

VULNERABILIDAD Y CAPACIDAD ADAPTATIVA AL CAMBIO CLIMÁTICO EN FINCAS CAFETALERAS DE JIBACOA, CUBA

Yusdel Ferrás Negrín^{1*}, Carlos Alberto Bustamante González², Vidalina Pérez Salina³,
Ciro Sánchez Esmoris⁴ y Ramón Rivera Espinosa⁵

^{1,3,4} Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, Estación Experimental Agro-Forestal Jibacoa, Manicaragua, Villa Clara, Cuba

² Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, Estación Experimental Agro-Forestal Cruce de los Baños. Santiago de Cuba, Cuba

⁵ Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. San José, Mayabeque, Cuba

*E-mail: yusdel.ferras@gmail.com

Recibido: 15/12/2023

Aceptado: 24/04/2024

RESUMEN

Muchas regiones cafetaleras del mundo han sido afectadas por el cambio climático. Las prácticas relacionadas con la fertilización y el suministro de nutrientes son insoslayables para hacerle frente a este fenómeno ya que inciden sobre la productividad de este cultivo y la capacidad adaptativa de estos ecosistemas a las variaciones del clima. El objetivo de esta investigación fue analizar, a través de encuestas, la vulnerabilidad y la capacidad adaptativa al cambio climático en fincas cafetaleras de la Empresa Agro-Forestal (EAF) de Jibacoa, Cuba, con énfasis en el uso de las tecnologías de fertilización. Para ello, se realizaron entrevistas a los productores de 31 fincas cafetaleras de cinco entidades productivas de la EAF para recabar información sobre aspectos ambientales y prácticas de manejo, entre ellas la fertilización y el suministro de nutrientes. Se tuvo en cuenta la herramienta del diagnóstico. El 93,6% de las fincas cafetaleras tuvieron una categoría de vulnerabilidad y capacidad adaptativa medianamente crítica y crítica, lo que indicaría falta de integralidad en la implementación de tecnologías al cultivo. Al ser insuficientes, poco generalizadas y aplicadas de forma aisladas, las prácticas que conforman la fertilización y el suministro de nutriente en las fincas cafetaleras bajo estudio impactan sobre la vulnerabilidad y la capacidad adaptativa de los agroecosistemas de la EAF Jibacoa. La adopción de esas prácticas constituye, por lo tanto, una alternativa para mejorar la productividad del cultivo del café y disminuir el impacto de las variaciones del clima.

Palabras clave: agroecosistema, cafetal, clima, diagnóstico, fertilización.

VULNERABILITY AND ADAPTIVE CAPACITY TO CLIMATE CHANGE IN COFFEE FARMS OF JIBACOA, CUBA

ABSTRACT

Many coffee-growing regions of the world have been affected by climate change. Practices related to fertilization and nutrient supply are unavoidable to confront this phenomenon since they affect the productivity of this crop and the adaptive capacity of these ecosystems to climate variations. The objective of this research was to analyze, through surveys, the vulnerability and adaptive capacity to climate change in coffee farms of the Agro-Forest Company (EAF) of Jibacoa, Cuba, with emphasis on the use of fertilization technologies. To this end, interviews were conducted with producers from 31 coffee farms from five productive entities of the EAF to collect information on environmental aspects and management practices, including fertilization and nutrient supply. The diagnostic tool was taken into account. 93,6% of the coffee farms had a vulnerability and adaptive capacity category of moderately critical and critical, which would indicate a lack of comprehensiveness in the implementation of technologies in the crop. Being insufficient, not very widespread and applied in isolation, the practices that make up fertilization and nutrient supply in the coffee farms under study impact the vulnerability and adaptive capacity of the agroecosystems of the EAF Jibacoa. The adoption of these practices constitutes, therefore, an alternative to improve the productivity of coffee cultivation and reduce the impact of climate variations.

Key words: agroecosystem, coffee plantation, climate, diagnosis, fertilization.

INTRODUCCIÓN

En muchas regiones del mundo la caficultura juega un papel importante en el desarrollo comunitario y en el mejoramiento de la calidad de vida (Rodríguez *et al.*, 2021). A través de su fomento y manejo adecuado se generan bienes y servicios, económicos, sociales y ecosistémicos, directos e indirectos, tales como: alimentos, madera, leña, regulación del clima y el agua, formación de suelos y almacenamiento de dióxido de carbono (Schulz *et al.*, 2021). Sin embargo, desde el año 2000 la producción de café se redujo en Cuba debido principalmente a la combinación de factores edafoclimáticos, sociales, tecnológicos, económicos, además de subjetivos y organizativos (Navarro *et al.*, 2018).

El cultivo de café (*Coffea arabica* L.) es sensible a cambios en los patrones del clima (Parada *et al.*, 2020, 2022), y son diversos los factores ambientales que afectan el crecimiento de las plantas de café y su producción. Es ampliamente conocida la respuesta particular que cada fase de desarrollo de este cultivo presenta a los factores ambientales. Como en otros cultivos, la floración es una de las etapas más sensible de las plantas de café al estrés hídrico por su impacto directo sobre el producto final (*i.e.* los granos o frutos) (Peña *et al.*, 2012; González *et al.*, 2017). En la actualidad, muchas regiones cafetaleras del mundo son afectadas por la ocurrencia de períodos prolongados de sequía debido a la disminución de las precipitaciones provocadas por la variabilidad del cambio climático. En consecuencia, se han registrado importantes reducciones en los rendimientos de este cultivo (González *et al.*, 2017).

