiones de manejo y estrategias familiares de producción.

La primera tipología corresponde a sistemas cafetaleros de baja diversificación, integrados por nueve productores con una superficie promedio de café de 4.31 manzanas y áreas muy reducidas destinadas a granos básicos y papa. El rendimiento promedio de café alcanzó 26.44 quintales por manzana, mientras que el rendimiento total fue de 29.78 quintales. Estos resultados indican una marcada especialización productiva en el cultivo de café, con limitada diversificación agrícola y una fuerte dependencia de un solo rubro como fuente principal de producción, característica común en sistemas cafetaleros tradicionales.

La segunda tipología estuvo representada por un único productor con un sistema intensivo y altamente productivo, caracterizado por amplias áreas en maíz y frijol, presencia simultánea de papa y café, y rendimientos significativamente superiores al resto de la muestra. En particular, se registraron valores de hasta 300 quintales en papa y 40 quintales en café, con un rendimiento total de 395 quintales. Desde el punto de vista estadístico, este caso se comporta como un valor atípico, reflejando el máximo potencial productivo observado en el territorio y evidenciando la influencia de factores diferenciales de manejo y acceso a recursos o condiciones específicas de producción.

La tercera tipología, conformada por once productores, representó el sistema campesino diversificado predominante en el área de estudio. Este grupo presentó una superficie promedio de café de 2.27 manzanas, combinada con áreas moderadas en maíz y frijol, así como rendimientos intermedios en los distintos cultivos. Los rendimientos promedio alcanzaron 22.45 quintales en maíz, 24.55 en frijol, 136.36 en papa y 21.64 en café, con un rendimiento total de 205 quintales.

Esta configuración productiva refleja estrategias de diversificación orientadas a la reducción de riesgos y al aseguramiento de la producción alimentaria y económica familiar, rasgo distintivo de los sistemas campesinos de base agroecológica.

Tabla 4
Caracterización de tipologías productivas

Tipologías productivas	Área promedio					Rendimiento promedio				Rendimiento total promedio
	Productores	Café	Maíz	Frijol	Papa	Maíz	Frijol	Papa	Café	
Tipología 1	9	4.31	0.17	0.14	0.39	1.67	1.67	0	26.44	29.78
Tipología 2	1	4	3	9	1	30	25	300	40	395
Tipología 3	11	2.27	0.85	2.36	0.41	22.45	24.55	136.4	21.64	205

En conjunto, las tipologías identificadas evidencian la coexistencia de especialización cafetalera, sistemas intensivos de alta productividad y sistemas diversificados de rendimiento intermedio dentro de un mismo territorio. Esta heterogeneidad estructural sugiere la necesidad de diseñar estrategias diferenciadas de asistencia técnica, planificación productiva y políticas de desarrollo rural, adaptadas a las características específicas de cada tipo de productor. En consecuencia, los resultados aportan evidencia empírica relevante para la formulación de intervenciones territoriales con enfoque sistémico y para el fortalecimiento de la sostenibilidad de los sistemas agrícolas campesinos.

CONCLUSIONES

La investigación realizada en la Reserva Natural Miraflor, Estelí permitió identificar que las prácticas fitosanitarias empleadas por los productores de *Coffea arábica* presentan limitaciones significativas frente a la alta incidencia de plagas y enfermedades, confirmando la hipótesis de que la falta en el manejo integrado favorece la proliferación de patógenos y afecta categóricamente el rendimiento del cultivo. Los resultados evidencian que la antracnosis (*Colletotrichum coffeanum*) y la roya (*Hemileia vastatrix*) constituyen las principales amenazas, acompañadas por la broca café (*Hypothenemus hampei*) como plaga dominante, lo que refleja una influencia fitosanitaria elevada y persistente en los sistemas productivos. Asimismo, se constató la dominación de prácticas convencionales con escasa incorporación de enfoques preventivos y sostenibles, lo que limita la capacidad de los productores para afrontar de manera integral los desafíos sanitarios.

De manera categórica, este estudio aporta al conocimiento científico al demostrar que la sanidad del café en Miraflor depende de la transición hacia un manejo integrado de plagas y enfermedades, que combine prácticas culturales, nutricionales, biológicas y químicas bajo criterios de sostenibilidad. La evidencia obtenida confirma que la adopción de estrategias resilientes no solo es necesaria para reducir la incidencia y severidad de los principales problemas fitosanitarios, sino también para garantizar la productividad, competitividad y conservación de los recursos naturales en un área protegida. En este sentido, los hallazgos constituyen una base sólida para orientar

políticas y programas que fortalezcan la resiliencia de la caficultura nicaragüense frente a los retos ambientales y productivos actuales.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

AGRADECIMIENTOS

De manera especial, a la Universidad Nacional Francisco Luis Espinoza Pineda, por su apoyo incondicional en el marco del programa de desarrollo de Maestría de Sanidad Vegetal III edición.

