

Bioinsumos agrícolas para los sistemas agroecológicos de producción de musáceas

Agricultural bioinputs for agroecological musacea production systems

Autor

Emmanuel Colina Sifontes¹ 
emcolis0211@gmail.com

RESUMEN

Los bioinsumos son compuestos o sustancias de origen vegetal, animal, o microbiano que contribuyen a mejorar el sistema planta-suelo mediante la absorción, fijación y solubilización de elementos nutritivos; con la aplicación de bioinsumos agrícolas en los sistemas agroecológicos se puede corregir las necesidades de nutrientes en la fertilización y abonamiento de los cultivos; de igual modo, se incide positivamente en el manejo agroecológico de plagas y enfermedades, y se disminuye el estrés en las plantas causado por factores bióticos y abióticos. Es importante destacar, en Venezuela, la creación de la red de laboratorios de insumos biológicos para la producción de biocontroladores y biofertilizantes como acción para la sustitución de insecticidas sintéticos. No obstante, es necesario la investigación, difusión, y apropiación de los conocimientos para la producción de bioinsumos agrícolas entre los productores rurales, como garantes de la transición hacia sistemas de producción agroecológico, particularmente se debe afianzar los procesos para la elaboración biol de microorganismos de montaña, biofermento a base de estiércol, lixiviado de musáceas, y caldo cenizas para la producción agroecológica del cultivo de musáceas.

Palabras clave: Agrobioinsumo, Bioinsumos agrícolas, Sistema agroecológico, Musáceas.

ABSTRACT

Bioinputs are compounds or substances of plant, animal, or microbial origin that contribute to improving the soil-plant system through the absorption, fixation, and solubilization of nutritional elements; with the application of agricultural bioinputs in agroecological systems, the nutrient needs in the fertilization and manuring of crops can be corrected; Likewise, it has a positive impact on the agroecological management of pests and diseases, and the stress on plants caused by biotic and factors is reduced. It is important to highlight, in Venezuela, the creation of the network of biological input laboratories for the production of biocontrollers and biofertilizers as an action to replace synthetic insecticides. However, research, dissemination, and appropriation of knowledge for the production of agricultural bioinputs among rural producers is necessary, as guarantors of the transition towards agroecological production systems, particularly the processes for the production of biol from microorganisms must be strengthened of mountain, bioferment based on manure, musacea leachate, and ash broth for the agroecological production of musacea cultivation.

Keywords: management training; strategy of local development; orchestrate to govern; university-society relationship.

¹ Universidad Politécnica Territorial de Barlovento Argelia Laya (UPTBAL).
Venezuela

1. Presentación

Los bioinsumos agrícolas son una tecnología alternativa a los agroquímicos y agrotóxicos, son aceptables para la producción agrícola sostenible desde una visión económica y ecológica. Además, son productos empleados para mejorar la productividad, sanidad y calidad de los sistemas agroproductivos, no generan impactos negativos al ambiente y se obtienen a partir de extractos de plantas o compuestos de microorganismos vivos (Mamani y Filippone, 2018). En este sentido, los bioinsumos agrícolas buscan minimizar los problemas causados por la tecnología insostenible de la revolución verde como pérdida de diversidad biológica, disminución de recursos naturales, degradación de suelo.

En esta perspectiva, los bioinsumos surgen como alternativa tecnológica amigable con el ambiente, para su desarrollo involucra e imita los procesos biológicos que ocurren naturalmente en los ecosistemas en equilibrio, esto permite que los bioinsumos incidan positivamente en la conservación de la calidad física, biológica y química del suelo. Es decir, esta tecnología está orientada a conservar y aprovechar los componentes vivos de los agroecosistemas generando procesos de menor impacto, inclinado hacia la sostenibilidad y sustentabilidad de los sistemas agroecológicos de producción de alimentos.

Por consiguiente, el objetivo del escrito es describir los bioinsumos agrícolas que se pueden emplear en el manejo agroecológico del cultivo de musáceas, para ello se realizó una revisión de las publicaciones más significativas que tratan el tema de bioinsumos agrícolas. Esta necesidad surge porque es imprescindible conocer la perspectiva de la producción de bioinsumos agrícolas en Venezuela y las tecnologías existentes aplicables y que generan un impacto positivo en los sistemas agroecológicos de producción de musáceas, permitiendo así una oportunidad para minimizar las debilidades en la conservación de suelo, en la nutrición de los cultivos, y en el manejo fitosanitario del cultivo.

Del mismo modo, se destaca la importancia de la transición de los sistemas tradiciones de producción agrícola de musáceas a sistemas de producción orgánicos y a sistemas agroecológicos de producción, con énfasis en un manejo

holístico y complementario de las labores de cultivos y practicas sostenibles, que mantiene la salud de los agroecosistemas.

