



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

TESIS DE GRADO

Evaluación de la efectividad de insumos biológicos en el
cultivo de café (*Coffea arabica* L.) establecido en la
finca Buena Vista, UNAN - CUR Matagalpa durante el año
2025

Herrera Aguirre Linda Elizabeth

Tutor

PhD. Jairo Emilio Rojas

¡Universidad del Pueblo y para el Pueblo!



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

CIENCIAS BÁSICAS Y TECNOLÓGICAS
CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL DE MATAGALPA

Ciencias básicas y tecnológicas
Centro Universitario Regional de Matagalpa

Departamento Ciencias Tecnología y Salud

Evaluación de la efectividad de insumos biológicos en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) establecido en la finca Buena Vista, UNAN – CUR Matagalpa durante el año 2025

Tesis para optar al título de
Ingeniería Agronómica

Autora
Linda Elizabeth Herrera Aguirre

Tutor
PhD. Jairo Emilio Rojas
Noviembre, 2025



¡Universidad del Pueblo y para el Pueblo!



DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso, fuente de toda sabiduría y fortaleza, por iluminar mi camino, darme salud, paciencia y determinación para alcanzar cada meta, y por permitirme culminar esta etapa fundamental de mi formación académica.

A mis amados padres Inés M. Herrera Montenegro y Lucila Aguirre Zelaya, cuyo amor, sacrificio y guía han sido el pilar de mi vida. Gracias por inculcarme valores, por su apoyo incondicional en todo momento y por enseñarme que con esfuerzo, constancia y dedicación todo es posible. Este logro es también fruto de su ejemplo y de su confianza infinita en mí.

A mis queridos hermanos en especial a Mileydi Isamar Herrera por su apoyo, comprensión y ánimo constante. Gracias por estar presentes en los momentos de alegría y de dificultad, por su apoyo silencioso pero valioso, y por recordarme siempre la importancia de la familia como sostén en todo desafío.

A mis docentes, por compartir generosamente su conocimiento, experiencia y guía. Gracias por motivarme a superar obstáculos, por despertar mi curiosidad y por inculcarme el valor del aprendizaje continuo, dejando en mí enseñanzas que trascienden lo académico y marcan mi desarrollo profesional y personal.

Con profundo respeto y gratitud, dedico este trabajo a todos ustedes, quienes han sido parte esencial de mi crecimiento, sostén y motivación. Este logro es, sin duda, un reflejo del amor, esfuerzo y compromiso que me han acompañado a lo largo de mi vida

AGRADECIMIENTO

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que hicieron posible la realización de esta tesis, brindándome apoyo, guía y motivación en cada etapa de este proceso académico.

En primer lugar, agradezco a mis docentes y asesores, por su dedicación, paciencia y disposición para compartir sus conocimientos y experiencias. Sus orientaciones, recomendaciones y correcciones han sido fundamentales para el desarrollo de este trabajo y para mi formación profesional.

A mis compañeros y colegas, por el apoyo colaborativo y el intercambio de ideas que enriquecieron mi aprendizaje, y por acompañarme en los momentos de esfuerzo y superación durante esta etapa.

A todas las personas que, de manera directa o indirecta, contribuyeron a mi educación: quienes me brindaron ayuda, asesoramiento, recursos o palabras de aliento. Su apoyo ha sido clave para la concreción de este proyecto.

A mis padres y hermanos, por su respaldo constante y por motivarme a perseverar frente a los retos académicos y personales. Su confianza en mis capacidades me impulsó a dar siempre lo mejor de mí.

Finalmente, agradezco a Dios, por la fortaleza, la paciencia y la sabiduría para culminar esta etapa, y por permitirme enfrentar cada desafío con esperanza y determinación.

A todos ustedes, mi más profundo reconocimiento y gratitud. Este logro no habría sido posible sin su valiosa colaboración, inspiración y apoyo.

CARTA AVAL DEL TUTOR

RESUMEN

El presente estudio tuvo como propósito evaluar la efectividad de diferentes tratamientos de bioinsumos orgánicos elaborados bajo el protocolo UTOPIA, diseñado para enfrentar las principales problemáticas de los agricultores mediante el uso de microorganismos de montaña, minerales, insumos orgánicos, biológicos y botánicos. Estas alternativas se enfocan en el control de plagas y enfermedades, así como en la mejora de la fertilidad del suelo. La investigación se desarrolló en la finca Buena Vista de la UNAN-CUR Matagalpa durante el período marzo-agosto de 2025, en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.). Se aplicaron cuatro tratamientos en dos dosis cada uno, bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA). Los tratamientos consistieron en: microorganismos de montaña líquidos, bioles fermentados con leguminosas y gramíneas enriquecidos con minerales, caldo sulfocálcico para el control de enfermedades y APICHI (ajo, pimienta, chile y cebolla) para el manejo de plagas. Las variables evaluadas fueron número de hojas y la incidencia de enfermedades foliares, principalmente roya (*Hemileia vastatrix*) y mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*). Los resultados indicaron diferencias significativas en el desarrollo foliar y en la reducción de la incidencia de mancha de hierro, lo que evidencia el potencial de los bioinsumos como alternativas sostenibles frente al manejo químico convencional del cultivo de café. Sin embargo, no se observaron diferencias estadísticas en la incidencia de roya, lo cual se atribuye al corto período de evaluación y a las dosis aplicadas. Se recomienda prolongar el tiempo de aplicación de los tratamientos hasta abarcar el ciclo productivo completo del café y considerar mayores dosis para obtener resultados más consistentes.

Palabras clave: *Coffea arabica* L., Bioinsumos, Agroecología, microorganismos de montaña, Roya, Mancha de hierro, Sostenibilidad, Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA).

ÍNDICE

_____	4
<i>DEDICATORIA</i> _____	5
<i>AGRADECIMIENTO</i> _____	6
<i>CARTA AVAL DEL TUTOR</i> _____	7
<i>RESUMEN</i> _____	8
<i>INTRODUCCIÓN</i> _____	13
<i>ANTECEDENTES</i> _____	15
<i>JUSTIFICACIÓN</i> _____	21
<i>OBJETIVOS</i> _____	23
Objetivo general _____	23
Objetivos específicos: _____	23
<i>HIPÓTESIS</i> _____	24
<i>LIMITACIONES</i> _____	25
<i>CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN</i> _____	26
<i>MARCO TEÓRICO</i> _____	28
Agroecología aplicada al café _____	28
Principios básicos de la agroecología: _____	29
Ventajas de las alternativas agroecológicas en comparación con el manejo químico convencional. _____	30
Transición agroecológica. _____	30
<i>Indicadores para evaluar transición (económica, ecológica, social).</i> _____	32
<i>Bioinsumos aplicados en el estudio</i> _____	32
BIOFABRICA MODELO UTOPIA _____	34

Generalidades del café _____	36
Fenología del café _____	36
Importancia económica y social del café en Nicaragua y en Matagalpa. _____	38
Relevancia del café dentro de la UNAN – CUR – Matagalpa. _____	38
Manejo integrado de enfermedades en café _____	39
Factores que favorecen su incidencia y severidad de las enfermedades que atacan a los cafetos incluyen: _____	40
Estrategias del Manejo Integrado de Enfermedades (MIE) _____	40
Rol de los insumos agroecológicos en la prevención y control de enfermedades _____	41
DISEÑO METODOLÓGICO _____	42
1. Tipo de diseño mixto _____	42
2. Diseño experimental _____	42
3. Tipo de investigación _____	44
4. Población y muestra _____	45
5. Variables y categorías (operacionalización de variables) _____	45
6. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos _____	47
6.1 Encuesta al productor _____	47
7. Confiabilidad y validez de los instrumentos _____	53
8. Técnicas, instrumentos y procedimiento para el procesamiento y análisis de la información _____	54
9. Criterios de calidad _____	56
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS _____	57
Análisis número de hojas en plantas de café (<i>Coffea arabica</i> L.) _____	57
Análisis y resultados del instrumento para la Evaluación del Desempeño Agroecológico (TAPE) _____	66

Análisis de los de los resultados obtenidos con la aplicación de TAPE en la finca Buena Vista de la UNAN – CUR Matagalpa	67
CONCLUSIONES	70
RECOMENDACIONES	72
BIBLIOGRAFÍA	73
ANEXOS	80
	82

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 Niveles en el proceso de transición agroecológica según Gliessman et al. (2007, como se citó en FAO, 2023) 31

Tabla 2 Descripción de las dosis de los tratamientos aplicados44

Tabla 3. Población y muestra en el estudio con DBCA45

Tabla 4. Descripción de los indicadores de evaluación de las variables46

Tabla 5. Muestreo de plagas y enfermedades conforme tabla de evaluación de daño nos ayuda a contemplar el % de afectación del café en donde se evalúa si el tratamiento N3 el caldo sulfocálcico realizó algún cambio en las plantas48

Tabla 6. Cálculos de variables morfológicas de plantas de café;Error! Marcador no definido.

Tabla 7. Valoración de los principios de transición agroecológicos en la finca Buena vista de la UNAN CUR- Matagalpa50

Tabla 8. Datos de la cantidad de hojas totales por planta en los diferentes bloques estudiados58

Tabla 9. Análisis de varianza ANOVA para el Número de hojas en las plantas de café..59

Tabla 10. Resultados de análisis general de incidencias de enfermedades foliares en las plantas60

Tabla 11. Análisis de Varianza (SC tipo III) para la variable Incidencia de Mancha de Hierro en plantas de café.61

Tabla 12. Prueba de comparación de medidas de Tukey ($\alpha= 0.05$) para la variable incidencia de Mancha de Hierro.62

Tabla 13. Coeficientes estadísticos del modelo para la variable incidencia de roya en plantas de café64

Tabla 14. Prueba de comparación de medidas de Tukey ($\alpha= 0.05$) para la variable incidencia de roya en las plantas de café.....65

Tabla 15. Valores obtenidos con TAPE en la finca Buena vista66

Tabla 16. Análisis de los Indicadores de Transición Agroecológica - Finca Buena Vista67

INTRODUCCIÓN

El cultivo de café (*Coffea arabica L.*) es una de las principales actividades económicas, sociales y culturales en Nicaragua, proporcionando ingresos fundamentales a numerosas familias productoras, especialmente en regiones como Matagalpa, Jinotega y Nueva Segovia. No obstante, el modelo de producción convencional ha llevado a una fuerte dependencia de agroquímicos sintéticos para la gestión de fertilidad, control de plagas y enfermedades, lo que ha generado efectos adversos en la salud del suelo, la biodiversidad, el bienestar humano y el equilibrio del ecosistema agrícola, altos costos para producir y mantener el cultivo (Canales, 2015). Frente a esta situación, la agroecología se presenta como una opción sostenible, basada en el uso eficiente de recursos locales, la integración del conocimiento tradicional y la regeneración de los sistemas productivos. En este contexto, los bioinsumos desempeñan un rol esencial, al reemplazar productos químicos con alternativas biológicas que mejoran la fertilidad del suelo y permiten un control ecológico de plagas y enfermedades.

Los bioinsumos preparados bajo el Modelo Biofábrica UTOPIA se ha consolidado como una iniciativa innovadora en agroecología, facilitando la producción local de bioinsumos mediante estaciones especializadas en microorganismos de montaña, fermentaciones vegetales, caldos minerales y extractos naturales donde el productor puede elaborar el 80% de los insumos necesarios para su cultivo. El modelo se enfoca en la transición de la agricultura convencional a la orgánica a bajo costo, permitiendo a los agricultores ser completamente independientes de los insumos comerciales y preparar sus propios fertilizantes y nutrientes en espacios reducidos y a bajo costo (AgroOrgánico, 2024). Este modelo ha sido adoptado en diversas regiones de América Latina y recientemente implementado en Nicaragua gracias a iniciativas como PROCAGICA, IICA y otras organizaciones locales (IICA. 2024).

Este estudio se realizó en la finca experimental Buena Vista de la UNAN–CUR Matagalpa, con el objetivo de evaluar la eficacia de diversos bioinsumos desarrollados bajo el modelo UTOPIA en el cultivo de café. Se implementaron cinco tratamientos incluyendo un control sin aplicación aplicados en dos dosis distintas. Para garantizar la validez estadística de los resultados, se empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) Las variables

analizadas abarcaron el número de hojas por planta y la incidencia de enfermedades foliares como la roya (*Hemileia vastatrix*) y la mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*).

Esta investigación busca aportar pruebas científicas sólidas sobre la efectividad de los bioinsumos agroecológicos en el cultivo de café, evaluando su desempeño en condiciones de campo reales y considerando tanto la productividad como la salud del ecosistema agrícola. De esta manera, se pretende respaldar la transición hacia sistemas de producción cafetalera más sostenibles, resilientes al cambio climático y socialmente responsables, que permitan reducir la dependencia de insumos químicos externos y mejorar la rentabilidad a largo plazo de los productores. Además, el estudio aspira a generar recomendaciones técnicas y prácticas adaptadas al contexto local, facilitando su aplicación por parte de pequeños y medianos caficultores. Con ello, se fortalecerán los procesos de formación, investigación e innovación en torno a la agricultura sustentable, aportando conocimientos que contribuyan a la conservación de los recursos naturales y el bienestar de las comunidades rurales vinculadas al café especialmente a productores a pequeña escala.

ANTECEDENTES

El cultivo de café (*Coffea arabica* L.) constituye una de las principales fuentes de ingresos económicos, particularmente en regiones como Matagalpa. Así mismo, la caficultura desempeña un rol social de gran importancia por la generación de empleos y divisas. Desde la perspectiva cultural se ha convertido en una actividad que ha fortalecido el conocimiento y su transmisión de una generación a otra. Sin embargo, el modelo de producción convencional se ha caracterizado por una alta dependencia de agroquímicos sintéticos, utilizados en fertilización, control de plagas y manejo de enfermedades. Esta práctica ha generado consecuencias negativas en la fertilidad del suelo, en la biodiversidad, en la salud ambiental y en la economía de los pequeños productores, debido a los altos costos de los insumos externos.

Según Villanueva et al. (2013), su proyecto de investigación y desarrollo evaluó diversas alternativas para incrementar la sostenibilidad económica, social y ambiental en fincas que integran sistemas de café y ganadería. Los resultados evidenciaron que la implementación de prácticas integradas mejora la eficiencia productiva, fortalece la resiliencia ambiental y contribuye a una mayor estabilidad económica para las familias productoras. Asimismo, se concluyó que el fortalecimiento de las capacidades locales en diseño, planificación y manejo de estos sistemas agroproductivos es un factor clave para garantizar su adopción y sostenibilidad a largo plazo.

El cultivo de café en Nicaragua constituye un pilar fundamental para la economía nacional, aportando aproximadamente el 33.6 % al PIB. No obstante, este rubro enfrenta vulnerabilidades crecientes asociadas al cambio climático. Blandón y Zeledón (2018) evaluaron la resiliencia de cuatro sistemas productivos de café en los departamentos de Nueva Segovia, Madriz y Estelí, mediante entrevistas, observaciones de campo y análisis técnico. Entre los resultados, la unidad productiva *La Limonaria* destacó por presentar mayor capacidad de adaptación, atribuida a su manejo orgánico, diversidad de cultivos, prácticas agroecológicas y actividades de ecoturismo. En contraste, las demás unidades mostraron niveles de resiliencia bajos, por lo que los autores recomendaron fortalecer prácticas como el manejo de sombra, la cobertura vegetal, la conservación de suelo y agua, y la optimización del recurso hídrico para mejorar la estabilidad productiva.

Por su parte, el IICA (2024) reporta la instalación de una biofábrica en Matagalpa —la séptima a nivel nacional— con apoyo de PROCAGICA. Entre sus principales resultados destaca su capacidad para abastecer bioinsumos a 60 ha de café y beneficiar directamente a 60 productores de la región, contribuyendo así a la reducción de costos de producción, la transición hacia prácticas más sostenibles y el fortalecimiento de la resiliencia climática del sector cafetalero

En Jalapa, Nicaragua, Ramírez (2008) evaluó alternativas de manejo ecológico en cafetales y su impacto en la conducta de los productores. El estudio concluyó que los productores organizados en cooperativas adoptan más prácticas agroecológicas, manejan mejor la biodiversidad y aplican menos plaguicidas que los no organizados. Además, muestran una actitud más favorable hacia el cambio y una percepción positiva del cooperativismo. En contraste, los productores no organizados presentan menor conocimiento agroecológico y mayor dependencia de insumos químicos, lo que se asocia con impactos ecológicos más negativos.

Challco (2023) realizó investigaciones experimentales sobre el efecto de la aplicación de caldo sulfocálcico para el control de la roya (*Hemileia vastatrix*) del cafeto (*Coffea arabica*), en la Microcuenca Chirumbia, Quellouno”, en La Convención – Cusco 2020-2021, con el objetivo, determinar el nivel de aplicación de caldo sulfocálcico que reduce la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix*) y mejora la producción del café (*Coffea arabica*). Se aplicó un Diseño de Bloques Completos al Azar, con cinco tratamientos, un testigo y tres repeticiones, se realizó el ANOVA (Sig.<0.050) y Prueba de Tukey al 95%. Los resultados fueron: existe efecto atribuible a los niveles de aplicación de caldo sulfocálcico para la reducción de la incidencia y severidad de la roya (*Hemileia vastatrix*)

Monzón (2002), en su estudio sobre el manejo de la antracnosis en café en Boaco, evaluó tratamientos como caldo sulfocálcico, biofertilizante y la mezcla de caldo sulfocálcico con nitrato de potasio. Los resultados mostraron que, durante el inicio de la época lluviosa (septiembre–noviembre), estos tratamientos registraron una incidencia relativamente alta de la enfermedad; sin embargo, conforme avanzó el ciclo y se completó el estudio, dichos tratamientos lograron reducir significativamente la incidencia, convirtiéndose en los más efectivos al final del periodo evaluado

Mediante la investigación sobre el uso de agroquímicos sintéticos Fernandez (2022), concluyó que la aplicación de pesticidas en el cultivo de café es significativo, especialmente en el departamento de Matagalpa, donde se caracterizan por su alto uso de plaguicidas para la producción del café. Los plaguicidas más utilizados incluyen organofosforado, metoxicrilatos y compuestos cúpricos. La prevalencia de enfermedades en los trabajadores agrícolas también se asocia con el uso de estos productos químicos. Y recomienda fomentar la fertilización y manejo orgánico para el control de plagas y enfermedades, de cara al acceso a nuevos mercados que ofrezcan mejores precios a la cosecha.

Tittonell (2019) plantea que la transición hacia una producción agroecológica sostenible no es un proceso único, sino múltiples transiciones simultáneas en diversas escalas y dimensiones: social, biológica, económica, cultural, institucional y política. Este proceso implica cambios en las prácticas agropecuarias, desde la optimización del manejo hasta la sustitución de insumos o el rediseño del sistema. La transición agroecológica no siempre parte de sistemas altamente industrializados o degradados; muchos productores, sin identificarse como agroecológicos, implementan prácticas alineadas con estos principios. Además, esta transición abarca distintos niveles: uno técnico-productivo dentro de las explotaciones, otro socio-ecológico en las comunidades rurales y uno político-institucional en territorios y regiones. Entender la interdependencia entre estas escalas permite integrar diversas perspectivas agroecológicas, desde las más ecológicas hasta las más sociopolíticas.

