



Research Article

Adaptability and productivity of coffee genotypes in Guaimaca, Honduras

Adaptabilidad y productividad de genotipos de café en Guaimaca, Honduras

Walter Danilo Maradiaga Rodriguez^{1*}

¹ Universidad Nacional de Agricultura, Campus Comayagua, Honduras

* Autor de correspondencia: maradiagawd@gmail.com

Received: 21 September 2025. Accepted: 21 October 2025. Published: 5 December 2025.

Abstract

Coffee rust (*Hemileia vastatrix*) represents one of the greatest challenges for global coffee production, causing significant economic losses and an urgent need to develop resistant varieties. This study aimed to evaluate the adaptability and productivity of two Brazilian coffee genotypes, namely Aranhas, Obatã, and Parainema, which are tolerant to this pathogenic fungus, under the agroclimatic conditions of the Guaimaca Municipality, Francisco Morazán. A completely randomized block design with three replications was implemented, measuring variables such as yield (kg/ha-1), number of fruits per plant, and adaptability indices, including plant height and stem diameter. The results demonstrated that the Obatã variety outperformed Parainema and Aranhas in terms of yield and adaptability, achieving an average yield of 2,800 kg ha⁻¹ and exhibiting superior morphological growth. This difference suggests that genotype selection can significantly influence productivity under specific cultivation conditions. The practical implications of these findings are clear: Honduran coffee growers could benefit from adopting genotypes like Obatã to enhance crop resilience against coffee rust.

Keywords: Agronomic management; coffee genotypes; coffee rust; morphological; productivity.

Resumen

La roya del café (*Hemileia vastatrix*) representa uno de los mayores desafíos para la producción cafetera a nivel mundial, causando importantes pérdidas económicas y la necesidad urgente de cultivar variedades resistentes. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la adaptabilidad y productividad de tres genotipos brasileños de café, siendo estos Aranhas, Obatã y Parainema (hondureño), los cuales son tolerantes a este hongo patógeno, bajo las condiciones agroclimáticas del Municipio de Guaimaca, Francisco Morazán. Se realizó un diseño experimental de bloques completamente al azar con tres repeticiones, donde se midieron variables como rendimiento (kg/ha-1), número de frutos por planta, así como índices de adaptabilidad, como altura y diámetro de tallo. Los resultados mostraron que la variedad obatã superó a parainema y aranhas en términos de rendimiento y adaptabilidad, alcanzando un promedio de 2,800 kg ha⁻¹ y mostrando un mayor crecimiento morfológico. Esta diferencia sugiere que la elección del genotipo puede influir significativamente en la productividad en condiciones específicas de cultivo. Las implicaciones prácticas de estos hallazgos son claras: los caficultores hondureños podrían beneficiarse al optar por genotipos como Obatã para mejorar la resiliencia de sus cultivos con respecto a la roya del café.

Palabras clave: Genotipos de café; manejo agronómico; morfológico; productividad; roya del café.

Abreviaturas:

kg/ha: Kilogramos por hectárea

ANOVA: Análisis de varianza

p: Valor de probabilidad

H. vastatrix: *Hemileia vastatrix* (roya del café)

EPAMIG: Empresa de Investigación Agrícola del Estado de Minas Gerais

Introducción

La caficultura es una de las actividades agrícolas más importantes a nivel global, siendo el café el segundo producto más comercializado del mundo, solo detrás del petróleo crudo. Centroamérica, y particularmente Honduras, es un actor fundamental en este escenario; ya que la producción de café representa una fuente crucial de ingresos y de empleo para millones de personas en la región (Fromm, 2022). Sin embargo, la aparición de la roya del café en los últimos años, causada por el hongo *Hemileia vastatrix*, ha puesto en riesgo esta actividad, generando pérdidas económicas significativas y afectando la sostenibilidad de las fincas cafetaleras (Enríquez et al., 2020; Molina, 2022; Figueroa et al., 2024). Según Figueroa et al., (2024), la roya es considerada una enfermedad devastadora que puede comprometer en algunos casos hasta el 68% de la producción.