2. Contextualización

2.1 Impactos de la Revolución Verde en los Agroecosistemas

La revolución verde conllevó alcanzar elevados rendimientos de producción por unidad de superficie, para satisfacer la alta demanda de alimentos, originando rentabilidad económica. No obstante, la tecnología es ineficiente, contaminante, e insostenible, como consecuencia hay pérdida de la diversidad biológica, disminución de los recursos naturales, degradación de suelo; por tal motivo, es imprescindible el desarrollo de alternativas sostenibles para la producción de alimentos. (Venegas y Mestre, 2021). De acuerdo a lo anterior, el éxito del paquete tecnológico de la revolución verde fue ilusorio, tenía como prioridad alcanzar mayor nivel de producción de alimentos, pero el impacto a largo plazo fue negativo, degradando, alterando y contaminando los recursos para la producción primaria.

En este mismo orden de ideas, la revolución verde implicó el uso de agrotóxicos y agroquímicos en los agroecosistemas que impacto sobre el ambiente y la biodiversidad; específicamente, ocasionó resistencia en las plagas y patógenos que afectan a las plantas (Starobinsky, Monzón, y otros, 2021); por consiguiente, se aplica mayor dosis de los productos químicos para el control de las afectaciones en los cultivos, impactando negativamente en los insectos benéficos del sistema de producción agrícola.

Otros aspectos a considerar, es el uso de fertilizantes químicos o de origen sintéticos empleados para la corrección de la deficiencia de nutrientes en los cultivos, producen alteración del pH o salinización del suelo; en consecuencia se obtiene la degradación del terreno de siembra, se perturba las comunidades micro y macro biológica del agroecosistema, lo cual incide en la salud del sistema productivo. Además, las plantaciones solo utilizan para su nutrición entre un 20 % y 40 % de los fertilizantes aplicados (Venegas y Mestre, 2021). De acuerdo a lo anterior, para mantener el suelo en condiciones mínima para la producción agrícola

se emplean otros procesos complementarios a la fertilización como la enmienda, que consiste en corregir el pH y la estructura física del terreno. No obstante, estos métodos no consideran las interrelaciones ecológicas del agroecosistema.

En esta perspectiva, en la actual agricultura se debe utilizar microorganismos que incidan positivamente en el potencial productivo de las plantaciones (Palacios, 2023). En este sentido, es importante resaltar el reconocimiento creciente del papel que juegan los procesos biológicos en el funcionamiento de los agroecosistemas, específicamente en el suelo, se deben adoptar alternativas de producción de alimentos que contribuyan a compensar las consecuencias de la pérdida de la calidad ambiental. Para ello, se promueve la agricultura sustentable, que tiene por objetivo rendimientos elevados, el descenso paulatino del empleo de agroquímicos y agrotóxicos, incorporando a los sistemas de producción el potencial biológico de las plantas y de los microorganismos. (Creus, 2017).

En otras palabras, es necesario desarrollar alternativas tecnológicas amigables con el ambiente que sean sostenibles y sustentables, involucrando o imitando los procesos biológicos y las interrelaciones entre especies que ocurren naturalmente en los ecosistemas en equilibrio; de igual modo deben permitir el uso racional de los recursos productivos; así como, la conservación de la calidad física, biológica y química del suelo. Las tecnologías nuevas deben estar encaminadas a conservar los componentes vivos del suelo y contribuir a la sostenibilidad de los sistemas agrícolas. (Venegas y Mestre, 2021).

2.2 Bioinsumos Agrícolas como Tecnología Sostenible

O'Neill y Ramos (2021) mencionan que un bioinsumo es una enmienda que se aplica fresco o procesada a la planta o al suelo, y es obtenido o derivado de material vegetal, animal o microbiano; su empleo mejora los procesos benéficos del suelo, la fertilización, la estimulación de las hormonas de las plantas, el efecto de los antagonistas en el control de las plagas de las plantas, entre otros. Los bioinsumos son abonos orgánicos sólidos y líquidos; son una fuente alternativa para una

agricultura sostenible, y son considerados como una herramienta biotecnológica (INTA, 2014, citado por Quispe y Valdez, 2020).

De acuerdo a la definición realizada anteriormente, el autor define a los bioinsumos agrícolas o agrobioinsumos como compuestos o sustancias de origen vegetal, animal, o microbiano obtenidas principalmente por procesos bioquímicos de fermentación anaeróbica y aeróbica, y por procesos fisicoquímicos como extractos y lixiviados, que contribuyen a mejorar el sistema planta-suelo, en primera instancia mediante la absorción, fijación y solubilización de elementos nutritivos; y en segunda instancia contribuyen a mejorar el sistema de defensa de las plantas, al control de plagas, enfermedades y conservación de las propiedades del suelo.