En Caranavi, La Paz (colonia Bolinda), se llevó a cabo una investigación para evaluar la eficiencia del producto comercial EM1 y de Microorganismos de Montaña (MM) elaborados artesanalmente, aplicados en distintas concentraciones, sobre el comportamiento agromorfológico de plántulas de café en vivero. Los microorganismos eficientes (ME), conformados por bacterias ácido-lácticas, fototróficas, levaduras, actinomicetos y hongos de fermentación, contribuyen a mejorar la fertilidad física, química y biológica de los suelos, favoreciendo el desarrollo vegetal. El ensayo, establecido bajo un diseño completamente al azar con siete tratamientos, evidenció que el uso de MM al 3% (T5) promovió un mayor crecimiento en número y tamaño de hojas, diámetro de tallo y

desarrollo radicular, además de mejorar las propiedades del sustrato (porosidad, materia orgánica y pH). En términos de rentabilidad, los MM locales presentaron ventajas económicas frente al producto comercial, consolidándose como una alternativa sostenible y de bajo costo para la producción cafetalera en etapa de vivero. (Laruta & Maldonado. 2021)

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La caficultura es uno de los principales rubros económicos de exportación de Nicaragua y sustento de miles de familias especialmente en departamentos como en Matagalpa (Chabrera & Ortells , 2009). No obstante, el modelo de producción convencional que se sigue trabajando con los diferentes caficultores ha generado una fuerte dependencia de agroquímicos para la fertilización y el control de plagas y enfermedades, provocando degradación del suelo, pérdida de biodiversidad, afectaciones a la salud y mayores costos de producción. Según Altieri (1999), este modelo es insostenible porque rompe los procesos ecológicos naturales y limita la autonomía de los productores. Además, plantea que el uso excesivo de agroquímicos genera una “trampa tecnológica”, en la cual el productor invierte cada vez más insumos sin lograr estabilidad productiva a largo plazo. Desde esta perspectiva, la agroecología busca restablecer los equilibrios ecológicos mediante el aprovechamiento de recursos locales, la diversificación y el control biológico natural (Protasovicki, 2017)

La agroecología, entendida como el rediseño de sistemas agrícolas basados en principios ecológicos y en el uso de recursos locales, se plantea como alternativa viable para el café. En este contexto, Tittonell (2019) señala que la transición agroecológica implica cambios en diferentes escalas: técnica, social y económica, lo cual requiere evidencias prácticas que demuestren la efectividad de los bioinsumos frente a las limitaciones del modelo químico convencional.

En la finca Buena Vista de la UNAN–CUR Matagalpa, el cultivo de café enfrenta un estado de abandono, bajos niveles de productividad y una alta incidencia de enfermedades como la roya (*Hemileia vastatrix*) y la mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*). Los bioinsumos desarrollados bajo el modelo UTOPIA se perfilan como una alternativa para mejorar la fertilidad del suelo, disminuir la presencia de enfermedades y avanzar hacia un manejo más sostenible. Sin embargo, la ausencia de estudios locales que respalden su eficacia limita su adopción y frena el avance hacia sistemas de producción más resilientes.

Frente a este contexto, es imprescindible introducir y validar alternativas agroecológicas que permitan fortalecer la productividad, reducir la dependencia de insumos químicos y mejorar las capacidades de los pequeños caficultores. Entre estas alternativas destacan los bioinsumos elaborados con microorganismos de montaña, extractos vegetales y caldos minerales, cuyo desarrollo bajo el modelo UTOPIA constituye una vía viable para promover prácticas más sostenibles en el cultivo del café.

Asimismo, se requiere generar evidencia local que permita determinar el impacto real de estas prácticas sobre el crecimiento, desarrollo y sanidad del cultivo, así como el avance en los niveles de transición agroecológica dentro de las fincas que las implementan. En función de ello, surgen las siguientes interrogantes de investigación:

Pregunta general:

- a. ¿Cuáles son los cambios morfológicos y físicos en las plantas de café con la aplicación de bioinsumos agroecológicos (extractos de microorganismos de montaña enriquecidos con leguminosas y minerales de roca, caldo sulfocálcico y extracto vegetal (APICHI))?

Preguntas específicas

- a. ¿Qué efectos tienen las aplicaciones de los tratamientos como los extractos de microorganismos de montaña enriquecidos con leguminosas y minerales de roca, caldo sulfocálcico y extracto vegetal en el crecimiento y desarrollo de plantas de café (*Coffea arabica* L.)?
- b. ¿En qué dosis los bioinsumos agroecológicos reducen la incidencia de enfermedades foliares como roya y mancha de hierro, en el cultivo de café?
- c. ¿Qué nivel de transición agroecológica se alcanza en la finca con la incorporación de las tecnologías aplicadas?

JUSTIFICACIÓN

En Nicaragua el café es el tercer cultivo en superficie (11%) y el que más aporta al PIB agrícola (10%). El 96% de las fincas están en manos de pequeños productores, que representan la mitad del área cultivada. El 95% del café se produce bajo sombra con variedades diversas, generando 53% del empleo agrícola y 14% del empleo total. (Villanueva, López Noriega, Bucardo, & Van Zonneveld, 2016); frente a esto el café se posiciona como un rubro de gran importancia económica para las familias nicaragüenses, generando el ingreso de divisas y empleos, sino que sostiene la identidad cultural de las familias rurales.

No obstante, el modelo de producción que predomina especialmente en pequeños productores es el convencional; este es un enfoque de producción agrícola que utiliza métodos y técnicas tradicionales, como el uso excesivo de pesticidas, fertilizantes químicos, maquinaria pesada y monocultivismo, etc (Caliptra, 2024). A consecuencia de este enfoque se presentan muchos desafíos para la producción, relacionados con el impacto ambiental, contaminación de los recursos naturales, pérdida de la biodiversidad, degradación de los suelos y la dependencia de insumos externos. Estas consecuencias ocasionan que los costos de producción se eleven la biodiversidad y la capacidad ambiental disminuya además de los riesgos para la salud de las personas.

Ante estas limitaciones el modelo de producción agroecológico se consolida como una alternativa viable y necesaria, puesto que, se basa en la regeneración del suelo, la biodiversidad, la autonomía y el respeto por los ciclos naturales. La agroecología no solo es un conjunto de técnicas, sino un enfoque integral que une saberes campesinos, ciencia y ética del cuidado. Se basa en cinco pilares fundamentales: diseño del sistema productivo como un ecosistema diverso y funcional, manejo regenerativo del suelo, uso de bioinsumos en lugar de pesticidas y fertilizantes sintéticos, comercialización justa y local, y participación colectiva y certificación social. (Lifeder, 2022). Dentro de este enfoque los bioinsumos elaborados bajo el modelo UTOPIA se presentan como una innovación que facilita la elaboración de bioinsumos a partir de microorganismo de montaña recolectados en zonas boscosas aledañas a las fincas, caldos minerales de bajos costos de elaboración en comparación con un insecticida sintético, bioles y extractos vegetales. Estos insumos no

solo sustituyen a los productos químicos, sino que también ayudan en la regeneración de la calidad del suelo y potencian la resiliencia de los sistemas de producción de las fincas frente a los cambios ambientales. (AgroOrgánico, 2024)

El presente estudio de análisis de aplicación en café de bioinsumos agroecológicos como los extractos de microorganismos de montaña enriquecidos con leguminosas y minerales de roca, caldo sulfocálcico y extracto vegetal (APICHI), se justifica en tres dimensiones:

1. Dimensión científica y técnica: Genera evidencia experimental sobre la efectividad de bioinsumos agroecológicos aplicados al cultivo de café (*Coffea arabica* L.), evaluando parámetros como el desarrollo foliar, la incidencia de la roya (*Hemileia vastatrix*) y la mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*). La validación de estas prácticas bajo condiciones de campo reales constituye un aporte al conocimiento científico, necesario para respaldar procesos de transición agroecológica en cafetales de la finca (Challco, 2023; Laruta & Maldonado, 2021).
2. Dimensión socioeconómica: Ofrece alternativas de bajo costo para los pequeños productores, quienes enfrentan crecientes dificultades económicas debido al alto precio de los insumos químicos. Al reducir la dependencia externa y promover la independencia productiva, los bioinsumos contribuyen a mejorar la rentabilidad del cultivo (Blandón & Zeledón, 2018).
3. Dimensión ambiental y social: Promueve prácticas de manejo agrícola que reducen la contaminación del suelo, el agua y los ecosistemas circundantes, al tiempo que protegen la salud de los trabajadores y consumidores. De igual manera, la aplicación de bioinsumos fortalece la conservación de la biodiversidad y favorece un sistema productivo más resiliente, en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) relacionados con producción responsable y acción por el clima.

En este marco, la finca Buena Vista de la UNAN–CUR Matagalpa constituye un espacio experimental idóneo para la validación de estas tecnologías, dado su enfoque en investigación aplicada y formación académica. Los resultados obtenidos permitirán formular recomendaciones técnicas adaptadas al contexto local, con potencial de replicación en otras zonas cafetaleras del país.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Evaluar la eficacia de bioinsumos líquidos en el desarrollo foliar y manejo integrado de enfermedades en el cultivo de café (*Coffea arabica L.*) en la finca Buena Vista de la UNAN – CUR - Matagalpa durante el año 2025.

Objetivos específicos:

- Evaluar cambios morfológicos en las plantas de café con la aplicación de bioinsumos líquidos en la finca Buena Vista de la UNAN – CUR - Matagalpa durante el año 2025.
- Evaluar el efecto de la aplicación de los bioinsumos líquidos en la incidencia de la roya (*Hemileia vastatrix*) y la mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*). en el cultivo de café (*Coffea arabica L.*) en la finca Buena Vista UNAN -CUR Matagalpa.
- Identificar el nivel de transición agroecológica considerando las aplicaciones de bioinsumos en el cultivo de café en la finca Buena Vista UNAN -CUR Matagalpa.

HIPÓTESIS GENERAL:

Hipótesis alternativa (H₁): Los bioinsumos líquidos (extractos de microorganismos de montaña, caldo sulfocálcico y Apichi) tienen un efecto significativo en el desarrollo foliar y en el manejo integrado de enfermedades en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.).

Hipótesis nula (H₀): Los bioinsumos líquidos (extractos de microorganismos de montaña, caldo sulfocálcico y Apichi) no tienen un efecto significativo en el desarrollo foliar ni en el manejo integrado de enfermedades en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.).

HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:

H₁: La aplicación de bioinsumos líquidos produce cambios significativos en el desarrollo foliar de las plantas de café.

H₀: La aplicación de bioinsumos líquidos no produce cambios significativos en el desarrollo foliar de las plantas de café.

H₁: La aplicación de bioinsumos líquidos reduce significativamente la incidencia de la roya (*Hemileia vastatrix*) y de la mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*) en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.).

H₀: La aplicación de bioinsumos líquidos no reduce significativamente la incidencia de la roya (*Hemileia vastatrix*) ni de la mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*) en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.).

H₀: La aplicación de bioinsumos líquidos no influye significativamente en el nivel de transición agroecológica del cultivo de café.

H₁: La aplicación de bioinsumos líquidos influye significativamente en el nivel de transición agroecológica del cultivo de café.

LIMITACIONES

A pesar de los resultados obtenidos en el desarrollo de la investigación, es importante reconocer ciertas limitaciones que pudieron influir en el alcance y la profundidad de los objetivos del estudio. Estas restricciones no invalidan los hallazgos, pero sí permiten contextualizarlos y comprender mejor los factores que podrían haber afectado el proceso y los resultados finales.

- El tiempo de evaluación fue corto (un ciclo parcial del cultivo), lo que limitó la observación de efectos en rendimiento y otras variables productivas como floración y cosecha.
- El cafetal se encontraba en condiciones de abandono previo, sin manejo agronómico uniforme, lo que influyó en la variabilidad de resultados iniciales.
- Las dosis y frecuencias aplicadas en algunos tratamientos pudieron ser insuficientes para mostrar diferencias estadísticas significativas.
- Factores ambientales no controlados (clima, plagas externas, sombra irregular) pudieron influir en los resultados obtenidos.

CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN

El cultivo de café es de crucial importancia económica y social para Matagalpa y Nicaragua, representando un pilar de exportación que genera empleo y divisas. La región de Matagalpa, junto con Jinotega, es el principal centro de producción cafetalera del país, donde la mayoría de los 38 mil productores son pequeños y cultivan granos de excelente calidad reconocidos internacionalmente. (INTA, 2022.) Sin embargo, la dependencia de agroquímicos sintéticos en el manejo convencional ha generado impactos negativos en el suelo, la biodiversidad y la salud ambiental.

Bajo estas circunstancias el manejo del cultivo de café bajo la agroecología se posiciona como una alternativa sostenible que busca conservar los recursos naturales y promover un desarrollo con el uso de insumos locales (dentro de las fincas) Entre ellos destacan los microorganismos de montaña líquidos, bioles fermentados, caldos minerales y extractos vegetales, los cuales buscan mejorar la fertilidad del suelo y contribuir al manejo ecológico de plagas y enfermedades.

Descripción del sitio de estudio

La finca Buena Vista de la UNAN – CUR Matagalpa ubicada en el departamento de Matagalpa en el municipio de El Tuma, es una finca agropecuaria con un enfoque sostenible y con diversidad agronómica. Se constituye como un espacio experimental ideal para evaluar la eficacia de estas alternativas agroecológicas en condiciones de campo real. La investigación se centra en el proceso de transición agroecológica del cafetal, buscando generar evidencia científica que apoye la adopción de prácticas más resilientes, sostenibles y económicamente viables para los sistemas productivos de café en la región. Además, la finca cuenta con años de antecedentes de estudio en diferentes áreas destacando el cultivo de café, lo que permite analizar datos e ir actualizándolos.

Sugiero agregar mapa de macrolocalización de lote de café

➤ **Área total:** 21 Mz

➤ **Coordenadas:** -85.83372574
13.0064394

- **Altitud:** 810 - 850 msnm
- Textura: Franco arcillo arenoso
- **Clima:**
 - Temperatura promedio: 26°
 - Densidad Aparente (DAP): 1.79 gr/cm³
 - Precipitaciones promedio: 1200 – 1400 mm/año
 - Capacidad de campo: 9.41%
 - Humedad del ambiente: 51%
 - Humedad aprovechable: 3.81%
 - Velocidad del viento: 19 Km/h
 - Porosidad: 32,4%
- **Tipo de suelo:**
 - pH: 6-8
- **El área experimental** se realizó en el cultivo de café con la variedad caturra; consta de bloques en los cuales se aplicarán cuatro tratamientos dos dosis por tratamiento y un testigo (el manejo actual que le dan al cafetal)
- **Cultivo:** Café (*Coffea arabica L.*) Caturra (1mz) bajo sombra y alterno con el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*)
- **Manejo del cultivo:** El cultivo de café establecido en la finca se encuentra en condiciones de abandono parcial, sin manejo agronómico (fertilización, poda, control fitosanitario, etc), antes y durante del periodo de evaluación experimental, lo cual permitió observar efectos directos de los tratamientos aplicados.

MARCO TEÓRICO

Agroecología aplicada al café

La agroecología es la ciencia que estudia y aplica principios ecológicos en los sistemas agrícolas, buscando una sostenibilidad integral. No solo se enfoca en la producción de cultivos, sino también en el bienestar de las comunidades que los producen. Promoviendo prácticas como el reciclaje de nutrientes, la diversidad biológica y las interacciones beneficiosas entre los elementos del entorno agrícola. Destacados investigadores como Stephen Gliessman y Miguel Altieri han contribuido teóricamente al enfoque, aunque su aplicación real ocurre en el campo. (Isan, 2024)

Los principios básicos de la agroecología son un conjunto de directrices generales que constituyen los pilares fundamentales de la agroecología, su práctica e implementación. Según la Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (FAO.org, 2021), los principios de la agroecología se basan en las siguientes características:

- La agroecología promueve principios más que normas o fórmulas de un proceso de transición,
- La agroecología es el resultado de la aplicación conjunta de sus principios y valores intrínsecos, al diseño de sistemas agrícolas y alimentarios alternativos. Por consiguiente, se reconoce que la aplicación de los principios se hará de forma progresiva,
- Los principios se aplican en diversos lugares y llevan a prácticas diferentes al ser utilizados en lugares y contextos diferentes
- Todos los principios deben interpretarse en el marco de una mejor integración con el mundo natural, la justicia y la dignidad para los seres tanto humanos como no-humanos y los procesos.

Principios básicos de la agroecología:

- **Diversidad:** Fomentar la biodiversidad en los cultivos y en el ecosistema agrícola para aumentar la resiliencia y reducir la vulnerabilidad a plagas y enfermedades. (ESIBE, Escuela Iberoamericana de Postgrado, 2023)
- **Co-creación de conocimientos:** Integrar el conocimiento científico con el saber local y tradicional de los agricultores para desarrollar prácticas agrícolas efectivas y adaptadas a las condiciones locales.
- **Ciclos de nutrientes:** Promover el reciclaje de nutrientes a través de prácticas como el compostaje y el uso de abonos orgánicos, manteniendo los ciclos biogeoquímicos intactos. (FAO, 2023)
- **Reciclaje de energía:** Utilizar fuentes de energía renovables y minimizar el uso de energía no renovable en la producción (ESIBE, 2023).
- **Sinergias:** Crear interacciones positivas entre diferentes elementos del sistema agrícola, como la integración de cultivos y árboles en la agroforestería.
- **Eficiencia en el uso del agua:** Implementar prácticas que optimicen el uso del agua, como la recolección de agua de lluvia y el riego eficiente.
- **Diseño de sistemas complejos:** Diseñar sistemas agrícolas que imiten los ecosistemas naturales, promoviendo la resiliencia y la sostenibilidad. (Agricultura Wiki, 2022)
- **Resiliencia:** Aumentar la capacidad de los sistemas agrícolas para adaptarse a cambios y perturbaciones, como el cambio climático. (ESIBE, Escuela Iberoamericana de Postgrado, 2023)
- **Participación y empoderamiento:** Involucrar a las comunidades locales en la toma de decisiones y en la gestión de sus recursos, promoviendo la justicia social.
- **Solidaridad:** Fomentar relaciones justas y equitativas entre los productores y consumidores, así como entre diferentes actores del sistema alimentario.

Estos principios son fundamentales para desarrollar sistemas agrícolas que no solo sean productivos, sino también sostenibles y equitativos, contribuyendo a la seguridad alimentaria y al bienestar de las comunidades. La agroecología se presenta como una alternativa viable frente a los modelos agrícolas convencionales que a menudo son insostenibles y perjudiciales para el medio ambiente.