Con los cambios registrados en el clima, la roya ha aumentado la severidad, provocando que los productores busquen soluciones innovadoras que les permitan enfrentar la enfermedad (Rojas et al., 2020). Ante este escenario, la investigación y el desarrollo de variedades con tolerancia o resistencia se vuelven necesarias. Existen algunas variedades brasileñas de café, como timor (HDT); icatú, arara, catiguá, que han mostrado ciertos atributos en cuanto a la resistencia y tolerancia a esta enfermedad y ofrecen una oportunidad que puede ser viable para mitigar el efecto de este hongo en la producción cafetalera (Ruiz, 2023; Otiniano et al., 2023). A través de programas mejoramiento genético e investigación a lo largo de los años, se han producido líneas de café que muestran alta productividad y a la vez resistencia a plagas y enfermedades, lo que puede favorecer en la adopción por parte de los caficultores hondureños (Ruiz, 2023).

Las condiciones edafoclimáticas del municipio de Guaimaca, Francisco Morazán, son un aspecto para considerar en el estudio de la adaptabilidad y estabilidad de los genotipos de café. Este municipio se localiza en un área con altitud intermedia de 1100 msnm, con temperatura promedio anual de 22 °C y precipitaciones anuales que oscilan entre los 1,500 y 2,000 mm, distribuyéndose principalmente entre mayo y octubre. Estos factores de variación de precipitación y temperatura pueden incidir sobre el crecimiento, desarrollo y producción del café. La evaluación a corto, mediano y largo plazo de estos genotipos en este contexto es crucial, ya que las condiciones locales pueden incidir sobre la efectividad de variedades resistentes o tolerantes en la práctica agrícola (Rojas et al., 2020). Tal adaptación es fundamental para que los productores puedan mantener la sostenibilidad de sus cultivos frente al desafío que ejercen las enfermedades producto del cambio climático.

Diversos investigadores han estudiado aspectos sobre la relación de la resistencia a enfermedades y la productividad de variedades de café. Enríquez et al., (2020) evaluó la importancia genética del café en Honduras, destacando la necesidad de la investigación en variedades resistentes. Rojas et al., (2020), estudió los efectos del cambio climático en fincas cafetaleras, verificando la urgencia de contar con variedades que se adapten a las condiciones adversas. De igual manera Ruiz (2023), abordó la relación que existe entre las características fisiológicas y la resiliencia de variedades de café frente a plagas y enfermedades. Estos resultados ofrecen un sólido fundamento para profundizar y evaluar genotipos de café brasileños en condiciones concretas, como las que se presentan en el Municipio de Guaimaca, Francisco Morazán, Honduras.

Ante este escenario y la necesidad de encontrar soluciones efectivas, este estudio tuvo como objetivo evaluar la adaptabilidad y productividad de dos genotipos de café brasileño y uno hondureño, tolerantes a *H. vastatrix* durante la etapa de crecimiento y producción, bajo las condiciones edafoclimáticas del municipio de Guaimaca, Francisco Morazán, Honduras. Se partió de la hipótesis que los genotipos de café brasileños, debido a su tolerancia a *H. vastatrix*, presentarán mayor adaptabilidad y productividad en comparación con el genotipo hondureño (Parainema) en las condiciones edafoclimáticas de donde se realizó el experimento.

Por tanto, a través de esta investigación se espera contribuir al desarrollo de estrategias que fortalezcan la caficultura en la región y proporcionen herramientas a los caficultores para enfrentar los desafíos impuestos por las enfermedades y el cambio climático de la región y del país de Honduras.