Conviene destacar, que dentro de las tecnologías empleadas en los sistemas agroecológicos, los bioinsumos agrícolas son una alternativa para el manejo de los cultivos, porque son iniciativas aceptables en sentido económico y ecológico; son productos empleados para optimizar la productividad, sanidad y calidad de los sistemas agroproductivos, son realizados con extractos de plantas o compuestos de microorganismos vivos y no generan impactos negativos al agroecosistema (Mamani y Filippone, 2018). Los bioinsumos agrícolas desarrollados a partir de microorganismos están en armonía con el ambiente y representan una opción para la sustitución de los fertilizantes químicos (Venegas y Mestre, 2021).

De igual manera, los bioinsumos suministran nutrientes, hormonas vegetales, estimulan sustancias beneficiosas que mejoran los procesos fisiológicos y bioquímicos de las plantas, controlan patógenos y bacterias, incrementan los rendimientos de los cultivos, contribuyen a la recuperación de la planta después del shock por daños climáticos, haciendo el sistema agroecológico eficiente (Quispe, y Valdez, 2020). En este sentido, la aplicación de bioinsumos agrícolas en los sistemas agroecológicos se puede corregir las necesidades de nutrientes en la fertilización y abonamiento de los cultivos, incide positivamente en el manejo agroecológico de plagas y enfermedades, y disminuye el estrés en las plantas causado por factores bióticos y abióticos.

En otro orden de ideas, es importante destacar el crecimiento de la industria mundial de bioinsumos agrícolas, se estima que el mercado se ha expandido 15 % en promedio anual en los últimos cinco años, en comparación con los productos de síntesis química que anualmente no supera el 3 % con una tendencia relativa hacia el estancamiento (Starobinsky, Monzón, y otros, 2021). Evidenciando, la inclinación hacia el desarrollo de tecnologías sostenible para la producción de alimentos en los sistemas agroecológicos para la sustitución de los agroquímicos y agrotóxicos.

Por tal motivo, los bioinsumos pueden conformar un nuevo paquete tecnológico que permite afrontar muchas problemáticas agrícolas como la promoción del crecimiento y desarrollo vegetal, control de plagas y enfermedades, inducción de defensas en las plantas, sin dejar residuos tóxicos en los alimentos (O'Neill y Ramos (2021). Además, los bioinsumos agrícolas como los biofermentos o bioles proporcionan a la planta el requerimiento de nutrientes secundarios: calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S); de micronutrientes: zinc (Zn), hierro (Fe), cobre (Cu), manganeso (Mn), boro (Bo), molibdeno (Mo); y de macronutrientes: nitrógeno (N), fósforo (P), y potasio (K) (Cardozo, El Mujtar, Álvarez, y Sisón, (2021)

2.3 Desafío de los Sistema Agroecológico para la Producción de Musáceas

Sistema agroecológico, es un término complejo que se emplea para describir las relaciones y actividades agrícolas que realizan un grupo de personas en un ambiente; específicamente, caracteriza la producción agrícola, distribución y conservación de recursos naturales y productivos; el procesamiento, la transformación y comercialización de productos y subproductos agrícolas procedentes de los servicios ecosistémicos dentro de una región y/o país (Krantz (1974), citado por Altieri, Hecht, y otros 1999).

En este contexto, un sistema agroecológico, estudia las funciones y relaciones de los componentes sociales, económicos, productivos para la obtención de alimentos; analiza las relaciones de las cadenas agro productivas de los rubros agrícolas para mejorar la sustentabilidad y sostenibilidad del sistema como organización compleja; están integrados por varias componentes (bióticos y

abióticos) que conforman una unidad funcional interrelacionada dentro de un ecosistema mayor, por ello, poseen límites que permiten la autorregulación, variando en el tiempo de acuerdo a la intervención humana.

Referente a los sistemas de producción de musáceas, en América Latina destacan tres tipos con características particulares; por ello, se pueden encontrar sistemas de cultivos intensivos convencionales o monocultivo donde predomina la homogeneidad genética; cultivos agroforestales o sistemas de producción de bajo insumos donde se asocia el cultivo de musáceas con café, cacao, o raíces y tubérculos, cuya producción es para la abastecer el mercado local y el consumo familiar; y sistemas de cultivos bajo la producción orgánica (Pérez, 2015). Indistintamente, en cada sistema se debe garantizar la productividad y conservación de los recursos productivos; de igual modo, se realizan diversas prácticas para la propagación, fertilización o abonamiento de la planta, y manejo fitosanitario del cultivo, en aras de reducir los riesgos del ataque de plagas y la infestación de enfermedades causadas por hongos, bacterias y virus; que disminuyen los niveles de producción y en ocasiones pueden conllevar a la pérdida de las plantaciones.