REFERENCIAS

- Altieri, M. A., Nicholls, C. I., Henao, A. & Lana, M. A (2015). *Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. Agronomy for Sustainable Development*, 35, 869–890 (2015). <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0285-2>
- Altieri, M. A. (2018). *Agroecology: The Science of Sustainable Agriculture (2da ed.)*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780429495465>
- Asociación Nacional del Café (ANACAFE). (2022). *Manejo de Plagas y Enfermedades 2016-2021*. Memoria Técnica de Investigaciones (CEDICAFE). <https://www.anacafe.org/uploads/file/53becfe77b6f4528b94db95589bb54117/Manejo-de-plagas-y-enfermedades-2021-2016.pdf>
- Avelino, J., Cristancho, M., Georgiou, S., Imbach, P., Aguilar, L., Bornemann, G., Läderach, P., Anzueto, F., Hruska, A. J. & Morales, C. (2015). The coffee rust crises in Colombia and Central America (2008–2013): impacts, plausible causes and proposed solutions. *Food Security*, 7, 303–321. <https://doi.org/10.1007/s12571-015-0446-9>
- García-Méndez, V., González-Gómez, R., Toledo, J., Valle-Mora, J.F. & Barrera, J. F. (2024). Effect of Microclimate on the Mass Emergence of *Hypothenemus hampei* in Coffee Grown under Shade of Trees and in Full Sun Exposure. *Insects*, 15 (2), 124. <https://doi.org/10.3390/insects15020124>
- Dignam, B. E, O’Callaghan, M., Condrón, L. M., Raaijmakers, J. M., Kowalchuk, G. A., & Wakelin, S. A. (2019). Challenges and opportunities in harnessing soil disease suppressiveness for sustainable pasture production. *Soil Biology and Biochemistry* <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2015.12.006>
- Precisagro. (2021). *Principales enfermedades del café*. https://www.disagro.com.ni/wp-content/uploads/2022/03/53_principales_enfermedades_del_cultivo_de_cafe_05-21.pdf
- Gisi, U., Sierotzki, H., Cook, A. & McCaffery, A. (2002). Mechanisms influencing the evolution of resistance to Qo inhibitor fungicides. *Pest Management Science*, 58(9), 859-867. <https://doi.org/10.1002/ps.565>
- Gliessman, S. R. (2014). *Agroecology: The Ecology of Sustainable Food Systems (3rd ed.)*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b17881>



- Jarquín, E. J. & Jiménez- Martínez, E. (2021). Caracterización socioeconómica y fitosanitaria de 25 sistemas de producción de café (*Coffea arábica* L.) en tres municipios de Matagalpa, 2020. *La Calera*, 21(37), 111-118. <https://doi.org/10.5377/calera.v21i37.12782>
- Lamichhane, J. R., Dachbrodt-Saaydeh, S., Kudsk, P., & Messéan, A. (2016). *Toward a reduced reliance on conventional pesticides in European agriculture*. *Plant Disease*, 100(1), 10–24. <https://doi.org/10.1094/PDIS-05-15-0574-FE>
- Larkin, R. P. (2015). Soil health paradigms and implications for disease management. *Annual Review of Phytopathology*, 53, 199–221. <https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-080614-120357>
- Mapcarta. (2023). mapcarta *Ubicación del área de estudio*. https://mapcarta.com/es/Reserva_natural_Miraflor
- Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (MARENA). (28 de septiembre de 2023). *Conservemos Nuestro paraíso Natural entre las nubes de Esteli* <https://www.marena.gob.ni/2023/09/22/conservemos-nuestro-paraiso-natural-entre-las-nubes-de-esteli/>
- Matus Miranda, M. N. & Jiménez-Martínez, E. (2020). Evaluación de plaguicidas para el manejo de plagas del café *Coffea arabica* L. en Jinotega, Nicaragua. *La Calera*, 20 (34). <https://doi.org/10.5377/calera.v20i34.9668>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2012). Documento final del estudio “*Análisis de Cadena de Valor del Café con enfoque de Seguridad Alimentaria y Nutricional*”. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/fec52af4-bbe2-4e3f-8bab-ff3817d1ef0d/content>
- Regnault-Roger, C., Vincent, C., & Arnason, J. T. (2012). Essential Oils in Insect Control: Low-Risk Products in a High-Stakes World. *Annual Review Entomology*, 57, 405-424. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120710-100554>
- Morán Centeno, J. C. (2025). Producción de café en Nicaragua: un análisis desde la sanidad vegetal. *La Calera*, 25(45), 112-120. <https://doi.org/10.5377/calera.v25i45.21428>
- Siu Palma, S. D., & Morán Centeno, J. C. (2025). Estrategia de control de la broca del cafeto en Jalapa, Nicaragua. *Acta Agronómica*, 72(4), 1–12. <https://doi.org/10.15446/acag.v72n4.115551>
- Witzgall, P., Kirsch, P. & Cork, A. (2010). Sex Pheromones and their impact on pest management. *Journal of Chemical Ecology*, 36, 80–100. <https://doi.org/10.1007/s10886-009-9737-y>