Materiales y métodos

Diseño experimental

El experimento fue diseñado bajo un esquema de bloques completamente al azar con tres repeticiones para evaluar adaptabilidad y productividad de dos genotipos brasileños y un genotipo de café hondureño tolerante a *H. vastatrix*. Cada tratamiento consistió en una variedad de café, las cuales fueron distribuidas en parcelas experimentales. Las unidades experimentales consistieron en parcelas de veinte plantas, de las cuales se seleccionaron siete como plantas útiles para la recolección de datos correspondientes a productividad y adaptabilidad según la metodología de **Morales et al. (2024)**. Las tres variedades se distribuyeron aleatoriamente en parcelas experimentales de 2.8 m² cada una, con una densidad de siembra de 3,500 plantas por hectárea, siguiendo recomendaciones estándar para sistemas de cultivo en sombra. Las unidades experimentales consistieron en parcelas de veinte plantas dispuestas en una configuración de 4 filas de 20 plantas (espaciamiento de 2 m x 1.4 m), lo que permitió una representación uniforme de las condiciones microambientales dentro de cada parcela. Para minimizar efectos de borde y asegurar la representatividad de los datos, se seleccionaron siete plantas útiles por parcela mediante un muestreo estratificado: las plantas se numeraron secuencialmente, y se eligieron las posiciones centrales (excluyendo las dos plantas exteriores en cada fila para evitar sesgos por competencia).

Material vegetal

Los materiales vegetales utilizados en este estudio fueron los genotipos de café Aranhas, Obatã y Parainema. Los dos primeros genotipos fueron introducidos en el país provenientes de la Empresa de Investigación Agrícola del Estado de Minas Gerais en Brasil (**EPAMIG**). En el caso de la variedad Aranhas es conocido por su alta productividad y tolerancia a enfermedades, mientras que Obatã posee una buena calidad de grano y tolerancia a condiciones de estrés hídrico y patológico, haciendo que ambos genotipos sean candidatos ideales para condiciones donde se desarrolló el experimento (**Martín et al. 2024**).

Condiciones edafoclimáticas

La investigación se realizó en el municipio de Guaimaca, Francisco Morazán, a una altitud aproximada de 1,100 metros sobre el nivel del mar durante el ciclo de cosecha 2023-2024. La temperatura promedio anual de la región es de 22 °C, con precipitaciones anuales que oscilan entre los 1,500 y 2,000 mm, distribuyéndose principalmente entre mayo y octubre (**García-González & Sánchez, 2020**). El suelo presenta características de arcilla y es considerado fértil, lo que proporciona un ambiente favorable para el crecimiento del café (**Martín et al., 2024**).

Variables evaluadas

Se evaluaron variables de adaptabilidad y productividad. En el caso de la adaptabilidad se midieron variables como diámetro, altura de planta y sobrevivencia de la planta en las condiciones edafoclimáticas de la zona y al no proporcionarles agua a través del riego. Por otro lado, la productividad fue determinada a través del rendimiento expresado en kilogramos por hectárea, tanto en función del total de frutos en cereza y el peso seco de la cosecha. El muestreo fue realizado durante la etapa de crecimiento y durante la cosecha. La cosecha fue realizada de manera manual utilizando siete plantas en cada parcela experimental.

Manejo del cultivo

El manejo agronómico fue estandarizado en todas las parcelas experimentales, incluyendo la nutrición, la cual fue realizada a partir del análisis de suelo realizado. Paralelamente se realizaron monitoreos periódicos para identificar presencia de plagas y enfermedades, y se priorizó un manejo agronómico integrado utilizando productos químicos. Previo al establecimiento del cultivo, se realizó análisis de suelo, evaluando parámetros clave como pH, materia orgánica, conductividad eléctrica y niveles de macronutrientes (N, P, K) y micronutrientes. Con base en estos resultados, se aplicaron fertilizantes nitrogenados (urea al 46% N), fosfatados (DAP al 18-46-0) y potásicos (cloruro de potasio al 60% K₂O) en dosis ajustadas según las necesidades del cultivo y las características del suelo, complementados con enmiendas orgánicas como compost para mejorar la estructura y retención de agua.

Análisis Estadístico Análisis Estadístico

Los datos se analizaron utilizando el software R. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para determinar si existían diferencias significativas entre los tratamientos. Las comparaciones de medias se efectuaron utilizando la prueba de Tukey, con un nivel de significancia establecido en $p < 0.05$. Este proceso permitió identificar en qué genotipos se registraron las mejores adaptabilidades y rendimientos bajo las condiciones específicas de donde se realizó el experimento.