También se considera, que las plantaciones de musáceas tradicionalmente son sistemas de producción de carácter extensivo; sin embargo, aportan un valor nutricional y económico a las familias de los productores agrícolas, allí radica la importancia de este cultivo para la seguridad alimentaria de muchos países (FAO 2020). En este sentido, las plantaciones de musáceas sustentan la economía local porque representan, en algunos casos, los principales ingresos de las familias que habitan en los sectores rurales. Por ello, se deben mejorar el sistema extensivo de producción, aprovechando, de manera sostenible, el máximo de los recursos; se debe transitar hacia un sistema agrícola más eficiente, de mayor productividad que garantice la sostenibilidad y sustentabilidad del agroecosistema, así como el manejo del suelo y fitosanitario de manera eficiente.

Por consiguiente, la sostenibilidad del sistema de producción de musáceas se encuentra amenazada por la limitación de insumos para generar las acciones de prevención y control de enfermedades, que condiciona las respuestas rápidas y

oportunas frente a las amenazas fitosanitarias potenciales. (Martínez, Rey, Rodríguez, y otros, 2020). No obstante, el manejo sostenible y agroecológico de los sistemas de producción de musáceas, engloba la aplicación de diversas técnicas y prácticas agrícolas que contribuyen a la sinergia generada en las plantaciones en interrelación con factores bióticos y abióticos, para la disminución del riesgo por afectación de agentes patógenos; son estrategias que permiten aprovechar y conservar eficientemente los componentes productivos de un agroecosistema.

En este orden de ideas, respecto al tema fitosanitario del cultivo de musáceas, en América Latina y el Caribe, Pérez en el 2015 menciona que las plantaciones de este rubro son susceptible a la infestación de enfermedades endémicas y exóticas causadas por hongos como *Fusarium oxysporum f. sp.*, cubense raza 4 tropical (como enfermedad emergente); pudriciones bacterianas causadas por *Ralstonia solanacearum*, *Xanthomonas musacearum*, *Dickeya spp.*; y afectaciones virales como: *virus del Mosaico de las Brácteas del Banano (BBrMV)*, *Virus del Mosaico del Pepino (CMV)*, *Virus del rayado del banano (BSV)*, y *el virus del cogollo racimoso del banano (BBTV)* (como enfermedad viral latente). De igual manera, describe que los riesgos de diseminación de los agentes fitopatógenos aumentan por el movimiento de personas y artículos entre fronteras de países infectados hacia países no contaminados.

De acuerdo al párrafo anterior, es potencial la susceptibilidad de las plantas de musáceas, los agentes fitopatógenos mencionados están latentes, y en condiciones favorables pueden emerger y se manifiestan en cualquier sistemas de producción agrícola sea extensivo, orgánico, intensivo convencional, y agroforestal, la ocurrencia de la afectación depende del manejo agrícola. Por tal motivo, es de importancia considerar que las prácticas sostenibles y bioinsumos agrícolas que se puedan desarrollar para emplear en los sistemas agroecológicos de producción de este cultivo deben estar alineadas al manejo y control de las principales enfermedades que afectan a la planta, y a cubrir los requerimientos nutricionales; deben ser tecnologías sostenibles amigables con el ambiente.

En el mismo orden de ideas, de acuerdo a la investigación realizada por Martínez, Rey, Rodríguez, y otros (2020): En Venezuela, los principales problemas fitosanitarios observados en las regiones productoras de musáceas, específicamente, el Sur del Lago de Maracaibo, Barinas y Miranda, fueron el complejo sigatoka (*Mycosphaerella spp.*) con el 58 % siendo el primer problema fitosanitario de los sistemas de producción de las zonas de estudio, seguido por la Erwinia con 21 %, el Complejo Hongo-Bacteria con 12 %, moko (*Ralstonia solanacearum*) con 6 % y marchitez por Fusarium (*Fusarium oxysporum f. sp. cubense*) (Foc) raza 1 con 3 %. Con base en el planteamiento realizado, se demuestra las principales enfermedades que son el desafío para los sistemas agroecológicos de producción de musáceas.

En este sentido, se reitera que los bioinsumos agrícolas aplicados deben apoyar eficientemente a las prácticas de manejo de enfermedades y de nutrición de las plantas en el agroecosistema de musáceas; como avance en esta área, se puede mencionar el proyecto “Innovación Agroindustrial de Banano Orgánico” financiado por el programa SeCompetitivo de la Cooperación Suiza – La Secretaría de Estado para Asuntos Económicos (SECO), en Perú; mediante el cual se desarrolló una guía técnica de biofermentos para los sistemas de producción orgánica de banano, en el cual se describe como hacer un diagnóstico nutricional, la importancia y ventajas de los abonos obtenidos por el proceso de biofermentación, fabricación y combinación de distintos bioles biofermentados, y las recomendaciones de aplicación y almacenamiento.

