e-REVISTA MULTIDISCIPLINARIA DEL SABER
ISSN: 2960-2467

https://doi.org/10.61286/e-rms.v4i.537

Artículo Original

Consorcios microbianos como bioinsumos en la producción bananera sostenible: evidencia agronómica y perspectiva social en Yaguachi, Ecuador

Microbial consortia as bioinputs in sustainable banana production: Agronomic evidence and social perspective in Yaguachi, Ecuador

Edison Macgyver, Barragán-Taco[1]; Fidel Ernesto, Narea-Sánchez[2]; Roy Emanuel, León-Palma[2]; Wilmer Mario, Domínguez-Zúñiga[2]; Manuel Gregorio, Jimenez-Icaza[2]; Carlos Alberto Nieto-Cañarte[2]

(1) Universidad Estatal de Bolívar, Guanujo, Ecuador.

(2) Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil, Ecuador.

Resumen

El banano ecuatoriano sostiene una cadena de valor global cuyos costos ambientales y sociales se distribuyen de forma desigual, por lo que resulta relevante evaluar alternativas que reduzcan la dependencia de agroquímicos en los territorios productores. Este artículo presenta evidencia experimental sobre dos consorcios de microorganismos (B401 y B501), aplicados de forma individual y combinada, y la interpreta desde las ciencias sociales a partir de la literatura sobre transición agroecológica y adopción de bioinsumos. El ensayo se realizó en una bananera de 20 ha de la parroquia Virgen de Fátima (Yaguachi, Guayas) con un cuadrado latino doble de 4 × 4 (32 unidades experimentales) y cuatro tratamientos, incluido un testigo absoluto. Durante cuatro meses se midieron altura, diámetro del pseudotallo, densidad de raíces, macronutrientes en tejido y número de manos, con análisis de varianza y prueba de Tukey ($p < 0,05$). La combinación de consorcios presentó los mayores valores de altura (1,93 m), diámetro (22,13 cm) y densidad de raíces (50,25 g/dm³), con diferencias significativas frente al testigo; los consorcios individuales fueron similares entre sí y superiores al testigo en altura y diámetro. El número de manos no difirió entre tratamientos ($p = 0,1168$). Se concluye que el ensayo aporta evidencia local de efectos morfológicos, pero no de productividad, y que su valor para el desarrollo rural depende de condiciones sociales (costos, acceso, confianza, coordinación colectiva y regulación) que no se midieron y que constituyen la agenda inmediata de investigación.

Palabras clave: banano, bioinsumos, transición agroecológica, desarrollo rural sostenible, Ecuador.

Abstract

Ecuadorian banana supports a global value chain whose environmental and social costs are unevenly distributed, which makes it relevant to assess alternatives that reduce agrochemical dependence in producing territories. This article reports experimental evidence on two microbial consortia (B401 and B501), applied individually and in combination, and interprets it through a social-science reading of the literature on agroecological transition and bioinput adoption. The trial was carried out on a 20-ha banana farm in the parish of Virgen de Fátima (Yaguachi, Guayas) using a double 4 × 4 Latin square (32 experimental units) with four treatments, including an untreated control. Over four months, plant height, pseudostem diameter, root density, tissue macronutrients and number of hands were recorded, and analysed with analysis of variance and Tukey's test ($p < 0.05$). The combined consortia showed the highest height (1.93 m), diameter (22.13 cm) and root density (50.25 g/dm³), with significant differences against the control; the single consortia were similar to each other and superior to the control in height and diameter. The number of hands did not differ among treatments ($p = 0.1168$). The trial provides local evidence of morphological effects but not of productivity, and its value for rural development depends on social conditions (costs, access, trust, collective coordination and regulation) that were not measured and set the immediate research agenda.