Ventajas de las alternativas agroecológicas en comparación con el manejo químico convencional.

Las alternativas agroecológicas ofrecen una serie de ventajas significativas en comparación con el manejo químico convencional. Estas ventajas incluyen:

- **Sostenibilidad:** Los bioinsumos son biodegradables y no generan residuos, lo que ayuda a preservar el medio ambiente. (Altinco, 2021)
- **Respeto por la fauna:** Promueven la biodiversidad al depender menos de insumos químicos y más de soluciones basadas en la naturaleza
- **Reducción de la huella de carbono:** La producción y uso de bioinsumos requieren menos energía, contribuyendo a una reducción significativa en la huella de carbono.
- **Resiliencia ante el cambio climático:** Mejoran la capacidad de los cultivos para soportar condiciones extremas, como sequías o altas temperaturas. (AJU.srl, 2024)
- **Mejora de la nutrición y sanidad vegetal:** Aumentan la eficiencia en la nutrición y sanidad vegetal, lo que se traduce en un mayor rendimiento. (Zachrisson, 2023)

Estos beneficios hacen que el manejo agrícola mediante aplicaciones de bioinsumos sean una opción más ecológica y sostenible en la agricultura.

Transición agroecológica

La transición agroecológica es un proceso integral que incorpora tanto principios ecológicos como sociales para impulsar innovaciones agroalimentarias respetuosas con el medio ambiente (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2023). La transición en sistemas de producción agropecuario (fincas) pretende optimizar las relaciones entre plantas, animales, personas y entorno, con el fin de construir sistemas alimentarios sostenibles y justos. La agroecología, como base de este enfoque, aplica conceptos ecológicos y sociales en el diseño y la gestión de prácticas agrícolas, buscando armonizar productividad, equidad y conservación de los recursos naturales (Iglesias Gómez, Toral Pérez, & Rodríguez Licea, 2023).

En el proceso de transición agroecológico de una finca existen diferentes etapas, aunque cada proceso de transición agroecológica posee particularidades propias, diversos autores han estudiado sus posibles etapas. En este sentido, Gliessman et al. (2007) proponen una

serie de niveles de evolución o transformación sustentados en la visión multidimensional y holística de la agroecología. Estos niveles se presentan a continuación a modo de ilustración, reconociendo que, debido a la heterogeneidad de los agroecosistemas y sistemas alimentarios, no siempre es necesario avanzar de manera secuencial, ya que cada contexto requiere adaptaciones específicas.

En este sentido la FAO (2021) citando a Gliessman et al. (2007) plantea un conjunto de fases de transición sustentadas en una visión holística de la agroecología a como se plantean en la siguiente tabla:

Tabla 1 Niveles en el proceso de transición agroecológica según Gliessman et al. (2007, como se citó en FAO, 2023)

Niveles de transición	Descripción de las acciones	Principal ámbito de acción
Nivel 1 (Reducir)	Incrementar la eficiencia de prácticas convencionales para reducir el consumo y uso de insumos costosos, escasos o ambientalmente nocivos.	Agroecosistema
Nivel 2 (Sustituir)	Sustituir prácticas e insumos convencionales por prácticas alternativas sostenibles.	Agroecosistema
Nivel 3 (Re-diseñar)	Rediseño del agroecosistema de forma que funcione sobre las bases de un nuevo conjunto de procesos ecológicos.	Agroecosistema y Sistema Agroalimentario
Nivel 4 (Re-conectar)	Reestablecer una conexión más directa entre los que producen y los que consumen alimentos, con el objeto de reestablecer una cultura de sustentabilidad, que considera las interacciones entre todos los componentes del sistema alimentario.	Sistema Agroalimentario

Indicadores para evaluar transición (económica, ecológica, social).

Para medir los niveles de transición en los que se encuentra una finca o comparar cambios se utiliza el Instrumento para la Evaluación del Desempeño Agroecológico (TAPE), puesto que, plantea los 10 elementos principales del enfoque de producción agroecológico los cuales se describieron detalladamente anteriormente y son los siguientes: diversidad, co-creación e intercambio de conocimientos, sinergias, eficiencia, reciclaje, resiliencia, valores humanos y sociales ,cultura y tradiciones alimentarias, gobernanza responsable, economía circular y solidaria. (Posas, 2024)

Estos indicadores permiten a los productores realizar un autodiagnóstico y evaluar el desempeño de sus sistemas productivos, así como los organismos de evaluación y a los productores en general, para implementar prácticas agroecológicas y mejorar la sostenibilidad de los sistemas

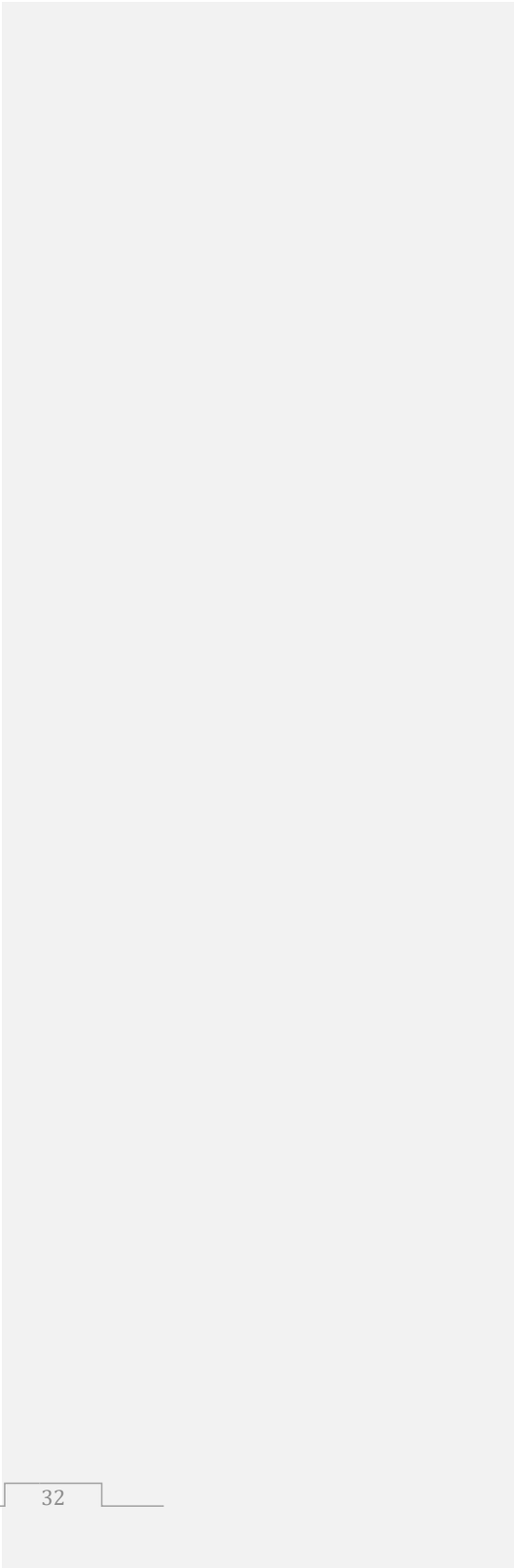
Principios de la Herramienta TAPE

- | | |
|------------------------------------|---|
| 1. Diversidad: | 7. Creación conjunta e intercambio de conocimientos |
| 2. Sinergias | |
| 3. Eficiencia | 8. Valores humanos y sociales |
| 4. Reciclaje | 9. Economía circular y solidaria |
| 5. Resiliencia | 10. Gobernanza responsable |
| 6. Cultura y tradición alimentaria | |

Bioinsumos aplicados en el estudio

- 1) Extractos de microorganismos de montaña enriquecidos con leguminosas y minerales de roca

Los Microorganismos de Montaña (MM) son un conjunto diverso de organismos, incluyendo bacterias, hongos, micorrizas y levaduras, que se encuentran en suelos de montañas y bosques, especialmente en áreas que no han sido alteradas por agroquímicos. Estos microorganismos son esenciales para la fertilidad del suelo y el equilibrio ecológico, ya que ayudan a descomponer la materia orgánica y a reciclar nutrientes. (Melo, 2024)



Los Microorganismos de Montaña líquidos (MML) son una mezcla de bacterias, hongos, levaduras y otros microorganismos benéficos que, tras un proceso de reproducción anaeróbica de al menos 30 días, se activan y se convierten en un insumo fundamental para la agricultura agroecológica. Su importancia radica en que no dañan los cultivos ni el suelo, sino que favorecen la salud de los ecosistemas productivos.

En cuanto a su uso, los MML se aplican en distintas fases:

- En el follaje (5 a 9 días activados): ayudan al control biológico de plagas y enfermedades gracias a la alta presencia de bacterias y hongos benéficos, con eficacia comprobada en cultivos como el chile pimiento.
- En el suelo (10 a 14 días): se aplican mediante sistemas de riego, especialmente cuando existen residuos de cosecha, acelerando su descomposición y aumentando la actividad microbiológica del suelo.
- En compost y abonos orgánicos (14 a 20 días): las levaduras presentes potencian la fermentación, aceleran la descomposición de materiales y enriquecen el abono.
- En pastos fermentados: se incorporan para favorecer la fermentación y mejorar el valor nutritivo de los forrajes.

Los MML pueden aplicarse de forma directa y concentrada (200 L por manzana), adaptándose a la cantidad de residuos presentes en el terreno. En síntesis, los MML son una herramienta clave para mejorar la fertilidad del suelo, controlar plagas y enfermedades de forma natural, y potenciar la producción sostenible en sistemas agrícolas. (Rodríguez-Calampa & Tafur-Torres , 2019)

- a. **Microorganismo de montaña líquido:** Según el modelo de la Biofábrica Modelo Utopía, la Estación 2 está dedicada a la producción de microorganismos líquidos: se activan los microorganismos de montaña recogidos (Estación 1), diluyéndolos con melaza y agua, para luego aplicarlos como bioinsumo foliar o al suelo. (Utopía Consulting Group, sf.)
- b. **Biol de leguminosa más gramínea más minerales:** El biol se elaboró mediante fermentación de una mezcla de leguminosas y gramíneas, enriquecida con microorganismos de montaña líquido y una solución mineral (sulfato de potasio,

magnesio, ácido bórico y roca fosfórica). Tras 30 días de fermentación anaeróbica, se obtuvo un fertilizante líquido rico en nutrientes y microorganismos beneficiosos. (Utopía Consulting Group, sf.). Las leguminosas aportan nitrógeno al suelo (20-560 kg N/ha), mientras que la biomasa vegetal mejora la estructura del suelo. El aporte de minerales proporciona fósforo, potasio y magnesio disponibles para el cultivo (Portillo, 2023). Este tipo de bioinsumo representa una alternativa sostenible que reduce el uso de fertilizantes químicos y mejora la fertilidad del suelo con costo accesible.

- c. **Caldo sulfocálcico (manejo de enfermedades):** El caldo sulfocálcico, una mezcla natural de azufre y cal viva, ha sido utilizado históricamente como fungicida, insecticida y acaricida. En el cultivo de café, controla patógenos como roya, mildiu y broca del grano (*Hypothenemus hampei*), además de aportar nutrientes clave como calcio y azufre. Su preparación consiste en cocer estos minerales hasta obtener una solución de color teja (AgroProyectos, 2023). Estudios han comprobado su efectividad: en Colombia, se observó mortalidad del 50 %–95 % en brocas del café con concentraciones entre 2.2 % y 7.1 %, y en Perú se registró una reducción significativa de roya con $p < 0.05$. (Cabrera Marulanda, Robledo Buriticá, & Soto Giraldo, 2018)
- d. **Manejo de plagas con APICHI:** El Apichi es un insecticida y fungicida orgánico de origen casero, compuesto por ajo, pimienta y chile, a los cuales se añade alcohol y, en algunos casos, microorganismos de montaña. Tras una fermentación de alrededor de 15 días, se filtra y diluye, aplicándose foliar. Es altamente efectivo contra plagas de cuerpo blando (pulgones, orugas, ácaros y mosca blanca) al provocar daño en el exoesqueleto y su rápida degradación lo convierte en una opción segura, económica y sostenible para el manejo integrado de plagas. (Suelo fértil, 2022)

Biofabrica Modelo Utopia

La Biofábrica Modelo Utopía es un sistema integral de producción de bioinsumos ideado por Pedro Isabeles Flórez, fundador de Utopía Consulting Group. Este modelo está

concebido para producir, en la propia finca, insumos biológicos como fertilizantes y extractos naturales que mejoran la fertilidad del suelo, controlan plagas y fortalecen los cultivo. (Utopía Consulting Group, sf.)

Según Corpovalle, (2021) la biofabrica UTOPIA cuenta con las siguientes características o componentes:

- 9 estaciones de producción: cada una está dedicada a un tipo de insumo:
 - Microorganismos sólidos (montaña)
 - Microorganismos líquidos
 - “Estiércol falso” (pasto fermentado con leguminosas)
 - Pasto fermentado líquido
 - Minerales quelatados
 - Extractos de leonardita (ácidos húmicos y fúlvicos)
 - Caldo sulfocálcico y protecto zinc
 - Caldo bordelés
 - Insecticidas biológicos (como apichi, caldo M5)

Además Corpovalle, (2021.) dice que cuenta con las diferentes estaciones:

- **Captura de microorganismos de montaña:** Aquí se recolectan microorganismos benéficos del bosque y se introducen en los suelos productivos para mejorar su equilibrio natural. El resultado es empleado como insumo clave para el montaje de las estaciones 2 y 3.
- **Solubilización de microorganismos:** En esta estación se convierten los microorganismos en una solución líquida que se aplica directamente a las hojas o al suelo, mejorando la absorción de nutrientes por las plantas.
- **Pasto fermentado:** Este proceso utiliza gramíneas y leguminosas para potenciar la actividad microbiana y sustituir el uso de estiércol animal. El pasto fermentado es un insumo clave para el montaje de la estación 4.
- **Pasto fermentado líquido:** Aquí se emplea el pasto para aplicaciones en las hojas de las plantas o para mejorar la disponibilidad de nutrientes en el suelo.
- **Fertilizante biofermentado:** En esta estación, los minerales pasan por un proceso biológico que los hace más fáciles de absorber para las plantas. Esto permite que las raíces aprovechen mejor los nutrientes, mejorando su crecimiento y resistencia.

- **Extracción de ácidos húmicos y fúlvicos de leonarditas:** Durante este proceso se aplican los ácidos para aumentar la capacidad de retención de nutrientes en cualquier tipo de suelo, ayudando a que los nutrientes se adhieran en el área de las raíces del cultivo por períodos más prolongados, brindando, así, una nutrición continua.
- **Caldo de minerales:** Aquí se mezclan compuestos naturales como azufre, cobre ácido sulfocálcico, protecto zinc y caldo bordelés para crear soluciones que protegen los cultivos contra plagas y enfermedades.

Generalidades del café

El cultivo de café es una actividad agrícola que implica el cultivo y cuidado de las plantas de café para obtener granos de café de alta calidad. El cultivo del café requiere un conocimiento profundo de las condiciones climáticas adecuadas, el cuidado de las plantas y el proceso de recolección y procesamiento de los granos. Desde la semilla hasta la taza de café perfecta, el proceso de cultivo del café es complejo y fascinante. (Silva, 2018).

Fenología del café

Las fases fenológicas del café se refieren a las etapas del desarrollo de la planta, desde la germinación de la semilla hasta la maduración del fruto. Cada fase tiene características específicas y requiere cuidados especiales para garantizar la productividad y la calidad del grano. (ICL, 2021)

Las etapas fenológicas del café (*Coffea arabica*) se pueden resumir en las siguientes fases:

- **Germinación:** Las semillas inician su proceso de brotación, que dura entre dos y cuatro semanas.
- **Plántula:** Desde la aparición de las primeras hojas verdaderas hasta que la planta alcanza aproximadamente 30 centímetros de altura.
- **Crecimiento vegetativo:** Desarrollo de hojas y tallos.
- **Floración:** Aparecen las flores, lo que es crucial para la formación de frutos.
- **Fructificación:** Formación y desarrollo de los frutos.
- **Maduración:** Los frutos alcanzan su punto óptimo de cosecha.

- **Reposo/Defoliación:** Periodo de descanso de la planta. (Vignola, Watler, Poveda Coto, & Vargas Céspedes, 2018)

Estas etapas son fundamentales para el manejo adecuado del cultivo y la obtención de café de calidad.

Morfología: La comprensión de la morfología del café es crucial para los productores de café, ya que les permite conocer mejor las necesidades de la planta y optimizar las condiciones de cultivo. Al comprender cómo crece y se desarrolla el café, los agricultores pueden tomar decisiones informadas sobre el riego, la poda y la fertilización, lo que puede influir en la calidad y el rendimiento del café. Además, la morfología del café también es importante para los investigadores y científicos que estudian la planta. El conocimiento de la estructura y función de las diferentes partes del café puede ayudar a mejorar las variedades de café, desarrollar técnicas de cultivo más sostenibles y resolver problemas relacionados con enfermedades y plaga. (Despistecafe, 2017)

Según Saenz (2022) los factores que afectan el desarrollo y vigor de las plantas de café son influenciados por una variedad de factores, tanto bióticos como abióticos. Algunos de los factores más importantes incluyen:

- **Luz:** Es esencial para la fotosíntesis y afecta directamente el crecimiento de las plantas. La cantidad y calidad de la luz son cruciales para el desarrollo óptimo de las plantas.
- **Agua:** Fundamental para el transporte de nutrientes y la regulación de la temperatura de la planta. Un equilibrio adecuado es esencial para el crecimiento saludable de las plantas.
- **Nutrientes del suelo:** Como el nitrógeno, fósforo y potasio, son esenciales para el desarrollo de las plantas. La falta o exceso de estos nutrientes puede afectar negativamente el crecimiento.
- **Temperatura y clima:** Estos factores determinan el ritmo de cada estación y condicionan el crecimiento de las plantas, afectando su capacidad para florecer, reverdecer o hibernar.

Estos factores interactúan y se complementan para permitir el desarrollo y producción de las plantas, y es importante conocerlos para garantizar un adecuado cuidado y óptimo crecimiento en los diferentes sistemas de producción.

Importancia económica y social del café en Nicaragua y en Matagalpa

El café sigue siendo uno de los principales rubros exportables de Nicaragua y un pilar fundamental para su economía, no solo por su contribución en términos de divisas, sino también por su capacidad para generar importantes fuentes de empleo a lo largo de todo el ciclo productivo, desde el cultivo hasta el procesamiento del grano. Según el último informe del Ministerio Agropecuario (MAG), al 10 de enero de 2025, los beneficios secos reportan un acopio de 1.55 millones de quintales de pergamino oreado, lo que equivale a aproximadamente 838,477 quintales oro. Esta cifra corresponde a la cosecha cafetalera del ciclo 2024/2025, lo que refleja la continuidad y estabilidad del sector en Nicaragua, a pesar de los retos globales. (El diario Nica, 2025)

Relevancia del café dentro de la UNAN – CUR – Matagalpa

En sus 27 años de labor, la UNAN-Managua a través del CUR-Matagalpa ha impulsado el desarrollo de la caficultura, con énfasis en la mejora de la calidad del grano, lo que ha permitido competir en mercados internacionales. En coordinación con CONATRADEC e INTA, se han realizado planificaciones y muestreos en más de 1,500 fincas de la zona, integrando a estudiantes, docentes y técnicos en un trabajo conjunto. Las prácticas agroecológicas y las condiciones climáticas de Matagalpa destacan al café de este departamento, al promover la conservación de la biodiversidad y el cuidado del suelo como factores que también contribuyen a la regulación del clima.