De igual modo, los sistemas integrales de producción agrícola es una alternativa sostenible para la siembra de musáceas, específicamente, en el sistema agroforestal las plantaciones del rubro se pueden asociar otros cultivos de ciclo perenne, largo, o corto como, el café (*coffea arabica*), yuca (*manihot sculenta*, *M. utilisima*), guanabana (*annona muricata*), perita (*syzygium jambos*), guayaba (*psidium guajava*), entre otros. Es importante, destacar, que se introduce el concepto agricultura climáticamente inteligente, aplicando el concepto, los sistemas

agroforestales se hacen más eficientes con tendencia al diseño productivo agroecológico más resiliente frente a las adversidades del cambio climático.

2.4 Perspectiva para la Producción de Bioinsumos Agrícolas en Venezuela

Para analizar la producción de bioinsumos agrícolas en Venezuela mediante la promoción de la agricultura sustentable, es imprescindible mencionar la creación y activación de los 14 motores productivos a través de la agenda económica bolivariana, entre ellos el motor agroalimentario, como estrategia para reactivar la economía, enmarcado en la transferencia de capacidades tecnológicas y científicas de las universidades a las comunidades con la ejecución de proyectos socioproductivos que impulsen la agricultura sostenible fundamentados en las condiciones sociales, ambientales e institucionales (Barrios y Marín, 2019).

Es decir, la promoción de la agricultura agroecológica en Venezuela está enmarcada en el plan de la patria, apoyada en políticas y programas gubernamentales que llevan a cabo instituciones afines al área agrícola; aunado a las investigaciones y proyectos que realizan las universidades considerando las potencialidades locales de las comunidades, que atienden mediante la vinculación social de los programas nacionales de formación.

Del mismo modo, es importante mencionar el conjunto de medidas para la adaptación al cambio climático emprendidas en Venezuela, donde se incorporan acciones y programas para la promoción de sistemas agroecológicos, destacando la creación a nivel nacional de la red de laboratorios de insumos biológicos, bajo la responsabilidad del Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral (INSAI), para la producción de biocontroladores y biofertilizantes que sean ofertados a nivel nacional, con el objetivo de tener sistemas de producción más resilientes y sostenibles mediante la reducción de la huella de carbono, disminución de la carga tóxica y sustitución de los insecticidas sintéticos (FUSAGRI y IICA, 2022).

En este sentido, la promoción de sistemas agroecológicos se realiza en el ámbito rural, periurbano y urbano a través de la Gran Misión Agro Venezuela, que

busca implementar acciones como la creación de redes de productores de bioinsumos agrícolas; además, promover iniciativas que permitan establecer biofábricas locales para la producción de agrobioinsumos con métodos artesanales e industriales. (ob. cit).

Para fortalecer la agricultura sostenible es necesario, principalmente, la sustitución paulatina del uso de los fertilizantes químicos y los agrotóxicos en los sistemas de producción agrícola; como alternativa, el desarrollo de agrobioinsumos es una opción viable aceptada en sentido social, económico y ambiental. (Venegas, P.; Cardozo, y otros, 2021). Pero es necesario, la investigación, difusión y apropiación de los conocimientos para la producción de bioinsumos agrícolas entre los productores agrícolas, como garantes de la transición hacia sistemas de producción sostenibles, la generación de prácticas sostenibles, y la conservación de los recursos productivos; se debe afianzar los procesos para la elaboración de bioinsumos agrícolas como abonos foliares, insecticida botánico y derivados de cenizas para los sistemas de producción de musáceas.

2.5 Técnicas de Bioinsumos Agrícolas para los Agroecosistemas de Producción de Musáceas

Un área de la producción de bioinsumos se realiza a base de micro y macroorganismos que poseen ciertas características vinculadas a condiciones ambientales y territoriales. Por ello, es necesario adaptar las técnicas localmente, es decir, emplear material e insumos específicos del lugar, comunidad o región, aplicando el bioinsumo agrícola en las plantaciones en campo para valorar la eficiencia del producto elaborado (Starobinsky, Monzón, y otros, 2021).

Particularmente, el abono foliar (biol) elaborado por biofermentación aportan nutrientes a la planta que son absorbidos por vía foliar producto de la exposición del compuesto (biol) al proceso de hidrólisis química o degradación por microorganismos que sintetiza los minerales complejos presentes en la materia orgánica en formas más asimilables para la planta. En el caso de biol a base de estiércol, la excreta de vaca suministra los microorganismos para el proceso de

biofermentación, la degradación microbiana hace disponible los minerales para la planta; la melaza y la leche proporcionan carbohidratos que son fuente de carbono y energía para los microorganismos; y la leche proporciona aminoácidos que son absorbidos efectivamente por vía foliar (Orozco y Calvo, 2019).