Keywords: *banana, bioinputs, agroecological transition, sustainable rural development, Ecuador.*

Recibido/Received	24-07-2026	Aprobado/Approved	29-10-2026	Publicado/Published	31-10-2026

CC BY NC SA

Introducción

El banano es uno de los pilares del comercio exterior ecuatoriano: el país aporta cerca del 31 % de las exportaciones mundiales de la fruta (Coral y Mithöfer, 2023). Esa posición descansa, sin embargo, en una cadena de valor cuyas responsabilidades y costos no se reparten de forma simétrica. Los actores locales entrevistados por Coral y Mithöfer (2023) describen que los costos de adaptarse a los estándares de sostenibilidad no son compartidos por todos los eslabones, que el precio de la fruta muestra una tendencia a la baja y que la estructura de la cadena amenaza la supervivencia de las fincas pequeñas. En ese escenario, una innovación técnica en la finca no es solo una decisión agronómica: modifica costos, riesgos y relaciones de dependencia.

La dependencia de agroquímicos es una de las expresiones más visibles de esa asimetría. En los cantones bananeros de Milagro y Naranjito, un estudio con 200 habitantes encontró que el 97,5 % experimentaba fumigación aérea en su vivienda o lugar de trabajo, que el 57 % presentaba niveles bajos de colinesterasa y que el 89,5 % no tenía acceso a agua potable (Guillen et al., 2024). Otros trabajos han comparado indicadores de genotoxicidad entre trabajadores de plantaciones ecológicas y convencionales en Ecuador (Hutter et al., 2020) y han relacionado exposiciones ambientales con síntomas respiratorios y alérgicos en mujeres de zonas bananeras de Costa Rica (Alhanti et al., 2022). Desde las ciencias sociales y la salud pública, esta evidencia se lee no solo como un problema toxicológico, sino como resultado de relaciones de poder y legados coloniales que organizan quién se expone y quién decide (Brisbois et al., 2019; Brisbois, 2025).

Frente a ese panorama, la transición agroecológica se ha propuesto como horizonte para América Latina. Altieri y Toledo (2011) la describen como una revolución a la vez epistemológica, técnica y social; las revisiones recientes la ubican dentro de procesos sociotécnicos más amplios de transición hacia una agricultura sostenible en la región (Durán et al., 2023); y los estudios de caso señalan que requiere converger con economías solidarias y circuitos cortos de comercialización (Levidow, 2023) y con acción colectiva (Carrasco Torrontegui et al., 2024). Los factores individuales también pesan: en Bolivia, la aversión al riesgo, el tamaño del predio y la tradición familiar distinguen a quienes producen de forma convencional, mixta o agroecológica (Omonte-Ferrufino et al., 2026). En Ecuador, además, la Constitución de 2008 reconoce los derechos de la naturaleza (art. 71) y define la soberanía alimentaria como objetivo estratégico del Estado (art. 281) (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008).

Los bioinsumos, y en particular los consorcios de microorganismos, son uno de los componentes tecnológicos que suelen asociarse con esa transición. En banano, la investigación reciente ha caracterizado el microbioma bacteriano central de la planta (Birt et al., 2022) y el endofitoma de la raíz (Gómez-Lama Cabanás et al., 2021), y ha evaluado inoculantes en campo y en vivero: consorcios de rizobacterias que permitieron reducir en 25 % los insumos químicos en un ensayo en la India (Bright et al., 2025) y combinaciones de *Bacillus* y *Trichoderma* aplicadas a plántulas en Ecuador (Guerrero et al., 2025).

Que una tecnología sea eficaz en parcela no garantiza que sea adoptada. La disposición de los agricultores a usar insumos biológicos depende de su actitud y de la utilidad y la facilidad de uso percibidas (Forouzani et al., 2024), y las decisiones sobre fertilización varían según el tipo de finca, de modo que las políticas uniformes pierden eficacia (Thiombiano et al., 2023). La FAO (2023) examina, para América Latina, las motivaciones y limitaciones de la adopción de bioinsumos y las políticas públicas para regularlos y promoverlos. Por ello, la evidencia local, transparente sobre lo que funciona y lo que no, es un insumo de la transición y no un paso ajeno a ella.