Los estudios efectuados reflejan la alta valoración del café matagalpino, con calificaciones superiores a 90 que lo posicionan al nivel de productores como Brasil. Además, se identificaron limitaciones en la comercialización y en el procesamiento artesanal por la falta de beneficios húmedos y el poco uso de subproductos como pulpa y aguas mieles. Actualmente, el CUR-Matagalpa da seguimiento en su finca experimental a 13 clones de café donados por la Fundación Nicafrance y el Proyecto Bolero, con el fin de evaluar su adaptación al cambio climático y asegurar la sostenibilidad de la producción. (UNAN-Managua , 2025)

Manejo integrado de enfermedades en café

1. Principales enfermedades del café en Nicaragua (roya, mancha de hierro, antracnosis, ojo de gallo, etc.).

El cultivo del café, uno de los más importantes a nivel mundial, enfrenta diversas amenazas fitosanitarias que afectan tanto la calidad del grano como la productividad de las plantaciones. Entre las más relevantes se encuentran dos enfermedades que han tenido un fuerte impacto en la caficultura: la roya del café (*Hemileia vastatrix*) y Mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*). Estas enfermedades no solo representan un desafío agrícola, sino también económico para los productores, especialmente en regiones donde el café es un cultivo clave.

- **La roya del café (*Hemileia vastatrix*):** Se trata de la enfermedad más destructiva del café a nivel mundial. Es producida por el hongo *Hemileia vastatrix*, el cual infecta las hojas de los cafetos de todas las edades. Los climas húmedos y cálidos (entre 23 y 25 grados centígrados) propician su desarrollo, mientras que la lluvia y el viento propagan las esporas. Ataca principalmente a la especie Arábica. (Porres & Cuxil, 2024)
 - **Síntomas:**
 - Manchas redondas de color amarillo en la parte superior de la hoja.
 - Por debajo de la hoja se observa un polvillo anaranjado.
 - Las lesiones viejas lucen tejido muerto de color café.
 - **Daños:**
 - Caída prematura de las hojas, lo que limita la fotosíntesis, proceso mediante el cual la planta crea su alimento.
 - Incapacidad de la planta para madurar por completo. Si lo hace el fruto tendrá sabor astringente.
 - Debilita al árbol enfermo.
 - Muerte de las ramas o del árbol si el ataque es severo.
 - Reducción del rendimiento de la plantación del café.
- **Mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*):** Es causada por el hongo *Cercospora coffeicola*. Afecta el cafeto durante todos sus estados de desarrollo, desde las primeras

hojas de las plantas hasta sus frutos. Los cafetales a plena exposición y mal fertilizados son los más susceptibles. (Cuadra Arauz, et al. 2023)

o **Síntomas:**

- En las hojas se manifiesta en forma de pequeñas manchas circulares con borde color ladrillo y centro claro.
- En el fruto las lesiones aparecen en la parte expuesta al sol. Inicia como un hundimiento que se transforma en una mancha oscura que indica necrosis, que es la muerte de los tejidos.

o **Daños:**

- Caída de las hojas, sobre todo en viveros y plantaciones jóvenes.
- Maduración temprana en los frutos.
- Los fuertes ataques afectan el proceso de despulpe de los granos al endurecer la piel de la cereza del café.
- Incrementa la producción de café defectuoso.

Factores que favorecen su incidencia y severidad de las enfermedades que atacan a los cafetos incluyen:

- Patógeno: virulencia, abundancia del inóculo, capacidad de supervivencia, forma de diseminación.
- Hospedante: susceptibilidad genética, estado nutricional, densidad del cultivo, etapa fenológica de la planta (Studocu, 2023).
- Factores ambientales: temperatura, humedad relativa, precipitación, brillo solar, presencia de agua en hojas, microclima; también suelo físico-químico-biológico.
- Manejo agronómico: uso de materiales infectados, prácticas de poda, disponibilidad de nutrientes, sombra, limpieza de semilleros, densidad de siembra (Cenicafé, 2024).

Estrategias del Manejo Integrado de Enfermedades (MIE)

El MIE para el control de enfermedades en el cultivo de café comprende un conjunto de estrategias claves como:

- Control Cultural: Implementar prácticas agronómicas preventivas para reducir la probabilidad de que los insectos se reproduzcan, se desarrollen y dañen el cultivo.

Ejemplos incluyen la renovación de cafetales, el manejo integrado de arvenses y el repase de cafetales para evitar la dispersión de plagas.

- Control Etológico: Utilizar trampas cebadas con alcoholes etanol y metanol para controlar la broca.
- Control biológico:
- Control Químico: Aplicar insecticidas de probada eficacia y que su uso esté libre de restricciones por parte de los organismos reguladores.
- Control Manual: Supervisar la cosecha y no dejar frutos en el suelo para evitar la dispersión de plagas.

Estas estrategias son parte de un enfoque más amplio que busca proteger los cultivos de café mediante la reducción de poblaciones de plagas a niveles que no causen daño económico y que permitan su producción y comercialización de forma competitiva.

Rol de los insumos agroecológicos en la prevención y control de enfermedades

Los insumos agroecológicos (bioinsumos a base de microorganismos de montaña benéficos, preparados vegetales (APICHI), Caldo sulfocálcico) ayudan a:

- Mejorar la salud del suelo y estimular resistencia en plantas.
- Controlar plagas y enfermedades de forma menos invasiva y más sostenible.
- Reducir uso de agroquímicos y contaminación (Sedarpe, 2023).

DISEÑO METODOLÓGICO

La investigación se desarrolló en la finca Buena Vista de la UNAN–CUR Matagalpa durante el período marzo–agosto de 2025, en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.).

1. Tipo de diseño mixto

La investigación se enmarca dentro de un diseño mixto (cuantitativo y cualitativo).

El enfoque cuantitativo de investigación se basa en recopilar y analizar datos numéricos o datos que se pueden cuantificar y medir de manera objetiva (Dupuis. 2020). Dicho enfoque dentro del estudio corresponde:

- La evaluación experimental de los tratamientos agroecológicos mediante un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA).
- Datos recolectados de las diferentes variables evaluadas en cuanto a los diferentes tratamientos.

El enfoque cualitativo es una metodología de investigación que se utiliza para explorar y comprender fenómenos sociales y humanos complejo, como experiencias, comportamientos, y emociones, cuya investigación se basa en el análisis interpretativo desde el punto de vista del investigador, apoyado en diferentes técnicas de recolección de datos no estructuradas, como las entrevistas a participantes (Rosales. 2023). El enfoque cualitativo se aplicó a través de encuestas y entrevistas para conocer percepciones y caracterizar el nivel de transición agroecológica en la finca.

2. Diseño experimental

Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con cinco tratamientos y dos dosis por tratamiento, distribuidos aleatoriamente con sus respectivas repeticiones. La unidad experimental consistió en plantas individuales de café (*Coffea arabica* L.).

Según Tuesta (2023) los diseños de bloques completos al azar (DBCA) es una estrategia experimental que busca minimizar la variabilidad inherente a los datos, permitiendo así una evaluación más precisa de los efectos de los tratamientos. En este diseño, las unidades experimentales se dividen en bloques homogéneos según características relevantes, como ubicación geográfica o edad en estudios con humanos, o características agronómicas en estudios agrícolas.

2.1 Modelo del diseño DBCA

T1 D1	Tratamiento 1 dosis1
T1 D2	Tratamiento 1 dosis2
T2 D1	Tratamiento 2 dosis 1
T2 D2	Tratamiento 2 dosis 2
T3 D1	Tratamiento 3 dosis 1
T3 D2	Tratamiento 3 dosis 2
T4 D1	Tratamiento 4 dosis 1
T4 D2	Tratamiento 4 dosis 2

Gráfico 1. Diseño de distribución de los tratamientos aplicados en los diferentes bloques

2.2 Tratamientos

A continuación, se detallan los tratamientos aplicados en el estudio, incluyendo el tipo de bioinsumo utilizado y las respectivas dosis foliar y drench. Cada tratamiento aplicado fue en dos dosis diferentes y con el objetivo de evaluar el efecto sobre el cultivo de café (*Coffea arabica* L.)

Tabla 2 Descripción de las dosis de los tratamientos aplicados

Tratamiento	Descripción	Dosis 1	Dosis 2
T1	Microorganismo de montaña líquido	1 Lt Foliar	2 Lt Drench
T2	Microorganismo de montaña líquido más gramínea más minerales	1 Lt Foliar	2 Lt Drench
T3	Caldo sulfocálcico	300 ml/bombada	400 ml/bombada
T4	APICHI (ajo + chile + cebolla)	300 ml/bombada	400 ml/bombada
T5	Testigo (sin aplicación)	—	—

3. Tipo de investigación

El presente estudio se clasifica como descriptivo, explicativo y experimental. Es descriptivo porque se enfoca en observar y caracterizar el comportamiento del cultivo de café (*Coffea arabica* L.) ante la aplicación de bioinsumos del modelo agroecológico UTOPIA, registrando variables como número de hojas e incidencia de enfermedades.

Es explicativo porque busca analizar la relación causa – efecto entre las aplicaciones de los tratamientos y la respuesta del cultivo de café, permitiendo interpretar el funcionamiento de los tratamientos en cuanto al desarrollo y sanidad de las plantas.

Finalmente, es experimental porque se aplicaron tratamientos específicos bajo condiciones de campo, mediante un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con el fin de evaluar su efectividad ante el testigo (sin manejo agronómico y aplicaciones).

4. Población y muestra

La población de estudio corresponde al cultivo de café (*Coffea arabica L.*) de 1 manzana de café variedad Caturra, establecido en la finca Buena Vista de la UNAN–CUR Matagalpa. La muestra fueron las diferentes parcelas experimentales de café, distribuida en bloques bajo un DBCA, con cinco tratamientos (cuatro bioinsumos y un testigo), dos dosis por tratamiento y sus respectivas repeticiones.

Tabla 3. Población y muestra en el estudio con DBCA

Elemento	Descripción
Población	Cultivo de café (<i>Coffea arabica L.</i>) variedad Caturra, establecido en 1 manzana de la finca Buena Vista, UNAN–CUR Matagalpa.
Muestra	Parcelas experimentales de café distribuidas en bloques bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA).
Tratamientos	5 en total: 4 bioinsumos + 1 testigo.
Dosis	2 dosis por tratamiento.
Repeticiones	Con sus respectivas repeticiones para cada bloque y tratamiento - dosis.

5. Variables y categorías (operacionalización de variables)

La definición clara de las variables y sus categorías constituye un elemento fundamental en la investigación científica, ya que permite precisar los aspectos que serán objeto de observación y medición (Hernández et al., 2014). En este estudio, la variable principal se orienta al análisis de las características y afectaciones en plantas de café, con el fin de evaluar el impacto de diferentes factores sobre su desarrollo y sanidad foliar.

La operacionalización de la variable incluye la identificación de sub-variables específicas que facilitan cuantificar tanto el número de hojas como la incidencia de enfermedades foliares frecuentes, entre ellas la roya (*Hemileia vastatrix*) y la mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*) (Avelino et al., 2015; Villanueva et al., 2013). A partir de estos elementos se establecen indicadores medibles que permiten obtener información objetiva y confiable para el análisis de resultados (Sampieri, 2018).

5.1 Descripción de variables evaluadas

- Número hojas: se contabilizo el número de hojas por planta evaluar si hay cambios con la aplicación de los bioles de UTOPIA.
- Incidencia de roya (*Hemileia vastatrix*): Se evaluó mediante muestreo de enfermedades los síntomas visibles y se registró el porcentaje de plantas afectadas en cada tratamiento.
- Incidencia de Mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*): se determinó mediante muestreo de enfermedades el porcentaje de infección por planta en el tratamiento.

La siguiente tabla muestra la operacionalización de la variable principal del estudio, correspondiente a las características y afectaciones en plantas de café. A través de las sub-variables definidas se busca identificar, cuantificar y analizar el estado de las hojas, considerando tanto el número total como aquellas afectadas por enfermedades comunes como la roya (*Hemileia vastatrix*) y la mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*). Para cada sub-variable se establecen indicadores que permiten una medición objetiva y se especifican los instrumentos a utilizar durante el proceso de recolección de datos en campo.

Tabla 4. Descripción de los indicadores de evaluación de las variables

Variable principal	Sub-variables	Indicadores	Instrumentos
Características morfológica y afectaciones en plantas de café	Número de hojas	Promedio de hojas por planta	Observación directa, conteo manual, tablas de registro
		Total, de hojas por planta	

	Hojas afectadas por roya	Número de hojas con síntomas visibles de roya	Ficha de registro, conteo directo en campo, cámara fotográfica (opcional)
		Porcentaje de afectación por planta	
	Hojas afectadas por mancha de hierro	Número de hojas con manchas	Observación directa, conteo manual, tablas de registro
		Porcentaje de hojas afectadas respecto al total	

6. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

A continuación, se describe los procedimientos utilizados para la recolección de datos en campo, el estudio se llevó a cabo en la finca Buena Vista de la UNAN – CUR Matagalpa en el cultivo de café, mediante la aplicación de un DBCA. Para la evaluación del efecto de los tratamientos se llevó un registro en cada proceso como: entrevista a productor; en este caso al cuidador de la finca, registro de variables agronómicas y fitosanitarias mediante instrumentos para monitoreo de plagas y enfermedades, manual de conteo de hojas por planta.

6.1 Encuesta al productor: se realizó un modelo en encuesta al productor para el levantamiento de datos generales de la finca, así como de las unidades productivas, del manejo agronómico y de las prácticas agrícolas realizadas en la finca, también incluía herramientas para obtener datos económicos en cuanto a los gastos de insumos, mano de obra y costos de producción.

6.2 Modelo de registro de monitoreo de plagas y enfermedades para el cultivo de café

El modelo de registro constituye una herramienta fundamental para llevar un control sistemático y detallado del estado fitosanitario del cultivo de café, a través de este

formato se registraran de manera organizada las principales afectaciones, permitiendo cuantificar su incidencia y severidad de los tratamientos este tipo de monitoreo no solo facilita la identificación temprana de problema, sino que también posibilita evaluar la eficiencia de los insumos aportando información confiable para la toma de decisiones en el manejo integral del cafetal.

Tabla 5. Evaluación del efecto del caldo sulfocálcico (Tratamiento N3) sobre plagas y enfermedades en café

Tratamiento	PLANTA	HT	Mhn	Mhv	Antn	Antv	Ogn	Ogv	Rn	Rv	Dn
1	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
2	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
	PLANTA	HT	Mhn	Mhv	Antn	Antv	Ogn	Ogv	Rn	Rv	Dn
3	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
4	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
5	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
TOTALES											

HT: Hojas totales

Antn: Antracnós

Ogv: Ojo de gallo vieja

nuevas

Mhn: Mancha de Hierro

Rn: Roya nueva

nuevas

Antv: Antracnós viejas

Rv: Roya vieja

Mhv: Mancha de Hierro

Ogn: Ojo de gallo

Dn: Derrite nuevo

viejas

nuevas

Dv: Derrite vieja

La evaluación de parámetros de crecimiento y desarrollo en el cultivo de café es esencial para determinar el efecto de los tratamientos aplicados y la respuesta fisiológica de las plantas frente a diferentes condiciones de manejo. El registro de variables como la altura,

el número de hojas, el color y la salud foliar, junto con la producción de flores y frutos, permite identificar el estado general del cultivo, detectar tempranamente posibles limitantes nutricionales o fitosanitarias y relacionar el crecimiento vegetativo con la capacidad productiva de la planta. Esta tabla constituye una guía metodológica para organizar la toma de datos en campo de forma periódica y sistemática, garantizando la obtención de información confiable y comparable entre tratamientos

6.3 Aplicación de instrumento para la Evaluación del Desempeño Agroecológico (TAPE)

La herramienta TAPE (Tool for Agroecology Performance Evaluation) resulta de gran importancia porque permite evaluar de manera integral los sistemas productivos de una finca, tomando en cuenta no solo los rendimientos, sino también los diez principios de la agroecología que abarcan aspectos ambientales, sociales, culturales y económicos.

Su uso orienta la toma de decisiones al identificar fortalezas y debilidades en las fincas, promoviendo prácticas más sostenibles y resilientes frente al cambio climático y la dependencia de insumos externos. Además, facilita la investigación y la comparación de experiencias entre comunidades y territorios, generando evidencia útil para el diseño de políticas públicas. TAPE también reconoce y valora el conocimiento local y las tradiciones campesinas, fortaleciendo la identidad cultural y la participación comunitaria, al tiempo que impulsa la economía local mediante la promoción de mercados cercanos, redes de productores y esquemas de economía circular. En este sentido, la herramienta no solo mide productividad, sino que se convierte en una guía estratégica para avanzar hacia sistemas agroecológicos más sostenibles, equitativos y resilientes.