Asimismo, el proceso de biofermentación descrito anteriormente se realiza para todos los bioles bajo fermentación anaeróbica, solo se sustituyen los insumos; en la elaboración de biol de microorganismos eficientes (EM) la degradación microbiana es proporcionada por las cepas madres de microorganismos de montaña (MM) capturadas en la localidad; la melaza es sustituida por papelón, azúcar negra o jugo de caña para proporcionar la fuente de energía; la leche es sustituida por suero verde que proporciona las bacterias ácido lácticas, también se puede adicionar levaduras. A continuación se describen de manera general el biofermento a base de estiércol, biología a base de microorganismo de montaña, lixiviado de musáceas, y caldo de cenizas como técnicas de bioinsumos agrícolas aplicados en el sistema agroecológico del cultivo de musáceas.

2.5.1. Biofermento a Base de Estiércol

Es un abono líquido fermentado, que se elabora usando como base principal el estiércol fresco, agua y otros materiales, se obtiene por fermentación anaeróbica mediante un biodigestor (Quispe y Valdez, 2020). Asimismo, el biol es un mejorador de suelos porque posee buena actividad biológica, desarrolla fermentos nitrosos y nítricos, hongos y levaduras; hace disponible los nutrientes del suelo y crea un micro clima adecuado para el desarrollo de las plantas. (Instituto Nacional de Investigaciones (INIAP); Korean Program on International Agriculture and Technology (KOPIA); 2021).

En este sentido, el proceso de elaboración consiste en realizar un biodigestor anaeróbico, para ello se emplea cualquier envase con tapa hermética, al soporte de la tapa se adiciona una válvula donde se coloca una manguera para la salida del gas que puede ser aprovechado o simplemente se coloca una trampa de agua para evitar la contaminación de la mezcla en proceso de biofermentación. Esta mezcla

se elabora con estiércol fresco, levadura, suero de leche, cenizas, restos vegetales y agua no clorada; se deja en proceso de biofermentación en el biodigestor durante 30 a 40 días o hasta que la mezcla no emita más burbujas (gas); terminado este proceso la solución se cuela y se almacena en un lugar fresco fuera de la exposición de la luz solar.

2.5.2. Técnica de Microorganismos de Montaña

Se denomina microorganismos de montaña (MM) a las comunidades diversas de hongos, bacterias y levaduras que habitan de manera natural en los ecosistemas montañosos. También son nombrados microorganismos benéficos porque contribuyen a mejorar la calidad y fertilidad del suelo (Cardozo, y otros, 2021). Es importante mencionar que los microorganismos del suelo son imprescindibles porque proporcionan a la planta un suministro constante de nutrientes en forma de minerales asimilables (Palacios, 2023). En este sentido, los microorganismos de montaña contribuyen a fijar y solubilizar los nutrientes, poseen propiedades para controlar las plagas en los cultivos, y tienen propiedades para estimular el desarrollo vegetativo y fenológico de las plantas (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, 2021).

Para producir MM, se emplea la técnica desarrollada por Cho Han Kyu, que consiste en capturar microorganismos autóctonos (IMOs) mediante una trampa de arroz, el procedimiento reside en dejar superficialmente enterrado en un bosque, por una semana, un envase con arroz pre cocido, para que se inocule con microorganismos. Posteriormente, el arroz inoculado se mezcla con azúcar morena (se puede emplear panela), arroz o harina de maíz, y suero de leche, la mezcla resultante es sometida a un proceso de biofermentación anaeróbica para obtener una cepa madre de microorganismos de montaña. Es importante mencionar, que esta cepa madre puede ser replicada empleando los mismos materiales en proporción 4 kilogramos en 100 litros de agua. Los microorganismos se emplean en los sistemas de agroecológicos de musáceas como biofertilizantes de aplicación vía foliar o vía suelo, dependiendo del manejo agroecológico del cultivo

2.5.3. Técnica de Lixiviado de Musácea

El lixiviado de musáceas es un producto que se elabora con el raquis o nervadura del plátano se usa para el control de mildiu, sigatoka, y como nutriente en tomate (Movimiento de Productoras y Productores Agroecológicos y Orgánicos de Nicaragua (MAONIC); contiene materia orgánica parcialmente descompuesta, microorganismos benéficos y alto contenido de potasio (Universidad Tecnológica de Pereira, 2020). También se elabora por la descomposición de fragmentos del racimo o pseudotallo de la planta de musáceas, el procedimiento es simple, consiste en seccionar en trozos pequeños la parte de la planta de interés a lixiviar y en un envase con llave se deja el compuesto que en descomposición, luego el líquido resultante se recoge y se aplica a la planta de musáceas en proporción 2:1, en algunos caso se aplica 3:1.