Este artículo parte de un ensayo de campo realizado en Yaguachi (Guayas) con dos consorcios comerciales de microorganismos, aplicados de forma individual y combinada (San Martin Larrea, 2024). Su objetivo es evaluar el efecto de esos tratamientos sobre el desarrollo morfológico, la densidad de raíces, el estado nutricional y el número de manos comerciales del banano, y discutir qué implican esos resultados, con sus alcances y vacíos, para una transición hacia sistemas bananeros menos dependientes

de agroquímicos. Se plantea como hipótesis que la aplicación de los consorcios mejora el desarrollo morfológico respecto del testigo sin tratamiento y, de forma exploratoria, la productividad.

Materiales y métodos

Enfoque y diseño

Se realizó un estudio cuantitativo, experimental y de campo, con un diseño de cuadrado latino doble de 4 × 4 que controla la variación entre filas y columnas del lote (San Martin Larrea, 2024). Se evaluaron cuatro tratamientos en 32 unidades experimentales, cada una representada por una planta. La lectura desde las ciencias sociales que se presenta en la discusión es de carácter documental: se apoya en la literatura citada y no en datos primarios sobre productores, trabajadores o comunidades.

Área de estudio y material vegetal

El ensayo se ejecutó en una bananera de 20 ha de la parroquia Virgen de Fátima, cantón Yaguachi, provincia del Guayas (Ecuador), con una densidad de 1 400 plantas por hectárea. Se usaron plantas del clon Gran Ney de 1,5 m de altura, antes de la floración. Previo a la aplicación de los tratamientos se realizó un análisis de suelo del sitio.

Tratamientos

Se evaluaron los consorcios comerciales B401 y B501, solos y combinados, frente a un testigo absoluto (Tabla 1). Los consorcios se aplicaron por drench. Según su ficha, B401 reúne géneros como *Azospirillum*, *Bacillus*, *Cellulomonas*, *Pseudomonas*, *Rhodopseudomonas*, *Saccharomyces*, *Streptomyces*, *Xanthobacter* y *Yarrowia*; B501, *Bacillus*, *Candida*, *Chaetomium*, *Cellulomonas*, *Lactobacillus*, *Pseudomonas*, *Paracoccus*, *Phanerochaete*, *Saccharomyces*, *Streptomyces* y *Yarrowia*. Se realizaron cuatro aplicaciones, con mediciones mensuales durante los cuatro meses del ensayo.

Tabla 1. *Tratamientos evaluados*

Tratamiento	Descripción	Dosis
T1	Consorcio B401 (29 cepas)	2 L/ha
T2	Consorcio B501 (32 cepas)	2 L/ha
T3	B401 + B501 (61 cepas combinadas)	1 L/ha de cada uno (2 L/ha en total)
T4	Testigo absoluto (sin aplicación)	—

Variables e instrumentos

La altura de planta (m) se midió cada mes desde la base del pseudotallo, a 5 cm del suelo, hasta la inserción del pseudopecíolo. El diámetro del pseudotallo (cm) se registró con la misma periodicidad. La densidad de raíces (g/dm³) se determinó en la cosecha con un monolito de 30 × 15 × 30 cm (13,5 dm³) tomado frente a la planta madre y al hijo, a 5 cm de la base; las raíces se lavaron y se pesaron por tratamiento. El contenido de macronutrientes (%) en el tejido del pseudotallo se obtuvo en la cosecha mediante análisis en un laboratorio certificado. El número de manos comerciales se contó por racimo después del deschive, realizado en la segunda semana tras la emisión de la inflorescencia.

Análisis estadístico

Se verificaron los supuestos de normalidad y homocedasticidad de los residuos y se aplicó análisis de varianza (ANOVA) conforme al diseño de cuadrado latino doble. Las medias se compararon con la prueba de Tukey ($p < 0,05$) mediante el programa InfoStat.