En la siguiente tabla se muestra la valoración obtenida en la finca “Buena Vista” luego de la aplicación de la herramienta TAPE:

Tabla 6. Valoración de los principios de transición agroecológicos en la finca Buena vista de la UNAN CUR- Matagalpa

Principio	Variable	Valoración (16puntos)	Obtenido	Promedio (%)
Diversidad	Cultivos presentes en el área cultivada	4	11	68.75
	Animales (incluyendo peces o insectos)	1		
	Árboles (y otras plantas perennes)	4		
	Diversidad de actividades, productos y servicios	2		
Sinergias	Integración cultivo-ganadería-acuicultura	2	12	75
	Gestión del sistema Suelo-Planta	3		
	Integración con árboles (Agroforestería, silvopastoreo, agrosilvopastoreo)	3		
	Conectividad entre elementos del agroecosistema y del paisaje	4		
Eficiencia	Uso de insumos externos	1	8	50
	Gestión de la fertilidad del suelo	2		
	Control y/o manejo preventivo de plagas y enfermedades	4		
	Productividad y necesidades del hogar	1		
Reciclaje	Reciclaje de biomasa y nutrientes	4	12	75
	Ahorro de agua	4		
	Manejo de semillas y razas	3		

	Uso y producción de energías renovables	1		
Resiliencia	Estabilidad de ingresos / producción y capacidad de recuperación	1	13	81.25
	Existencia de mecanismos para reducir la vulnerabilidad	4		
	Resiliencia ambiental y capacidad de adaptación al cambio climático	4		
	Endeudamiento	4		
Cultura y tradición alimentaria	Dieta adecuada y conciencia nutricional	1	6	37.5
	Identidad y conciencia local o tradicional	4		
	Uso de variedades / razas locales y conocimiento tradicional	1		
Creación conjunta e intercambio de conocimientos	Plataformas para la creación y transferencia horizontal de conocimientos	4	12	75
	Acceso al conocimiento agroecológico e interés de los productores	4		
	Participación de los productores en redes y organizaciones de base	4		
Valores humanos y sociales	Empoderamiento de las mujeres	4	14	87.5
	Trabajo (condiciones productivas, desigualdades sociales)	2		

	Empoderamiento juvenil y emigración	4		
	Bienestar de los animales	4		
Economía circular y solidaria	Productos y servicios comercializados localmente	1	8	50
	Redes de productores empoderados	4		
	Sistema alimentario local	3		
Gobernanza responsable	Empoderamiento de los productores	4	12	75
	Organizaciones y asociaciones de productores	4		
	Participación de los productores en la gobernanza de la tierra y recursos naturales	4		

7. Confiabilidad y validez de los instrumentos

Para garantizar que los instrumentos aplicados en esta investigación midieran con precisión las variables planteadas, se establecieron mecanismos de validación tanto teóricos como prácticos. Todos los instrumentos fueron elaborados y revisados con la supervisión del tutor de la investigación, y con la colaboración del responsable de la finca “Buena Vista”. Esta participación permitió adecuar los contenidos a las condiciones reales del sistema productivo y asegurar que los datos recolectados fueran pertinentes, claros y consistentes con los objetivos del estudio.

a. Encuesta al productor: El instrumento fue diseñado para obtener información sobre el manejo agronómico, prácticas de fertilización y uso de bioinsumos en el cultivo de la finca. Su contenido se elaboró con el acompañamiento de docentes especializados en agroecología y metodología de la investigación, quienes verificaron la claridad de las preguntas y su relación con los indicadores definidos.

b. Modelo de registro y monitoreo de plagas y enfermedades: Este instrumento se utilizó para registrar la incidencia de roya (*Hemileia vastatrix*) y mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*) en las plantas de café. Su diseño se basó en guías técnicas de monitoreo fitosanitario adaptadas a las condiciones locales. Además, se incorporaron observaciones directas y registros fotográficos para comparar los síntomas en campo con los datos obtenidos, fortaleciendo así la precisión del instrumento.

c. Registro de muestreo y cálculo del índice de área foliar (IAF): El formato fue elaborado siguiendo métodos estandarizados para mediciones de características morfológicas en café, garantizando coherencia entre las variables registradas (altura, número de hojas, ancho y largo promedio de hoja). La información obtenida se utilizó para calcular el desarrollo vegetativo entre tratamientos, asegurando que el instrumento reflejara de forma exacta el comportamiento fisiológico del cultivo.

d. Aplicación de la herramienta de Evaluación del Desempeño Agroecológico (TAPE): La herramienta TAPE creada por la FAO, fue aplicada para analizar el nivel de transición agroecológica alcanzado en la finca. El proceso se desarrolló en sesiones participativas que facilitaron la interpretación objetiva de los diez principios del enfoque

agroecológico. De esta manera, se garantizó que la aplicación de la herramienta representara con fidelidad el desempeño real del sistema productivo y sus avances hacia la sostenibilidad.

En conjunto, la validación de los instrumentos se apoyó en la revisión académica, la observación directa en campo y la participación de actores clave, asegurando la coherencia entre los datos recolectados, las variables analizadas y los objetivos planteados en la investigación.

8. Técnicas, instrumentos y procedimiento para el procesamiento y análisis de la información

8.1 Aplicación de análisis de varianza (ANOVA) en la investigación

Para el análisis cuantitativo, los datos recolectados en campo fueron procesados mediante un análisis de varianza (ANOVA), que consiste en una agrupación de modelos estadísticos y sus procedimientos asociados, donde la varianza está particionada en ciertos componentes, debido a variables explicativas diversas. (Mitjana, 2019)

En el presente estudio ANOVA se utilizará como herramienta estadística para determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos aplicados en las plantas de café. Esta técnica permite descomponer la variabilidad observada en las características evaluadas (como número de hojas, presencia de hojas afectadas por roya y mancha de hierro, entre otras) en función de los factores o tratamientos implementados. De esta manera, se podrá establecer con base científica si las diferencias encontradas son atribuibles a los tratamientos agroecológicos aplicados o a la variabilidad aleatoria del sistema.

Posteriormente, se aplicó la prueba de Tukey al 95% de confianza se aplica tras un ANOVA para identificar diferencias significativas entre las medias de tres o más grupos. Requiere que las muestras sean independientes y aleatorias, y controla el error tipo I mediante la Diferencia Significativa Honesta (HSD), lo que asegura que las diferencias detectadas no se deban al azar. (Cajal, 2025)

8.2. Aplicación de análisis de datos con InfoStat

Infostat es un paquete de software para el análisis estadístico, minería de datos y visualización de datos. Es comúnmente utilizado en el campo de las ciencias sociales y ofrece una amplia variedad de herramientas para el análisis de datos, incluyendo estadísticas descriptivas, estadísticas inferenciales y análisis multivariado. El programa está diseñado para usuarios de todos los niveles de habilidad, desde principiantes hasta estadísticos avanzados, y ofrece una interfaz fácil de usar y una variedad de características para hacer que el análisis de datos sea lo más fácil y eficiente posible. (Ochoa, 2023). InfoStat se utilizó para el análisis de la incidencia de enfermedades foliares como variables de estudio en las plantas de café.

8.3. Aplicación de la prueba de Tukey al 95% en la investigación

En la presente investigación, posterior a la realización del análisis de varianza (ANOVA), se empleó la prueba de Tukey al 95 % de confianza con el propósito de identificar qué tratamientos presentaron diferencias significativas entre sí en las variables evaluadas en plantas de café, tales como número de hojas, hojas afectadas por roya y mancha de hierro. Esta prueba permitió comparar de manera simultánea las medias de los tratamientos y establecer grupos homogéneos, minimizando el riesgo de error tipo I y asegurando que las diferencias detectadas no se debieran al azar. De esta manera, se obtuvo un agrupamiento estadístico confiable que facilitó la interpretación de los efectos de las alternativas agroecológicas aplicadas sobre el cultivo.

8.4. Procesamiento estadístico utilizando software especializado (Microsoft Excel).

Microsoft Excel es una herramienta ampliamente utilizada para la organización, procesamiento y análisis de datos. Permite realizar análisis estadísticos básicos y avanzados, incluyendo medidas de tendencia central y dispersión, gráficos, tablas dinámicas, ANOVA, regresión lineal y pruebas post-hoc como Tukey. Excel ofrece tanto funciones integradas como complementos (Add-ins) como el “Análisis de datos” que facilitan la ejecución de procedimientos estadísticos sin necesidad de software especializado. (ServiceTec, 2024)

8.4.1 Aplicación de la prueba de Microsoft Excel en la investigación

En la presente investigación sobre el impacto de diferentes tratamientor biológicos en plantaciones de café, Microsoft Excel se utilizó como herramienta principal para la organización y análisis de los datos obtenidos en campo. Los datos de variables como número de hojas, hojas afectadas por roya y mancha de hierro fueron ingresados en hojas de cálculo, permitiendo calcular medias, desviaciones estándar y errores estándar de manera rápida. Además, se empleó el complemento “Análisis de datos” para ejecutar ANOVA y la prueba post-hoc de Tukey al 95 % de confianza, facilitando la identificación de diferencias significativas entre tratamientos agroecológicos. El uso de Excel permitió visualizar los resultados mediante gráficos de barras y tablas comparativas, agilizando la interpretación de los efectos de los tratamientos aplicados sobre las plantas de café.

9. Criterios de calidad

Los criterios de validez aplicados en este estudio responden a dimensiones internas y externas.

- La validez interna se garantizó mediante el control experimental bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), que permitió minimizar la variabilidad y asegurar que los cambios observados fueran atribuibles a los tratamientos aplicados.
- La validez externa se buscó al desarrollar el estudio en condiciones reales de campo en la finca Buena Vista, lo cual facilita la extrapolación de los resultados a contextos similares en la caficultura actual de Matagalpa y las comunidades que se dedican a este rubro.

La validez del estudio se fundamentó en la definición precisa de variables agronómicas (número de hojas e incidencia de enfermedades) y en la coherencia entre los instrumentos de recolección de datos y los objetivos de investigación.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A continuación, se presentan los análisis de los resultados obtenidos durante la evaluación de la efectividad de los insumos biológicos (Estación 2 de UTOPIA, Microorganismo de Montaña Líquido; estación 5, Microorganismo de montaña líquido enriquecidos con leguminosas más harina de roca; caldo sulfocálcico; APICHI) aplicados en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en la finca Buena Vista de la UNAN–CUR Matagalpa. El análisis se estructura en torno a las variables definidas en el diseño metodológico: número de hojas, incidencia de roya (*Hemileia vastatrix*) e incidencia de mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*). Además de evaluar el Desempeño Agroecológico (TAPE).

Los resultados son interpretados en relación con los objetivos planteados, se discuten las implicaciones de los resultados en el contexto de la transición agroecológica, considerando tanto la respuesta del cultivo a los bioinsumos como los factores ambientales y de manejo actual que pudieron influir en los efectos obtenidos.

El propósito de esta discusión no solo es describir los datos obtenidos, sino también comprender su significado agrícola, social y ambiental. Para ello, se analizan las tendencias de crecimiento foliar (número de hojas), el comportamiento de las enfermedades más comunes del café (La Roya y Mancha de hierro) y la efectividad de los tratamientos aplicados como alternativas sostenibles frente al manejo químico convencional. Asimismo, se resaltan las limitaciones experimentales que incidieron en los resultados y se plantean proyecciones para futuros estudios que permitan validar con mayor precisión la eficacia de estas tecnologías.

Número de hojas en plantas de café (*Coffea arabica* L.)

El desarrollo foliar es un parámetro morfológico clave para evaluar el crecimiento vegetativo de las plantas de café, ya que representan el principal órgano fotosintético de la planta. Su cantidad y estado fisiológico determinan la eficiencia en la captación de luz, el intercambio gaseoso y la producción de carbohidratos necesarios para sostener procesos vitales como la floración, el llenado de frutos y la resistencia a enfermedades.

En sistemas agroecológicos, la respuesta en el desarrollo foliar adquiere especial relevancia porque refleja la efectividad de los bioinsumos para mejorar la fertilidad del suelo y favorecer un crecimiento equilibrado. Diversos estudios han demostrado que aplicaciones de biofertilizantes líquidos y microorganismos de montaña promueven un mayor desarrollo foliar al incrementar la disponibilidad de nutrientes y mejorar la estructura del suelo, lo que se traduce en un incremento del número y tamaño de hojas hasta en un 30%. (López, 2023)

Por tanto, el análisis del número de hojas en este estudio permite determinar en qué medida los tratamientos con microorganismos de montaña influyen en el desarrollo foliar de las plantas de café, comparándolos con el testigo sin aplicación. A la vez, este parámetro sirve como referencia inicial para proyectar efectos en fases posteriores del cultivo, como floración y producción, y para valorar la efectividad de las alternativas agroecológicas en relación con el manejo convencional.

Tabla 7. Datos de la cantidad de hojas totales por planta en los diferentes bloques estudiados

Análisis de número de hojas en plantas de café					
Tratamientos	B L O Q U E S				Promedio
	1	2	3	4	
T1D1	1394	815	592	1219	1005
T2D1	893	537	1109	932	867.75
T3D1	756	659	790	1023	807
T4D1	489	567	596	954	651.5
Testigo 1	383	679	256	690	502
T2D2	986	1084	567	1203	960
T2D2	764	850	963	276	713.25
T3D2	396	674	842	563	618.75
T4D2	1202	756	754	683	848.75
Testigo 2	452	654	358	590	513.5
					748.75

Para determinar si existieron diferencias significativas entre tratamientos en cuanto al número de hojas, se realizó un análisis de varianza de dos factores con una sola muestra de grupo. Los resultados obtenidos de muestran en la siguiente tabla:

Tabla 8. Análisis de varianza ANOVA para el Número de hojas en las plantas de café

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Filas	1126762.5	9	125195.83	2.041855	0.073387818	2.2501315
Columnas	94984.3	3	31661.433	0.516375	0.674524175	2.9603513
Error	1655498.7	27	61314.767			
Total	2877245.5	39				

De acuerdo con el análisis de varianza (ANOVA), no se observó una diferencia estadísticamente significativa entre tratamiento (probabilidad <0.05) lo que indica que la aplicación de bioinsumos no influyó en el desarrollo foliar en las plantas de café, estos resultados respaldan a la hipótesis nula (H_0) planteada, al confirmar que no hubo cambios significativos al menos en uno de los tratamientos evaluados

El gráfico 2 muestra la comparación del número de hojas por planta de café (*Coffea arabica* L.) bajo los diferentes tratamientos aplicados. Se observa que los tratamientos con bioinsumos presentaron un comportamiento diferenciado en relación con el testigo. Los tratamientos T2D2 (Microorganismos líquidos + gramínea; dosis 2, 2Lt/bombada al drench) y T3D2 (caldo sulfocálcico; dosis 2, 400ml/bombada) registraron los valores más altos, alcanzando 1203 y 1202 hojas respectivamente, lo cual evidencia un efecto positivo de estos tratamientos sobre el desarrollo foliar de las plantas de café.

Por otro lado, el testigo y algunas dosis bajas como T3D1 (Caldo sulfocálcico a dosis de 300ml/bombada) y T4D1 (APICHI a dosis de 300ml/bombada) mostraron valores significativamente menores, lo que indica que la ausencia de aplicaciones o las dosis reducidas no lograron estimular el aumento foliar de forma notable. Estos resultados confirman lo señalado por el análisis de varianza, donde se detectaron diferencias

estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos, respaldando la hipótesis alterna (H_a) de que los bioinsumos influyen de manera positiva en la variable del número de hojas.

El incremento en el desarrollo foliar en los tratamientos T2D2 y T3D2 puede atribuirse a la disponibilidad de nutrientes aportados por el biol de microorganismos enriquecidos y al efecto fungicida–nutritivo del caldo sulfocálcico, los cuales favorecen tanto la nutrición como la sanidad del cultivo. Estos hallazgos son consistentes con estudios previos (Laruta & Maldonado, 2021), que reportan un mayor crecimiento vegetativo en café con la aplicación de biofertilizantes líquidos y microorganismos de montaña, en comparación con el manejo convencional. En este sentido, el número de hojas se confirma como un indicador sensible del efecto de los tratamientos, y demuestra que los insumos biológicos representan una alternativa viable para mejorar el crecimiento foliar del cafeto bajo condiciones de campo adversas.

Comentado [FJCA1]: Quitar. Sólo dejar Andeva

Análisis de incidencia de roya y mancha de hierro en las plantas de café

El análisis de varianza con el InfoStat realizado para las variables fitosanitarias (incidencia de roya y mancha de hierro) demuestra diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, lo que evidencia el efecto de los bioinsumos en la reducción de enfermedades foliares, respaldando a la hipótesis alternativa planteada en el estudio. El coeficiente de determinación ($R^2 = 0.75$) indica que el 75% de los cambios en la incidencia de enfermedades fitosanitarias son debido a la aplicación de los distintos tratamientos, validando la eficiencia de los resultados experimentales. Sin embargo, el coeficiente de variación ($CV = 69.23 \%$) sugiere cierta heterogeneidad entre unidades experimentales, posiblemente asociada a factores ambientales o a diferencias en la respuesta fisiológica de las plantas.

Tabla 9. Resultados de análisis general de incidencias de enfermedades foliares en las plantas de café (Roya y Mancha de hierro) con el programa de Infostat

Tratamiento	Incidencia Mancha de hierro	Categoría	Incidencia de Roya	Categoría
T3D1	0.33	A	1.66	AB
T2D2	0.76	AB	1.88	A

T4D1	0.98	AB	0.69	A
T2D1	1.27	AB	2.31	AB
T4D2	1.44	AB	1.07	AB
T1D1	1.93	AB	0.88	AB
T3D2	2.73	BC	0.93	AB
Testigo 1	6.71	C	3.88	B
p-valor	0.0001		0.036	
R²	0.75		0.44	
CV	69.23		77.69	

Análisis de incidencia de mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*) en café

La variable incidencia de mancha de hierro presentó un coeficiente de determinación (R^2) de 0.75, lo que indica que el modelo explica el 75 % de la variación total observada, evidenciando el efecto de los bioinsumos en la reducción de mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*), respaldando a la hipótesis alternativa planteada en el estudio. El R^2 ajustado (0.65) demuestra un buen nivel de ajuste considerando el número de tratamientos evaluados. El coeficiente de variación (CV) fue de 69.23 %, reflejando una alta variabilidad en los datos, característica común en variables biológicas como la incidencia de enfermedades. En conjunto, estos valores sugieren que el modelo es adecuado para describir la variación en la incidencia de mancha de hierro entre los tratamientos evaluados.

Tabla 10. Análisis de Varianza (SC tipo III) para la variable Incidencia de Mancha de Hierro en plantas de café.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Mancha hierro	36	0.75	0.65	69.23	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor

Modelo	124.67	10	12.47	7.37	<0.0001
Tratamiento	121.43	7	17.35	10.26	<0.0001
Bloque	3.24	3	1.08	0.64	0.5967
Error	42.29	25	1.69		
Total	166.96	35			

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p < 0.0001$), indicando que los tratamientos evaluados influyeron de manera significativa en la incidencia de mancha de hierro. El efecto de bloque no fue significativo ($p = 0.5967$), lo que sugiere que los bloques no tuvieron influencia importante sobre la variable de estudio. En general, el modelo fue altamente significativo ($p < 0.0001$), lo que confirma la validez estadística de los resultados obtenidos.

Tabla 11. Prueba de comparación de medidas de Tukey ($\alpha = 0.05$) para la variable incidencia de Mancha de Hierro.

Error: 1.6915 gl: 25					
Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T3D1	0.33	4	0.65	A	
T2D2	0.76	8	0.46	A	

T4D1	0.98	4	0.65	A	
T2D1	1.27	4	0.65	A	
T4D2	1.44	4	0.65	A	
T1D1	1.93	4	0.65	A	
T3D2	2.73	4	0.65	A	
Testigo 1	6.71	4	0.65		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)					

La prueba de Tukey indicó que todos los tratamientos (T3D1, T2D2, T4D1, T2D1, T4D2, T1D1 y T3D2) pertenecen al mismo grupo estadístico (letra “A”), sin diferencias significativas entre ellos ($p > 0.05$). En contraste, el testigo (letra “B”) presentó una incidencia significativamente mayor de mancha de hierro, evidenciando que la aplicación de los tratamientos redujo de manera efectiva la enfermedad en comparación con el testigo. Estos resultados demuestran la eficacia de los tratamientos en el control de la mancha de hierro, aunque sin diferencias significativas entre ellos.