El cambio climático genera impactos negativos en las producciones agropecuarias y el bienestar humano, sobre todo en países en desarrollo, por los efectos causados por el aumento de fenómenos meteorológicos extremos, las lluvias erráticas, la disminución de los recursos hídricos y el incremento de la temperatura (Hernández y Tapia, 2023). De acuerdo al informe del Panel Intergubernamental del Cambio Climático, la temperatura promedio mundial incrementó 1,1 °C desde el período 1850-1900 (IPCC, 2021; citado por Parada *et al.*, 2022). Estas variaciones en la temperatura conllevan, además, a que aumenten las probabilidades de fenómenos climáticos extremos, sobre todo la ocurrencia de temperaturas cada vez más altas, la disminución de la frecuencia de temperaturas bajas y cambios en la cantidad, intensidad y frecuencia de eventos de precipitación.

En este contexto, es necesario realizar acciones encaminadas a fortalecer estrategias de adaptación. Estas

estrategias deberían incluir la investigación, el extensionismo, la colaboración entre actores locales para el intercambio de saberes y el apoyo a las prácticas comunitarias. Esto es especialmente importante en zonas rurales donde la población depende de la agricultura y es más vulnerable.

La vulnerabilidad de un sistema de producción agrícola depende, en gran medida, de dos factores: (i) su grado de exposición a una posible situación desestabilizadora, positiva o negativa, a través del cambio de una variable climática y (ii) el grado de sensibilidad del sistema a responder a fluctuaciones del entorno, de acuerdo a sus condiciones socioeconómicas y tecnológicas (Ojeda *et al.*, 2012). Si bien el productor no puede controlar todos estos efectos, tiene injerencia sobre aquellos asociados al manejo del suelo y del cultivo, entre ellos, la fertilización y nutrición de las plantas (Arcila, 2007). Por lo tanto, la sociedad puede intervenir para reducir el impacto del cambio climático a través de dos grandes acciones, la mitigación y la adaptación. Estos términos según Gran (2022) se refieren a la reducción de gases de efecto invernadero y al proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos, respectivamente.

En este sentido, la caficultura debe proyectarse hacia cambios que reflejen un aporte a los problemas ambientales globales. Por ejemplo, incrementar aquellas acciones o prácticas que disminuyan la vulnerabilidad del agroecosistema al cambio climático, tender a la mitigación del impacto que generan el aumento de la variabilidad climática y de la ocurrencia de eventos extremos y realizar manejos que favorezcan su adaptación (Bedoya *et al.*, 2021).

Sumado al impacto del cambio climático, otra problemática que generalmente enfrentan los sistemas productivos actuales es el deterioro creciente de los suelos debido a la erosión, al agotamiento de los nutrientes, la pérdida de carbono orgánico y el sellado superficial, entre otros factores. No obstante, muchos de estos efectos podrían revertirse a través de prácticas de manejo sostenible y el uso apropiado de las tecnologías agropecuarias (Renté *et al.*, 2018). En particular, un adecuado plan nutricional se encuentra entre las prácticas que permitirían hacer frente a las mermas que se observan en los rendimientos como consecuencia del cambio climático (Schulz *et al.*, 2021). Sin embargo, poco se conoce sobre cómo utilizan los productores los recursos disponibles que, por desconocimiento o mal manejo, podrían estar siendo subutilizados (Medina *et al.*, 2016).

El diagnóstico de los aspectos físicobiológicos del suelo y de las condiciones socioeconómicas e institucionales constituye una estrategia para establecer potencialidades y oportunidades que difícilmente los agricultores lleguen a visualizar. Este diagnóstico funge, por lo tanto, como punto de partida para lograr un desarrollo fundamentado en problemáticas reales y necesidades concretas y requiere identificar con precisión las causas que limitan dicho desarrollo y no solo los efectos. En particular, resulta relevante como herramienta de diagnóstico el análisis de la vulnerabilidad y capacidad adaptativa ante el cambio climático. Por ejemplo, Descamps (2017) y Schulz *et al.* (2021) propusieron como herramienta de diagnóstico para determinar la vulnerabilidad de un agroecosistema el análisis de tres variables: (i) variables de exposición (que refieren a cambios ambientales como la frecuencia de precipitaciones, etc.), (ii) variables de impacto (que refieren a efectos percibidos en el suelo, los cultivos, etc.) y (iii) variables de capacidad adaptativa (que refieren a acciones, prácticas y medidas de manejo tendientes a impedir o mitigar el impacto de las variaciones en el clima).

El objetivo del presente trabajo fue analizar a través de encuestas la vulnerabilidad y la capacidad adaptativa al cambio climático en fincas cafetaleras de la Empresa Agro-Forestal (EAF) de Jibacoa, Cuba, con énfasis en el uso de las tecnologías de fertilización y suministro de nutrientes.

METODOLOGÍA

El estudio se desarrolló durante los años 2022-2023 en fincas cafetaleras que se encuentran en el área de acción de la EAF, localizada en Jibacoa (22° 1' 1" N y 79° 59' 22" O), municipio de Manicaragua, provincia de Villa Clara, Cuba.

Confección y desarrollo de las encuestas

Se realizaron encuestas a productores con el objetivo de conocer su visión acerca de la vulnerabilidad y capacidad adaptativa de la producción de café frente al cambio climático. Para ello, se visitaron y se sostuvieron entrevistas con los productores de 31 fincas cafetaleras correspondientes a cinco entidades productivas que se dedican al cultivo de café: (i) Cooperativa de Créditos y

Servicios (CCS) Ignacio Pérez Río, (ii) CCS Santiago Rieche, (iii) CCS Reinaldo Urquiza, (iv) Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) La Herradura y (v) la Unidad Empresarial de Base (UEB) Sexto Congreso.