Alcance y consideraciones éticas

El ensayo se realizó sobre plantas y no involucró participantes humanos; la lectura social se limita a literatura publicada. Los resultados corresponden a una sola finca y a cuatro meses de evaluación, por lo que no son extrapolables sin nuevos ensayos.

Resultados

Los tratamientos produjeron diferencias en las variables morfológicas y en la densidad de raíces, pero no en el número de manos comerciales.

Altura y diámetro del pseudotallo

La altura inicial fue similar entre tratamientos (p = 0,294). Desde el primer mes, T3 (B401 + B501) superó a los demás (p < 0,0001) y a los 120 días alcanzó 1,93 m, frente a 1,83 m de T1 y T2 y 1,72 m del testigo (Tabla 2). T1 y T2 no se diferenciaron entre sí en ninguna medición y, desde los 60 días, ambos superaron al testigo. Calculado como diferencia entre la medición inicial y la de 120 días, el incremento de altura fue de 0,48 m en T3, 0,34 m en T1, 0,37 m en T2 y 0,26 m en el testigo.

Tabla 2. *Altura de planta (m) por tratamiento y fecha de medición*

Tratamiento	Inicial	30 días	60 días	90 días	120 días
T1: B401	1,49 a	1,59 b	1,66 b	1,79 b	1,83 b
T2: B501	1,46 a	1,58 b	1,65 b	1,78 b	1,83 b
T3: B401 + B501	1,45 a	1,63 a	1,72 a	1,88 a	1,93 a
T4: Testigo absoluto	1,46 a	1,57 b	1,60 c	1,67 c	1,72 c
C.V. (%)	2,65	1,28	1,33	1,50	1,24
p-valor	0,294	0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Tukey, p > 0,05).

A diferencia de la altura, el diámetro inicial ya difería entre tratamientos (p < 0,0001): T3 partió de 16,80 cm y los demás de entre 15,95 y 16,25 cm. A los 120 días, T3 alcanzó 22,13 cm; T1 y T2, 20,68 cm; y el testigo, 18,95 cm (Tabla 3). Como el punto de partida no fue homogéneo, resulta más informativo el incremento descriptivo: 5,33 cm en T3, 4,48 cm en T1, 4,43 cm en T2 y 3,00 cm en el testigo. La ventaja de T3 se mantiene, aunque ese incremento no se sometió a prueba estadística.

Tabla 3. *Diámetro del pseudotallo (cm) por tratamiento y fecha de medición*

Tratamiento	Inicial	30 días	60 días	90 días	120 días
T1: B401	16,20 b	18,05 b	18,83 b	20,23 b	20,68 b
T2: B501	16,25 b	17,95 b	18,75 b	20,18 b	20,68 b
T3: B401 + B501	16,80 a	18,53 a	19,63 a	21,60 a	22,13 a
T4: Testigo absoluto	15,95 b	17,50 c	17,80 c	18,58 c	18,95 c
C.V. (%)	1,43	1,68	1,68	1,68	1,41
p-valor	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Tukey, p > 0,05).

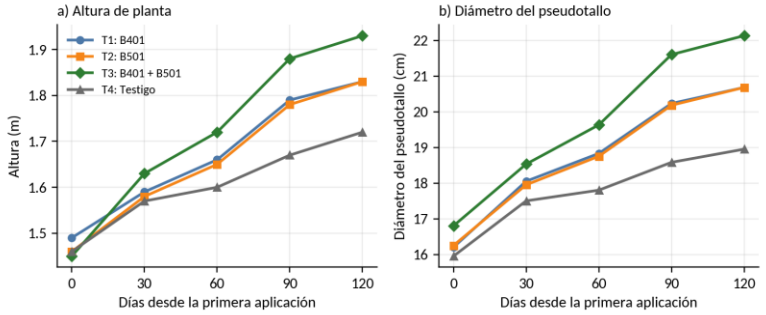


Figura 1. *Evolución de la altura de planta y del diámetro del pseudotallo por tratamiento*

Densidad de raíces y número de manos

La densidad de raíces fue mayor en T3 (50,25 g/dm³), seguida de T2 (47,00) y T1 (45,50), con el testigo en 34,88 g/dm³ ($p < 0,0001$); T2 compartió grupo estadístico tanto con T3 como con T1 (Tabla 4). El número de manos comerciales fue de 7 en T1, T2 y T4 y de 8 en T3, sin diferencias estadísticas entre tratamientos ($p = 0,1168$; C.V. = 8,41 %).