De igual modo, el lixiviado contiene residuos trozos descompuestos de materia orgánica, microorganismos que favorecen los procesos en los agroecosistemas; también posee nutrientes como nitrógeno (N), fosforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S), boro (Bo), hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), cobre (Cu), sodio (Na). Asimismo, se recomienda guardar el bioproducto obtenido en envases de plástico el lixiviado tiene propiedades corrosivas, para su aplicación a los cultivos, el compuesto debe pasar por un proceso de maduración de 30 días como mínimo (Álvarez et al., 2013). Se puede inferir, que el compuesto se puede emplear para la fertilización de los cultivos debido a la carga nutrimental que posee de elementos indispensables para el desarrollo de la planta; en otras palabras, su aplicación tiene propiedades como promotor del crecimiento vegetal.

Es importante destacar que en las investigaciones de Blanco et al. (2013) determinaron que el lixiviado de plátano (musa AABB) tienen una incidencia positiva para el control de enfermedades que afectan al cultivo de musáceas como fusariosis (*Fusarium oxysporium*), moko (*Ralstonia solanacearum*), y sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*). En este sentido, se evidencia el potencial que posee el bioproducto como elemento para el control de enfermedades causadas por

fitopatógenos como hongos y bacterias. Esta información es un destacado aporte hacia el desarrollo de tecnología sostenible para los agroecosistemas.

2.5.4. Técnica de Caldo de Ceniza

Es un caldo mineral elaborado con ceniza de plantas (madera, rastrojos, entre otros) posee un alto contenido de minerales esenciales para la nutrición de la planta como potasio, calcio, magnesio y entre otros. La ceniza es alcalina, para neutralizar su pH se debe mezclar con agua y el preparado se deja en reposo para que se combinen con el dióxido de carbono del aire. De igual modo, se puede combinar con humus para favorecer la disponibilidad de nutrimentos, debido al carácter ácido del humus. (García, y Félix, 2014). En este sentido, para elaborar el caldo se mezcla las cenizas con agua y al hervir se adiciona jabón neutro, el producto se cuela para ser aplicado o almacenado.

3. Reflexiones finales

La temática expuesta permite sintetizar que los bioinsumos agrícolas como parte de la agricultura sostenible y sustentable es un área de estudio que se encuentra en auge, localmente es imprescindible la adopción, evaluación, investigación, desarrollo e innovación de las técnicas de elaboración de bioinsumos agrícolas en los cultivos de mayor interés en las comunidades agrícolas.

De igual modo, los agrobioinsumos ofrecen un gran abanico de oportunidades para el desarrollo de investigaciones agrícolas aplicadas a solucionar las problemáticas como de nutrición vegetal, control de plagas y enfermedades, y degradación de la calidad ambiental de los sistemas agroecológicos. También ofrece la posibilidad de estudios especializados de microorganismos que intervienen en los procesos de descomposición de materiales para la producción de lixiviado, biol y excreciones; asimismo de aquellos que contribuyen al mejoramiento de los procesos y relaciones del suelo con las plantas y el ambiente.

Otro aspecto importante, es que los abonos foliares al suministrar el requerimiento de nutrientes primarios, secundarios y micronutrientes para el

desarrollo de las plantas como señala Cardozo, El Mujtar, Álvarez, y Sisón, (2021), es una garantía para la sustitución de los fertilizantes de origen sintéticos, no obstante, es necesario profundizar en la investigación para determinar la cantidad de biol o lixiviado necesaria aplicar para cubrir la necesidad de nutrición de la planta, esta tecnología en auge tiene mucha potencialidad para su aplicación en los sistemas agroecológicos de producción de alimentos y constituir un nuevo paquete tecnológico agrícola. Pero es imprescindible la difusión de este conocimiento y su constante evaluación en campo