En las encuestas se tuvo en cuenta la herramienta del diagnóstico para la determinación de la vulnerabilidad a partir de la consideración de las tres variables principales (de exposición, de impacto y de capacidad adaptativa) (Descamps, 2017; Schulz *et al.*, 2021) (Cuadro 1). Las encuestas se completaron en base a la información subjetiva del productor, teniendo en cuenta sus experiencias, y las visualizaciones del encuestador durante los recorridos realizados por las fincas. A su vez, se obtuvo información de la frecuencia (siempre, a menudo, pocas veces, nunca) con que los productores realizan análisis químicos del suelo y utilizan fertilizantes minerales, abonos verdes, abonos orgánicos (compost, humus de lombriz, pulpa de café, aguas-mieles del procesamiento del café) y bioestimulantes (y cuáles de estos son los que se emplean).

En total se realizaron 25 preguntas (Cuadro 1). A cada pregunta se ofrecieron tres criterios de respuesta: (i) "Sí" cuando el fenómeno planteado influye de forma positiva en la finca, (ii) "+/-" cuando el fenómeno ocurre en un nivel intermedio y (iii) "No" cuando el fenómeno planteado no influye de forma positiva en la finca.

Análisis de las encuestas

Se identificaron las variables o limitantes que en mayor grado impactan en las fincas cafetaleras de la EAF Jibacoa a través de la determinación del porcentaje de productores que tuvieron el criterio "No" según la siguiente ecuación:

$$\text{Limitantes (\%)} = \frac{(\text{Total de criterios 'No'})}{(\text{Total de encuestados})} * 100$$

[Ecuación 1]

Contestadas las preguntas, al resultado de los criterios "Sí" más la mitad de los criterios "+/-", se le restó el resultado de los criterios "No". Luego, se clasificó la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático según la escala citada por Schulz *et al.* (2021) (Cuadro 2).

Cuadro 1. Encuesta para evaluar la vulnerabilidad y capacidad adaptativa frente al cambio climático en fincas cafetaleras de la EAF de Jibacoa, Cuba.

Preguntas sobre los efectos del cambio climático en la producción de café				
Número	Variables de exposición	Sí	+/-	No
1	¿Ha habido cambios en la temperatura en los últimos años?			
2	¿Las lluvias han sido irregulares en los últimos años?			
3	¿Hay un aumento de lluvias intensas con inundaciones y derrumbes?			
4	¿Hay un riesgo de huracanes o tormentas tropicales en su región?			
5	¿Ha habido sequías en la zona, disminución o falta de agua en su propiedad en los últimos años?			
6	¿Hay vientos fuertes o un incremento de los vientos fuertes en los últimos años?			
Variables de impactos (sensibilidad + exposición)				
7	¿La mayoría de los suelos en los cafetales y en otras partes de la finca tienen señales de erosión?			
8	¿La fertilidad de los suelos ha disminuido en los últimos años?			
9	¿Hay floración irregular en las plantas del café?			
10	¿Han aumentado las plagas y enfermedades en los últimos años?			
11	¿Hay un aumento de caída de hojas, o de flores, o de granos de café?			
12	¿Está disminuyendo la producción promedio de café en los últimos años?			
Variables de capacidad adaptativa				
13	¿Faltan prácticas de conservación de suelos en la mayor parte de los cafetales?			
14	¿Está el suelo del cafetal sin cobertura de malezas o de hojarasca?			
15	¿Hay muy poca diversidad de árboles u otros cultivos y de animales silvestres en el cafetal?			
16	¿Hay áreas del cafetal a pleno sol con menos del 20% de sombra o con más del 70% de sombra?			
17	¿Tiene el cafetal más de 15 años?			
18	¿Las variedades de café resistentes a enfermedades o resistentes a las altas temperaturas y sequías son ausentes en su cafetal?			
19	¿Está ausente la práctica de poda y deshije (i.e. eliminación de brotes) anual en su cafetal?			
20	¿Está ausente la práctica anual de resiembra de café?			
21	¿Aplica Ud. más de 200 kg ha ⁻¹ año ⁻¹ de nitrógeno en abonos químicos?			
22	¿Está ausente la práctica de aplicar abonos orgánicos, o pulpa de café o aguas-mieles en el cafetal?			
23	Si tiene fuentes y quebradas de agua en la finca, ¿están la mayoría de las fuentes y quebradas sin cobertura de bosque?			
24	La mayor parte de las áreas de la finca que no tienen café (otros usos), ¿tienen cobertura de árboles?			
25	¿Está ausente la organización sobre mitigación y adaptación al cambio climático?			
Total				

Cuadro 2. Categorías para evaluar la vulnerabilidad al cambio climático en unidades productivas cafetaleras.

Categoría	Puntos obtenidos en la evaluación	
	Desde	Hasta
Vulnerabilidad prácticamente ausente, excelente capacidad adaptativa	20	25
Vulnerabilidad baja, alta capacidad adaptativa	15	19
Vulnerabilidad y capacidad adaptativa moderada	8	14
Vulnerabilidad y capacidad adaptativa regular	1	7
Vulnerabilidad y capacidad adaptativa medianamente crítica	-6	0
Vulnerabilidad y capacidad adaptativa crítica	-13	-7
Vulnerabilidad y capacidad adaptativa muy crítica	-20	-14
Totalmente vulnerable y sin ninguna capacidad adaptativa	-25	-21