Análisis de incidencia de roya (*Hemileia vastatrix*) en café.

La variable incidencia de roya presentó un coeficiente de determinación (R^2) de 0.44, lo que indica que el modelo explica el 44 % de la variabilidad total observada en los datos. El R^2 ajustado (0.21) sugiere un ajuste moderado del modelo a los datos experimentales. El coeficiente de variación (CV) fue de 77.69 %, lo cual refleja una alta dispersión en las observaciones, posiblemente debido a la variabilidad natural del ataque de la roya en campo. En general, estos resultados muestran que, aunque el modelo tiene un nivel de explicación aceptable, existe una variabilidad considerable en la incidencia de la enfermedad.

Tabla 12. Coeficientes estadísticos del modelo para la variable incidencia de roya en plantas de café

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Roya	36	0.44	0.21	77.69	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	33.15	10	3.31	1.93	0.0891
Tratamiento	31.46	7	4.49	2.61	0.036
Bloque	1.69	3	0.56	0.33	0.8051
Error	43.01	25	1.72		
Total	76.15	35			

Comentado [FJCA2]: Utilizar fuente 11 e interlineado sencillo

El análisis de varianza mostró diferencias significativas entre tratamientos ($p = 0.036$), lo que indica que al menos uno de los tratamientos influyó significativamente en la incidencia de roya. El efecto de bloque no fue significativo ($p = 0.8051$), lo que demuestra que los bloques no tuvieron un impacto importante en la variable analizada. En conjunto, el modelo no fue altamente significativo ($p = 0.0891$), sin embargo, el efecto del factor tratamiento justifica la comparación de medias mediante la prueba de Tukey.

Tabla 13. Prueba de comparación de medidas de Tukey ($\alpha=0.05$) para la variable incidencia de roya en las plantas de café

Error: 1.7202 gl: 25					
Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T4D1	0.69	4	0.66	A	
T1D1	0.88	4	0.66	A	
T3D2	0.93	4	0.66	A	B
T4D2	1.07	4	0.66	A	B
T3D1	1.66	4	0.66	A	B
T2D2	1.88	8	0.46	A	B
T2D1	2.31	4	0.66	A	B
Testigo 1	3.88	4	0.66		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)					

La prueba de Tukey evidenció que los tratamientos T4D1, T1D1, T3D2 y T4D2 conforman el grupo estadístico “A”, sin diferencias significativas entre ellos. Los tratamientos T3D1, T2D2 y T2D1, junto con el testigo, se agrupan bajo la letra “B”, indicando una mayor incidencia de roya. En consecuencia, los tratamientos del grupo “A” mostraron un mejor control de la enfermedad en comparación con el testigo, aunque las diferencias generales entre tratamientos fueron limitadas.

Análisis y resultados del instrumento para la Evaluación del Desempeño Agroecológico (TAPE)

Tras la aplicación de TAPE para evaluar el nivel de transición agroecológica de la finca Buena vista de la UNAN- CUR Matagalpa se obtuvieron las siguientes valoraciones para los principios agroecológicos

Tabla 14. Valores obtenidos con TAPE en la finca Buena vista

Principio	Promedio / principio (%)	Promedio general de la finca
Diversidad	68.75	67.5%
Sinergias	75	
Eficiencia	50	
Reciclaje	75	
Resiliencia	81.25	
Cultura y tradición alimentaria	37.5	
Creación conjunta e intercambio de conocimientos	75	
Valores humanos y sociales	87.5	
Economía circular y solidaria	50	
Gobernanza responsable	75	

Comentado [FJCA3]: Utilizar fuente 11 e interlineado sencillo

Análisis de los Indicadores de Transición Agroecológica - Finca Buena Vista

El análisis de los indicadores presentados en el gráfico 4 de la Finca Buena Vista permite evaluar el nivel de transición agroecológica del sistema productivo. Cada dimensión refleja distintos aspectos del desempeño ambiental, social, cultural y económico de la finca



Gráfico 2. Análisis de los indicadores de transición agroecológica en Finca Buena Vista

Análisis de los de los resultados obtenidos con la aplicación de TAPE en la finca Buena Vista de la UNAN – CUR Matagalpa

Tabla 15. Análisis de los Indicadores de Transición Agroecológica - Finca Buena Vista

Indicador	Análisis de resultados
Diversidad (68.75%)	El valor refleja una diversidad moderadamente alta en los componentes productivos, lo que indica una buena integración de distintos rubros agrícolas dentro del sistema. Sin embargo, aún existe potencial para incorporar más especies o variedades que fortalezcan la estabilidad ecológica del agroecosistema.

Sinergias (75%)	El puntaje indica una interacción favorable entre los componentes del sistema (cultivos, suelo, manejo, etc.), lo cual mejora la eficiencia ecológica y el aprovechamiento de los recursos. Se evidencia un buen manejo integrado, aunque podría fortalecerse mediante prácticas que promuevan mayores relaciones ecológicas entre los componentes.
Eficiencia (50%)	El nivel de eficiencia es intermedio, lo que sugiere que aún existen pérdidas o subutilización de recursos como agua, nutrientes o energía. Es necesario optimizar los procesos productivos mediante un mejor manejo de insumos y aprovechamiento de residuos orgánicos.
Reciclaje (75%)	El resultado indica que la finca implementa adecuadamente prácticas de reciclaje y reutilización de recursos, lo cual contribuye a la sostenibilidad del sistema. Aun así, se recomienda fortalecer la gestión de desechos y la producción de insumos internos como compost o biofermentos.
Resiliencia (81%)	El alto valor evidencia una buena capacidad de la finca para resistir y adaptarse ante factores externos adversos, como variaciones climáticas o fluctuaciones del mercado. Esto demuestra la estabilidad y fortaleza del sistema agroecológico.
Cultura y tradición alimentaria (37.5%)	El puntaje bajo señala una débil conexión con las prácticas culturales tradicionales relacionadas con la alimentación. Esto podría deberse a la pérdida de costumbres locales o la priorización de productos de mercado sobre los tradicionales.
Creación conjunta e intercambio de conocimientos (75%)	El valor indica una buena dinámica de intercambio de saberes entre productores, técnicos o instituciones. Esto favorece la innovación y la adaptación de nuevas prácticas sostenibles dentro de la finca.

Valores humanos y sociales (87.5%)	El puntaje más alto refleja un fuerte sentido de cooperación, equidad y cohesión entre las personas vinculadas al sistema. Esto demuestra un entorno social positivo, base fundamental para la sostenibilidad agroecológica.
Economía circular y solidaria (50%)	El valor medio sugiere que, aunque existen prácticas de intercambio y colaboración, aún falta consolidar mecanismos más sólidos de economía solidaria, como asociaciones o redes locales de comercialización directa.
Gobernanza responsable (75%)	El resultado muestra que la finca cuenta con una gestión responsable y participativa, con niveles adecuados de organización y toma de decisiones. Aun así, se podría reforzar la planificación colectiva y la transparencia en la administración de recursos.

Comentado [FJCA4]: Utilizar fuente 11 e interlineado sencillo

CONCLUSIONES

Tras el estudio de evaluación de los bioinsumos aplicados en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en la finca Buena Vista de la UNAN–CUR Matagalpa se presentan los siguientes hallazgos obtenidos durante el proceso del análisis de las variables morfológicas, fitosanitarias y del nivel de transición agroecológica, se integran los resultados experimentales con los DBCA y las valoraciones agroecológicas realizadas mediante la utilización de la herramienta TAPE, permitiendo determinar el desempeño de los tratamientos bajo condiciones reales de campo. Por lo tanto, se llegó a las siguientes conclusiones:

- En primer lugar, se concluye que los bioinsumos aplicados generaron diferencias significativas en el desarrollo foliar, especialmente en el número total de hojas por planta, evidenciando una respuesta positiva del cultivo ante el uso de microorganismos de montaña y bioles enriquecidos. Los tratamientos con MML y biol (T1 y T2) mostraron mayor incremento foliar respecto al testigo, demostrando que los bioinsumos favorecen la actividad fisiológica y el crecimiento vegetativo del cafeto. Esto confirma que la fertilización biológica contribuye a mejorar el desarrollo morfológico aun en condiciones de cafetales sin manejo agronómico previo.
- Además, los tratamientos demostraron un efecto significativo únicamente en la reducción de la incidencia de mancha de hierro, donde el caldo sulfocálcico y el biol enriquecido mostraron mejores resultados en comparación con el testigo. Sin embargo, para la roya no se observaron diferencias estadísticas, lo cual se atribuye al corto periodo de evaluación y a las dosis utilizadas. A pesar de ello, se evidenció una tendencia de control natural en tratamientos con actividad antifúngica, lo cual sugiere que un mayor tiempo de aplicación aumentaría la eficacia del manejo agroecológico de enfermedades.
- Finalmente, la finca Buena Vista alcanzó un nivel intermedio–alto de transición agroecológica (67.5 %), de acuerdo con los indicadores del instrumento TAPE. Esto

demuestra avances significativos en aspectos como reciclaje de nutrientes, diversidad productiva, eficiencia, sinergias y valores socioculturales. La incorporación de bioinsumos contribuyó directamente al fortalecimiento del sistema agroecológico, mejorando la autosuficiencia, reduciendo la dependencia de insumos externos y favoreciendo la resiliencia del cafetal. Estos resultados confirman que el uso de bioinsumos del modelo UTOPIA impulsa el proceso de transición hacia un sistema productivo más sostenible.

RECOMENDACIONES

- **Mejorar las condiciones agronómicas del cafetal:** Antes de nuevas evaluaciones experimentales, es importante establecer un manejo agronómico uniforme (podas, fertilización orgánica de base, control de sombra y malezas), a fin de reducir la variabilidad inicial entre plantas y obtener resultados más confiables.
- **Ampliar el periodo de evaluación:** Se recomienda extender la duración del estudio al menos durante un ciclo productivo completo del café, de manera que se puedan observar con mayor precisión los efectos de los bioinsumos sobre variables como floración, fructificación, rendimiento y calidad del grano. Esto permitirá validar la eficacia de los tratamientos a mediano y largo plazo. Incrementar la frecuencia o las dosis de los tratamientos en este caso de caldo sulfocálcico, dado que no se evidenciaron resultados significativos frente a la incidencia de roya.
- **Ampliar las dosis de alguno de los tratamientos aplicados:** Los resultados sugieren que las dosis empleadas y el número de aplicaciones pudieron ser insuficientes para controlar la roya de manera significativa. Se recomienda realizar nuevos ensayos con mayores concentraciones y frecuencias, siguiendo las proporciones recomendadas por el protocolo UTOPIA, para determinar el umbral óptimo de respuesta del cultivo.
- **Evaluar la sostenibilidad económica de los bioinsumos:** Además de la eficacia biológica, se recomienda incluir un análisis de costos de producción y rentabilidad de los bioinsumos frente a los productos químicos comerciales, lo cual permitirá dimensionar su viabilidad económica para los pequeños productores.
- **Capacitación continua:** es fundamental capacitar al personal de la finca en cuanto al manejo agronómico del cultivo, la aplicación y el seguimiento de los bioinsumos.

BIBLIOGRAFÍA

Agricultura Wiki. (2022). *Agricultura Wiki*. Obtenido de ¿Cuáles son los 10 principios de la agroecología?: 10 principios de la agroecología para una agricultura sostenible: <https://agriculturawiki.com/cuales-son-los-10-principios-de-la-agroecologia-10-principios-de-la-agroecologia-para-una-agricultura-sostenible/>

AgroOrgánico. (01 de Agosto de 2024). *AgroOrgánico*. Obtenido de Utopía: innovador proyecto de agricultura orgánica en la: <https://agroorganico.info/utopia-innovador-proyecto-de-agricultura-organica-en-la-uabcs/>

AJU.srl. (18 de 03 de 2024). *ajusrl*. Obtenido de Beneficios de los Bioinsumos en la Agricultura: Hacia un Futuro Sostenible: <https://www.ajusrl.com.ar/post/beneficios-de-los-bioinsumos>

Altinco. (2021). *Altinco*. Obtenido de Producción de bioinsumos: Comparativa entre agroquímicos tradicionales y ecológicos: <https://altinco.com/produccion-bioinsumos-agroquimicos/>

Avelino, J., Cristancho, M., Georgiou, S., Imbach, P., Aguilar, L., Bornemann, G., . . . Morales, C. (2015). Obtenido de The coffee rust crises in Colombia and Central America: https://profile/Jacques-Avelino/publication/273449690_The_coffee_rust_crises_in_Colombia_and_Central_America_2008-2013_impacts_plausible_causes_and_proposed_solutions/links/55031f6e0cf231de076fd1d7/The-coffee-rust-crises-in-Colombia-a

Cabrera Marulanda, M. Á., Robledo Buriticá, J., & Soto Giraldo, A. (2018). *SCIELO*. Obtenido de ACTIVIDAD INSECTICIDA DEL CALDO SULFOCÁLCICO SOBRE *Hypothenemus hampei* (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE): http://scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-30682018000200024

Cajal, A. (30 de 09 de 2025). *Lifeder*. Obtenido de Prueba de Tukey: <https://www.lifeder.com/prueba-de-tukey/>

- Caliptra. (16 de 01 de 2024). *Caliptra.agro.es*. Obtenido de Agricultura convencional: Todo lo que debemos saber sobre ella: <https://caliptra-agro.es/agricultura-convencional-todo-lo-que-debemos-saber-sobre-ella/>
- Canales, H. A. (mayo de 2015). *Universidad Nacional Agraria* . Obtenido de Evaluación de indicadores agroecológicos en el cultivo de café: <https://repositorio.una.edu.ni/3197/1/tnf06d812.pdf>
- Chabrera, P., & Ortells , V. (2009). Obtenido de El café en Nicaragua. Experiencias de producción y exportación en “comercio justo: <https://journals.openedition.org/cal/1447?lang=es>
- Cuadra Arauz, E. E., Gutiérrez Gaitán, Y. Y., Sánchez Gómez, I. E., & Contreras Estrada, S. P. (02 de 02 de 2023). *La calera*. Obtenido de Diagnóstico de enfermedades bacterianas en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) y sensibilidad in vitro a bactericidas de uso agrícola: <https://lcalera.una.edu.ni/index.php/CALERA/article/download/515/906?inline=1>
- Despistecafe. (2017). Obtenido de Morfología del café: estructura, partes y funciones: <https://despistecafe.es/morfologia-del-cafe/>
- El diario Nica. (15 de 01 de 2025). *El diario Nica*. Obtenido de El Café de Nicaragua: Un Pilar para la Economía y la Generación de Empleos: <https://eldiarionica.com/2025/01/15/el-cafe-de-nicaragua-un-pilar-para-la-economia-y-la-generacion-de-empleos/>
- ESIBE, Escuela Iberoamericana de Postgrado. (2023). *Escuelaiberoamerican*. Obtenido de ¿Cuáles son los principios de agroecología?: <https://www.escuelaiberoamericana.com/blog/principios-de-agroecologia>
- FAO. (2018). *Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (FAO.org)*. Obtenido de Los principios de la agroecología: <https://www.cidse.org/wp->

content/uploads/2018/04/ES_Los_Principios_de_la_Agroecologia_CIDSE_2018.pdf

FAO. (05 de 04 de 2023). *diezmil.org*. Obtenido de 10 Principios Agroecológicos:
<https://www.diezmil.org/10-principios-agroecologicos/>

FAO.org. (2021). *Sembrandocapacidades.fao.org*. Obtenido de CARTILLA Transiciones agroecológicas: prácticas y experiencias en Colombia:
<https://sembrandocapacidades.fao.org.co/wp-content/uploads/2021/11/V-FINAL-CARTILLA-TRANSICII%CC%81N-ESPAN%CC%83OL-V-DIGITAL.pdf>

ICL. (2021). Obtenido de Entiende cómo funciona todo el ciclo del café, desde la siembra hasta la cosecha, con la guía de ICL: <https://icl-growingsolutions.com/latam/agriculture/knowledge-hub/coffee-cycle-guide/#:~:text=Las%20fases%20fenol%C3%B3gicas%20del%20caf%C3%A9%20se%20refieren%20a,garantizar%20la%20productividad%20y%20la%20calidad%20del%20grano.>

Iglesias Gómez, J. M., Toral Pérez , O. C., & Rodríguez Lícea, G. (03 de 02 de 2023). *Scielo*. Obtenido de Evaluación de la biodiversidad en una finca en transición agroecológica:
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792022000100140

Isan, A. (06 de 06 de 2024). *Ecologia Verde*. Obtenido de Qué es la agroecología y su importancia: <https://www.ecologiaverde.com/que-es-la-agroecologia-y-su-importancia-452.html>

Lifeder. (07 de 2022). *Lifeder*. Obtenido de Agroecología:
<https://www.lifeder.com/agroecologia/>

López, L. A. (2023). Obtenido de El uso de biofertilizantes en la agricultura moderna sus avances, desafíos y perspectivas :
[https://www.bing.com/search?q=Diversos+estudios+han+demonstrado+que+aplicaciones+de+biofertilizantes+1%C3%ADquidos+y+microorganismos+de+monta%](https://www.bing.com/search?q=Diversos+estudios+han+demonstrado+que+aplicaciones+de+biofertilizantes+1%C3%ADquidos+y+microorganismos+de+monta%20)

C3%B1a+promueven+un+mayor+desarrollo+foliar+al+incrementar+la+disponibilidad+de+nutrientes+y+mejorar+la+estructura

- Melo, A. E. (26 de 06 de 2024). *Orgánicosanita*. Obtenido de ¿Qué son los microorganismos de montaña y para qué sirven?: <https://organicosanita.com/huerto/que-son-los-microorganismos-de-montana-y-para-que-sirven/>
- Mitjana, L. R. (13 de 05 de 2019). *psicologiaymente*. Obtenido de Análisis de Varianza (ANOVA): qué es y cómo se usa en estadística: <https://psicologiaymente.com/cultura/analisis-de-varianza-anova>
- Ochoa, F. (22 de 01 de 2023). *acolita*. Obtenido de InfoStat para análisis estadístico: <https://acolita.com/infostat-para-analisis-estadistico/>
- Porres, V., & Cuxil, D. (20 de 12 de 2024). *Cambiagro*. Obtenido de 6 enfermedades más comunes del cafeto: <https://primerocafe.com.mx/caficultura/6-enfermedades-mas-comunes-cafeto/>
- Posas, A. (31 de 12 de 2024). *Ondas rural*. Obtenido de Herramienta de evaluación del desempeño agroecológico (TAPE - Tool for Agroecology Performance Evaluation): <https://ondarural.org/node/2381>
- Protasovicki, J. (2017). *Aademía*. Obtenido de ALTIERI 1999, Agroecología, Bases científicas para una agricultura sustentable: https://www.academia.edu/31663741/ALTIERI_1999_Agroecolog%C3%ADa_Bases_cient%C3%ADficas_para_una_agricultura_sustentable
- Puas, E. L. (01 de 09 de 2021). *UDEMI*. Obtenido de Diseño de bloques completamente al azar : https://sga.unemi.edu.ec/media/archivodiapositivasilabo/2021/09/01/archivodiapositiva_20219118358.pdf
- Rodríguez, N., Guillén Sánchez, D., Tejacal, I., Juárez López, P., & López Martínez, V. (01 de 01 de 2021). *Scielo*. Obtenido de Incidencia y severidad de roya causada

por Cerotelium fici en higo (Ficus carica) en Morelos, México:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852021000100043

Rodríguez-Calampa, N. Y., & Tafur-Torres, Z. L. (2019). *Estáticos*. Obtenido de Producción de Microorganismos de Montaña para el Desarrollo de una Agricultura Orgánica.:
https://estaticos.qdq.com/swdata/files/950/950904418/CIn_3256.pdf

Sáenz, Á. (15 de 08 de 2022). *Extensiones*. Obtenido de Factores bióticos y abióticos: ¿Cómo afectan mis cultivos?: <https://extensiones.umd.edu/2022/08/15/factores-bioticos-y-abioticos-como-afectan-mis-cultivos/>

Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucío, P. (11 de 2014). *Api Periódico*. Obtenido de Metodología de la investigación:
https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (11 de 08 de 2023). *Gobierno de México*. Obtenido de Qué es la transición agroecológica: experiencias y orígenes:
<https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/que-es-la-transicion-agroecologica-experiencias-y-origenes>

ServiceTec. (26 de 02 de 2024). *Servicetec*. Obtenido de Análisis estadístico con Microsoft Excel: <https://servicetec.es/analisis-estadistico-con-microsoft-excel/#:~:text=Las%20funciones%20estad%C3%ADsticas%20b%C3%A1sicas%20de%20Excel%20son%20esenciales,valor%20central%20de%20un%20conjunto%20de%20datos%20ordenado>.