Tabla 4. *Densidad de raíces y número de manos comerciales por tratamiento*

Tratamiento	Densidad de raíces (g/dm³)	Número de manos (n)
T1: B401	45,50 b	7 a
T2: B501	47,00 ab	7 a
T3: B401 + B501	50,25 a	8 a
T4: Testigo absoluto	34,88 c	7 a
C.V. (%)	5,88	8,41
p-valor	< 0,0001	0,1168

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Tukey, $p > 0,05$).

Estado nutricional

Según el laboratorio, T3 presentó todos los macronutrientes en rangos adecuados. T1 mostró deficiencia de fósforo (0,09 %) y T2 de magnesio (0,10 %), mientras que el testigo presentó deficiencias de fósforo (0,09 %), magnesio (0,18 %) y azufre (0,09 %) (Tabla 5).

Tabla 5. *Contenido de macronutrientes en el tejido vegetal (%) por tratamiento*

Tratamiento	N	P	K	Ca	Mg	S
T1: B401	1,5	0,09 (D)	0,68	4,70	0,21	0,18
T2: B501	1,6	0,10	0,71	3,21	0,10 (D)	0,18
T3: B401 + B501	1,6	0,10	0,73	3,75	0,20	0,18
T4: Testigo absoluto	1,5	0,09 (D)	0,74	2,21	0,18 (D)	0,09 (D)

Nota. (D) indica nivel deficiente según el informe de laboratorio; los demás valores se reportaron como adecuados.

Discusión

Los resultados muestran un efecto morfológico claro de la combinación de consorcios y un efecto más modesto de cada consorcio por separado. T3 superó al testigo y a los tratamientos individuales en altura, diámetro y densidad de raíces, mientras que T1 y T2 se comportaron de forma similar entre sí y por encima del testigo en altura y diámetro. Un aspecto del diseño es relevante: T3 recibió la misma dosis total (2 L/ha) que T1 y T2, repartida en 1 L de cada consorcio, por lo que su ventaja no puede atribuirse simplemente a un mayor volumen de producto; es compatible con una complementariedad entre comunidades microbianas más diversas, hipótesis que este diseño no permite probar. La dirección del resultado coincide con trabajos que reportan respuestas del banano a inoculantes microbianos (Bright et al., 2025; Guerrero et al., 2025) y con la complejidad de su microbiota, que presenta un núcleo bacteriano común (Birt et al., 2022) y difiere incluso entre la planta madre y los retoños (Gómez-Lama Cabanás et al., 2021).

La evidencia sobre productividad es más débil que la morfológica. El número de manos no difirió entre tratamientos ($p = 0,1168$), de modo que los datos no sustentan afirmar que los consorcios aumentan el rendimiento; el valor de 8 manos en T3 es una tendencia descriptiva. Tampoco se midió el peso del racimo ni el rendimiento por hectárea. En cuanto al estado nutricional, que T3 no presentara deficiencias y el testigo sí en fósforo, magnesio y azufre es consistente con una mejor condición de la planta, pero

proviene de un único muestreo en cosecha y de un diagnóstico cuya exactitud depende del método de interpretación empleado (Villaseñor-Ortiz et al., 2022); debe tomarse como un indicio. Además, T1 y T2 conservaron deficiencias de fósforo y de magnesio, respectivamente, de modo que los consorcios individuales no corrigieron todo el perfil del testigo.