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron los aspectos que en mayor y menor grado impactan en la actividad cafetalera en las áreas de los productores de la EAF de Jibacoa, Cuba. El aumento de las temperaturas, la disminución de cantidad y regularidad de las lluvias (con un consecuente alargamiento del período seco), junto a los riesgos de ocurrencia de huracanes y tormentas tropicales que existen en la zona, fueron las variables climáticas por la que más preocupación mostraron los productores (Cuadro 3). En coincidencia, el estudio realizado por Schulz *et al.* (2021) reflejó que en el 90% de las unidades productivas cafetales de Guatemala, el aumento de la temperatura y las lluvias son factores que impactan sobre la vulnerabilidad y capacidad adaptativa de los cafetales. De hecho, la pluviometría fue identificada como el factor climático limitativo más importante después de la temperatura para la producción cafetalera (González *et al.*, 2016). Estos cambios en las variables mencionadas, según Hernández y Tapia (2023), implicaría efectos sobre el crecimiento de las plantas cultivadas, en particular en sus etapas reproductivas, la floración, el desarrollo del fruto y, en consecuencia, el rendimiento productivo de las plantaciones de café. El déficit hídrico en el suelo provocado por las lluvias irregulares o el alargamiento de períodos secos afecta el crecimiento, el desarrollo y el rendimiento de las plantas de café (Peña *et al.*, 2012).

Los criterios de los productores fueron corroborados por Fonseca *et al.* (2019), quienes reportaron para Cuba una tendencia al incremento de la temperatura media anual desde el año 1951 hasta el 2019, con el registro más elevado en el año 2019, al alcanzar un valor de 1,1 °C por encima de la media histórica del período 1961-1990 de 25,5 °C; la década más reciente

(2010-2019) tuvo la temperatura media más elevada de los registros; además, se registraron 33 récords de temperaturas máximas absolutas en el país.

Independientemente de que muchas fincas tienen fuentes de abasto de agua, estas prácticamente no se utilizan para el riego del café, siendo las lluvias irregulares y el alargamiento del período seco una de las mayores preocupaciones de los encuestados (Cuadro 3). Teniendo en cuenta el empleo del Índice de Precipitación Estandarizado (SPI) como indicador para el análisis de la sequía meteorológica en la provincia de Villa Clara, entre los años 2000 y 2017 se presentaron 11 períodos estacionales con sequía, cuatro de los cuales corresponden al período lluvioso y siete al poco lluvioso; el período estacional lluvioso más seco mostró SPI de -1,76, mientras que el período estacional poco lluvioso más seco fue de -3,03 (Otero y Barcia, 2018). Estos autores constataron, además, la tendencia a la disminución de las precipitaciones en el bimestre de la temporada lluviosa mayo-junio como una de las características más recurrentes de los eventos de sequía meteorológicas relacionado con el hecho de que en Cuba son más frecuentes los patrones de la circulación atmosférica a partir de los finales de la década de los años 70.

Por lo expuesto anteriormente, se debe promover la posibilidad de aprovechar fuentes de agua para el riego del café, pues según Godínez (2023) las lluvias irregulares y el alargamiento del período seco están dentro de los principales factores de este fenómeno ambiental que amenazan la producción de este cultivo en el futuro. Al respecto, Ojeda *et al.* (2012) plantearon que, bajo condiciones más secas y más calientes proyectadas por efecto del cambio climático, la agricultura tendrá el reto de incrementar o mantener la producción actual con

Cuadro 3. Limitantes que impactan en la vulnerabilidad y capacidad adaptativa en fincas cafetaleras de la EAF de Jibacoa, Cuba.

Número	Variables de exposición	Porcentaje (%)
1	Cambio de la temperatura en los últimos años	100
2	Lluvias irregulares en los últimos años	96,8
3	Aumento de lluvias violentas	6,5
4	Riesgo de huracanes o tormentas tropicales en la región	96,8
5	Sequías en la zona, disminución o falta de agua	90,3
6	Vientos fuertes o un incremento de los vientos fuertes	45,1
Variables de impactos (sensibilidad + exposición)		
7	Suelos en los cafetales con señales de erosión	45,2
8	Disminución de la fertilidad de los suelos	90,3
9	Floración irregular de las plantas de café	51,6
10	Aumento de las plagas y enfermedades	87,1
11	Aumento de caída de hojas, flores o granos de café	35,5
12	Disminución de la producción promedio del café	48,4
Variables de capacidad adaptativa		
13	Faltan prácticas de conservación de suelos	51,6
14	Suelo del cafetal sin cobertura de malezas o de hojarasca	45,2
15	Diversidad de árboles u otros cultivos en el cafetal	16,1
16	Manejo de la sombra en el cafetal	19,4
17	Plantaciones de café con más de 15 años	58,1
18	Uso de variedades de café resistentes	48,4
19	Manejo de cafetales mediante poda y deshije	45,2
20	Resiembra de café en las áreas	71,0
21	Aplicación de fertilizantes químicos (nitrógeno)	100
22	Utilización de práctica de abonos orgánicos en el cafetal	38,7
23	Si tiene fuentes de agua y quebradas en la finca y su cobertura	6,5
24	Situación de la cobertura de árboles en áreas sin café	16,1
25	Existencia de organización sobre la mitigación y adaptación al cambio climático	45,2

menos agua a través de acciones de adaptación, aplicando técnicas y sistemas que permitan una mayor eficiencia en el uso del agua. Uno de los factores de mayor influencia sobre la producción potencial de los cafetos es la cantidad de agua disponible durante el ciclo del cultivo (Arcila, 2007).

Las técnicas de conservación de suelo son de gran importancia en los escenarios actuales del cambio climático. En este sentido, Ojeda *et al.* (2012) expresaron que un incremento en la temperatura significa también mayor evaporación y un secado más rápido del suelo; esto implica la necesidad de aumentar la adopción de prácticas que permitan disminuir la pérdida de humedad de la superficie del suelo para maximizar la oferta de este

recurso a los cultivos ante los escenarios proyectados.