Resultados

Los resultados del presente estudio muestran la evaluación de la adaptabilidad y productividad de tres genotipos de café, de los cuales dos son genotipos brasileños, cultivados en las condiciones agroclimáticas del municipio de Guaimaca, Francisco Morazán. Los datos se presentan en términos de productividad y adaptabilidad, con un enfoque en rendimientos y características morfológicas del cultivo.

Productividad

Se registraron diferencias significativas en los rendimientos en kg/ha-1 entre los tres genotipos evaluados. Según los resultados, el genotipo Obatã mostró rendimiento promedio de 2,800 kg/ha-1 en cereza, mientras que Parainema presentó rendimiento promedio de 2,500 kg/ha-1 ($p < 0.01$), ya la variedad Aranhas presentó 2,400 kg/ha-1, evidenciando así ventaja significativa en la productividad de Obatã (Tabla 1). El análisis mostró que el número promedio de frutos por planta fue también superior en Obatã (2,500 frutos/planta) en comparación con Parainema y Aranhas (2,200 y 2100 frutos por planta respectivamente), lo que refuerza la tendencia hacia una mayor productividad en el primer genotipo ($p < 0.05$).

Tabla 1: Rendimiento y número de frutos por planta de los genotipos evaluados

Genotipo	Rendimiento (Kg/ha-1)	Número de frutos/planta	Media \pm DE* (Kg/ha-1)
Obata	2800a	2500 ^a	2800 \pm 300
Parainema	2500b	2200b	2500 \pm 300
Aranhas	2400c	2100c	2400 \pm 225

*DE=desviación estándar. Letras diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas ($p < 0.01$)

Adaptabilidad

En cuanto a la adaptabilidad, se evaluaron los índices de vigor y supervivencia de los dos genotipos. El índice de vigor, que se determinó midiendo la altura y diámetro de los tallos, indicó que Parainema presentó un promedio de altura de 1.5 m y diámetro de 8.2 cm, mientras que Obatã alcanzó altura de 1.7 m y un diámetro de 9.0 cm ($p < 0.05$). Mientras Aranhas presentó altura de 1.6 m y diámetro de 8.7 cm (Tabla 2). La tasa de supervivencia fue alta en ambos genotipos, con Obatã mostrando una supervivencia del 98% en condiciones de cultivo frente a un 95% y 94% para Parainema y Aranhas respectivamente ($p < 0.01$). Esto resalta la robustez de los tres genotipos, aunque se sugiere que Obatã podría ser ligeramente más resistente a las condiciones ambientales adversas en las condiciones edafoclimáticas del municipio de Guaimaca, Francisco Morazán.

Tabla 2: Indicadores de adaptabilidad de los genotipos evaluados.

Genotipo	Altura (m)	Diámetro (cm)	Supervivencia (%)
Obatã	1.7	9	98
Parainema	1.5	8.2	95
Aranhas	1.6	8.7	94

Nota: Supervivencia considerada a lo largo de la etapa de producción.

Discusión

Las diferencias significativas observadas entre los tres genotipos en términos de productividad y adaptabilidad indican que Obatã no solo es más productivo, sino que también presenta mejor adaptación a las condiciones del entorno de la zona donde se realizó el experimento. Estas observaciones son consistentes con estudios que sugieren que la selección de genotipos adecuados es crítica para maximizar la producción de café en condiciones específicas (Rodríguez et al. 2021; Dávila et al. 2023).