Desde la óptica de la transición agroecológica, estos hallazgos pueden leerse de dos maneras. La primera es que aportan evidencia local, en una finca de Yaguachi, de que un componente biológico puede modificar el desarrollo del cultivo, requisito para que técnicos, asociaciones y productores lo consideren. La segunda es que muestran sus límites: un bioinsumo no sustituye por sí solo un sistema de manejo. Un ensayo sobre el crecimiento de microorganismos benéficos (*Trichoderma asperellum*, *Bacillus subtilis* y *Pseudomonas fluorescens*) encontró un efecto inhibidor de herbicidas de uso común como el glifosato, el paraquat y el MCPA (Vera Rodríguez et al., 2025), lo que sugiere que la coherencia del paquete de manejo importa. Y las transiciones no dependen solo de la eficacia de una técnica: son procesos sociotécnicos (Durán et al., 2023) que requieren acción colectiva (Carrasco Torrontegui et al., 2024), articulación con mercados territoriales (Levidow, 2023) y atención a la aversión al riesgo y al tamaño del predio de cada productor (Omonte-Ferrufino et al., 2026).

La adopción tampoco se deduce de la eficacia. Si la disposición a usar insumos biológicos depende de la actitud y de la utilidad y facilidad de uso percibidas (Forouzani et al., 2024), informar con transparencia lo que los consorcios lograron y lo que no, como la ausencia de efecto significativo en el número de manos, es parte de construir confianza. La heterogeneidad entre tipos de finca condiciona, además, las decisiones sobre fertilización (Thiombiano et al., 2023), lo que desaconseja trasladar sin más una recomendación de dosis desde una bananera de 20 ha a unidades más pequeñas. La FAO (2023) aborda la regulación y las políticas de promoción como parte de las condiciones de adopción de los bioinsumos en la región.

La relevancia social de reducir la dependencia de agroquímicos se aprecia al considerar sus costos: exposición a fumigación aérea y bajos niveles de colinesterasa en poblaciones de Milagro y Naranjito, con servicios básicos insuficientes y sin medidas de responsabilidad social empresarial (Guillen et al., 2024), y las lecturas que ubican esos riesgos en relaciones históricas de poder (Brisbois et al., 2019; Brisbois, 2025). Pero este ensayo no midió uso de plaguicidas, exposición ni salud, de modo que no puede afirmar que los consorcios reduzcan esos riesgos; es una hipótesis para estudios posteriores. De igual modo, quién asume el costo de adoptar bioinsumos es una cuestión de la cadena de valor: Coral y Mithöfer (2023) muestran que los costos de adaptación a la sostenibilidad no se reparten entre todos los actores, y la comparación de fincas convencionales, Fairtrade y orgánicas con el marco SAFA encontró que las convencionales mostraron mejores resultados en sostenibilidad social (Bonisoli et al., 2019), lo que sugiere que certificarse o innovar no resuelve automáticamente las dimensiones sociales. En ese contexto, el marco constitucional ecuatoriano, con los derechos de la naturaleza y la soberanía alimentaria (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008), ofrece un ancla normativa para evaluar estas tecnologías no solo por su rendimiento, sino por su contribución a sistemas alimentarios más justos y saludables.

El estudio tiene limitaciones que condicionan su alcance: una sola finca, cuatro meses de evaluación, un clon y 32 plantas; formulaciones comerciales cuya composición no se verificó de forma independiente; una diferencia inicial en el diámetro entre tratamientos; y la ausencia de mediciones de enfermedades, rendimiento por hectárea, costos y variables sociales. La agenda inmediata incluye ensayos en varias localidades y ciclos; evaluaciones económicas de costo-beneficio por hectárea que incorporen mano de obra y precio del insumo; estudios con productores sobre conocimientos, actitudes, motivaciones y barreras; seguimiento de indicadores de uso de plaguicidas y de salud; y diseños participativos con asociaciones de productores.