Otras variables que los productores encuestados manifestaron como altamente limitantes, junto a las climáticas, fueron: el aumento de las plagas y enfermedades, la disminución de la fertilidad de los suelos y la poca utilización de fertilizantes nitrogenados; todos estos con más del 87% (Cuadro 3). Existe creciente evidencia de que los cambios en los casos extremos de lluvia intensa y sequía y el incremento de la temperatura causan efectos importantes en el cultivo del café, como mayor presencia de plagas y enfermedades y un aumento en la susceptibilidad a los mismos (Resco, 2022), cafetales estresados y susceptibles, degradación de los suelos y, en consecuencia, cultivos con deficiencias nutricionales

(Godínez, 2023). Estas situaciones disminuyen los rendimientos y afectan la economía de las familias caficultoras (Godínez, 2023). La producción de café puede verse limitada aún más si no se hace un uso adecuado de las prácticas que contribuyen al suministro de nutrientes. En tal sentido, la nutrición de las plantas es uno de los factores que, según Sieiro *et al.* (2020), juega un importante papel en la aparición de los patógenos y la susceptibilidad del cultivo: una fertilización balanceada otorga a los cultivos mayor resistencia fisiológica ante patógenos.

Entre las acciones de mitigación de importancia para la agricultura se encuentran: la mejora en el manejo de los suelos y cultivos, la restauración de los suelos degradados y la mejora en la aplicación de fertilizantes nitrogenados (Ojeda *et al.*, 2012). La disponibilidad de nutrientes es uno de los servicios ecosistémicos más importante y evidente en la generación de biomasa y, concomitantemente, en la producción de alimentos (Bedoya *et al.*, 2021).

Por otro lado, se pudo constatar la diversidad de cultivos existente en las fincas cafetaleras (Cuadro 3). Además del cultivo principal, el café, se encuentran producciones de plátano (*Musa spp.*), aguacate (*Persea americana* Mill), mamey [*Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore & Stearn] y cítricos (*Citrus spp.*), así como especies maderables con alto valor comercial como las caobas (*Khaya spp.* *Swietenia macrophylla* King) y el cedro (*Cedrela odorata* L.), por citar algunos ejemplos. Esto está en relación con lo expresado por Rodríguez *et al.*

(2021) quienes sostienen que el agroecosistema cafetalero es un sistema ecológico que cuenta con una o más poblaciones de utilidad agrícola y el ambiente con el cual interactúa. En Cuba, el agroecosistema para la producción de café está representado por sistemas tradicionales, con modalidades de cafetales que van desde sombra diversificada a base de árboles de la vegetación primaria, hasta policultivos diversos o simples con especies arbóreas frutales, forestales maderables y/o plátanos. El ecosistema cafetalero bajo sombra diversificada conserva parte de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas boscosos que reemplazó al mantener los recursos y sus componentes.

La mayor parte de las fincas cafetaleras (74,2%) tuvieron una categoría de vulnerabilidad y capacidad adaptativa medianamente crítica mientras que otro grupo (19,4%), mostró una vulnerabilidad y capacidad adaptativa crítica, lo que resulta un total del 93,6% entre estas dos categorías (Figura 1). Estos resultados indicarían falta de integralidad en la implementación de tecnologías al cultivo. Según Navarro *et al.* (2018), una de las causas fundamentales de los bajos rendimientos es la falta de aplicación de las tecnologías agrícolas claves. Por lo tanto, se debe trabajar en la elaboración de un plan de medidas que conlleven a la adaptación en todas estas fincas. Según Descamps (2017), se deben desarrollar acciones para convertir de negativo a positivo los criterios o factores que inciden en la finca del productor.

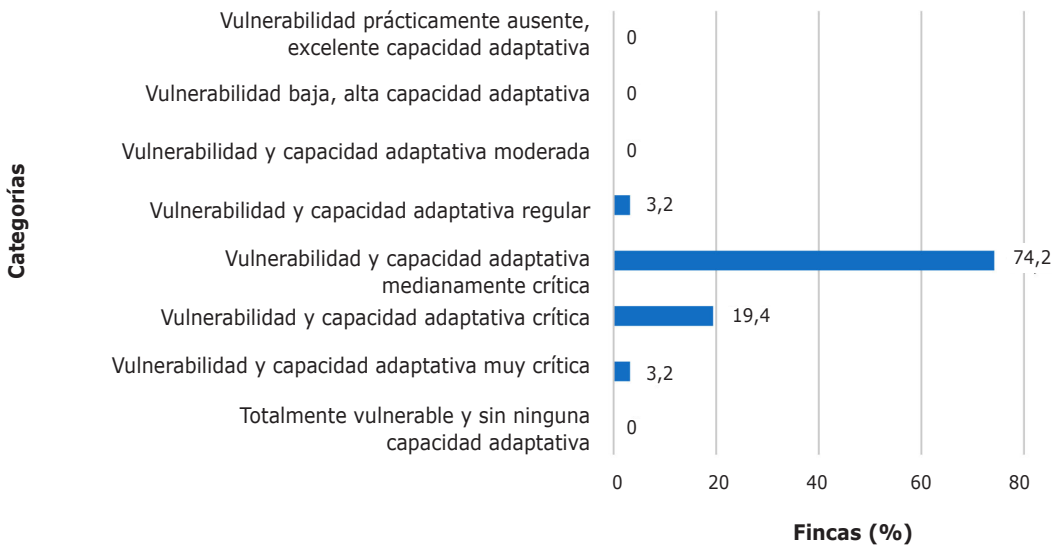


Figura 1. Porcentaje de fincas que se corresponde con cada categoría de la vulnerabilidad y capacidad adaptativa. Los datos fueron obtenidos a partir de entrevistas a productores de las fincas cafetaleras de la EAF de Jibacoa, Cuba.