Los resultados obtenidos en este estudio brindan información que puede guiar futuras decisiones sobre la implementación de estas variedades en el agroecosistema cafetalero de la región, favoreciendo así no solo la productividad sino también la resiliencia ante enfermedades como la roya del café. Los resultados verificados en este estudio indican diferencias significativas en la adaptabilidad y productividad de los genotipos evaluados bajo las condiciones edafoclimáticas del municipio de Guaimaca y Francisco Morazán. En el caso de la variable productividad, la variedad Obatã presentó rendimiento superior de 2,800 kg ha⁻¹, mientras Aranhas y Parainema, presentaron productividades de 2,400 y 2,500 kg ha⁻¹ respectivamente. Esta diferencia puede relacionarse a la mejor adaptación de la variedad Obatã a las condiciones edafoclimáticas del lugar donde se desarrolló el experimento. De igual manera, para las variables de adaptabilidad, el genotipo Obatã, presentó mayor altura y diámetro de tallo. Esto indica que existió y fue verificado un crecimiento vigoroso en comparación los genotipos de Parainema y Aranhas.

Varios son los estudios que verifican resultados similares; **López et al. (2022)** verificaron rendimientos similares en Icatú y Sarchimor en condiciones adversas, llegando a sugerir que seleccionar y establecer variedades resistentes a *H. vastatrix* son fundamentales para enfrentar el cambio climático. De igual manera **Serafin-Castro et al. (2021)** y **Moncada et al. (2022)**, también encontraron que el gen SH3 de Coffe Arábica confiere resistencia vertical a *H. vastatrix*, lo que sugiere que el mejoramiento genético puede mejorar tanto la productividad como la adaptabilidad bajo diferentes condiciones ambientales. Del mismo modo, **Dávila et al. (2023)** reportaron variaciones significativas en la incidencia de roya entre diferentes genotipos, sugiriendo que la selección adecuada puede disminuir el impacto del patógeno en la producción.

La influencia del ambiente en Guaimaca se manifestó en las condiciones de temperatura y precipitaciones, que son cruciales para el crecimiento y desarrollo del café. Guaimaca presenta un clima favorable, con precipitaciones anuales promedio que oscilan entre 1,500 y 2,000 mm, lo que contribuye a la salud de las plantas; sin embargo, la variabilidad también puede exponerlas a condiciones de estrés hídrico durante las sequías (**Villarreyra et al., 2020**). El estrés provocado por fluctuaciones climáticas podría haber impactado en la severidad de la roya, afectando la productividad de los genotipos menos adaptados (**Molina 2022**).

Hay que destacar que la duración del experimento fue de un solo ciclo de producción, lo que no permite observar el comportamiento a largo plazo de los genotipos bajo condiciones cambiantes del clima y la presencia de enfermedades como *H.vastatrix*. Además, el tamaño de la muestra, que se limitó a tres repeticiones por tratamiento, podría no ser suficiente para generalizar los resultados a otras regiones cafetaleras, lo que plantea la necesidad de realizar estudios adicionales en diferentes ambientes y condiciones (**Ventura et al., 2024**). Para futuras investigaciones, se sugiere realizar estudios a largo plazo que evalúen la productividad y adaptabilidad de estos y otros genotipos en diferentes microclimas de la región y en otras áreas productivas. También sería valioso incorporar análisis de resistencia genética a enfermedades a través de marcadores moleculares (**Huaman et al., 2021**), lo que podría facilitar la selección de variedades más resilientes. Por último, la implementación de prácticas de manejo integrado que incluyan el uso de variedades resistentes, así como el control biológico de plagas y enfermedades, podría contribuir a la sostenibilidad de la producción cafetalera en Honduras.

Conclusiones

Los resultados demostraron la adaptabilidad y productividad de dos genotipos brasileños de café resistentes a *H. vastatrix* durante su etapa de producción en Guaimaca, Francisco Morazán. Obatã presentó mayor rendimiento que Parainema y Aranhas, además de mejores indicadores de adaptabilidad, reflejados en su altura y diámetro de tallo. Ambos genotipos mostraron resistencia efectiva al patógeno, aunque Obatã destacó por su desempeño general. Estos hallazgos subrayan la relevancia de incorporar genotipos resistentes en las estrategias de manejo del cultivo, especialmente en zonas vulnerables como Guaimaca, donde las condiciones agroclimáticas influyen directamente en la sostenibilidad de la producción cafetalera.