Consideraciones finales

La aplicación combinada de los consorcios B401 y B501 se asoció con mayor altura, mayor diámetro del pseudotallo y mayor densidad de raíces que el testigo en una bananera de Yaguachi, mientras

que los consorcios individuales mostraron efectos similares entre sí y más modestos. El número de manos comerciales no difirió entre tratamientos, por lo que no hay evidencia, en este ensayo, de un efecto sobre la productividad.

Leídos desde las ciencias sociales, estos resultados son una pieza de evidencia local para una transición que es, ante todo, social: depende de quién asume los costos, de la confianza de los productores, de la acción colectiva, de la regulación y de la protección de la salud de las comunidades bananeras. El valor del ensayo para el desarrollo rural sostenible dependerá de que se complemente con evaluaciones económicas y participativas que aquí no se realizaron.

Agradecimientos

A nuestras Alma Mater.

Conflicto de intereses

Ninguno.

Referencias

Alhanti, B., van Wendel de Joode, B., Martinez, M. S., Mora, A. M., Gamboa, L. C., Reich, B., Lindh, C. H., Quirós-Lépiz, M., & Hoppin, J. A. (2022). Environmental exposures contribute to respiratory and allergic symptoms among women living in the banana growing regions of Costa Rica. *Occupational and Environmental Medicine, 79*, 469–476. https://doi.org/10.1136/oemed-2021-107611

Altieri, M. A., & Toledo, V. M. (2011). The agroecological revolution in Latin America: Rescuing nature, ensuring food sovereignty and empowering peasants. *The Journal of Peasant Studies, 38*(3), 587–612. https://doi.org/10.1080/03066150.2011.582947

Asamblea Nacional del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador* (Registro Oficial 449). https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf

Birt, H. W., Pattison, A., Skarshewski, A., Daniells, J., Raghavendra, A., & Dennis, P. G. (2022). The core bacterial microbiome of banana (*Musa* spp.). *Environmental Microbiome, 17*, 46. https://doi.org/10.1186/s40793-022-00442-0

Bonisoli, L., Galdeano-Gómez, E., Piedra-Muñoz, L., & Pérez-Mesa, J. C. (2019). Benchmarking agri-food sustainability certifications: Evidences from applying SAFA in the Ecuadorian banana agri-system. *Journal of Cleaner Production, 236*, 117579. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.07.054

Bright, J. P., Chinnasamy, K., Maheshwari, H. S., Perveen, K., Khan, F., Barasarathi, J., Dananjeyan, B., & Rebouh, N. Y. (2025). Multi-potent rhizobacteria enhance banana growth and reduce chemical fertilizer input. *Frontiers in Microbiology, 16*, 1659278. https://doi.org/10.3389/fmicb.2025.1659278

Brisbois, B. (2025). *Banana capital: Stories, science, and poison at the Equator*. University of Regina Press. https://doi.org/10.1515/9781779400369

Brisbois, B. W., Spiegel, J. M., & Harris, L. (2019). Health, environment and colonial legacies: Situating the science of pesticides, bananas and bodies in Ecuador. *Social Science & Medicine, 239*, 112529. https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2019.112529

Carrasco Torrontegui, A., Quispe, M., Pardo, R., Apaza, M., Cota, R., Gallegos Riofrío, C. A., Bucini, G., Anderson, C., Caswell, M., & Méndez, E. (2024). Acción colectiva para la transición agroecológica en el altiplano boliviano. *Mundos Plurales: Revista Latinoamericana de Política y Acción Pública, 11*(1), 49–84. http://hdl.handle.net/10469/21826

Coral, C., & Mithöfer, D. (2023). Contemporary narratives about asymmetries in responsibility in global agri-food value chains: The case of the Ecuadorian stakeholders in the banana value chain. *Agriculture and Human Values, 40*(3), 1019–1038. https://doi.org/10.1007/s10460-022-10405-3

Durán, Y., Gómez-Valenzuela, V., & Ramírez, K. (2023). Socio-technical transitions and sustainable agriculture in Latin America and the Caribbean: A systematic review of the literature 2010–2021. *Frontiers in Sustainable Food Systems, 7*, 1145263. https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1145263