Al profundizar respecto a las prácticas relacionadas con la fertilización y el suministro de nutrientes se pudo verificar que pocas veces se utilizan los análisis químicos del suelo (Figura 2). En el 93,5% de las fincas se utilizó esta herramienta; sin embargo, los últimos análisis se realizaron en el año 2015, por lo cual no se pudo constatar que existiera una sistematicidad en su utilización. El análisis de suelo es una herramienta que permite realizar un diagnóstico y un análisis de las características del sistema suelo-planta para lograr un manejo racional de la fertilidad (García, 2019). Una correcta interpretación de los análisis químicos del suelo es importante para indicar las fuentes, las cantidades y el momento más adecuado para la aplicación de correctivos y fertilizantes por parte del productor (Luiz *et al.*, 2019). Por lo tanto, los resultados del presente trabajo indicarían que no se hace un uso adecuado de esta práctica y que las fincas estudiadas requieren llevar a cabo una actualización más frecuente de los indicadores de fertilidad de los suelos. Esto es especialmente relevante teniendo presente que las pendientes en los agroecosistemas cafetaleros del macizo Guamuhaya y su régimen de precipitaciones son factores que aumentan la fragilidad de los suelos y favorecen su erosión.

En general, los resultados indicaron que los productores aplicaron poco fertilizante químico sobre todo en los últimos años (Figura 2); esto se verificaría incluso cuando algunos productores manifestaron que fertilizan a menudo, ya que la mayoría expresó no haberlo hecho recientemente. Los fertilizantes más utilizados fueron superfosfato triple y fórmula completa (7:14:7;

5:5:24:3). Por otro lado, según las encuestas, las tecnologías de abonos verdes, abonos orgánicos y bioestimulantes en las fincas cafetaleras analizadas son pocos utilizados (Figura 2). Además, mientras una gran parte de los productores no utilizan bioestimulantes (41,9%), el resto usa muy poca variedad de estos productos en la caficultura en esta localidad, siendo FitoMas-E® el más aplicado (Figura 3). Estos resultados podrían deberse a que los bioestimulantes son poco ofertados a los productores a pesar de que permitirían incrementar el rendimiento del cultivo del café y disminuir la vulnerabilidad de las fincas cafetaleras al cambio climático.

Fernández *et al.* (2014) reportaron resultados similares en el diagnóstico realizado en la zona cafetalera Rihito en Santiago de Cuba, en relación a la aplicación de las tecnologías de fertilización. Estos autores señalaron que los productores encuestados desconocían no solo cómo proteger los suelos (86,6%), elevar los rendimientos del café (80%), producir el humus de lombriz (100%) y hacer compost (80%), sino también la relevancia de producir y aplicar abonos orgánicos (86,6%). Al respecto, Parada *et al.* (2022) refirieron que si no se realizan las prácticas de adaptación adecuadas se afectará la producción de los sistemas cafetaleros; sin embargo, para implementar las decisiones más convenientes es importante tener en cuenta las características propias de cada lugar.

Al analizar de forma integral las prácticas que conforman el suministro de nutriente en las fincas cafetaleras de la EAF bajo estudio se constató que este aspecto limi-

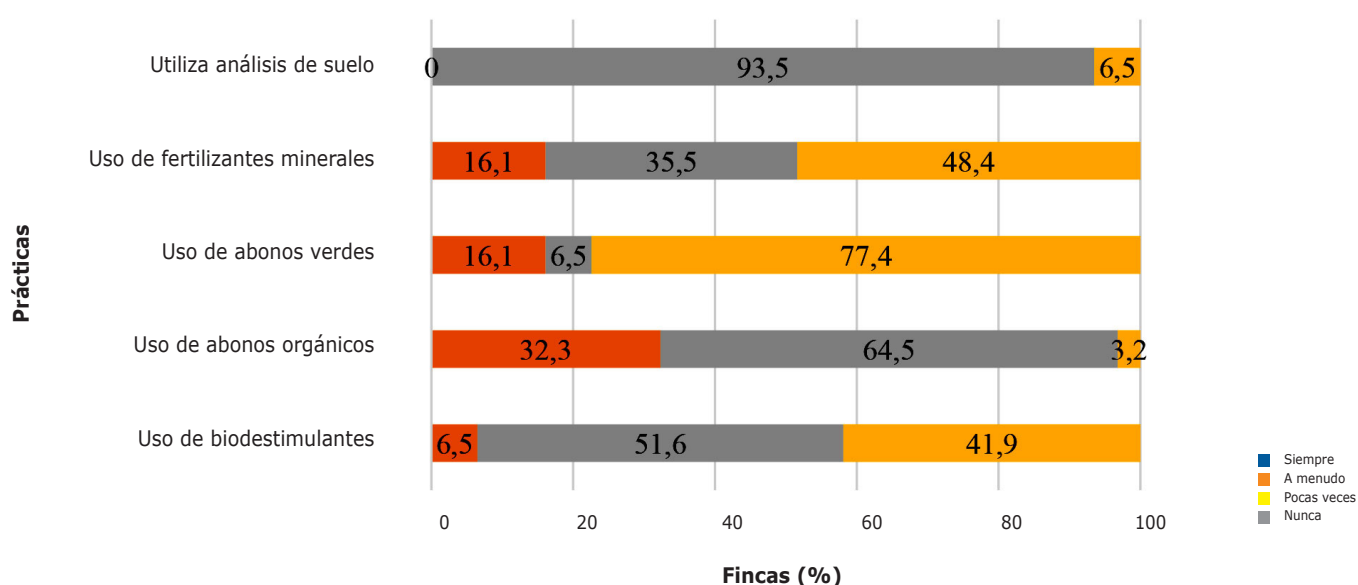


Figura 2. Porcentaje de fincas que utiliza cada estrategia de fertilización y suministro de nutrientes consultada y realiza análisis de suelo. Los datos fueron obtenidos a partir de entrevistas a productores de las fincas cafetaleras de la EAF de Jibacoa, Cuba.