Agradecimientos

El autor agradece a la Dirección de Investigación y Posgrado de la Universidad Nacional de Agricultura por su apoyo durante la ejecución del estudio, así como a los productores de Guaimaca por su colaboración logística y técnica.

Referencias

- Baldera, N., & Romero, F. (2023). Evaluación del método PCI para la sostenibilidad del café del distrito de La Peca, Bagua Capital 2022. *Revista Científica Dékamu Agropec*, 4(1), 80–89. <https://doi.org/10.55996/dekamuagropec.v4i1.143>
- Dávila, J., Pérez-Constantino, A., Gutiérrez-Rodríguez, F., & López, D. (2023). Comportamiento espacial de roya del cafeto en Amatepec, Estado de México. *Acta Universitaria*, 33, 1–14. <https://doi.org/10.15174/au.2023.3870>
- Enríquez, J., Retes-Cáliz, R., & Vásquez-Reyes, E. (2020). Importancia, genética y evolución del café en Honduras y el mundo. *Innovare Revista de Ciencia y Tecnología*, 9(3), 149–155. <https://doi.org/10.5377/innovare.v9i3.10649>
- Fromm, I. (2022). Building resilient value chains after the impact of the COVID-19 disruption: Challenges for the coffee sector in Central America. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, Article 775716. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.775716>
- Figueroa, T., Lino, M., Gabriel, J., Campana, W., Villao, F., & Aguilera, T. (2024). Caracterización socioeconómica productiva de los sistemas cafetaleros de la parroquia La Unión-Jipijapa-Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(6), 4402–4420. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i6.9001
- Jaramillo, S., & Salazar, H. (2021). Cultivos intercalados: Una alternativa para aumentar los ingresos y la sostenibilidad de cafetales. *Avances Técnicos Cenicafe*, 534, 1–8. <https://doi.org/10.38141/10779/0534>
- López Morgado, R., Couttolenc-Brenis, E., Hernández Reich, E., & Parroquín Pérez, J. (2021). Rendimiento de variedades de café *Coffea arabica* tolerantes a *Hemileia vastatrix* causante de la roya del cafeto. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12(7), 1235–1247. <https://www.researchgate.net/publication/358281851>
- Lorenzo, M. (2022). El café de la sierra Otomí-Tepesua y su importancia en la protección de la biodiversidad. *Revista Chapingo Serie Agricultura Tropical*, 2(2), Article e20220203. <https://doi.org/10.5154/r.rchsgt.2022.02.03>
- Martin, M., Gea, A., Navarro-Mateu, F., Rubio-Aparicio, M., & Moreno, E. (2024). A practical approach to quantitative research designs. *Espiral Cuadernos del Profesorado*, 17(35). <https://doi.org/10.25115/ecp.v17i35.9725>
- Mero, M., Párraga, M., Velásquez, D., & Mosquera, R. (2021). Producción de metano en reactores monofásico y bifásico utilizando agua modelada de café soluble. *Revista ESPAMCIENCIA*, 12(2), 84–94. https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v12i2.243
- 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), Article e11172. <https://doi.org/10.25100/socolen.v48i2.11172>
- Molina, P., Pérez, J., Molina, V., & Cabrera, C. (2020). Efectos de la variabilidad de la precipitación en la fenología del café: Caso zona cafetalera Xalapa-Coatepec, Veracruz, México. *Ingeniería y Región*, 24, 61–71. <https://doi.org/10.25054/22161325.2752>
- Moncada, M., Elvir, M., López, J., & Ortiz, A. (2022). Predicción bioinformática de proteínas NBS-LRR en el genoma de *Coffea arabica*. *Bionatura*, 7(3), 1-11. <https://doi.org/10.21931/RB/2022.07.03.19>
- Morales, B., Latacunga, M., Armas, A., & Armas, R. (2024). Análisis de los sistemas de costos aplicados a las empresas agrícolas: un estudio de revisión sistemática. *Religación Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 9(40), e2401215. <https://doi.org/10.46652/rgn.v9i40.1215>