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2023). *Bioinsumos: Oportunidades de inversión en América Latina* (Direcciones de inversión). FAO. https://www.fao.org/3/cc9060es/cc9060es.pdf

Forouzani, M., Bondori, A., & Mombini, A. S. (2024). Why are farmers reluctant to accept biological inputs? A structural equation model of technology adoption. *Frontiers in Sustainable Food Systems, 8*, 1360887. https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1360887

Gómez-Lama Cabanás, C., Fernández-González, A. J., Cardoni, M., Valverde-Corredor, A., López-Cepero, J., Fernández-López, M., & Mercado-Blanco, J. (2021). The banana root endophytome: Differences between mother plants and suckers and evaluation of selected bacteria to control *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. *Journal of Fungi, 7*(3), 194. https://doi.org/10.3390/jof7030194

Guerrero, R., Herrera-Pucha, M., Rodriguez-Castro, R., & Villamar-Torres, R. O. (2025). Efecto de *Bacillus* sp. y *Trichoderma* spp. sobre el desarrollo de plántulas banano (*Musa* spp. AAA) en etapa de vivero. *Terra Latinoamericana, 43*, e2065. https://doi.org/10.28940/terralatinoamericana.v43i.2065

Guillen, M., Calderon, J., Espinoza, F., & Ayol, L. (2024). Aerial spraying and its impacts on human health in banana-growing areas of Ecuador. *Healthcare, 12*(20), 2052. https://doi.org/10.3390/healthcare12202052

Hutter, H.-P., Poteser, M., Lemmerer, K., Wallner, P., Shahraki Sanavi, S., Kundi, M., Moshammer, H., & Weitensfelder, L. (2020). Indicators of genotoxicity in farmers and laborers of ecological and conventional banana plantations in Ecuador. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 17*(4), 1435. https://doi.org/10.3390/ijerph17041435

Levidow, L. (2023). Territorialising local food systems for an agroecological transition in Latin America. *Land, 12*(8), 1577. https://doi.org/10.3390/land12081577

Omonte-Ferrufino, M. C., De Angelis, R., Navarrete, I., Alem-Zabalaga, M., & Barahona-Zamora, C. (2026). Navigating agroecological transitions: Key factors for Bolivian small producers. *Frontiers in Agronomy, 8*, 1655378. https://doi.org/10.3389/fagro.2026.1655378

San Martin Larrea, L. S. (2024). *Evaluación de dos consorcios de microorganismos eficientes en el desarrollo de plantas de banano (Musa acuminata) Yaguachi - Guayas* [Trabajo de titulación de maestría, Universidad Agraria del Ecuador].

Thiombiano, B. A., Le, Q. B., & Ouédraogo, D. (2023). The role of responsive heterogeneity in sub-Saharan smallholder farming sustainability: Socio-economic and biophysical determinants of mineral and organic fertilizers used in South Western Burkina Faso. *International Journal of Agricultural Sustainability, 21*(1), 2219921. https://doi.org/10.1080/14735903.2023.2219921

Vera Rodríguez, J. H., Sarango, Y., Villamar Aveiga, M. del R., Ortiz Mata, J. D., Sevilla-Carrasco, J. D., Duarte Cuesta, J. M., & Lucas Vidal, L. R. (2025). Efecto de herbicidas sobre el crecimiento de microorganismos benéficos del suelo rizosférico. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ), 42*(2), e254222. https://doi.org/10.47280/RevFacAgron(LUZ).v42.n2.VI

Villaseñor-Ortiz, D., de Mello Prado, R., Pereira da Silva, G., & Lata-Tenesaca, L. F. (2022). Applicability of DRIS in bananas based on the accuracy of nutritional diagnoses for nitrogen and potassium. *Scientific Reports, 12*, 18125. https://doi.org/10.1038/s41598-022-22554-w