4. Referencias

- Altieri, M.; Hecht, S.; Liebman, M.; Magdoff, F.; Norgaard, R.; Sikor, T. (1999). **Agroecología Bases científicas para una agricultura sustentable**. Editorial Nordan–Comunidad
- Álvarez, E.; Pantoja, A.; Ceballos, G.; y Gañán, L. (2013). **Producción de lixiviado de raquis de plátano en el Eje Cafetero de Colombia**. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Oficina Regional FAO para América Latina y el Caribe
- Barrios B.; Marín A. (2019). **Transferencia de Capacidades Científico-Tecnológicas para una Agricultura Sostenible**. Revista / Cienc. Tecn. Agrollanía. Vol. 17
- Blanco, G.; Linares, B.; Hernández, J.; Maselli, A.; Rincón, A.; Ortega, R.; Medina, E.; Hernández, L.; y Morillo, J. (2013). **Composición microbiológica e inocuidad de lixiviados de pseudotallos y láminas foliares de plátano 'Hartón' en el estado Yaracuy**. Agronomía Trop. Vol. 6 3(3-4): 111-120.
- Cardozo, A.; El Mujtar, V.; Alvarez, V.; Sisón, L. (2021). **Manual para la Elaboración de Biofertilizante a partir de Desechos Agropecuarios**. AER El Bolsón; 2IFAB (INTA-CONICET). ATN/RF-16680-RG “Innovación e Intensificación para la adaptación al cambio climático de la ganadería extensiva familiar”
- Creus, C. (2017). **Inoculantes microbianos: piezas de un rompecabezas que aún requiere ser ensamblado** Editor asociado de Revista Argentina de Microbiología, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina- disponible: www.elsevier.es/ram
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Italia). 2020. **Perspectivas a mediano plazo: perspectivas para la**

producción y el comercio mundial de bananos y frutas tropicales 2019-2028. <https://bit.ly/37CJlqM>

Fundación Servicio para el Agricultor (FUSAGRI). Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (2022). **Caracterización del sector bioinsumos agropecuarios en Venezuela.** En el marco del Fortalecimiento de las acciones de cooperación técnica para la reactivación productiva del sector agroalimentario de Venezuela

García, C.; Félix, J. (2014). **Fundación Produce Sinaloa. Manual para la producción de abonos orgánicos y biorracionales.**

Instituto Nacional de Investigaciones (INIAP); Korean Program on International Agriculture and Technology (KOPIA). (2021). **Biopreparados para la Agricultura Familiar Campesina**

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. (2021). Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. **Manuales Prácticos para la Elaboración de Bioinsumos.** 16 Reproducción de Microorganismos Específicos. México.

Mamani, A.; Filippone, M.P (2018). **Bioinsumos: componentes claves de una agricultura sostenible.** Revista Agronómica Noroeste Argentina. Vol. 38

Martínez, G.; Rey, J.; Rodríguez, D.; Jiménez, C.; Rodríguez, Y.; Rumbos, R.; Pargas, R.; Manzanilla, E.; Martínez, E. (2020). **Análisis de la situación fitopatológica actual de las musáceas comestibles en Venezuela.** Agronomía Tropical.

O'Neill, B.; Ramos, V. (2021). Universidad de Michigan. Fundación McKnight. **Revisión del estado del conocimiento y uso de los fermentos líquidos y del biol en los Andes.**

Orozco, M.; Calvo, A. (2019). **Consideraciones técnicas para la preparación de abonos foliares de fabricación casera.** Revista Pensamiento Actual - Vol 19 - No. 33 pp 106-120

Palacios, Y. (2023). **Rhizobium y hongos formadores de micorrizas: alternativa biotecnológica en cultivares de caraotas (Phaseolus vulgaris).** Revista Crítica con Ciencia. Vol. 1 Número. 2. https://uptvallesdeltuy.com/ojs/index.php/revista_criticaconciencia/article/view/176

Pérez, L. (2015). Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. **Las Mejores Prácticas para la Prevención de la Raza 4 Tropical de la Marchitez por**

Fusarium y otras Enfermedades Exóticas en Fincas Bananeras.
Fitosanidad. Cuba.

Quispe, M.; Valdez, S. (2020). **Bioinsumos: Uno aporta a la resiliencia de los sistemas productivos.** Fundación McKnight. Programa Colaborativo de Investigación Sobre Cultivos. Promoción de la Sustentabilidad de Conocimientos Compartidos

Starobinsky, G., Monzón, J., Di Marzo Broggi, E. y Braude, E. (2021). **Bioinsumos para la agricultura que demandan esfuerzos de investigación y desarrollo.** Capacidades existentes y estrategia de política pública para impulsar su desarrollo en Argentina. Documentos de Trabajo del CCE N° 17. Consejo para el Cambio Estructural - Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación.

Universidad Tecnológica de Pereira. (2020). Corporación Autónoma Regional de Risaralda. Programa de Negocios Verdes. **Bioinsumos agroecológicos.** Proyecto: Escuela Campesina Agroecológica en la Cuenca Alta del Río Otún como estrategia de fomento a la oferta de negocios verdes.

Venegas, P.; Cardozo, A.; Sisón, L.; Gasparetti, A. (2021). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). **Elaboración de Biopreparados a partir de microorganismos del bosque para la producción frutihortícola de la Comarca Andina del paralelo 42°.** Comunicación Técnica N°91 Agencias de Extensión Rural AER. El Bolsón.

Venegas, P.; Mestre, M. (2021). **Microorganismos y agrobioinsumos: Hacia una fertilización sustentable.** Revista desde la Patagonia difundiendo saberes. Vol. 18. N° 32