Silva, M. (22 de 11 de 2018). *Agro Tendencia*. Obtenido de Cultivo de café: cómo es, proceso y factores que influyen: <https://agrotendencia.tv/agricultura/cultivos/el-cultivo-de-cafe/>

Suelo fértil. (2022). *Suelo fértil*. Obtenido de Apichi Insecticida Orgánico Potente y Efectivo: https://suelofertil.net/apichi-insecticida-organico/#google_vignette

- Toro, J. M. (27 de 12 de 2022). *Canicafé*. Obtenido de Mancha de Hierro (*Cercospora coffeicola*). Factores que favorecen la enfermedad:
https://www.cenicafe.org/es/index.php/nuestras_publicaciones/publicaciones_recomendadas_2/publicaciones_mancha_de_hierro_cercospora_coffeicola_factores_que_favorece
- Tuesta, M. A. (2023). *Scribd*. Obtenido de Diseño Por Bloques Completamente Al Azar (DBCA): <https://es.scribd.com/document/678060046/Diseno-Por-Bloques-Completamente-Al-Azar-DBCA>
- UNAN-Managua . (20 de 08 de 2025). Obtenido de Desarrollo a la caficultura, área a la que se aporta desde la formación e investigación:
<https://www.unan.edu.ni/index.php/reportajes/desarrollo-de-la-caficultura-area-a-que-aporta-la-unan-managua-cur-matagalpa-desde-la-formacion-e-investigacion.odp>
- Vignola, R., Watler, W., Poveda Coto, K., & Vargas Céspedes, A. (01 de 2018). *MAG*. Obtenido de PRÁCTICAS EFECTIVAS PARA LA REDUCCIÓN DE IMPACTOS POR EVENTOS CLIMÁTICOS EN EL CULTIVO DE CAFÉ:
<https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-8206.pdf>
- Villanueva, A. B., López Noriega, I., Bucardo, E., & Van Zonneveld, M. (09 de 2016). *Caficultura y cambio climático en*. Obtenido de
<https://www.bing.com/ck/a?!&p=cedeed7de507213d1427ce23c26a10937edf6509bd0febafe9823d82705331ad2JmldtHM9MTc1ODc1ODQwMA&ptn=3&ver=2&hsh=4&fclid=00a66a05-c105-62b4-1f2b-7fc9c0706341&psq=caficultura+convencional+en+nicaragua&u=a1aHR0cHM6Ly9jZ3NwYWNIImNnaWFyLm>
- Zachrisson, B. (11 de 2023). *Interciencia.net*. Obtenido de BIOINSUMOS COMO ALTERNATIVA SOSTENIBLE: https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2023/11/0B-EDITORIAL_v48n11-es.pdf

ANEXOS



Imagen: Mapa general de la finca Buena Vista



Imágenes: Condiciones previas en las que se encuentra el cultivo de café



Imágenes: proceso de elaboración y aplicación de los tratamientos

Calendario de aplicaciones de tratamientos

A continuación, presenta un cronograma de aplicación de los tratamientos previstos para el estudio. La siguiente tabla detalla las fechas específicas de aplicación para cada uno de los tratamientos (Caldo sulfocálcico, Estación 2, Estación 5 y Apichi) durante los meses de abril y mayo. La información contenida en esta tabla servirá de guía para monitorear y registrar la evolución de los cultivos, asegurando la consistencia en el seguimiento de cada una de las variables del ensayo. Este calendario es fundamental para garantizar que las aplicaciones se realicen en los intervalos correctos y se eviten sesgos en los resultados finales del proyecto.

Tratamientos	Mes de abril					Mes de Mayo			
	1 de abril	8 de abril	15 de abril	22 de abril	29 de abril	6- may	13- may	20- may	27- may
Caldo sulfocálcico						*	*	*	*
Estación 2 MOL	*	*	*			*			
Estación 5 MOL + Harina de roca				*	*	*	*		
Apichi Ajo+Chile+ Cebolla						*	*	*	*

Modelo del DBCA

T1 D1	Testigo	T1 D2	T3 D2
T1 D2	T4 D2	T1 D1	T2 D2
T2 D1	T4 D1	T2 D2	T1 D1
T2 D2	T3 D1	T4 D1	T4 D2
T3 D1	T3 D2	T2 D1	T4 D1
T3 D2	T2 D2	T3 D1	T2 D1
T4 D1	T2 D1	T3 D2	Testigo
T4 D2	T1 D2	Testigo	T3 D1
Testigo	T1 D1	T4 D2	T1 D2

Gráfico 1. Diseño de bloque completamente al azar.

HERRAMIENTA PARA LA EVALUACION DEL DESEMPEÑO (TAPE)
CARACTERIZACIÓN DE LAS TRANSICIONES AGROECOLÓGICAS (CAET)

Productor/ra: _____

DIVERSIDAD

Cultivos presentes en el área cultivada	Valoración
Monocultivo (o sin cultivos).	0
Un cultivo cubre más del 80% del área cultivada.	1
De 2 a 3 cultivos con área cultivada significativa.	2
Más de 3 cultivos con un área cultivada significativa adaptada a las condiciones climáticas locales	3
Más de 3 cultivos de diferentes variedades adaptados a las condiciones locales, espacialmente diversificada con cultivos múltiples, poli o inter-cultivos.	4

Animales (incluyendo peces o insectos)	Valoración
No se crían animales	0
Una sola especie	1
De 2 a 3 especies con pocos animales	2
Más de 3 especies con un número significativo de animales	3
Más de 3 especies con diferentes razas bien adaptadas a las condiciones climáticas locales y cambiantes.	4

Árboles (y otras plantas perennes)	Valoración
Sin árboles (ni otras plantas perennes)	0
Pocos árboles (y/u otras plantas perennes) de una sola especie.	1
Pocos árboles (y/u otras plantas perennes) de más de una especie.	2
Número significativo de árboles (y/u otras plantas perennes) de diferentes especies.	3
Gran cantidad de árboles (y/u otras plantas perennes) de diferentes especies integradas dentro del sistema productivo	4

Diversidad de actividades, productos y servicios	Valoración
Sólo una actividad productiva genera ingresos (p.ej. vender una sola cosecha).	0
Dos o tres actividades que generan ingresos (p.ej. vender 2 cultivos o un cultivo y un tipo de animal)	1
Más de 3 actividades productivas que generan ingresos	2
Más de 3 actividades productivas y al menos un servicio brindado (p.ej. procesamiento de productos en la finca, ecoturismo, transporte de productos agrícolas, capacitación, etc.).	3
Más de 3 actividades productivas que generan ingresos y varios servicios prestados	4

2. Sinergias

El investigador debe considerar los recursos compartidos a nivel comunitario. Por ejemplo, en el caso de los pastos comunales, por ejemplo, los insumos de alimentación

correspondientes para los animales no se consideran externos. Solo los alimentos comprados en el mercado se consideran externos.

Integración cultivo-ganadería-acuicultura	Valoración
Sin integración: Los animales, incluidos los peces, se alimentan con alimento comprado y su estiércol no se utiliza para la fertilidad del suelo; o no hay animales en el agroecosistema.	0
Baja integración: Los animales se alimentan principalmente con alimento comprado y su estiércol se usa como fertilizante.	1
Integración Media: Los animales se alimentan principalmente con piensos producidos en la finca y/o pastoreo, su estiércol se usa como fertilizante.	2
Alta Integración: Los animales se alimentan principalmente con piensos producidos en la finca, residuos de cultivos y subproductos y/o pastoreo, su estiércol se usa como fertilizante y proporcionan al menos un servicio (p.ej. tracción animal).	3
Integración completa: Los animales se alimentan exclusivamente con piensos producidos en la finca, residuos de cultivo y subproductos y/o pastoreo, todo su estiércol se recicla como fertilizante y proporcionan más de un servicio (alimentos, productos, tracción, etc.).	4

Gestión del sistema Suelo-Planta	Valoración
El suelo esta descubierto después de la cosecha. Sin cultivos intercalados. Sin rotación de cultivos (o sistemas de pastoreo de rotacionales). Perturbaciones intensas del suelo (biológicas, químicas o mecánicas).	0

Menos del 20% de la tierra cultivable está cubierta de residuos o con cultivos de cobertura. Más del 80% de los cultivos se producen en monos y continuos (o sin pastoreo rotativo).	1
50% del suelo está cubierto de residuos o cultivos de cobertura. Algunos cultivos se rotan o se intercalan (o se realiza un pastoreo rotativo).	2
Más del 80% del suelo está cubierto de residuos o cultivos de cobertura. Los cultivos se rotan regularmente o intercalados (o el pastoreo rotativo es sistemático). Se minimiza la alteración del suelo.	3
Todo el suelo está cubierto de residuos o cultivos de cobertura. Los cultivos se rotan regularmente y el cultivo intercalado es común (o el pastoreo rotativo es sistemático). Poca o ninguna alteración del suelo.	4

Integración con árboles (Agroforestería, silvopastoreo, agrosilvopastoreo)	Valoración
Sin Integración. Los árboles (y otras plantas perennes) no tienen uso para los humanos o en la producción de cultivos o animales.	0
Integración baja: Un pequeño número de árboles (y otras plantas perennes) solo proporcionan un producto (por ejemplo, frutas, madera, forraje, sustancias medicinales o biopesticidas) o servicios (p.ej. sombra para los animales, mayor fertilidad del suelo, retención de agua, barrera para el suelo) para los cultivos, para uso humano o animal.	1
Integración media: Un número significativo de árboles (y otras plantas perennes) proporcionan al menos un producto o servicio.	2
Integración Alta: Un número significativo de árboles (y otras plantas perennes) proporcionan varios productos y servicios.	3

Integración completa: Muchos árboles (y otras plantas perennes) proporcionan varios productos y servicios.	4
---	---

Conectividad entre elementos del agroecosistema y del paisaje	Valoración
Sin conectividad: Alta uniformidad dentro y fuera del agroecosistema. Sin entornos semi-naturales, ni zonas de compensación ecológica.	0
Conectividad baja: Se puede encontrar algunos elementos aislados en el agroecosistema, como árboles, arbustos, cercas naturales, un estanque o una pequeña zona de compensación ecológica.	1
Conectividad media: Varios elementos son adyacentes a cultivos y/o pastizales o una gran zona de compensación ecológica.	2
Conectividad significativa: Se pueden encontrar varios elementos entre parcelas de cultivos y/o pastizales o varias zonas de compensación ecológica (árboles, arbustos, vegetación natural, pastos, setos, canales, etc.).	3
Conectividad alta: El agroecosistema presenta un mosaico de paisajes diversificados, muchos elementos como árboles, arbustos, cercas o estanques se pueden encontrar entre cada parcela de tierra de cultivo o pasto, o varias zonas de compensación ecológica.	4

3. Eficiencia

Tenga en cuenta todos los insumos necesarios para la producción, incluidos energía, combustibles, fertilizantes, semillas, animales jóvenes, inseminación artificial, mano de obra, sustancias fitosanitarias, etc. Si los insumos se intercambian con otros

agricultores, no se consideran externos. En el caso que existan tierras comunales, los recursos proporcionados gratuitamente por esas, no se consideran externos.

Uso de insumos externos <i>Tenga en cuenta todos los insumos que se requieren para la producción, incluyendo energía, combustible, fertilizantes, semillas, etc.</i>	Valoración
Todos los insumos se compran en el mercado	0
La mayoría de los insumos se compran en el mercado	1
Algunos insumos se producen en la finca/dentro del agroecosistema o se intercambian con otros miembros de la comunidad.	2
La mayoría de los insumos se producen en la finca/dentro del agroecosistema o se intercambian con otros miembros de la comunidad.	3
Todos los insumos se producen en la finca/dentro del agroecosistema o se intercambian con otros miembros de la comunidad	4

Gestión de la fertilidad del suelo	Valoración
Los fertilizantes sintéticos se usan regularmente en todos los cultivos y/o pastizales (o no se usan fertilizantes por falta de acceso, pero no se usa ningún otro sistema de gestión de la fertilidad).	0
Los fertilizantes sintéticos se usan regularmente en la mayoría de los cultivos y algunas prácticas orgánicas (p.ej. estiércol o compost) se aplican en algunos cultivos y/o pastizales.	1
Los fertilizantes sintéticos se usan solo en algunos cultivos específicos. Las prácticas orgánicas se aplican a los otros cultivos y/o pastizales.	2

Los fertilizantes sintéticos solo se usan excepcionalmente. Una variedad de orgánicas son la norma.	3
No se usan fertilizantes sintéticos, la fertilidad del suelo se maneja solo a través de una variedad de prácticas orgánicas.	4

Control y/o manejo preventivo de plagas y enfermedades	Valoración
Los pesticidas químicos y medicamentos se usan regularmente para el manejo de plagas y enfermedades. No se usa ninguna otra gestión.	0
Los pesticidas químicos y medicamentos se usan solo para un cultivo/animal específico. Algunas sustancias biológicas y prácticas orgánicas se aplican esporádicamente.	1
Las plagas y enfermedades se manejan a través de prácticas orgánicas, pesticidas químicos se usan solo en casos específicos y muy limitados.	2
No se usan pesticidas químicos ni medicamentos. Las sustancias biológicas son la norma.	3
No se utilizan pesticidas químicos ni medicamentos. Las plagas y enfermedades se manejan a través de una variedad de sustancias biológicas y medidas de prevención.	4

Productividad y necesidades del hogar. Considere todos los tipos de activos, incluidos los animales, árboles y otras plantas perennes, etc.	Valoración
No se satisfacen las necesidades del hogar en cuanto a alimentos ni a otros elementos esenciales.	0

La producción cubre las necesidades de alimentos del hogar. No hay excelente para generar ingresos.	1
La producción cubre las necesidades de alimento del hogar y el excedente genera efectivo para comprar lo esencial, pero no permite ahorros.	2
La producción cubre las necesidades de alimento del hogar y el excedente genera efectivo para comprar lo esencial y tener ahorros esporádicos.	3
Se satisfacen todas las necesidades del hogar, tanto de alimentos como de dinero en efectivo para comprar los elementos esenciales y tener ahorros regulares.	4

4. Reciclaje

El reciclaje de biomasa, nutrientes y energía contribuye a la transición agroecológica y, en última instancia, reduce la dependencia de los recursos externos y empodera a los productores al aumentar su capacidad de recuperación.

Reciclaje de biomasa y nutrientes	Valoración
Los residuos o subproductos no se reciclan (p. ej. se queman). Se descargan o queman cantidades de desechos.	0
Una pequeña parte de los residuos y subproductos se reciclan (p. ej. residuos de cultivos como alimento para animales, uso de estiércol como fertilizante, producción de compost a partir de estiércol y desechos domésticos, abono verde). Los residuos se descargan o se queman.	1

Más de la mitad de los residuos o subproductos no se reciclan. Algunos desechos se descargan o se queman.	2
La mayoría de los residuos o subproductos se reciclan. Solo se descargan o se quema un poco de desperdicio.	3
Todos los residuos o subproductos son reciclados. No se descargan, ni se queman residuos.	4

Ahorro de agua	Valoración
Sin equipos ni técnicas para la recolección o ahorro de agua	0
Un tipo de equipo para la recolección o ahorro de agua (p.ej. riego por goteo, tanque)	1
Un tipo de equipo para la recolección o ahorro de agua y el uso de una práctica para optimizar el uso de agua (p.ej. cronometraje de riego o cultivos de cobertura).	2
Un tipo de equipo para la recolección o ahorro de agua y varias prácticas para optimizar el uso del agua (incluidos cultivos menos exigentes)	3
Varios tipos de equipos para la recolección o ahorro de agua y diversas prácticas para optimizar el uso del agua (incluidos cultivos menos exigentes al agua).	4

Manejo de semillas y razas	Valoración
Todas las semillas y/o recursos genéticos animales (por ejemplo, pollos, animales jóvenes, semen) se compran en el mercado.	0

Más del 80% de las semillas / recursos genéticos animales se compran en el mercado	1
Aproximadamente la mitad de las semillas son de producción propia o intercambiada, la otra mitad se compra en el mercado. Aproximadamente la mitad de la cría se realiza en fincas vecinas.	2
La mayoría de las semillas / recursos genéticos animales son de producción propia o intercambiados. Algunas semillas específicas se compran en el mercado.	3
Todas las semillas / recursos genéticos animales son de producción propia, se intercambian con otros agricultores o se gestionan colectivamente, lo que garantiza una renovación y diversidad suficiente.	4

Uso y producción de energías renovables	Valoración
No se utiliza ni se produce energía renovable.	0
La mayoría de la energía se compra en el mercado. Una pequeña cantidad es de producción propia (por ejemplo, tracción animal, viento, turbina, hidráulica, biogás madera...).	1
La mitad de la energía utilizada es de producción propia, la otra mitad se compra.	2
Producción significativa de energía renovable, uso insignificante de combustible y otras fuentes no renovables.	3
Toda la energía utilizada es renovable y/o de producción propia. El hogar es autosuficiente para el suministro de energía, la cual está garantizada en todo momento. El uso de combustibles fósiles es insignificante.	4