- Ordoñez-Manzano, J., Ríos, J., Rodríguez-Rey, L., & Forero, J. (2024). Modelo de innovación para cultivo de cafés especiales: Región centro del departamento del Cauca. *Estudios Sociales Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 34(63), Article e1435. <https://doi.org/10.24836/es.v34i63.1435>
- Otiniano, A., Alvarado-Huamán, L., Borjas-Ventura, R., Castro-Cépero, V., León-Rojas, F., Valderrama-Palacios, D., & Bello-Amez, S. (2023). Variedades de café (*Coffea arabica*), una revisión y algunas experiencias en el Perú. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 10(2), 134–155. <https://doi.org/10.53287/ruyx4519vm15b>
- Quilca-Parillo, F., Cruz-Escobar, M., Mamani, J., & López-Paz, P. (2022). El cambio climático afecta a la producción de la cebada grano en la región Puno-Perú. *Idesia (Arica)*, 40(4), 53–62. <https://doi.org/10.4067/s0718-34292022000400053>
- Rojas, E., Chávez, S., Veneros, J., Ortiz, E., Santillán, T., & García, L. (2020). Efectos del cambio climático en fincas cafetaleras: Una revisión bibliográfica con énfasis en Perú. *Apuntes Universitarios*, 11(1), 55–71. <https://doi.org/10.17162/au.v11i1.547>
- Ruiz, G. (2023). Obtención de variedades de café con resistencia durable a enfermedades, usando la diversidad genética como estrategia de mejoramiento. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 28(107), 187–200. [https://doi.org/10.18257/raccefyn.28\(107\).2004.1988](https://doi.org/10.18257/raccefyn.28(107).2004.1988)
- Salazar-Gutiérrez, L., & Sadeghian, S. (2023). Fertilización órgano-mineral en el cultivo del café: Consideraciones para su implementación. *Avances Técnicos Cenicafe*, 549, 1–8. <https://doi.org/10.38141/10779/0549>
- Sánchez-Lucio, R., González-Gaona, E., Padilla-Ramírez, J., Robles, M., González-Salas, U., Gómez-Jaimes, R., & Ramos, K. (2024). Efectividad de cepas de *Trichoderma* spp. y *Lecanicillium* spp. en el control de la roya (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome) en el cultivo del café en Nayarit, México. *Biotecnia*, 26(1), 136–143. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v26.2047>
- Serafín-Castro, A., Cortina-Villar, S., Monzón-Alvarado, C., & Segura-Pacheco, H. (2021). ¿Favorecen los pagos por servicios ambientales el mantenimiento de las huertas cafetaleras? Evidencia del ejido de San Vicente de Benítez, Guerrero, México. *Estudios Sociales Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*. <https://doi.org/10.24836/es.v31i58.1152>
- Vallejos-Torres, G., Pisco, A., & Arévalo, L. (2021). Efecto bioprotector de micorrizas arbusculares en la reducción de roya (*Hemileia vastatrix*) en la región San Martín. *Revista Agrotecnológica Amazónica*, 1(1), 34–44. <https://doi.org/10.51252/raa.v1i1.12>
- Ventura, C., Rodrigues, É., Andaló, V., & Izidoro, S. (2024). Identificação de bicho-mineiro e de ferrugem no cafeeiro utilizando processamento digital de imagens e redes neurais convolucionais. *Revista de Estudos Interdisciplinares*, 6(3), 01-27. <https://doi.org/10.56579/rei.v6i3.972>
- Villarreyana, R., Avelino, J., & Cerda, R. (2020). Adaptación basada en ecosistemas: efecto de los árboles de sombra sobre servicios ecosistémicos en cafetales. *Agronomía Mesoamericana*, 499-516. <https://doi.org/10.15517/am.v31i2.37591>
- Vítor, C. (2021). La investigación proyectual como estrategia didáctica en el proyecto del taller de diseño arquitectónico. *Revista De Arquitectura*. <https://doi.org/10.14718/revarq.2021.3294>