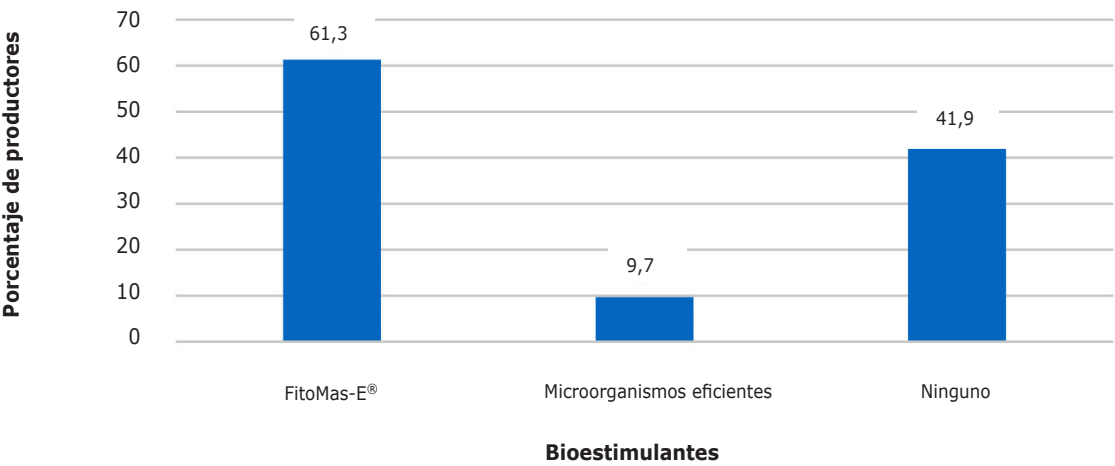


Figura 3. Bioestimulantes utilizados por productores cafetaleros. Los datos fueron obtenidos a partir de entrevistas a productores de las fincas cafetaleras de la EAF de Jibacoa, Cuba.

ta e impacta sobre la vulnerabilidad y la capacidad adaptativa de los agroecosistemas al ser estas insuficientes, poco generalizadas y aplicadas de forma aisladas. En la actualidad, la necesidad de implementar de forma adecuada las tecnologías de fertilización es insoslayable ya que pueden contribuir a disminuir el efecto del cambio climático sobre la variabilidad de los rindes año a año.

El contexto actual de cambio climático exige que se tomen medidas concretas tendientes a prevenir y mitigar los efectos adversos de las variaciones climáticas sobre la productividad de los cultivos a través del diseño de manejos sostenibles de los agroecosistemas. La producción cafetalera en la montaña justifica la implementación de tecnologías integradas que posibiliten una explotación racional en función de la obtención de altos rendimientos con la adecuada protección de los recursos naturales y del medio ambiente (Schulz *et al.*, 2021).

CONCLUSIONES

El 93,6% de las fincas cafetaleras de la EAF Jibacoa, Cuba, tuvieron una categoría de vulnerabilidad y capacidad adaptativa medianamente crítica y crítica, lo cual indicaría una falta de integralidad en la implementación de tecnologías al cultivo. Al ser insuficientes, poco generalizadas y aplicadas de forma aisladas, las prácticas que conforman la fertilización y el suministro de nutrientes en estas fincas, las limitaciones asociadas a la fertilidad química de los suelos impactan sobre la vulnerabilidad y la capacidad adaptativa de estos agroecosistemas. Por lo tanto, el manejo de la fertilización y de la nutrición de los cultivos de café a partir de un diagnóstico preciso constituiría una herramienta para disminuir la brecha entre el rendimiento potencial del cultivo de café y el alcanzado bajo la realidad productiva actual.

BIBLIOGRAFÍA

Arcila, J. (2007). Factores que determinan la productividad del cafetal. En: Arcila, J., Farfán, F., Moreno, A., Salazar, L. F. e Hincapié, E. (Eds.). *Sistemas de producción de café en Colombia* (pp. 62-86). Editorial Blanecolor Ltda. http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2017/12/Sistemas-producci%C3%B3n-caf%C3%A9-Colombia_.pdf

Bedoya, B., Dossman, M. y Marín, J. (2021). Valoración ecológica de los servicios ecosistémicos prestados por el suelo en fincas cafeteras en Belén de Umbría, Colombia. *Revista De Ciencias Ambientales*, 55(1), 160-185. <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/ambientales/article/view/14904/20732>

Descamps, P. (2017). *Técnicas para la producción sostenible de café frente al cambio climático. Acciones climáticas en el sector agropecuario* (pp. 35). Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, Costa Rica.

Fernández, I., Navarro, D., Fajardo, O. y Reyes, R. (2014). Caracterización socio productiva de la comunidad cafetalera Rihitos. *Café y cacao*, 13(1), 57-65.

Fonseca, C., Alpizar, M., Hernández, D., González, I. T., Cutié, V., Valderá, N., Barcia, S., Martínez, M., Gil, L., Vázquez, R., Rodríguez, R. M., Velázquez, B. y Pérez, R. (2019). Estado del clima en Cuba 2019. Resumen ampliado. *Revista Cubana de Meteorología*, 26(4), 1-18. <http://scielo.sld.cu/pdf/rcm/v26n4/2664-0880-rcm-26-04-e09.pdf>

- García, S. D., Bautista, L.G. y Bolaños, M. M. (2019). Diagnóstico de la fertilidad de los suelos de cuatro municipios de Cundinamarca (Colombia) para la producción de plátano. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.* 22(1), e1192. <https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/2005/1192-;jsessionid=42780B18F88B9653CA39CD5B91570075?sequence=1>
- Godínez, G. (2023). Cambio climático, una realidad que amenaza el futuro de la producción de café. *Revista Latinoamericana de Difusión Científica*, 5(9), 90-113. <https://doi.org/10.38186/difcie.59.07>
- González, C., Ferrás, Y., Calzada, L. y González, A. (2016). Características del régimen pluviométrico de una zona cafetalera de la empresa Cumanayagua. *Café Cacao*, 15(1), 74-77.
- González, F., Cisneros, E. y Montilla, E. (2017). Respuesta al déficit hídrico del cafeto (*Coffea arabica* L.) en diferentes fases de desarrollo. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 26(3), 4-11. <http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v26n3/rcta01317.pdf>
- Gran, J. A. (2022). Desnaturalizar el cambio climático: repensando la vulnerabilidad climática en contextos urbanos. *El Colegio de Jalisco*, 23, 373-397. <https://www.scielo.org.mx/pdf/ins/n23/2007-4964-ins-23-373.pdf>
- Hernández, J. y Tapia, G. (2023). Percepción de los efectos del cambio climático y prácticas de adaptación de los caficultores del estado de Puebla, México. *Bio Ciencias*, 10, e1419. <https://doi.org/10.15741/revbio.10.e1419>
- Luiz, F., Mozena, W., Cayô, A. y Duarte, H. (2019). Diagnóstico integrado y rangos de nutrientes en el suelo para el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris*) en la región de Cerrado. *Cultivos Tropicales*, 40(4), e03. <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v40n4/1819-4087-ctr-40-04-e03.pdf>
- Medina, J. A., Ruiz, R. E., Gómez, J. C., Sánchez, J. M., Gómez, G. y Pinto, O. (2016). Estudio del sistema de producción de café (*Coffea arabica* L.) en la región Frailesca, Chiapas. *CienciaUAT*, 10(2), 33-43. <https://www.scielo.org.mx/pdf/cuat/v10n2/2007-7858-cuat-10-02-00033.pdf>
- Navarro, D., Fernández, I. y Ruiz, D. (2018). Asistencia técnica y capacitación de la cadena agro-industrial de la EAAF Tercer Frente. *Café Cacao*, 17(2), 55-61.
- Ojeda, W., Sifuentes, E., Rojano, A. y Iñiguez, M. (2012). *La adaptación de la agricultura de riego ante el cambio climático* (pp. 113). 1ª ed. Vol. IV. Poliopro, F., Martínez, A. y Gómez, C. P. (Eds.). Jiutepec, Mor. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. https://www.researchgate.net/publication/233387152_La_adaptacion_de_la_agricultura_de_riego_ante_el_cambio_climatico consultado 21-7-2023
- Otero, M. y Barcia, S. (2018). Manifestaciones de la sequía meteorológica en la provincia de Villa Clara (Cuba) en el período 2000-2017. *Investigaciones Geográficas, Esp.*, 70, 197-226. <https://www.redalyc.org/journal/176/17664421010/17664421010.pdf>
- Parada, P. C., Barradas, V. L., Ortiz, G., Cervantes, J. y Cerdán, C. R. (2022). Aptitud climática para *Coffea arabica* L. ante eventos climáticos extremos: Importancia de la cobertura arbórea. *Scientia Agropecuaria*, 13(1), 53-62. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2022.005>
- Parada, P. C., Cervantes, J., Ruiz, V. E. y Cerdán, C. R. (2020). Efectos de la variabilidad de la precipitación en la fenología del café: caso zona cafetalera Xalapa-Coatepec, Veracruz, Mex. *Ingeniería y Región*, 24, 61-71. <https://doi.org/10.25054/22161325.2752>
- Peña, A. J., Ramírez, V. H., Valencia, J. A. y Jaramillo, A. (2012). La lluvia como factor de amenaza para el cultivo del café en Colombia. En: *Avances técnicos 415* (pp. 8). Cenicafe. <https://www.cenicafe.org/es/publications/avt0415.pdf>
- Renté, O., Nápoles, M. C., Pablos, P. y Vargas, B. (2018). Efecto de *Canavalia ensiformis* (L.) en propiedades físicas de un suelo fluvisol diferenciado en Santiago de Cuba. *Cultivos Tropicales*, 39(2), 59-64. <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v39n2/ctr08218.pdf>
- Resco, P. (2022). *Empieza la cuenta atrás. Impacto del cambio climático en la agricultura española*. Coordinadora de Organizaciones de Agricultores y Ganaderos (COAG). https://coag.com.es/Informe_Impactos_Cambio_Climatico_en_la_Agricultura.pdf
- Rodríguez, O., Fuentes, O. y Vargas, B. (2021). Factores sociales, económicos y ambientales asociados a los ecosistemas cafetaleros: una revisión bibliográfica. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(2), 33-42. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/466/442>
- Schulz, C. J., Virginio, E. de M., Detlefsen, G., Jiménez, L. D. y Chocooj, M. E. (2021). *Análisis sobre vulnerabilidad y capacidad adaptativa al cambio climático de fincas cafetaleras en Guatemala*, 1. 194- 201. https://www.researchgate.net/publication/357934888_Analisis_sobre_vulnerabilidad_y_capacidad_adaptativa_al_cambio_climatico_de_fincas_cafetaleras_en_Guatemala
- Sieiro, G. L., González, A. N., Rodríguez, E. L. y Rodríguez, M. (2020). Efecto de los macronutrientes primarios en la susceptibilidad a enfermedades. *Centro Agrícola*, 47(3), 66-74. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852020000300066