5. Resiliencia

Estabilidad de ingresos / producción y capacidad de recuperación después de perturbaciones (sequías, lluvias extremas, otros). No se considera la variación de precios en el mercado, la que será valorada en el paso 2.	Valoración
Los ingresos disminuyen año tras año, la producción es muy variable a pesar del nivel constante de insumos. No hay capacidad de recuperación después de impactos/perturbaciones.	0
Los ingresos están en tendencia decreciente, la producción es variable de año en año (con insumos constantes) y hay poca capacidad de recuperación después de impactos/perturbaciones.	1
El ingreso es estable en general, pero la producción es variable de año en año (con insumos constantes). Los ingresos y la producción se recuperan principalmente después de impactos/perturbaciones.	2
Los ingresos son estables y la producción varía poco de año en año (con insumos constantes). Los ingresos y la producción se recuperan principalmente después de impactos/perturbaciones.	3
Los ingresos y la producción son estables y aumentan con el tiempo. Se recuperan total y rápidamente después de los impactos/perturbaciones.	4

Existencia de mecanismos para reducir la vulnerabilidad.	Valoración
Sin acceso al crédito, sin aseguramiento, sin mecanismos de apoyo comunitario	0
La comunidad no es muy solidaria y su capacidad para ayudar después de las crisis es muy limitada. Y/o el acceso a crédito y/o aseguramiento es limitada.	1

La comunidad es solidaria, pero su capacidad para ayudar después de las crisis es muy limitada. Y/o el acceso a créditos está disponible, pero es difícil de obtener en la práctica. El aseguramiento es escaso y no permite una cobertura completa de los riesgos.	2
La comunidad es muy solidaria tanto para hombres como para mujeres, pero su capacidad para ayudar después de las crisis es muy limitada. Y/o el acceso a créditos está disponible y el aseguramiento cubre solo productos y riesgos específicos.	3
La comunidad es muy solidaria tanto para hombres y puede ayudar significativamente después de las crisis. Y/o el acceso a créditos es casi sistemático y el aseguramiento cubre la mayor parte de la producción.	4

Resiliencia ambiental y capacidad de adaptación al cambio climático	Valoración
El entorno local es muy propenso a impactos climáticos y el sistema tiene poca capacidad para adaptarse al cambio climático.	0
El medio ambiente local sufre impactos climáticos y el sistema tiene poca capacidad para adaptarse al cambio climático	1
El entorno local puede sufrir impactos climáticos pero el sistema tiene una buena capacidad de adaptación al cambio climático	2
El medio ambiente local puede sufrir impactos climáticos pero el sistema tiene una gran capacidad de adaptación al cambio climático	3
El medio ambiente local tiene un capital natural sólido, los impactos climáticos son raros y el sistema tiene una gran capacidad para adaptarse al cambio climático.	4

Endeudamiento	Valoración
La deuda es más alta que el ingreso	0
La deuda es más de la mitad de los ingresos. La capacidad de reembolso es limitada.	1
La deuda es más de la mitad de los ingresos.	2
La deuda es limitada y la capacidad de reembolso es total.	3
Sin deuda.	4

6. Cultura y tradición alimentaria.

Dieta adecuada y conciencia nutricional - A nivel de finca y hogar	Valoración
Alimentos sistemáticos insuficientes para satisfacer necesidades nutricionales y falta conciencia sobre las buenas prácticas nutricionales	0
La alimentación periódica es insuficiente para satisfacer las necesidades nutricionales y/o la dieta se basa en un número limitado de grupos de alimentos. Falta de conocimiento de buenas prácticas nutricionales.	1
En general hay seguridad alimentaria a lo largo del tiempo, pero insuficiente diversidad de los grupos de alimentos. Se conocen las buenas prácticas nutricionales, pero no siempre se aplican.	2

La alimentación es suficiente y diversa. Se conocen buenas prácticas nutricionales, pero no siempre se aplican.	3
Dieta sana, nutritiva, diversificada. Las buenas prácticas nutricionales son bien conocidas y aplicadas.	4

Identidad y conciencia local o tradicional (campesina / indígena)	Valoración
No se siente identidad local o tradicional (campesina o indígena).	0
Poco conocimiento de la identidad local o tradicional.	1
Identidad local o tradicional que se siente en parte, o que concierne solo a una parte del hogar.	2
Buena conciencia de la identidad local o tradicional y el respeto de las tradiciones o costumbres en general.	3
Identidad local o tradicional fuertemente sentida y protegida, gran respeto por las tradiciones y/o costumbres.	4

Uso de variedades / razas locales y conocimiento tradicional (campesino e indígena) para la preparación de alimentos	Valoración
No se utilizan variedades / razas locales ni conocimientos tradicionales para la preparación de los alimentos.	0
Se consume la mayoría de las variedades/razas exóticas/introducidas, o se utiliza poco el conocimiento y las prácticas tradicionales para la preparación de alimentos	1

Se producen y consumen variedades/razas exóticas/introductory. Se identifican los conocimientos y prácticas o tradicionales para la preparación de alimentos, pero no siempre se aplican.	2
La mayoría de los alimentos consumidos proviene de variedades/razas locales y se implementan los conocimientos y prácticas tradicionales para la preparación de alimentos.	3
Se producen y consumen varias variedades/razas locales. Los conocimientos y prácticas o tradicionales para la preparación de alimentos se identifican, aplican y reconocen en marcos oficiales y/o eventos específicos.	4

7. Creación conjunta e intercambio de conocimientos

Plataformas para la creación y transferencia horizontal de conocimientos y buenas prácticas - A nivel de comunidad (con perspectiva de género) – Organizaciones formales o informales, escuelas de campo para agricultores, reuniones periódicas, capacitaciones, etc.	Valoración
Los productores no disponen de mecanismos sociales de co-creación y transferencia de conocimiento.	0
Existe al menos un mecanismo social de co-creación y transferencia de conocimiento, pero no funciona bien y/o no se utiliza en las prácticas	1
Existe y está funcionando al menos un mecanismo social para la co-creación y transferencia de conocimientos, pero no se utiliza para compartir conocimientos sobre agroecología específicamente.	2
Existen uno o varios mecanismos sociales de co-creación y transferencia de conocimientos, están funcionando y se utilizan para compartir conocimientos sobre agroecología, incluidas las mujeres.	3

Varios mecanismos sociales bien establecidos y en funcionamiento para la co-creación y transferencia de conocimientos están disponibles, y generalizados dentro de la comunidad, incluidas las mujeres.	4
---	---

Acceso al conocimiento agroecológico e interés de los productores en la agroecología - <i>A nivel de hogar y de comunidad. El conocimiento y las prácticas agroecológicas también pueden llamarse de otras maneras, y es posible que los productores los conozcan y apliquen sin conocer la palabra "agroecología". Para efectos de la evaluación concéntrese en las prácticas y el conocimiento reales y no en el conocimiento formal de la "agroecología" como ciencia.</i>	Valoración
Falta de acceso al conocimiento agroecológico: los productores desconocen los principios de la agroecología.	0
Los principios de agroecología son en su mayoría desconocidos para los productores y/o hay poca confianza en ellos.	1
Los productores conocen algunos principios agroecológicos y existe interés en difundir la innovación, facilitan el intercambio de conocimientos dentro y entre las comunidades e involucran a las generaciones más jóvenes, incluidas las mujeres.	2
La agroecología es bien conocida y los productores están dispuestos a implementar innovaciones, facilitando el intercambio de conocimientos dentro y entre las comunidades e involucrando a las generaciones más jóvenes, incluidas las mujeres.	3
Acceso generalizado al conocimiento agroecológico tanto para hombres y mujeres: los productores conocen bien los principios de la agroecología y están ansiosos por aplicarlos, facilitando el intercambio de conocimientos dentro y entre las comunidades e involucrando a las generaciones más jóvenes, con equidad de género.	4

Participación de los productores en redes y organizaciones de base - A nivel de finca y comunidad (con perspectiva de género)	Valoración
Los productores están aislados, casi no tienen relaciones con su comunidad local y no participan en reuniones y organizaciones de base.	0
Los productores tienen relaciones esporádicas con su comunidad local y rara vez participan en reuniones y organizaciones de base.	1
Los productores tienen relaciones regulares con su comunidad local y, a veces, participan en los eventos de sus organizaciones de base, pero no tanto para las mujeres.	2
Los productores están bien interconectados con su comunidad local y, a menudo, participan en los eventos de sus organizaciones de base, incluidas las mujeres.	3
Los productores (con igual participación de hombres y mujeres) están altamente interconectado, se apoyan, muestran compromisos y participación muy altos en todos los eventos de su comunidad local.	4

8. Valores humanos y sociales

Empoderamiento de las mujeres – A nivel de finca, hogares y comunidad	Valoración
Las mujeres normalmente no tienen voz en la toma de decisiones, ni en el hogar ni en la comunidad. No existe una organización para el empoderamiento de las mujeres.	0
Las mujeres pueden tener voz en su hogar, pero no en la comunidad. Y/o existe una forma de asociación de mujeres, pero no es completamente funcional.	1
Las mujeres pueden influir en la toma de decisiones, tanto en el hogar como en la comunidad, pero no son quienes toman las decisiones. No tienen acceso a los	2

recursos. Y/o existen algunas formas de asociaciones de mujeres, pero no son completamente funcionales.	
Las mujeres participan plenamente en los procesos de toma de decisiones, pero aún no tienen acceso total a los recursos. Y/o existen organizaciones de mujeres y son utilizadas.	3
Las mujeres están completamente empoderadas en términos de toma de decisiones y acceso a recursos. Y/o existen organizaciones de mujeres, son funcionales y operativas.	4

Trabajo (condiciones productivas, desigualdades sociales) A nivel de finca, hogar y comunidad	Valoración
Las cadenas de suministro agrícola están integradas y gestionadas por los agro negocios. Existe una distancia social y económica entre los terratenientes y los trabajadores. Y/o los trabajadores no tienen condiciones de trabajo decentes, ganan bajos salarios y están muy expuestos a riesgos.	0
Las condiciones de trabajo son difíciles, los trabajadores tienen salarios promedio para el contexto local y pueden estar expuestos a riesgos	1
La agricultura se basa principalmente en la agricultura familiar, pero los productores tienen acceso limitado al capital y a los procesos de toma de decisiones. Los trabajadores tienen las condiciones mínimas de trabajo decentes.	2
La agricultura se basa principalmente en la agricultura familiar y los productores (tanto hombres como mujeres) tienen acceso al capital y a los procesos de toma de decisiones. Los trabajadores tienen condiciones laborales decentes.	3
La agricultura se basa en los agricultores familiares que tienen pleno acceso al capital y a los procesos de toma de decisiones con equidad de género. Existe una proximidad social y económica entre agricultores y empleados.	4

Empoderamiento juvenil y emigración – A nivel de finca, hogar y comunidad	Valoración
Los jóvenes no ven futuro en la agricultura y están ansiosos por emigrar.	0
La mayoría de los jóvenes piensa que la agricultura es demasiado difícil y muchos desean emigrar.	1
La mayoría de los jóvenes no quieren emigrar, a pesar de las duras condiciones de trabajo, y desean mejorar sus medios de vida y las condiciones de vida dentro de su comunidad.	2
La mayoría de los jóvenes (varones y mujeres) están satisfechos con las condiciones de trabajo y no quieren emigrar.	3
Los jóvenes (de ambos sexos) ven su futuro en la agricultura y están motivados a continuar y mejorar la actividad de sus padres.	4

Bienestar de los animales [Sí aplica] - A nivel de finca	Valoración
Los animales sufren hambre, sed y enfermedades durante todo el año y son sacrificados sin evitar dolores innecesarios.	0
Los animales sufren periódicamente / estacionalmente de hambre, sed, estrés o enfermedades, y son sacrificados sin evitar dolores innecesarios.	1
Los animales no padecen hambre ni sed, pero sufren estrés, pueden ser propensos a enfermedades y pueden sufrir dolor en el sacrificio o no son libres de expresar su comportamiento natural.	2
Los animales no padecen hambre, sed o enfermedades, pero pueden experimentar miedo, malestar y estrés, especialmente al sacrificarlos.	3

Los animales no sufren de estrés, hambre, sed o enfermedades, y son sacrificados de manera que se eviten dolores innecesarios.	4
--	---

9. Economía circular y solidaria

La agroecología busca volver a conectar a productores y consumidores a través de una economía circular y solidaria que da prioridad a los mercados locales y apoya el desarrollo económico local mediante la creación de ciclos virtuosos.

Productos y servicios comercializados localmente (comunitario, municipal) – A nivel de finca y comunidad	Valoración
Ningún producto o servicio se comercializa localmente (o no se produce suficiente excedente), o no existe un mercado local.	0
Existen mercados locales, pero casi ninguno de los productos o servicios se comercializa localmente,	1
Existen mercados locales. Algunos productos o servicios se comercializan localmente (o en sistemas de comercio con equidad de género).	2
La mayoría de los productos o servicios se comercializan localmente (o en sistemas de comercio con equidad de género).	3
Todos los productos y servicios se comercializan localmente (o en sistemas de comercio con equidad de género).	4

Redes de productores empoderados, presencia de intermediarios y relación con los consumidores - A nivel de comunidad (con perspectiva de género).	Valoración
--	-------------------

No existen redes de productores para comercializar la producción agrícola. No hay relación con los consumidores. Los intermediarios gestionan todo el proceso de comercialización.	0
Las redes existen, pero no funcionan correctamente. Poca relación con los consumidores. Los intermediarios gestionan la mayor parte del proceso de comercialización.	1
Las redes existen y son operativas, pero no incluyen mujeres. Existe una relación directa con los consumidores. Los intermediarios gestionan parte del proceso de comercialización.	2
Las redes existen y son operativas, incluidas las mujeres. Existe una relación directa con los consumidores. Los intermediarios gestionan parte del proceso de comercialización.	3
Existen redes bien establecidas y operativas con igual participación de mujeres. Relación fuerte y estable con los consumidores. Sin intermediarios.	4

Sistema alimentario local – A nivel de finca y comunidad	Valoración
La comunidad depende totalmente del exterior para comprar suministros de alimentos e insumos agrícolas y para la comercialización y el procesamiento de productos.	0
La mayoría del suministro de alimentos y los insumos agrícolas se compran desde el exterior y los productos se procesan y comercializan fuera de la comunidad local. Muy pocos bienes y servicios se intercambian / venden entre productores locales.	1
El suministro de alimentos y los insumos se compran fuera de la comunidad y/o los productos se procesan localmente. Algunos bienes y servicios se intercambian / venden entre productores locales.	2

En partes iguales, el suministro de alimentos y los insumos están disponibles localmente y fuera de la comunidad, y los productos se procesan localmente. Los intercambios / comercio entre productores son regulares.	3
La comunidad es casi completamente autosuficiente para la producción agrícola y alimentaria. Alto nivel de intercambio de productos / comercio y servicios entre productores.	4

10. Gobernanza responsable

Se necesitan mecanismos de gobernanza transparentes, responsables e inclusivos para crear un entorno favorable a nivel comunitario y territorial que apoye a los productores para transformar sus sistemas.

Empoderamiento de los productores - A nivel de finca y de comunidad (con perspectiva de género)	Valoración
Los productores no tienen acceso asegurado a la tierra u otros recursos naturales. No tienen poder de negociación y carecen de los medios para mejorar sus medios de vida y desarrollar sus habilidades.	0
Los derechos de los productores son reconocidos, pero no siempre respetados. Tienen poco poder de negociación y pocos medios para mejorar sus medios de vida y/o desarrollar sus habilidades.	1
Los derechos de los productores son reconocidos y respetados tanto para hombres como para mujeres. Tienen un pequeño poder de negociación, pero no están estimulados para mejorar sus medios de vida y/o desarrollar sus habilidades.	2
Los derechos de los productores son reconocidos y respetados tanto para hombres como para mujeres. Tienen la capacidad y los medios para mejorar sus medios de vida y, a veces, son estimulados para desarrollar sus habilidades.	3

Se reconocen y respetan los derechos de los productores tanto hombres como para mujeres. Están bien organizados y tienen la capacidad y los medios para mejorar sus medios de vida y desarrollar sus habilidades.	4
---	---

Organizaciones y asociaciones de productores - A nivel de finca y comunidad	Valoración
La cooperación entre productores no es transparente, es corrupta o no existe. No existe ninguna organización o no se distribuyen las ganancias de manera transparente y/o igual, ni apoyan a los productores.	0
Existe una organización de productores, pero su papel es marginal y el apoyo a los productores se limita al acceso al mercado.	1
Existe una organización de productores que brinda apoyo a los productores para el acceso al mercado y otros servicios, (p. ej. información, desarrollo de capacidades, incentivos...), pero las mujeres no tienen acceso.	2
Existe una organización de productores que brinda apoyo a los productores para el acceso al mercado y otros servicios con igualdad de acceso para hombres y mujeres.	3
Existe más de una organización. Proporcionan acceso al mercado y otros servicios, con igualdad de acceso para hombres y mujeres.	4

Participación de los productores en la gobernanza de la tierra y de los recursos naturales - A nivel de comunidad (con perspectiva de género)	Valoración
Los productores están completamente excluidos de la gobernanza de la tierra y de los recursos naturales. No existe equidad de género en la gobernanza de la tierra y los recursos naturales.	0

Los productores participan en la gobernanza de la tierra y los recursos naturales, pero su influencia en las decisiones es limitada. La equidad de género no siempre se respeta.	1
Existen mecanismos que permiten a los productores participar en la gobernanza de la tierra y de los recursos naturales, pero que no son totalmente operativos. Su influencia en las decisiones es limitada. La equidad de género no siempre se respeta.	2
Los mecanismos que permiten a los productores participar en la gobernanza de la tierra y de los recursos naturales existen y están en pleno funcionamiento. Pueden influir en las decisiones. La equidad de género no siempre se respeta.	3
Los mecanismos que permiten a los productores participar en la gobernanza de la tierra y de los recursos naturales existen y están en pleno funcionamiento. Tanto las mujeres como los hombres pueden influir en las decisiones.	4

SISTEMAS AGROECOLÓGICOS DE PRODUCCIÓN – PRÁCTICAS PRE PROFESIONALES

GUÍA DE LEVANTAMIENTO DE DATOS

NOMBRE DEL PRODUCTOR:

VARIEDAD DE CAFÉ: _____ **AREA DE LA PARCELA:**

_____ **EDAD DE PLANTACIÓN:** ____

INFORMACIÓN DE LAS CONDICIONES ABIOTICAS

Temperatura ambiente: _____ **Luminosidad (horas luz):** _____

Viento: _____ **Dirección del viento:** _____; **Humedad del suelo:** _____; **Tipo de suelo:** _____; **pH:** _____;

Cobertura del suelo: _____; Presencia de Microorganismos en el suelo: _____; Temperatura del suelo en área con sombra y sin sombra: _____; _____

INFORMACIÓN DE LAS CONDICIONES BIOTIAS

Tipo de interacción	Describir la interacción
Simbiosis	
Competencia	
Alelopatía	
Parasitismo	
Herbivorismo	
Amensalismo	
Comensalismo	
Depredación	

Comentarios:

